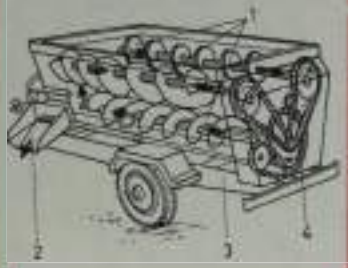
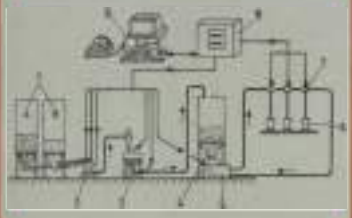
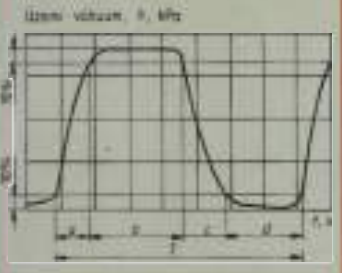
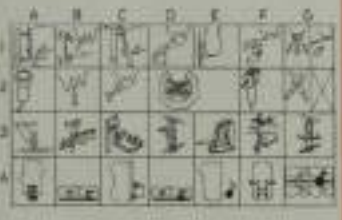
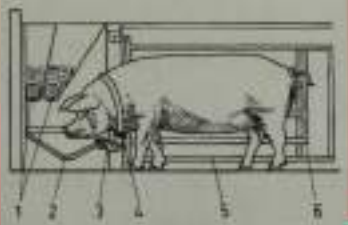










Állattartási technika

Szerkesztette
Tóth László

Állattartási technika

Szerkesztette:
Tóth László

Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó
Budapest • 1998

Ez a kiadvány az Oktatási Minisztérium támogatásával,
a Felsőoktatási Pályázatok Irodája által lebonyolított
felsőoktatási tankönyv-támogatási program keretében jelent meg.
A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium
Intézményközi Tankönyvkiadási Szakértő Bizottsága jóváhagyásával készült.
Az agrártudományi egyetemeken és főiskolákon javasolt tankönyv.

Írta:

dr. Bak János, dr. Barótfi István, dr. Béres András, dr. Érényi Albert,
dr. Fogarasi Lajos, dr. Győrfi György, dr. Kacz Károly, dr. Kuli Barnabás,
Mátyás László, dr. Mikecz István, dr. Mityók András,
dr. Patkós István, dr. Reischl Gábor, dr. Sallai László, dr. Takátsy Tibor,
dr. Tóth László, dr. Tűz Antal

Lektorálta:

dr. Mikecz István, dr. Patkós István, dr. Lengyel Lajos,
dr. Szüle Zsolt, dr. Sembery Péter, Barkóczi Tibor

ISBN 963 356 254 6

© Tóth László, 1998

Kiadja a Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó
1142 Budapest, Erzsébet királyné útja 36/b
Telefon: 252-4772
Felelős a kiadó ügyvezető igazgatója
Felelős szerkesztő: Tabéry Gábor

Tartalomjegyzék

Előszó 19

Az állattartás céljai és módszerei (PATKÓS I.) 21
Az állattartás céljai 21
Célok és szempontok 23
Állattartási technológiák 24
A technológiai értelmezése és szerepe 24
A kis- és nagyüzemi tartástechnológiák 25
Az állati termékelőállítás legfontosabb tényezői 27
A biológiai tényezők 28
A takarmányok 29
Környezet 31

A takarmányozás gépesítése (MIKECZ I.) 33
Szálastakarmányok aprítása 33
A vágási folyamat jellemzői dobszecskázóknál 34
Tárcsás szecskázó vágási folyamatának jellemzői 36
A vágóerőt meghatározó tényezők 38
A szecskázott anyag jellemzői 39
A kés jellemzői 39
A rétegvastagság hatása a vágóerőre 41
A szecska méretének jellemzői 43
A szecskázott anyag utánaprítása 44
A szecska szállítása 46
A takarmányok erjesztéses tartósítása (KACZ K.) 50
Az erjesztéses tartósítás általános kérdései 51
Horizontális silók 53
Halom és kazalsilók 53
Falközi silók 53
Erjesztéses takarmánytartósítás toronysilóban 57
A hengeres siló nyomásviszonyai 58
Toronysilók gépi berendezései 61
Szenázskészítás bálázással 69
Erjesztéssel történő takarmánytartósítás fóliazsákban 73

Takarmányok szárítása és tárolása (KACZ K.) ... 75
Nedves takarmányok szárítástechnikai tulajdonságai ... 75
Szemestermény-szárító berendezések felépítése, működése ... 78
Hagyományos szemestermény-szárítók ... 79
A szemestermény-szárítók kiválasztásának szempontjai ... 79
Új korszerű energiatakarékos szárítóberendezések ... 81
Szemestermény-szárítók üzemeltetési jellemzői ... 83
Szemes termények szellőztetéses szárítása ... 84
Állagmegóvó tárolás és vízelvonás szellőztetéssel ... 85
Szemes termények hűtvetárolása ... 86
Szellőztetéses szárítás előmelegített és meleg levegővel ... 87
Szemestermény-tárolók kialakítása ... 88
Szálastakarmányok szárítása, tárolása ... 90
Renden szárítás ... 90
Környezeti és előmelegített levegős szellőztetéses szálastakarmány szárítás ... 91
Szálas széna szellőztetéses szárítása, tárolása ... 91
Gépesített szellőztetéses szárító-tároló berendezések ... 93
Átmenő rendszerű szellőztetéses szénaszárító berendezések ... 96
Forrólevegős szárítás ... 96
Forrólevegős dobszárítók felépítése, működése ... 97
Forgódobos gyorsszárító üzemeltetési kérdései ... 98
A takarmányok feldolgozása aprítással (GYÖRFI GY.) ... 100
A darálás elmélete ... 100
Az aprítás energiaigénye ... 104
A darálók szerkezete és üzemeltetése ... 108
Kalapácsos daráló ... 108
Verőkeresztes daráló ... 114
Hengeres daráló (hengerszék) ... 115
Tárcsás daráló ... 115
Szálas anyagok darálása ... 116
Keveréktakarmányok gyártása (FOGARASI L.) ... 118
A nyersanyagok kezelése és előkészítése ... 121
Szemes anyagok ... 121
Extrahált darák, darabos alapanyagok ... 121
Szálas anyagok ... 121
Előtörők ... 121
Osztályozók, felbontó és ellenőrzőszináták ... 121
Zsákos csomagolású alapanyagok feladása ... 122
Ömlesztett alapanyagok előkészítése ... 122
A keverékképzés folyamata ... 122
A keverékhalmazok leírása, a homogenitás definíciója ... 123
A keveredés lefutása az idő függvényében ... 124
Keverőgépek ... 126
A keverőgépek osztályozása ... 126

Szakaszos üzemű (tételes) keverők ... 128
Dobkeverők ... 128
Csigás keverők ... 131
Fekvőhengeres keverők ... 134
Motollás keverőgépek ... 134
Szalagcsigás keverők ... 134
Pneumatikus keverők ... 136
Folyamatos üzemű keverők ... 137
Folyamatos üzemű dobkeverő ... 137
Örvénykeverő ... 137
A kondicionáló csiga ... 138
A keverőgépek teljesítményigénye ... 139
Nyersanyagmérlegek ... 140
Térfogat szerinti adagolók ... 140
Hengeradagoló ... 140
Arányadagoló ... 141
Cellás kerék ... 141
Adagoló csigák ... 142
Szalagos adagolók ... 143
Rédler (kaparóláncos) adagoló ... 143
Lengő mozgást végző adagolók ... 144
Tömeg szerint adagolók ... 145
Szakaszos üzemű, tömeg szerint adagoló ... 145
Folyamatos üzemű, tömeg szerint adagoló ... 146
Tartályos összegező mérleg ... 147
Az adagolómérlegek hibaelemzése ... 148
Folyadékkomponensek előkészítése és adagolása ... 152
Mikrokomponens adagolók ... 153
A keveréktakarmány-gyártási alapanyagai ... 153
Szemes alapanyagok ... 153
Olajipari melléktermékek ... 153
Malomipari melléktermékek ... 154
Cukoripari melléktermékek ... 154
Állati eredetű alapanyagok ... 154
Takarmánycélesztő (szeszipari melléktermék) ... 154
Egyéb komponensek ... 155
Takarmányok préselése (GYÖRFI GY.) ... 156
A préselés előkészítése ... 156
A tömörítés elmélete ... 156
A préselés gépeinek szerkezete és üzemeltetése ... 158
A préselvény minősítése ... 160
A préselés kiegészítő berendezései ... 162
Préselvények előállítása szálastakarmányból ... 165
Különleges takarmányelőkészítési módok ... 166
A takarmánykeverő üzemek technológiai vonala ... 168

Állatok elhelyezése és a telepi takarmányozási munkák gépei (Tóth L.) ... 171
Szarvasmarhák elhelyezése ... 171
A szarvasmarhatartás egyéb gépei és eszközei ... 171
Állásrendszerek és lekötőberendezések ... 171
Középhosszú és hosszúállások ... 172
Pihenőbokszok ... 173
A takarmányozási munkák gépei a szarvasmarhatartásban ... 175
Mobil gépsor ... 176
A takarmányok rakodása ... 176
A szilázs kitermelése ... 176
Mobil takarmánykiosztó berendezések ... 181
Önüritős takarmánykiosztó kocsi ... 181
Széna és szalmafélék aprítása ... 189
Stabil takarmánykiosztó berendezések ... 192
A borjúnevelés technológiája ... 197
A borjak takarmányozása ... 197
Borjúszoptató automaták ... 200
A sertések elhelyezése és takarmányozása ... 203
Elhelyezés ... 203
Etetés ... 206
A takarmány istállóhoz szállítása ... 207
Takarmány előtárolók ... 208
A száraz abraktakarmányok kiosztásának gépei ... 211
Stabil takarmányszállítók ... 212
Mobil berendezések ... 212
Takarmányok kiadagolása ... 213
Önetetők ... 214
A folyékony takarmányozás gépei ... 218
Mobil folyékony takarmánykiosztók ... 219
Folyékony takarmányok kiosztása stabil berendezésekkel ... 219
Adagolás ... 221
Baromfiak elhelyezése és takarmányozása ... 225
Tojás termelés ... 225
Tenyésztojás-termelés ... 225
Árutojás-termelés ... 227
Technológiai berendezések (mélyalmos tyúktartás) ... 227
Gépi feltöltésű etetőberendezések ... 228
A zártcsöves-köretetős etetőberendezés ... 232
A ketreces tyúktartás ... 236
Tojóketrecek kiegészítő berendezései ... 240
A takarmánykiosztás ... 240
Vízellátás ... 241
Trágyaeltávolítás ... 242
Pecsenyecsirke-nevelés és hizlalás ... 242

A baromfitartás speciális gépei ... 244
A tojásgyűjtés gépei ... 244
Tojásosztályozó gépek ... 246
Keltetőgépek ... 249
Egyéb eszközök a baromfitartásban ... 253
A legeltetés gépi berendezései (Tóth L.) ... 256
A legelők használata ... 256
A legeltetés módjai ... 256
Szabad legeltetés ... 256
Szakaszos (szakaszváltó) legeltetés ... 256
Adagolt (porciós) legeltetés ... 256
A műveleti egységekre alapozott legelőváltó ... 257
Sávosan adagolt legeltetés ... 257
Elektromos kerítés (villanypásztor) ... 257
Impulzusgerjesztő készülék ... 257
Telepes készülékek ... 260
Hálózati készülékek ... 260
Napelemes impulzusgerjesztők ... 261
Az elektromos kerítések telepítése ... 262
Az impulzusgerjesztő készülékek elhelyezése ... 262
A földelés ... 262
A kerítéshuzal ... 262
A szigetelők ... 263
A kerítésoszlopok ... 264
Villámvédelem ... 265
Legelőkön használatos itatóberendezések ... 265
Vízhúzó szélmotor ... 266
A tehenek gépi fejése a legelőn ... 268
Az állatok kezelése a legelőn ... 269

Fejés (Tóth L.) ... 271
A gépi fejés élettani alapjai ... 271
Tejképződés ... 271
Tejleadás ... 273
A tejáramlás sajátosságai ... 275
A tej visszatartása ... 275
Fejési karakterisztika ... 275
Fejőberendezések felépítése ... 276
A fejőgép működési elve ... 276
A fejőgépek alapvető egységei ... 278
A pulzátor ... 280
Működése és szerepe ... 280
A pneumatikus vezérlésű pulzátor ... 281
A membránpulzátor munkafolyamata ... 281
Kettős működésű pneumatikus pulzátorok ... 284

Elektromágneses pulzátorok ... 284
A pulzátorokra ható tényezők ... 287
A fejési vákuum ... 290
A fejési vákuum hatása a fejési sebességre ... 290
A bimbócsaturna nyitásához szükséges vákuum ... 292
A vákuumcsökkenés és a fejési sebesség közötti összefüggés ... 293
A fejőgumi ... 295
Szerepe a gépi fejésben ... 295
A gumik deformációja statikus állapotban ... 297
A fejőgumi mozgásának hatásai ... 300
A kollektor ... 302
Vákuumszivattyúk ... 305
A fejőberendezések légtechnikai jellemzői ... 305
A vákuumszivattyúk légszállító teljesítménye ... 307
A vákuumszivattyú méretezése ... 308
A szivattyúk kenése ... 309
A szabályozó szelepek ... 312
A fejési vákuum szabályozása ... 312
A fejési rendszer légtechnikai összetevői ... 313
A szabályozó szelepek jellemzői ... 316
A vákuumingadozás oka és jellege ... 318
Vákuumszint szabályozása a meghajtó motor fordulatszám szabályozásával ... 318
Vákuumcsökkenést okozó tényezők ... 319
A légtechnikai tényezők ellenőrzése ... 321
Szabályozószelepek felépítése ... 322
Vakuummérők ... 325
A vákuumhálózat szennyeződése ... 326
Tejleválasztók ... 326
A zsilipes tejleválasztó ... 326
Szivattyús tejleválasztó ... 327
Tejmennyiségmérők ... 328
A tej mennyiségének meghatározása a fejésnél ... 328
Tejmérő ballon (rekorder) ... 329
Folyamatos mérésére és összegzésére alkalmas mérőkészülékek ... 330
Az arányosság elvén működő mérőkészülékek ... 333
Szakaszos tömegmérés elvén működő mérőkészülékek ... 335
Spirál kondenzátor fegyverzetes tejmennyiség mérő és érzékelő ... 337
Gyűrűdugattyús tejmérő ... 339
A tejmennyiségmérők mérési adatainak felhasználása ... 341
A fejéshez kapcsolódó automatizálás ... 342
A tőgy automatikus tisztítása ... 342
A fejőkészülékek automatikus levétele, a vakfejés mérséklése ... 343

Húzókötéles fejőkészülék leemelők ... 344
A fejőkészülék automatikus öblítése ... 347
A fejőberendezések tisztítása ... 349
A fejt tej szűrése ... 354
A fejési rendszerek (BAK J.) ... 356
Fejőberendezések felépítése ... 356
A sajtáros fejőberendezések ... 358
Tejvezetékes fejőberendezések ... 358
Fejőtermi fejőberendezések ... 362
Párhuzamos fejőállás ... 362
Soros (tandem) fejőállás ... 363
Halszálka fejőállás ... 364
Polygon elrendezésű halszálkás fejőállás ... 364
Trigon elrendezésű halszálkás fejőállás ... 365
Körforgó (karusszel) fejőállások ... 365
A fejőállások megválasztása és üzeme ... 367
Az automatizálás hatása a munkatermelékenységre (TÓTH L.) ... 368
A fejési munkatermelékenység ... 369
Fejőállások távvezérelt és automatikus kapumozgatással ... 369
Gyorsított kihajtási rendszer ... 370
Zsúfolókapu ... 371
A juhok gépi fejése (BAK J.) ... 373
Stabil fejőállások ... 377
Karusszelek ... 378
Fejőgépek kezelése ... 378
Üzemeltetési szempontok ... 379
A fejőrobot és alkalmazásának lehetősége a tehenészetekben (TÓTH L.) ... 380

Tejkezelés ... 387
A tej elsődleges kezelése (BAK J.) ... 387
A tej összetétele és jellemzői ... 387
A tej alkotórészei ... 387
A tej jellemzői ... 388
Fizikai és kémiai tulajdonságok ... 388
Biológiai tulajdonságok ... 388
Érzékszervi tulajdonságok ... 389
Fizikai és kémiai változások a tejben ... 389
A tej öregedése ... 389
A mechanikai tényezők hatása a tejre ... 389
A hűtés és fagyasztás hatása a tejre ... 390
A hevítés hatása a tejre ... 390
A sugárzás hatása a tejre ... 391
A tej mikrobiológiája ... 391
A tej mikroflórájának minőségi összetétele a fejés után ... 392
A minőségi nyerstej jellemzői ... 392

A tej telepi hűtése (Fogarasi L.) ... 393
Kompresszoros hűtőgépek ... 393
A Carnot-ciklus ... 393
Fojtásos ciklus ... 397
A fajlagos hűtőteljesítmény ... 399
A hűtőteljesítmény ... 399
Száraz, utóhűtéses ciklus ... 400
Hűtőközegek ... 400
A főbb használatos hűtőközegek ... 402
Egyéb hűtőközegek ... 403
Hűtőkompresszorok ... 404
Tejhűtő hőcserélők ... 405
A hőátviteli tényező ... 406
A közepes hőmérséklet-különbség ... 408
Hőcserélő szerkezetek ... 409
Lemezes hőcserélők ... 410
Tejhűtő rendszerek ... 413
Kannás hűtés ... 414
Tejhűtő-tárolók ... 414
Átfolyó rendszerű tejhűtő-hőcserélők ... 415
Szigetelt tejtárolók ... 416
Tejhűtési rendszerek kialakítása ... 418
A hűtőberendezés villamos teljesítményigénye ... 420
Hővisszanyerés; a tejből elvont hő hasznosítása ... 421
Tejszeparátorok ... 422
A tej hőkezelése (pasztőrözés) ... 426
A hőkezelés hatása a mikroorganizmusokra ... 426
A tej pasztőrözése ... 428
Tartós pasztőrözés ... 429
Gyors pasztőrözés ... 429
Pillanat pasztőrözés ... 430
A pasztőrözésre alkalmazott hőcserélők ... 430
A tej ultrapasztőrözése (UHT-eljárás) ... 431
Kisüzemi tejpasztőröző berendezés ... 432
Itatóberendezések (Tüz A.) ... 433
Az ivóvíz szerepe és jellemzői ... 433
Az itatók jellemzői ... 434
A szarvasmarha önitatók főbb típusváltozatai ... 437
Állandó vízszintű önitatók ... 439
Az önitatók felszerelése és használata ... 443
Sertésönitatók ... 446
Baromfiitatók ... 449
Mélyalmos tartás itatóberendezései ... 450
Az almozás és trágyaeltávolítás gépesítése (Győrfi Gy.) ... 456
Az almozás gépei ... 456

Alomanyagok és jellemzőik 459
A tartás és a keletkező trágya jellemzői (Tóth L.) 460
Szarvasmarhatartás 460
Sertéstartás 461
A baromfi és a kisállattartás 461
A trágyaeltávolítás gépei 462
Trágyaeltávolítás kihúzószánnal 462
Kaparóláncos trágyaeltávolítók 463
Lengőlapátos trágyaeltávolítók 464
Szárnylapátos trágyakihúzók 467
Hidraulikus trágyaeltávolítás 469
Vízöblítéssel trágyaeltávolítás 469
Úsztatásos trágyaeltávolítás 470
Duzzasztásos trágyaeltávolítás 471
Rácspadló alatti trágyagyűjtők (trágyapincék) 471
A trágyarácsok 472
A mélyalom eltávolítása 473
Súrlódási jellemzők a trágya szállításnál 475
A higtrágya szállítása csővezetéken 478
Trágyakezelés gépei és eszközei 480
Almos trágya kezelése, tárolása 480
Higtrágya kezelése, tárolása 480
A higtrágya fizikai jellemzői 481
A higtrágya környezetszennyező biológiai tulajdonságai 484
Fázisbontás nélküli higtrágya kezelés 487
A higtrágya talajba juttatásának feltételei 491
Fázisbontásos higtrágya kezelés 492
A higtrágya részleges tisztítása 497

Állattartó telepek automatizált irányítása (Erényi A.–Tóth L.) 501
Az állatok egyedi felismerése, azonosítása 503
Az automatikus abrakadagolás kötetlen tartásban 509
Az egyedi abrakolás szükségessége 509
Az automatizált egyedi abrakadagolás 510
Az etetők elhelyezése, szabályozása és az adagolás módszerei 512
Teljesen automatizált takarmányozási rendszerek 514
A kocák automatizált egyedi etetése 515
Automatizált mérlegelés 518
Az állatok aktivitásának meghatározása 521
A testhőmérséklet mérése 523
A kifejt tej vezetőképességének meghatározása 524
A szívritmus meghatározása 525
Mérési lehetőségek a szarvasmarhatartásban 525
PC a sertés- és a baromfitartásban 530
Az elektronika, mint a precíziós állattenyésztés alapja (Takatsy T.) 533

Hőérzékelés és szabályozás ... 534
Páratartalom ... 537
Légsebesség ... 538
Gázok meghatározása az istállók légterében ... 538
Az állatok testhőmérséklete ... 539
A testtömeg meghatározása ... 540
Az ellés időpontjának jelzése ... 542
A tej elektromos vezetőképessége ... 544
Az ultrahangos mérőberendezések ... 545
Elektromos immobilizátor ... 546
Elektromos állatterelők ... 547

Juhok gépi nyírása (SALLAI L.) ... 549
Gyapjúismeret ... 549
Gyapjúleválasztási eljárások ... 551
Nyírógépek ... 552
A nyírógépek késsebességei ... 553
A nyírógépek főegységeinek jellemzése ... 555
A nyírógép energiamérlege, a gépi nyírás erő- és energiaszükséglete ... 558
A nyírás technológiája ... 559
A nyírás ... 559
Nyírógépek üzembe helyezése, beállítása és karbantartása ... 561
Élezőkészülék ... 562
Nyíróhelyiségek (nyírómühelyek) ... 564
Az üzemi gyapjúkezelés eszközei, berendezései ... 565
A juhok robotizált nyírása ... 566

A fertőtlenítés gépesítése (MÁTYÁS L.) ... 569
A tisztítás és fertőtlenítés szükségessége ... 569
A tisztítás–fertőtlenítés munkafolyamatai ... 570
Tisztítás ... 570
Fertőtlenítés ... 570
A tisztítás–fetőtlenítés gépei ... 572
Hidegvizes üzemmódú tisztító–fertőtlenítők ... 573
Melegvizes–gőzüzemű tisztító–fertőtlenítők ... 575
Aeroszolgenerátorok ... 578

Tógazdasági haltermelés gépei (KULI B.) ... 581
A tógazdaságokban alkalmazott gépek csoportosítása ... 581
Tókarbantartás ... 582
Káros növényzet irtás ... 582
Trágyázás ... 583
Halszállítás ... 584
Halastavi vízlevegőztetés ... 584

A vízlevegőztetés elméleti kérdései ... 584
Vízlevegőztető berendezések ... 590
A haltakarmányozás gépei ... 592
A lehalászás gépei ... 593

Épületgépészet az állattartásban (BARÓTFI I.) ... 597
Állattartó létesítmények vízellátása ... 597
Vízigények ... 598
Használati melegvízellátás ... 602
A klimatizálás alapjai ... 606
A klímaviszonyokat befolyásoló tényezők ... 606
A környezet hatása a mikroklímára ... 607
Az állat hatása az épület mikroklímájára ... 607
Az épület hatása a mikroklímára ... 612
Klímakövetelmények ... 612
Klímanomogramok ... 614
A klímaalakítás lehetőségei ... 614
Szellőztetés és berendezései ... 620
A szellőztetés mértéke, levegőszükséglet ... 621
Természetes szellőztetés ... 622
Mesterséges szellőztetés ... 624
Szellőztetési rendszerek az állattartó épületekben ... 626
Szellőztetési rendszerek szabályozása ... 628
Az állattartó épületek fűtése ... 629
A fűtési szükséglet ... 629
Fűtési megoldások állattartó épületekben ... 630
A fűtési energiafelhasználása ... 631
Energiagazdálkodás az állattartásban ... 631
A fűtési energiaszükséglet csökkentése ... 631
Az energiaszükségletet befolyásoló tényezők ... 634
Szellőztetés ... 635
Hőszigetelés ... 636
Fűtés időtartama ... 638
Belső hőmérséklet ... 638
Az energiatakarékosság technológiai lehetőségei ... 639
Energiafelhasználás szempontjából optimális hőmérséklet ... 639
A fűtési energiaszükséglet csökkentésének technikai lehetőségei ... 641
Hővisszanyerő berendezések ... 641
Hőszivattyúk ... 645
Energiatakarékos fűtési megoldások ... 647
Környezettechnika az állattartásban ... 648
Az állattartás környezetterhelése ... 648
Légszennyező gázok ... 648
A szellőztető levegő portartalma ... 650
Az istálló levegőjének mikroba tartalma ... 651

A szaghatás (BÉRES A.) ... 652
A szag kialakulását befolyásoló tényezők ... 653
A szaghatás mérése ... 653
A szaghatás csökkentésének lehetőségei ... 656
A biológiai gáztisztítás elvi alapjai ... 657
Biomosók alkalmazási lehetőségei ... 658
A bioszűrők alkalmazásának feltételei ... 658
A takarmányhoz, az alomhoz keverhető adalékanyagok ... 661
A szag keletkezésének megakadályozása ... 661
Az állattartás során keletkező szennyvíz kezelése (MITYÓK A.) ... 661
A szennyvizek kezelése ... 662

Állattartás építészete (REISCHL G.) ... 667
Az állattartás építészetének sajátosságai ... 667
Az állattartás környezeti, etológiai igényei ... 667
Az állattartás agrár és gépészeti technológiája ... 668
Az állattartással foglalkozó emberek környezeti – ergonómiai igényei ... 670
Természeti környezet védelme ... 671
Gazdaságos építés és üzemeltetés ... 671
Állattartó épületek építési rendszere, szerkezete, építőanyagai ... 673
Építési rendszerszerkezet ... 673
Építőanyagok ... 683
Alapozások ... 683
Falazatok ... 683
Aljzatok ... 685
Pillérek, teherhordó vázszerkezet ... 686
Tetőfedések, héjazatok ... 687
Állattartó épületek telepítése ... 688
Egyedszám és telepítés ... 690
Az állatok tartásmódja, speciális helyigényei és a telepítés ... 690
Közlekedési és szállítási feltételek és a telepítés ... 691
Egészségügyi szempontok és telepítés ... 691
Domborzat és telepítés ... 691
Talaj és telepítés ... 692
Mikroklíma és telepítés ... 692
Víznyerés, vízelvezetés és a telepítés ... 693
Állattartó épületek elhelyezése portán, tanyán, telepen ... 693
A porta és tanya beépítésének jellemzői (hagyomány és jövő) ... 694
A közelmúlt (1950–80-as) évek állattartó telepeinek beépítési változatai, a jövőben hasznosítható tanulságok ... 697
Nyitott–kötetlen tartású telepek (1980) ... 702
I. Alaptípus a komáromi telep mintáján bemutatva ... 703
II. Alaptípus a környei telep mintáján bemutatva ... 705

A Magyarországon alkalmazott tartástechnológiai (istállói) megoldások ... 709
Szarvasmarha-istállók és telepek ... 709
Juhistállók és juhtelepek ... 719
Sertésistállók és telepek ... 722
Baromfiistállók és telepek ... 728

Az istállók és állattartó telepek rekonstrukciója és üzemeltetése ... 735
A rekonstrukció ... 735
Az üzemeltetés és üzemfenntartás ... 737
A munka- és környezetvédelem ... 738
A nagytestű állatokkal való bánásmód ... 739
Poros és mérgező gázokat tartalmazó helyiségekben való munkavégzés ... 739
A zajártalom megelőzése ... 739
Az állatoktól eredő betegségek megelőzése ... 739
Az állattartási gépek és gépi berendezések üzemeltetésénél előforduló baleseti veszélyek ... 740
Por, gáz és szagszennyezés ... 741
Legyek és rágcsálók által okozott környezetszennyezés ... 741

Irodalomjegyzék ... 743

Előszó

Az állattartáshoz kapcsolódó egyes munkafolyamatok gépesítése már a múlt század közepén, a takarmányok előkészítéséhez, főként aprításához alkalmaztak kezdetleges berendezésekkel elkezdődött.

Az állattartás technikai eszközeinek széles skálája – közel két évszázados fejlődés során – az egyszerű kézi szerszámoktól, állati erővel működtetett gépektől, a napjainkban használatos automatákkal, elektronikus mérőműszerekkel, szabályozókkal ellátott gépekig és géprendszerekig terjed.

A különféle munkafolyamatokat teljes egészében kiváltó eszközök és gépek gyártása, használata valójában az 1930-as évektől kezdődött. A villamos hálózatok kiépítése tette lehetővé, hogy egyes nagyobb gazdaságokban alkalmazni kezdték a szecskázókat, darálókat, majd pedig a tejkezelő- és fejőberendezéseket stb.

A mai értelemben vett gépesítési eljárások és megoldások alkalmazása az '50-es években indult meg, majd igen jelentősen felgyorsult a '60-as–'70-es években, amikor a jelenleg is működő nagy állattartó telepek létesültek.

Az első állattartás gépesítésével kapcsolatos hazai főiskolai tankönyvet Erdei J. és Klinger P. (Az állattenyésztés gépesítése, Budapest, 1955) állították össze. E könyvekben az alapvető eljárások, gépek már szinte kivétel nélkül szerepelnek. A szakterületet önálló diszciplínává fejlesztése – az egyetemi és főiskolai oktatásban – Mikecz István munkássága idején teljesedett ki. Mikecz 1985-ben írta meg az „Az állattenyésztés gépei" című, napjainkig átfogó és az elméleti alapokat is tárgyaló tankönyvet (szakkönyvet). Jelen könyvünket is e munka folytatásának tekintjük, amit az is jelez, hogy e munkából a könyv szerzői számos ábrát, táblázatot és összefüggéscsoportot is átvettek.

Az 1980-as évek közepétől az állattartás technikai fejlődése az elektronizálás és a mikroelektronika alkalmazása révén rohamosan felgyorsult. Ezen időszaktól kezdődően már nemcsak a munkafolyamatok géppel történő elvégzése a cél, hanem a termelési folyamatokat *minőségileg javító* automatizálás is. A '80-as években az állattartó telepeken megkezdődött a számítástechnikai eszközök, PC-k felhasználása, majd a '90-es évek elejétől a robotok fejlesztése elérte azon szinteket, hogy megkezdődhetett a gyakorlati alkalmazásuk, amely immár napjaink valósága. Remélhető, hogy e csúcstechnika, illetve a könyvünkben szereplő sok más műszaki megoldás kimunkálásán, az állattartás technikai hátterén dolgozó szakemberek részeseivé válhatnak az ún. *precíziós mezőgazdaság* lét-

rehozásának. Az elmúlt évtizedekben az állattartási technika színvonalának gyors fejlődését semmi sem jelzi jobban, mint a szerkesztő által is átélt fejlődési folyamat két jellemző állomása. Amikor az 1964–65-es években a hazai alkalmazás során az első nagyüzemi célokra is alkalmas fejőberendezéseket vizsgálta, a viszonyítási alapot (termelékenység, biológiai hatások, hatékonyság stb.) még a kézi fejés jelentette. 24 évvel később egy nemzetközi fejlesztő csoportban a fejőrobotok fejlesztésében és a hazai kísérleti példány létrehozásában vett részt, s az eredményekről Hollandiában (Wageningen, 1992) „Hungarian Milking Robot" címen tartott előadásában a magyarországi fejőrobot fejlesztési tapasztalatairól adott számot.

Ma az állattartásban a géptípusok száma és a típusokon belüli kínálat olyan nagy, hogy e téren kevésbé jártas szakembernek szinte áttekinthetetlen. Csak Európában több mint 150 cég gyárt és ajánl sertésetetőket, gyártónként többféle változatban. A könyv a világpiacon található, az állattartáshoz kapcsolódó gépek és berendezések jellemző szerkezeti megoldásait tárgyalja, segítve az eligazodást a gépek kiválasztásánál, a fejlesztő munkában illetve újabb technológiai megoldások létrehozásánál.

Könyvünket a magyarországi állattartási gépeket, technológiákat, építészetet és épületgépészetet oktató tanárok kollektívája állította össze. Reméljük, hogy ismereteink átadásával segítjük a hazai szakemberek képzését, s e fontos gazdasági ágazat továbbfejlődését. A könyvet bátran ajánljuk e szakterületen dolgozó végzett szakembereknek is mindennapi munkájukhoz vagy ismereteik megújításához.

Gödöllő, 1998.

A szerkesztő

Az állattartás céljai és módszerei

Az állattartás céljai

A gazdasági haszonállatok tartásának céljai a társadalmi fejlettség különböző szintjein eltérőek, ill. a lehetséges termékek vagy hasznosítási célok közül mások és mások kerültek bizonyos korszakokban előtérbe (pl. harci eszköz, igaerő és élelmiszer, ill. élelmiszer-ipari alapanyagok előállítása).

A tartási célok hosszú időn keresztül fokozatosan változtak és élesen nem is különültek el. Az elkülönülés akkor vette a kezdetét, amikor az állattartásban a XIX. század elején a hangsúly az önellátásról a piacra termelésre tevődött át.

Ezt serkentette a tudományos és technikai haladás, az életszínvonal növekedése, ill. az egészséges táplálkozásra vonatkozó, fokozatosan erősödő törekvés.

Az árutermelő állattartás a kialakuló piaci verseny következtében gyorsütemű fejlesztést indukált különösen a legfontosabb termelési tényezők, a biológiai kapacitások, a takarmányok és a tartásmódok tekintetében.

A tartási célok úgy változtak, hogy az egy termékre koncentráló, intenzív – mindent az adott célnak alárendelő – termelés lett a jellemző. E célokhoz állítanak elő a genetikusok speciális, egyhasznú fajtákat, a takarmányozással foglalkozó kutatók takarmányrecepteket, a tartástechnológusok pedig a célt legjobban szolgáló tartásmódokat ill. termeléskörnyezeti rendszereket. Annak érzékeltetésére, hogy ez az egycélra orientáltság mennyire szigorúan vett követelmény, a legjobb példa a baromfitartásban található. Pl. az intenzív baromfitartást folytató üzemekben a tojóhibrid naposcsibék közül szexálással kiválasztott kakasokat megsemmisítik, mert a hizlalásra sokkal előnyösebbek a genetikailag hústermelésre kifejlesztett fajták egyedei.

Az állattartás társadalmi céljai között az élelmiszertermelés volt korábban is a meghatározó s mára ez csaknem kizárólagos lett. A korszerű táplálkozás iránti növekvő igények ezt egyrészt a mennyiségi igény oldaláról, másrészt napjainkban már a termékek minősége oldaláról determinálják.

Már ma is, s a jövőben még inkább csak a vonatkozó szabványokban meghatározott minőségű vágóállat, tej és tojás előállítása lehet a korszerű állattartás célja. Az élelmiszeripar ugyanis csak a megfelelő minőségű alapanyagokból képes a szabványokban rögzített minőségű állati eredetű élelmiszereket előállítani s ha esetenként át is vesz gyengébb minőségű alapanyagot, azért olyan alacsony árat fizet, ami a termelés költségeit sem fedezi.

Az állattartás üzemi és vállalati céljai ennél konkrétabban fogalmazhatók meg. A fő cél az állattartó tevékenység jövedelmezőségének elérése, a tevékenységhez szükséges álló- és forgóeszközök értéknövelő felhasználása (eszközarányos jövedelem elérése), ill. a tevékenységhez szükséges összes ráfordításnál magasabb bevételek elérése.

A mezőgazdasági termelés – ami tulajdonképpen termőföld-hasznosító tevékenység – sajátosságaiból következően e fő cél mellett más, ugyancsak fontos célok is szerepelnek. Ezek közül kiemelést érdemelnek a következők:

A termőföld hasznosítása

Vannak olyan területek, amelyeken piacképes termékeket versenyképesen csak az állattartás útján lehet elérni. Ezek az ún. feltétlen takarmánytermő területek (rétek, legelők) és erdősítésre nem hasznosított, ill. szántóföldi művelésre nem alkalmas területek.

Az összetett gyomrú kérődző állatok (pl. szarvasmarha, juh, kecske) nagy előnye, hogy az ember számára közvetlenül nem hasznosítható növényeket (pl. fű vagy lucerna), ill. növényi részeket (pl. kukoricaszár vagy borsószalma) és élelmiszer-ipari melléktermékeket (pl. cukorrépaszelet vagy sörtörköly) képes hasznosítani, hússá, tejjé transzformálni.

Az állattartás a szántóföldek hasznosításában is szerepet kap egyrészt amikor a termelési folyamat meghosszabbításával – növényi termék helyett állati terméket juttat a piacra – nagyobb haszonra lehet szert tenni, másrészt amikor a szántóföldek talajerő-utánpótlását – az állattartás melléktermékeként megjelenő szerves trágyával – is elősegíti.

A folyamatos bevételek feltételeinek megteremtése

A mezőgazdasági termelés szántóföldi részére – beleértve a szőlő és gyümölcs ágazatokat is – köztudottan az évenkénti ciklusok a jellemzők, ami másként szólva azt jelenti, hogy a termelőnek az év folyamán jelentkező megélhetési és üzemi kiadásait az évente egyszeri betakarításkor elért hozamokból kell fedeznie. Ez még akkor is meggondolandó, ha a vállalkozónak van elegendő tőketartaléka, mivel a betéti kamatok általában magasabbak, mint a mezőgazdasági termelés jövedelmezősége, nem beszélve arról, ha a szántóföldi termelés folytatásához az előzőeknél még magasabb kamatokkal terhelt kölcsönöket is kénytelen igénybe venni. Ezért az állattartásnak olyan üzemi célja is van, hogy folyamatosan vagy rövid időszakonként piacképes terméket állítson elő pl. tej, élőállat) s ezen keresztül az üzem rendszeres bevételekhez juthasson.

Amikor tehát egy mezőgazdasági vállalkozásban a termőföld legjobb hasznosítása és az elérhető legmagasabb jövedelem érdekében a termelési célokat meghatározzák, szükséges, hogy a termelési szerkezet változatait, a növénytermelés és állattartás ágazatait, egymáshoz viszonyított méreteit és arányait mérlegeljék.

Célok és szempontok

Az állattartó tevékenységnek néhány olyan jellemzője van, amelyeket az előzőekben leírt célok kitűzésekor, mint korlátozó tényezőket figyelembe kell venni. Ezek a következők:

Eszközigény

Az állati termékek előállításához szükség van a termelőeszközként szolgáló állatokra, valamint épületekre, amelyekben az állatokat elhelyezzük, ill. amelyekben az állati termékeket előállítják. E termelés forgóeszközigénye is (pl. takarmányokra és energiára) általában sokkal nagyobb, mint a növénytermelési termékek esetében. Ezek együtt olyan nagyságrendet jelentenek, amit a jól prosperáló, tehát reális jövedelmet elérő mezőgazdasági vállalkozások sem tudnak önerőből finanszírozni s ezért különféle állami támogatások szükségesek ahhoz, hogy istállók ill. állattartó telepek létesülhessenek.

A szóbanlévő nagyságrendek érzékeltetésére a legjobb példa, hogy korábban is és ma is egy rentábilis termeléssel kecsegtető min. 300 férőhelyes tehenészeti telep egy férőhelyére jutó beruházási és állatköltsége megközelíti egy közepes kategóriájú traktor árának 25–30%-át.

A befektetett tőke lekötésének időtartama

Az állattartó épületek, pl. istállók, ólak, takarmánytárolók vagy fejőházak, mint helyhezkötött ingatlan létesítmények általában több évtizeden át amortizálódnak, és állagmegóvásuk további ráfordításokat igényel. Jól meg kell gondolni tehát, hogy milyen termelési céllal, mekkora kapacitású, milyen technológiájú istállót vagy telepet létesítsünk és azt is, hogy helyileg hová telepítsük azt?

Ha valamilyen oknál fogva a termelést nem lehet vagy nem érdemes folytatni, az állatokat, a takarmányokat, a mobil gépeket stb. lehet értékesíteni, de az épületekbe befektetett és még nem amortizált tőke nagyobb része általában elvész.

Az állatok gondozása

Az állati termékek termelésének egyik legfontosabb termelőeszköze az élő állat. Az állatnak az emberéhez hasonló idegrendszere és biológiai folyamatai vannak, következésképpen stresszérzékeny és biztosítani kell életfolyamatainak zavartalanságát. Ehhez, ami egyben a termelését ill. szélső esetben az életben maradását jelentheti, megfelelő mikrokörnyezetben kell tartani, takarmányokkal és vízzel kell ellátni és betegségei esetén gyógyítani kell.

Ezeket a tevékenységeket, kiegészítve, pl. a fejéssel (pl. tehenészet, juhászat), természetükből következően az év minden napján el kell végezni, amit még az is nehezít, hogy a jellegükből következően 8 órás munkaidőbe általában

nem „férnek bele". Ezért az állattartó telepeken dolgozók tevékenységének helyes megszervezése megkülönböztetett jelentőségű. Az állattartás munkáinak szervezése régtől fogva önálló szakterület.

Környezetszennyezés

A már említett biológiai folyamatok során keletkező szilárd és híg ürülékek és ezek, valamint az alomanyagok és az elszórt takarmányok különféle bomlástermékei, továbbá a legyek és rágcsálók számára kedvező körülmények teszik az istállókat és telepeket potenciálisan környezetszennyezőkké.

A valóságos környezetszennyezés természetesen az adott üzemben alkalmazott technológiától, az üzemeltetés kulturáltságától ill. a tevékenység fegyelmétől függ. Számolni kell tehát az ebből következő többletfeladatokkal és azzal, hogy környezetkárosítás megelőzése érdekében egyre szigorúbb előírásokat kell betartani.

Állattartási technológiák

Ismert, hogy korunkban a piaci verseny lényegében a technológiák versenyévé vált. A termelés ráfordításait és hozamait (inputjait és outputjait) ugyanis alapvetően az alkalmazott technológiák határozzák meg.

A technológia értelmezése és szerepe

Alapvetően termelési technológiáról szokás beszélni, amely lényegében a termelési célban meghatározott termék előállításának folyamata. A gyakorlati szóhasználatban megkülönböztetünk, pl. tej-, hús-, tojástermelési technológiákat, ill. ezeken belül pl. tehéntej, juhtej vagy kecsketej, ill. marhahús, sertéshús vagy baromfihús előállítási technológiákat. Egy-egy termék termelési technológiája általában több, ún. résztechnológiából tevődik össze. Ilyenek, pl. a következők:

- tartástechnológia,
- takarmányozástechnológia,
- szaporodásbiológiai technológia,
- állat-egészségügyi technológia,
- üzemeltetéstechnológia,
- fejéstechnológia,
- keltetéstechnológia stb.

A termelékenységet fokozni elsősorban a technológiák korszerűsítésével lehet. Valamely adott technológia kapcsán alkalmazható különböző gépesítési megoldások korszerűsége abban jut kifejezésre, hogy azok a fizikai munka könnyítésén és csökkentésén túl milyen mértékű munkatermelékenység-növelést tesznek lehetővé.

Ahhoz, hogy a termelési célnak megfelelő technológiát megtervezzük, számos körülményt kell mérlegelni és több kapcsolódó szakterület határterületi kérdéseiben is tájékozottnak kell lenni. A teljesség igénye nélkül, az alább felsorolt *jellemzők mérlegelése és figyelembevétele indokolt:*

Az elhelyezés:
- az istállók adottságai (pl. zárt ill. nyitott istállók)
- az állatok mozgásszabadsága,
- a csoportok létszáma,
- a padozati megoldás az állatok tartózkodási és közlekedési helyein,
- fekvőhely-kiképzés módja (almozott, almozatlan),
- telepi közlekedési rend és terelőkorlátok kialakítása.

A munkahelyek minőségi jellemzői:
- egészségre nem káros és nem balesetveszélyes munkakörülmények,
- normális fizikai és szellemi igénybevételt kívánó munkafeltételek,
- szociális igények kielégítése (pl. tisztálkodás, étkezés, munkaszüneti pihenés stb.).

Gondozási és ellátási jellemzők:
- az épületek légállapotának minősége,
- a padozat és fekvőhely állapota,
- az etetés módja és higiéniája,
- az itatás és higiéniája,
- a fejés módja,
- az inszeminálás és más állatkezelés gondossága.

Egyéb jellemzők:
- a dolgozók szakképzettsége,
- személyes érdekeltség a jövedelmezőbb termelésben,
- a telepi rend és fegyelem fenntartása és ellenőrzése,
- folyamatos gépüzemfenntartás és az ehhez szükséges anyag-, alkatrészellátás,
- általános környezetvédelem és környezetkultúra.

A felsorolt jellemzők többségének a minősége a tervezés, ill. kivitelezés során biztosítható, tehát a technológia megfelelőségét lényegében a tervezés alapozhatja meg.

A kis- és nagyüzemi tartástechnológiák

A tartástechnológia fogalmi meghatározásából következően, ill. az előzőekben felsorolt tartástechnológiai jellemzők ismeretében látható, hogy a tartástechnológia elsősorban az állatok életfeltételeit határozza meg.

Kérdés, hogy a szóbanlévő életfeltételek tekintetében kell-e különbséget tennünk a kisüzem ill. a nagyüzem között? Másként szólva **üzemméret függőek-e az állattartásban alkalmazott tartástechnológiai megoldások?**

E kérdésre viszonylag egyszerű válasz adható, kiindulva abból, hogy mindkét üzemméretnél törekszenek az állatok azon igényeit kielégíteni vagy azok által még jól tűrt olyan körülményeket biztosítani, amelyek révén hosszabb távon is jövedelmező termelésre számíthatnak. Ha ehhez mondjuk sertéshizlalás esetében a természetes szellőzésű, téliesíthetően nyitott épületekben, nedves takarmányozást alkalmazva, kiscsoportos, egyszakaszos hizlalási rendszerben a legkedvezőbbek a feltételek, akkor természetesen mindkét üzemméretnél ezt a technológiát fogják alkalmazni. Vagy pl. a tojástermelésnél, ha az adott tyúkfajta jól bírja a ketreces tartást, és abban jó eredmények érhetők el (mind a tojástermelés, mind a jövedelmezőség tekintetében), akkor mindkét üzemméretnél e technológia alkalmazását részesítik előnyben.

Az egyes állattartási ágazatok termelési céljait és tartástechnológiai megoldásait az *1.* és a *2. táblázatok* tartalmazzák, ahol látható a gazdasági állatok tartásának sokrétűsége is. A táblázatokban szereplő konkrét tartástechnológiai, gépesítési és építési megoldásokat a könyv további fejezetei taglalják.

1. táblázat. A szarvasmarha- és juhtartás termelési céljai és általánosan alkalmazott tartástechnológiái

Sorszám	A termelési célok megnevezése	Az alkalmazott tartástechnológiai megoldások
1.	2.	3.
I.	*Szarvasmarhatartás*	
1.	Ivartermelés (tehenészeti telepek)	a) hagyományos, középhosszú állású, zárt, kötött tartás, b) rövid állású, zárt kötött tartás, c) pihenőboxos, zárt, kötetlen tartás, d) pihenőboxos, nyitott, kötetlen tartás, e) növekvő almos, nyitott, kötetlen tartás.
2.	Hízóalapanyag előállítás (húshasznú tehenészetek)	a) növekvő almos, nyitott kötetlen tartás, legeltetés, b) istálló nélküli tartás, legelőn.
3.	Vágómarha előállítás	a) hagyományos zárt, kötött tartás, b) zárt, kötetlen, kiscsoportos tartás, rácspadlón*, c) nyitott kötetlen, kiscsoportos, növekvő almos tartás.
4.	Vemhes üsző előállítás	a) nyitott, kötetlen növekvő almos tartás, legeltetés.
II.	*Juhtartás*	
1.	Gyapjú és vágójuh előállítás	a) hagyományos növekvő almos zárt, nagycsoportos tartás, b) zárt növekvő almos, kiscsoportos tartás.
2.	Gyapjú, vágójuh és tej előállítás	a) hagyományos növekvő almos zárt, nagycsoportos tartás helyben fejéssel, b) zárt, növekvő almos, kiscsoportos tartás, fejőházi fejés.
3.	Vágóbárány előállítás	a) zárt, növekvő almos, kiscsoportos tartás, b) zárt, rácspadozatos, kiscsoportos tartás.

* Az EU előírások a 100%-os rácspadlón tartást nem ajánlják.

2. táblázat. A sertés- és baromfitartás termelési céljai és az általánosan alkalmazott tartástechnológiái

Sorszám	A termelési célok megnevezése	Az alkalmazott tartástechnológiai megoldások
1.	2.	3.
III.	*Sertéstartás*	
1.	Vágósertés előállítás saját nevelésű malacokkal	a) kocák és hízók esetén fűtetlen légtérben zárt tartás vegyes takarmányozás, klimatizált fiaztatók, b) kocák egyedi*, hízók kiscsoportos elhelyezése fűtött légtérben, vegyes takarmányozással klimatizált fiaztatókkal, c) kocák egyedi*, hízók előregyártott rekeszekben való elhelyezése, fűtött légtérben, nedves ill. száraz takarmányozással, klimatizált, rekeszes fiaztatókkal, d) kocák és hízók csoportos elhelyezése nyitott almozott istállókban, fűthető fiaztatók.
2.	Hízóalapanyag előállítás (elkülönített kocatelep)	Értelem szerint az 1. sorszámnál a kocákra ill. a fiaztatásra vonatkozóan leírtak érvényesek.
3.	Vágósertés előállítás vásárolt malacokkal (hízlaló telepek)	Értelem szerint az 1. sorszámnál a hízókra vonatkozóan leírtak érvényesek.
IV.	Baromfitartás**	
1.	Étkezési tojástermelés (tojótelepek)	a) mélyalmos tartás, klimatizált istállóban, b) ketreces tartás klimatizált istállóban.
2.	Tenyésztojás termelés (tenyésztelepek)	a) mélyalmos tartás klimatizált istállóban.
3.	Naposcsibe előállítás (keltető állomás)	a) elő- és utókeltetést megvalósító technológia.
4.	Vágócsirke előállítás (broiler telepek)	a) mélyalmos tartás, klimatizált légtérben.
5.	Tenyészjérce előállítás	a) mélyalmos tartás, klimatizált istállóban.

* Az EU előírások a kocák egyedi megkötését nem ajánlják.

** A pulyka, kacsa és libatartás technológiái közel azonosak, kivéve a kacsa és libatartás tenyésztelepeit, ahol speciális víziszárnyas kifutókra is szükség van.

Az állati termékelőállítás legfontosabb tényezői

Az állattartásban a termelés eredményességét meghatározó tényezők:
- a biológiai (faj, fajta, genetikai tulajdonságok),
- a takarmányozási és
- a környezeti tényezők.

Az állati termékek termelésének biológiai alapjait a tenyészállatok ún. köztenyésztésben való szaporításával előállítják elő. A termeléshez szükséges alapanyagot. Ma már nemzetközi kiterjedésű specializált tenyésztési integrációk működnek, amelyek a termelési céloknak megfelelő fajtaváltozatokat hoznak létre.

3. táblázat. A Magyarországon is megtalálható fontosabb gazdasági haszonállatok

Sorszám	A fajta					Megjegyzés
	megnevezése	fő terméke	termelő képessége*	takarmány igényessége	környezeti tűrőképessége	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
I.	*Szarvasmarha*					Kisebb számban előfordul még: Hungarofríz (tej); Limusine (hús); Charolais (hús); Magyar szürke (parlagi).
1.	Holstein-Friz	tej	7000–10 000 l/év	igényes	kiváló	
2.	Magyar tarka	tej és hús	3500–4500 l/év 1100–1200 g/nap	közepes igényű	közepes	
3.	Hereford	hús	900–950 g/nap	szerény	kiváló	
II.	*Sertés*					Kisebb számban előfordul még főleg a hibridizációs apai vonalai ként: Pietrain és Durok.
4.	Magyar nagy fehér	hús (bacon)	800–850 g/nap	közepes igényű	jó	
5.	Magyar lapály	hús (bacon)	750–800 g/nap	közepes igényű	jó	
III.	*Juh*					Előfordul még Cigája (gyapjú–hús); Racka (prém).
6.	Magyar (fésűs) merinó	hús és gyapjú	250–300 g/nap 5–7 kg/év	szerény	kiváló	
7.	Awassy	tej	300–400 kg/év	igényes	gyenge	
8.	Pleveni fekete fejű	tej	200–500 kg/év	igényes	gyenge	
IV.	*Baromfi*					Előfordul még: Newhampshire (tojás és hús); Fehér Cornish (hús); Tetra-H (hús–tojás).
9.	Leghorn	tojás	230–250 db/év	közepes	kiváló	
10.	Shaver-Starcross	tojás	290–300 db/év	nagyon igényes	gyenge	
11.	Tetra-SL	tojás	300–310 db/év	nagyon igényes	gyenge	
12.	Hibro-N	hús	2–2,2 kg/7 hét	igényes	gyenge	

* A főtermék tekintetében nemzetközileg elismert értékek.

Forrás: Dr. Merkel Attila főisk. docens (GATE Mezőtúr) kézirata

A világméretű fajtaválaszték Magyarországon alkalmazott fontosabb változatairól a *3. táblázatból* tájékozódhatunk.

A táblázatban leírtak alapján megállapíthatjuk, hogy az állati termékek előállításához a fajtaválaszték kielégítő s következésképpen a biológiai feltételek oldaláról adottak a korszerű és eredményes termelés feltételei.

A takarmányok

Az igényeknek megfelelő beltartalmi értékű takarmányokat csak keveréssel lehet előállítani s ezért ma már kevés kivételtől eltekintve valamennyi takarmány keverékként kerül etetésre. Ez még a nagyobbrészt tömegtakarmányokat fogyasztó szarvasmarhák takarmányozására is jellemző, mivel önmagában (tisztán) csak a széna egy részét, míg a többi takarmányt keverékként kapják. Ebből következően megnőtt a szerepe a takarmányok etetés előtti előkészítésének. Ehhez a takarmányokat darabolni és aprítani szükséges (szecskázás, darálás, roppantás). Az aprítás egyes esetekben nemcsak a keverhetőséget, hanem a szárítás nélküli tárolhatóságot is elősegíti. Ez utóbbi cél érdekében elterjedtté vált a betakarítással, ill. a betárolással összekapcsolt takarmányszecskázás és darálás is.

Az állattartó telepeken jelentős takarmánytárolási és feldolgozási (pl. rakodás, szállítás, keverés, adagolás) munkákat kell elvégezni. A *4. táblázatban* szereplő adatok figyelembevételével pl. egy 400 fh-es tehenészeti telepen évente ≈4000 t, vagy egy évi 6000 hízó kibocsátású sertéstelepen évente ≈5000 t takarmányt kell tárolni és kezelni.

4. táblázat. Az egyes gazdasági haszonállatok éves takarmányszükségletei a telepeken tárolandó fontosabb takarmányokból

Sorszám	Megnevezés		Takarmányszükséglet, t/év
	állat	takarmány	
1.	2.	3.	4.
1.	Évi 7000 liter tejet termelő Holstein–Fríz tehén	kukorica szilázs	5,91
		fűszenázs	1,51
		széna	0,8
		abrakkeverék	1,90
2.	Hússertés koca	abrakkeverék	1,64
3.	Hússertés, 1 hízó fh	abrakkeverék	1,46
4.	Anyajuh	kukorica szilázs	0,4
		széna	0,08
		takarmányszalma	0,115
		abrakkeverék	0,033
5.	évi 240 db tojást termelő 2,2 kg testtömegű tojótyúk	abrakkeverék	0,025
			0,025

Forrás: Bulogh–Czakó–Tomori: Állattartó telepek kialakítása. GATE jegyzet 1977.

5. táblázat. A gazdasági haszonállatok alapterület igénye

Sor-szám	Megnevezés	Egy állat számára szükséges istálló alapterület [m^2]	Megjegyzés
1.	2.	3.	4.
1.	Kötetlenül tartott szarvasmarha		
	100 kg élőtömegig,	1,5–2	
	200 kg élőtömegig,	2–2,5	
	300 kg élőtömegig,	3–4	
	500 kg élőtömegig,	5–7	
	600–800 kg élőtömegig.	8–10	
2.	Kötötten tartott tehenek		Az egy tehénre jutó istálló alapterület ez esetben is 6–7 m^2
	450–550 kg élőtömegig,	2,31 (2,1×1,1 m méretű állás)	
	550–650 kg élőtömegig,	2,47 (2,15×1,15 m méretű állás)	
	650–800 kg élőtömegig.	2,64 (2,2×1,2 m méretű állás)	
3.	Sertések		
	20–110 kg élőtömegig,	0,58	Egyszakaszos hizlalás
	20–60 kg élőtömegig,	0,34	Kétszakaszos hizlalás
	60–110 kg élőtömegig,	0,58	
	20–40 kg élőtömegig,	0,24	Háromszakaszos hizlalás
	40–75 kg élőtömegig,	0,40	
	75–110 kg élőtömegig.	0,58	
4.	Juhok		
	kos,	1,5–2	
	üres és meddő anya,	1,0–1,3	
	vemhes és szoptató anya,	1,2–1,6	
	tenyészsjerke		
	1 éves korig,	0,8–1,1	
	2 éves korig,	0,9–1,2	
	pecsenye bárány	0,5–0,8	
5.	Baromfi	mélyalmon / rácspadozaton	Fehér hibrid adatai. Barna hibrid esetén 10–15%-kal növelendők.
	0–6 hetes korig,	0,05 / 0,05	
	6–18 hetes korig,	0,11 / 0,10	
	20–71 hetes korig (tyúk),	0,17 / 0,11	
	egyfázisú brojler (1,5 kg élőtömegig)	0,06 / –	
	tojótyúk.	akkumulátorban 0,045*	

Forrás: Balog–Czakó–Tomori: Állattartó telepek kialakítása. GATE jegyzet, 1977.
* EU ajánlás alapján kiegészítve.

Az állattartó telepeken a termelés túlnyomórészt mesterségesen kialakított környezetben történik. A mesterséges környezet alkalmazkodást kíván az állattól, de ennek mértéke nem lehet közömbös, mert a túlzott alkalmazkodás kényszere termeléscsökkenést okoz.

A szóbanlévő kompromisszum kapcsán külön is említeni szükséges a **klíma** és az **élettér** szerepét.

Az állati szervezet működését környezetének klimatikus jellemzői meghatározóan befolyásolják. Az optimálistól eltérő külső, ill. a mesterséges környezetben lévő mikroklíma az alkalmazkodáson túl védekezésre kényszeríti az állatokat. A melegvérű állatok hőszabályzó rendszere általában gondoskodik testhőmérsékletük állandóságáról. Ezt úgy érik el, hogy annyi hőt termelnek, mint amennyit vesztenek. Ha pl. a környezetük hőmérséklete a számukra kedvező hőzóna felső határ értékeit meghaladja, védekezésként többlet hőleadásra kényszerülnek.

Az **állatok élettere** a betelepítési sűrűségtől függ. Ha egységnyi alapterületre a megengedettnél több állatot helyeznek, fennáll a túlzott stresszállapot veszélye, ami többnyire termeléskiesést, súlyosabb esetben az állatok megbetegedését okozhatja.

Az istállótér jobb kihasználása csökkenti a fajlagos beruházási költségeket (Ft/Ft), de e törekvésnek gátat szab az etológiailag még elfogadható betelepítési sűrűség. Erre vonatkozóan az *5. táblázat* adatai adnak tájékoztatást.

A termelés környezeti feltételeihez soroljuk az állatok elhelyezésére szolgáló különböző istállók mellett azokat a létesítményeket is (pl. takarmányelőkészítők, fejő- és tejházak, színek, műhelyek és szociális létesítmények), amelyek a telepek nélkülözhetetlen, szerves részét képezik.

A takarmányozás gépesítése

Szálastakarmányok aprítása

A szálastakarmányok előkészítésének legfontosabb művelete a *szecskázás*, amely a szálakra merőlegesen vagy ferde irányban történő aprítás. Eszköze a **szecskázógép**, amelyet számos változatban alkalmaznak.

A szecskázott takarmány tápértéke jobban érvényesül, kis veszteséggel más takarmányfélékkel (pl.: dercés, vagy pelletált tápok) keverve etethető. A tartósítás, pl. silózással hatékonyabb, mert jól tömöríthető.

A szecska hosszúságát a felhasználás jellege, az állatok igénye vagy a tartósítás és tárolás módja szabja meg. Így pl. a rövidebb méret az anyag gyorsabb száradását (pl. lucernaliszt készítésénél) illetve egységnyi tárolótérben nagyobb tömegű szárazanyag tartósítását teszi lehetővé. Ugyanakkor a gépek tömegteljesítménye és fajlagos energiafogyasztása, nagyobb szecskaméretnél kedvezőbb. Ezért fontos követelmény a felhasználás jellegétől függő, csak a szükséges mértékig történő aprítás. A használatos gépeken a szecskahossz általában 5–60 mm között, számos méretben állítható.

1. ábra. Járvaszecskázó működési elve

A szecskázógépek stabil üzeműek vagy járvaszecskázók. Mindkét változat aprítószerkezetének elvi felépítése azonos.

Napjainkban a stabil szecskázók helyett is járvaszecskázók alkalmazása válik általánossá. Főbb szerkezeti egységei: az aprítást végző **vágószerkezet** és az **adagolószerkezet**. A nagy teljesítményű önjáró gépek vágószerkezete a késes dob, ezek a **dobszecskázók** *(1. ábra)*. A kisebb tömegteljesítményű gépek vontatott vagy a traktorra függesztett kivitelűek, és tárcsás vágószerkezettel vannak ellátva.

A lábon álló vagy rendre vágott szálastakarmány a kaszáló-, illetve felszedő adapterből folyamatos anyagáramként jut az **adagolószerkezethez,** amely bordázott **behúzó hengerpárból** (1) valamint a **tömörítő-adagoló hengerpárból** (2) áll. Az alsó henger sima felületű, míg a felső bordázott. Utóbbi csapágyazása függőleges vagy íves vezetőrésben elmozdulhat és rugóterheléssel biztosítja az anyagáram tömörítését és továbbítását a késes dobhoz (3). A dobra szerelt kések élei nagy sebességgel haladnak el a 0,2–0,5 mm réssel beállított állókés vagy ellenpenge (4) előtt és felaprítják a szecskázandó takarmányt.

Az adagolószerkezet fordulata a dob fordulatszámához mérten több fokozatban változtatható, a kívánt szecskahossznak megfelelően. Szükség esetén, pl. eltömődésnél, az adagolószerkezet és az adapter forgása ellentétesre változtatható.

A gép sérülését, törését okozhatják a takarmánnyal bejutó törött fémdarabok, amelyek a betakarítást megelőző szántóföldi műveletek során juthatnak a területre. Ezért a járvaszecskázók adagolószerkezete – többnyire az alsó behúzó henger – fémérzékelő detektorral van ellátva. Jelzésére az adagolószerkezet, a rendfelszedő adapterrel együtt leáll.

A felaprított anyagot a késes dob felgyorsítja és a kidobó csatornába (5) juttatja.

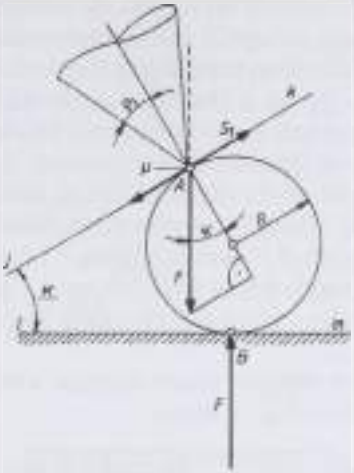
A vágási folyamat jellemzői dobszecskázóknál

Közismert, hogy késsel bármilyen anyag könnyebben vágható, ha élirányú elhúzással, azaz metszéssel történik. Szecskázásnál is létrejöhet a metszés, ha a kés nem az élére merőlegesen hatol be a rétegbe. Az él bármely pontjának főmozgását, merőleges és élirányú sebességekkel kifejezve, utóbbi élirányú mozgást jelent, így jelentősen csökken a behatoló kés vágási ellenállása.

A metszési folyamat a *2. ábra* kapcsán modellezhető, az alábbi kezdeti feltételek mellett:

– az elemi szál keresztmetszete, és a réteg homogén;
– az anyagáram merőleges a kés síkjára;
– a réteg mozgását elhanyagoljuk.

Az R sugarú elemi szál az $l - m$ felületre (ellenkésre) támaszkodik, miközben a vele κ szöget bezáró $j - k$ késél F erő hatásvonalának irányában elmozdul, és



2. ábra. A metszés feltétele

behatol az anyagba. F erőt élirányú és normális komponensre bontva, az élirányú mozgás, azaz a metszés feltétele:

$$F \cdot \sin \kappa \geq F \cdot \mu_1 \cos \kappa,$$

illetve

$$\operatorname{tg} \kappa \geq \operatorname{tg} \rho_1,$$

azaz

$$\kappa \geq \rho_1.$$

A gyakorlatban a ρ_1 illetve a súrlódás a késél és a réteg között, több tényezőtől függ (pl. az apritandó anyag tulajdonságai, a kés élessége) és kísérleti úton lehet meghatározni. Az ábrán feltüntetett, ρ_1 szöggel jellemzett súrlódási kúp révén látható, hogy a metszés feltétele: F erő hatásvonala a súrlódási kúp alkotóján illetve azon kívül legyen.

Amennyiben a kés kopása, vagy felszerelése miatt fenti feltétel nem teljesül, a kés nem metszi, hanem nyírja, kopott késnél tépi, roncsolja az anyagot. Ezáltal jelentősen nő az energiafelhasználás is.

A κ szög felső határértéke azon feltételből adódik, hogy az anyag ne csúszszon ki a kés és az ellenkés által határolt résből. E feltétel részletes elemzését mellőzve, végeredményként igazolható, hogy a κ szög felső határértékét az ellenkésen fellépő súrlódás is megszabja. Ezért írható, hogy a kés ideális metszési viszonyai az alábbi feltétel esetén teljesülnek:

$$\rho_1 < \kappa < \rho_1 + \rho_2.$$

Kísérleti adatok szerint: $\rho_1 = 18 - 20°$,

illetve $\rho_2 = 30 - 32°$,

ahol: ρ_2 az állópengén a súrlódási kúpszög.

Nagyságrendi érték körül vehetők tekintetbe, de értékük a kés, és ellenkés kopásától, a szecskázott anyag jellegétől, nedvességtartalmától stb. is erősen függ.

Szerkezeti okok miatt általában nem lehet a kedvező metszési viszonyok szerinti feltételeket betartani. Így pl. a késes dob esetén κ szög fenti értékét csavarfelületű késekkel lehetne elérni. Ezért többnyire a kések éle viszonylag kis szöget képez a dob alkotójával. Ennek ellenére javulnak az aprítás energetikai viszonyai, továbbá kisebb mértékű a vágásnál fellépő kerületi erő és nyomaték ingadozása. További fontos követelményként biztosítható az élek és az ellenkés közötti minimális hézag (0,2–0,5 mm) betartása. A hézag nagysága állítható. Az élek által leírt hengeres forgásfelület lehetővé teszi a gépre szerelt köszörűvel az utánélezést. Ez a művelet a késes dob ellenkező forgásiránya mellett, üresjáratban történik.

A késes dob szerkezetét tekintve ismert változat a tengelyirányban 2 vagy 4 részre osztott kések alkalmazása *(3. ábra)*.

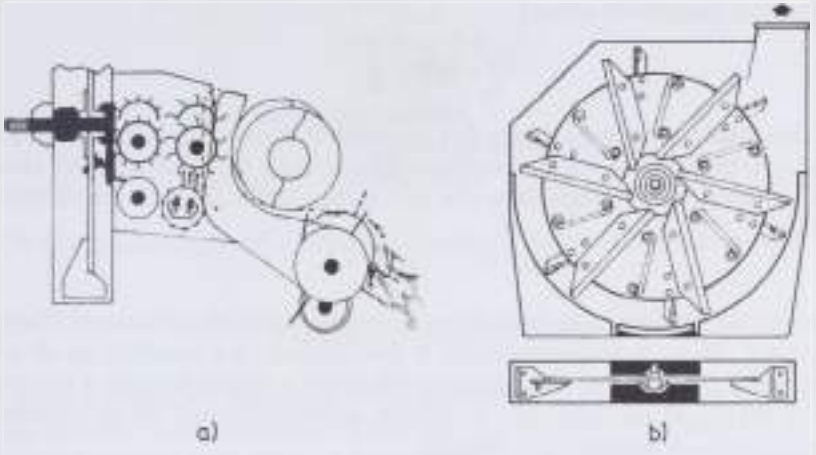
3. ábra. Osztott késekkel ellátott szecskázódob

A kések egyben dobólapátok, amelyek a szecskát nagy sebességgel kiröpítik és a szállítójárműre juttatják.

A késes dobhoz továbbított anyagáramot az átfordítható ellenkés támasztja meg, amely kopásálló acélból készül, keményfémbetétes szegéllyel. A kések anyaga különlegesen nagy szilárdságú acél, az élek gyakran keményfém felhordással vannak ellátva.

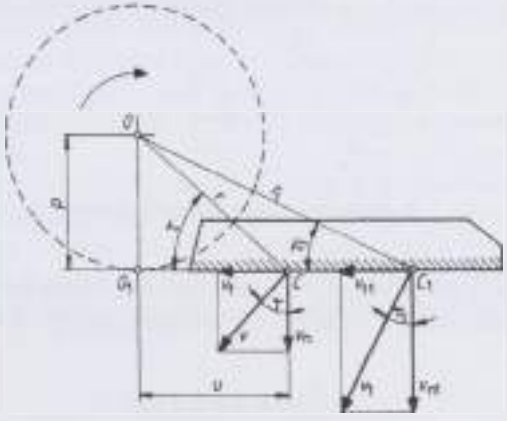
Tárcsás szecskázó vágási folyamatának jellemzői

A *4/a ábrán* tárcsás aprítószerkezettel ellátott járvaszecskázó működési vázlata látható. A felszedő adapter által továbbított anyagáram a fémérzékelő detektorral ellátott behúzó-hengerpárhoz, ill. tömörítő-adagoló hengerpárhoz jut, amely a késes tárcsához továbbítja. Utóbbi szerkezetét a *4/b ábra* szemlélteti. A késestárcsa egyben lendítőtömeg, amelyen a szecska továbbítását végző sugárirányú dobólapátok vannak. A csavarkötésekkel és távtartókkal rögzített kések száma változtatható. A kiegyensúlyozás követelményeinek megfelelően, szimmetrikusan elrendezett változó késszám egyben a szecskahossz változtatásának is egyik módja.



4. ábra. Tárcsás apritószerkezettel ellátott járvaszecskázó

A működő gépen a kés, és az ellenkés viszonylagos helyzete a vágás során nem állandó, így a κ szöget az ellenkés és a vágóél fedésben lévő pontjainak pillanatnyi helyzete határozza meg.



5. ábra. A szecskázó kés működési jellemzői

A kések élének iránya az *5. ábra* szerint ρ sugarú kör érintője, ez az excentricitás biztosítja az élirányú sebességet, illetve a kedvező metszési viszonyokat.

Az él bármely, pl C pontja $v = r\omega$ kerületi sebességének összetevői:

$$v_n = r\omega \cos\tau = \omega x$$

$$v_t = r\omega \sin\tau = \omega\rho$$

azaz,

v_n az él mentén változik, míg v_t élirányú csúsztatósebesség állandó (ρ = áll.)

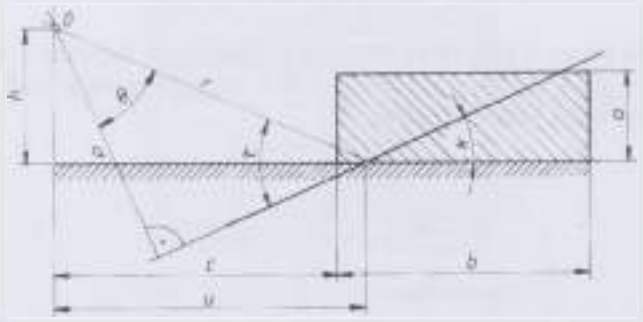
A sebesség összetevők aránya:

$$\frac{v_t}{v_n} = \operatorname{tg}\tau = \frac{p}{u}.$$

A τ **csúsztatási szög** az él iránya és a metszésben lévő ponthoz tartozó forgási sugár által bezárt szög. Az ábra nyomán látható, hogy a forgástengelytől távolabbi C_1 ponthan a sebességösszetevők $\tau_1 < \tau$ csúsztatási szögnek megfelelően alakulnak:

$$v_{t1} = v_t \qquad v_{n1} > v_n.$$

A vágóél, az ellenkés és az anyagáram keresztmetszetének pillanatnyi állapotára utal a *6. ábra*. A forgástengelytől h távolságban lévő ellenkés az ab keresztmetszetű anyagáramot alátámasztja, miközben a vágóél behatol a rétegbe. Növekvő Θ szögelfordulásnál τ és κ változik, utóbbi csökkenő jellege egyben a metszési viszonyok változását is mutatja.



6. ábra. Az egyenes késprofil jellemzői

A késes tárcsa egyik jellemzője a p excentricitás. Nyilvánvaló, hogy a p sugarú körön kívül kell lennie a h méretű ellenkésnek, amely az etetőnyílást alul határolja tehát:

$$\frac{c}{p} > 1; \; c = 1{,}25\,p.$$

Az etetőnyílás h távolsága a késestárcsa forgástengelyétől általában kisebb p-nél.

A vágóerőt meghatározó tényezők

A vágóerő nagysága számos tényezőtől függ, értéke a működés során állandóan változik, főként az anyagáram jellegétől függően. Jellemzésére szolgál, C.K.Ow nyomán az alábbi összefüggés:

$$F = c_1 c_2 f(a) \frac{1}{\operatorname{tg}\tau},$$

ahol: c_1 a szecskázott anyag jellemzőitől,
c_2 a kés élességétől és geometriai adottságaitól,
$f(a)$ a rétegvastagságtól függő tényező.

A τ szög, mint tényező a vágóél sebességi viszonyainak hatására utal.

A szecskázott anyag jellemzői

A szálas anyagok tulajdonságát és ezek hatását a vágóerőre kísérleti úton lehet meghatározni. Legfontosabbak: a növény faja, fajtája, az érettségi állapot, nedvességtartalom, a vágás helye, a szövetszerkezet, a rost (cellulóz) tartalom. Szerepet játszik az igénybevétel jellege is amely a mai gépeknél főként nyírás, illetve részleges metszés. Az igénybevétel azonban többnyire összetett, így pl. hajlítással és húzással társulhat.

Az anyagjellemzők behatóbb elemzése nem tartozik a gépesítés tárgykörébe, de néhány sajátosság figyelmet érdemel. Így pl. kísérleti úton igazolható, hogy a nyíró- és szakítószilárdság – a betakarításkor jellemző nedvességtartalom mellett – leginkább a cellulóz-tartalomtól függ. Ez nyilvánvaló, miután a szilárdságot a rosttartalom határozza meg. E tulajdonság a növények fejlődése során számottevően változik, sőt a szár mentén is jelentős eltérést mutat. Ugyanakkor pl. a morfológiai jellemzők (pl. a szár átmérője) a szilárdsági értékekről nem adnak támpontot.

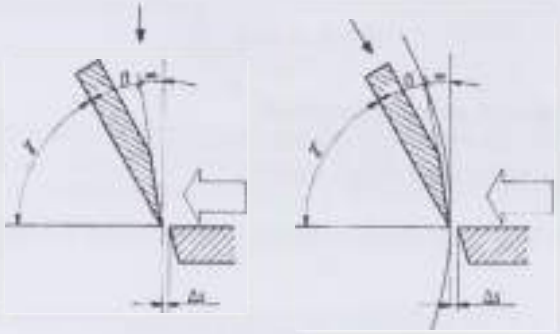
Általánosságban jellemzőnek tekinthető, hogy a **nyírószilárdság nagysága és szélső értékei kisebbek, mint a szakítószilárdságé.** Ezért a vágóerő illetve az energiaszükséglet csökken, ha a gép működése során a nyíráshoz közelálló vágás érvényesül. A kopott késél munkája húzó-, szakító-igénybevétellel is jár, ami rontja a munka minőségét és növeli az energia-szükségletet.

A kés jellemzői

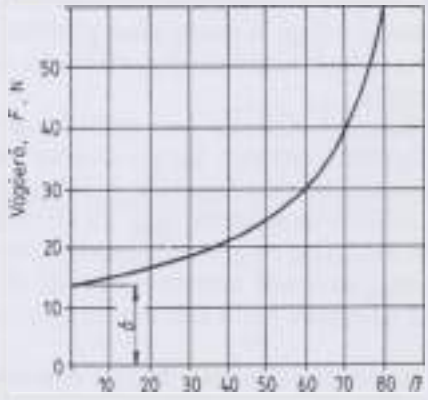
A szecskázógép késeinek metszetén láthatók a jellemző szögek a *(7. ábra)*. A β élszög nagysága általában a várható igénybevételtől függően választandó a célszerű minimumra. Az anyagáramba ható ék alakú vágóél ellenállása az élességtől, valamint az élszög nagyságától függ. Utóbbi hatását szemlélteti a adott feltételek között, *8. ábra.*

Látható, hogy a δ méretű vágóél (0,1–0,2 mm) ellenállása az élszög 30–40° körüli értékig túlzottan nem növekszik. Ez lehetővé teszi a szilárdsági követelményeknek is megfelelő kések alkalmazását.

Az elhelyezési szög arra szolgál, hogy a tömörítőhengerek által előtolt anyagáram keresztmetszete ne súrlódjon a kés felületéhez. Járvaszecskázókon



7. ábra. A szecskázó kés jellemző szögei tárcsás és dobszecskázónál (α elhelyezési szög, β élszög, γ hátszög)



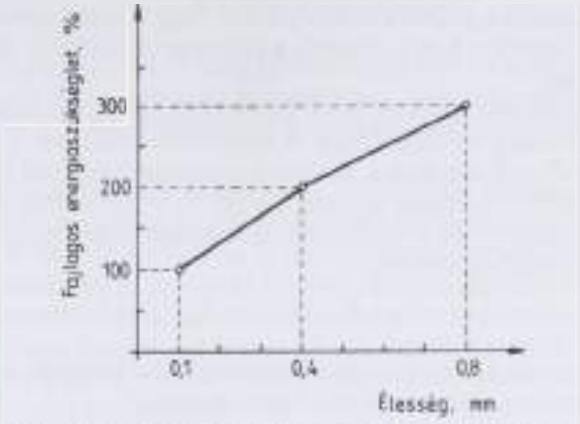
8. ábra. A kés ellenállása az élszög függvényében

általában fontos az utánköszörülés, az előzőkben már említett módon (beépített alternáló köszörű, fix vagy forgó kővel, visszaforgatott késdobbal). Emiatt elhelyezési szögre nincs szükség.

A kés éle még újraköszörült állapotban sem geometriai pontosságú vonal, hanem mérhető vastagsága van. Makrostruktúrája felnagyítva szabálytalan, többnyire csipkézett alakú, amely a használat során gyorsan változik. Az élesség a kopással csökken, ezzel együtt változik a vágási ellenállás. A köszörült késél rövid használat után nyeri el δ vastagságú méretét, amelynél kellően szilárd, és kis ellenállással hatol az anyagba. Kísérleti tapasztalatok szerint 0,1–0,2 mm élesség a legkedvezőbb energetikai jellemzőkkel párosul, tehát a köszörüléssel ennek fenntartására kell törekedni *(9. ábra)*.

Említést érdemel, hogy a kések élének kopását jelentősen növeli a növényzetre tapadó por, különösen kvarctartalmú talajon.

Az energiaigényre kedvezőtlen hatású, ha nem megfelelő az élek és az ellenkés közötti rés. Ennek túlzott mérete a réteg hajlító-igénybevételével jár, s az

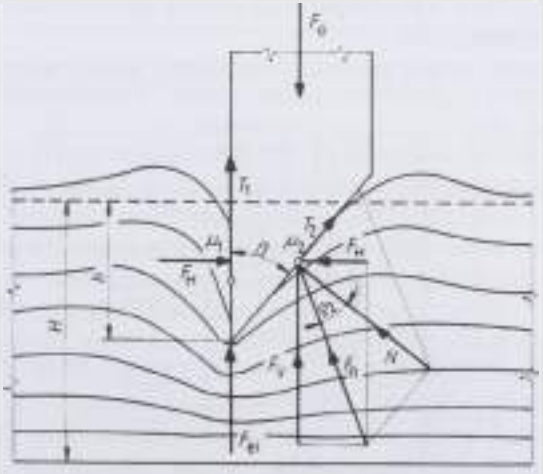


9. ábra. Összefüggés a kés élessége és az energiaigény között

alakváltozási munka növeli az energiafogyasztást. A rés mérete az ellenkés állításával szabályozható. Újonnan köszörült késekhez nagyobb (kb. 1,0 mm) rést célszerű beállítani, s néhány üzemóra után, amikor a késélek végleges alakra kopnak, beállítható az előírt (kb. 0,2–0,5 mm) résméret.

A rétegvastagság hatása a vágóerőre

A vágóerőt az anyag és kés jellemzőin kívül, a rétegvastagság is befolyásolja. Ennek oka, hogy a vágóél behatolása a rétegbe, összetömöríti az anyagot, s a tömörítés növeli a vágóerőt *(10. ábra)*.



10. ábra. A késélre ható erők

A tömörítés mértéke, illetve a szükséges erő, függ a vágási sebességtől is. Kisebb értékei mellett ($v < 6$ m/s) jelentős a deformáció mielőtt a vágóél elnyírja, lemetszi a réteget.

Feltételezzük az ábra kapcsán, hogy a β élszögű kés F_s erő hatására a H vastagságú réteget addig tömöríti, amíg h mélységig behatolva a δ vastagságú késélen fellépő F_{δ} erő megfelel a σ_t nyírófeszültséggel arányos értékeknek.

A késpenge felületén ébredő N normális erő $T_s = \mu_s N$ erővel összegezve F_R eredőt alkotja, amely F_H és F_v összetevőkre bontható. A kés mozgását meghatározó függőleges erők egyensúlya:

$$F_s = F_{\delta} + F_v + \mu_1 F_H.$$

Az F_v és F_H erők közelítő meghatározásának részletezését mellőzve, fenti összefüggés az alábbi alakra hozható (1 cm élhosszra):

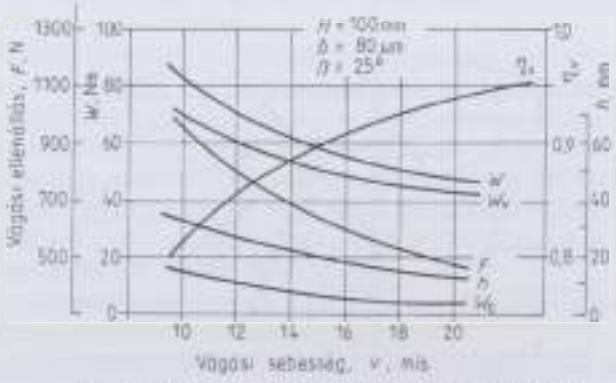
$$F_s = \delta\sigma_t + \frac{E}{2H} h^2 (\mathrm{tg}\beta + \nu\mu_2).$$

A kifejezés első tagja az él ellenállása, illetve a hasznos vágóerő. A második tag a tömörítés és a súrlódás miatt adódó „káros" ellenállásokat jelenti, és – mint látható – a vágáshoz szükséges h mélységű előtömörítés négyzetével arányos. Utóbbi arányosan nő a H rétegvastagsággal, (E az anyag rugalmassági modulusa, ν a Poisson-tényező).

A vágási folyamat energiaigénye fentiekkel összhangban, két részből adódik: a késél W_v és a tömörítő-súrlódó ellenállás W_c munkájából.

A járvaszecskázók aprítószerkezeteinél nagy késsebességet (25–30 m/s) alkalmaznak a megfelelő tömegteljesítmény, valamint a kidobóhatás növelése végett. A nagysebességű dinamikus vágás során a behatoló kés minimális deformációt okoz, mivel a viszko-elasztikus tulajdonságú anyagban az erőhatás terjedése az idő függvénye. A másodperc tört részéig tartó erőhatás tehát közvetlenül az él alatt koncentrálódik.

A *11. ábra* kísérleti adatok nyomán szemlélteti a vágási sebesség hatását.



11. ábra. A vágási sebesség hatása a vágás jellemzőire

A szecskázás során keletkező halmaz nem egyöntetű, hanem különböző méretű részekből áll. Az ún. **elméleti szecskahossz**, amelyre a gépet beállítják, átlagértéket jelent. Ugyanígy tekintendő a **valóságos méret**, s ezek többnyire eltérnek egymástól.

Az elméleti szecskahosszt elsősorban a felhasználás jellege, pl. a tartósítás (szárítás, silózás) szabja meg. E követelmények a műszaki lehetőségekhez is igazodnak, tehát a betakarítógépek és a takarmányozási rendszerek fejlődésével együtt változhatnak. Így pl. az utóbbi két évtized során nagyban csökkent az előállítható szecskahossz. Ebben jelentős szerepet játszott a takarmányliszt készítése mesterséges szárítás útján. Az energiahordozók árának rohamos növekedése, új követelményként a minél egyenletesebb méretű halmaz előállítását jelölte meg, minél kisebb fajlagos energiafelhasználás mellett. A napjainkban használatos járvaszecskázók aprítószerkezetéről, jellemzőként szolgálhatnak az alábbi adatok:

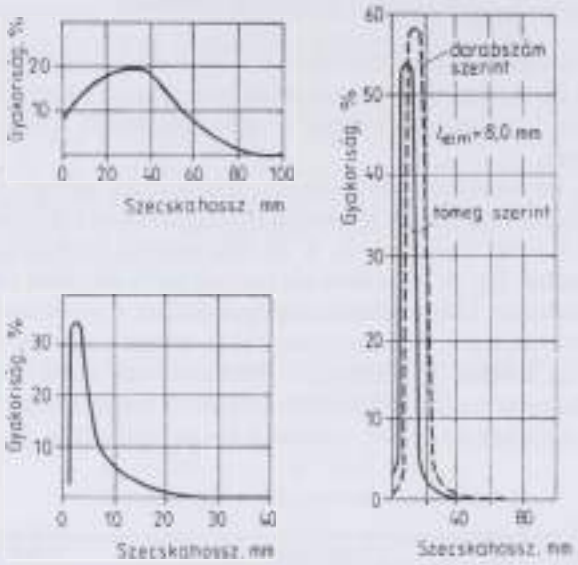
6. táblázat. Járvaszecskázó főbb jellemzői

Megnevezés	Claas Jaguar 690			John Deere 6000		
Dob átmérő (mm)	630			610		
Dob hosszúság (mm)	605			660		
Dobfordulat, 1/min	1000			1000		
A kések száma	10	5	48	24	16	12
Szecskahossz	4,1	8,2	5	10	16	21
	5,5	11	8	15	22	30
	6,8	14	11	22	37	45
	8,1	16	16	31	47	63
	11	22				
	14	28				

A valóságos szecskaméret fontos minőségi jellemző, de valószínűségi értéket jelent.

A beállítotthoz képest ugyanis rövidebb és hosszabb szecska is keletkezik. A rövidebb részek a szárvégek maradványaként, illetve az anyagáram és a behúzó-tömítőszerkezet közötti csúszások miatt keletkeznek. A hosszabb méretű frakció jórészt a szártömegben a haladási irányhoz mérten véletlenszerű ferde elhelyezkedés miatt képződik. A halmaz hosszméreteinek jellemzésére az **empirikus sűrűségfüggvény** szolgál [102].

A halmazból vett mintákat mérettartományokra szétválogatva (darabszám vagy tömeg szerint) hisztogram készíthető. Az osztályközök finomításával, illetve a hisztogram folytonos görbével történő közelítésével adódik a sűrűségfüggvény. Ennek alakja képet ad a gép munkájáról, illetve a szecskázás minőségi jellemzőiről. A *12. ábra* néhány lehetséges változatot szemléltet. Valamennyinél szembetűnő, hogy a túlméretes értékek irányában elnyújtottak.



12. ábra. Szecskahalmaz méreteloszlására jellemző változatok

Az ábrák arra is utalnak, hogy a szükebb tartományban történő eloszlás kedvezőbb munkaminőséget jelent: a halmaz túlnyomó hányada az átlagértékhez közeli mérettartományba esik. Az ún. egzaktszecskázók által előállított homogén szecskaméret a további felhasználáshoz fontos és előnyös.

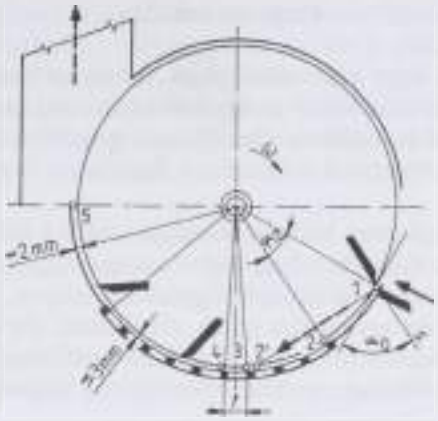
A szecskázott anyag utánaprítása

A járvaszecskázó gépek által előállított ömlesztett szálastakarmánynál esetenként szükség lehet az utánaprításra. Ennek célja részint a teljes növényzúzalék készítése, részint pedig a szemes anyag összezúzása, pl. silókukoricánál. A művelethez használatos egyik eszköz a késes dob burkolatában elhelyezett **bordás zúzókosár** *(13. ábra)*.

Az 1. pontban felszecskázott anyagot a kések a szűk résben, a kosár alkotta íven tovább aprítják. A *t* osztású bordák ellenkés gyanánt működve fékezik az anyagáramot, amely a burkolat 5. pontjánál távozik a gépből.

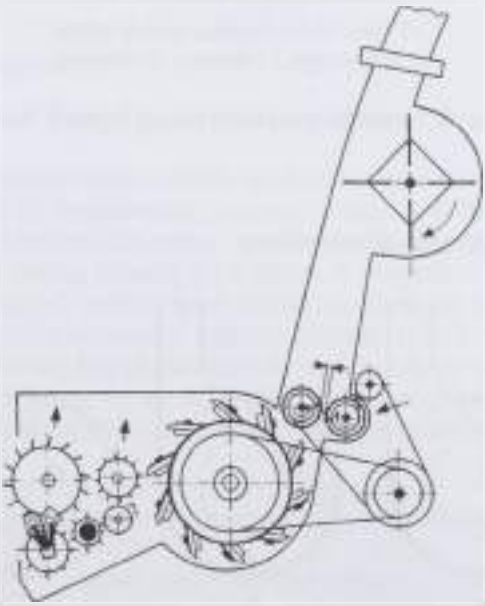
Hasonló alkalmazási területe a zúzókosárnak, a **csuhéleveles csőzuzalék** készítése. Ennél az eljárásnál a járvaszecskázót csőtörő adapterrel szerelik fel, a szecskázó szerkezetet pedig zúzókosárral ellátott sokkéses dobra cserélik. A szármaradványokat a csőtörő adapter alá felszerelhető szárszecskázóval lehet felaprítani.

A teljes kukoricanövény betakarítása során, fontos követelmény a viaszérésben levő szemek zúzása, a tápanyag feltárása és jobb értékesülése végett. Tapasztalatok szerint a szecskázás során a szemek 5–8%-a egészben marad, és



13. ábra. Bordás zúzókosár dobszecskázónál

nem hasznosul az állatok emésztőrendszerében. Ennek elkerülésére a dobból kijutó anyagot **zúzóhengerek** között vezetik át, amelyek az épen maradt szemeket felaprítják. A bordázott hengerpár közötti rés állítható, a hengerek pedig kb. 20%-os fordulatszám különbséggel forognak. Ezáltal a halmazban nem marad ép szem és nincs tápanyagveszteség. A *14. ábra* szerinti működési vázlaton látható, hogy az elfuvó csatornában dobólapátos szecskakidobót alkalmaznak, a zúzóhengerek között lefékeződő anyagáram kifúvására.

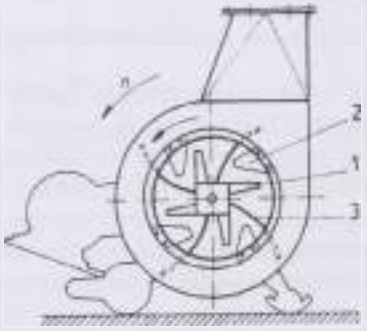


14. ábra. Zúzóhengerekkel ellátott járvaszecskázó

Az előzőkből kitűnt, hogy a szecskázógépek, dobos apritószerkezet esetén a késekkel, tárcsás vágószerkezetnél pedig dobólapátokkal továbbítják a szecskát. Az anyagáram gyors és hatékony elszállítása a gép eltömődését is meggátolja.

A kések illetve dobólapátok működése a függőleges vagy ferde hajtás elvén alapul:

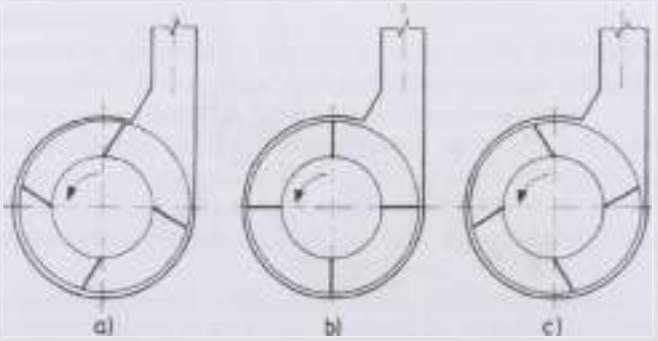
A felgyorsult anyagáramot mozgási energiája juttatja a kifúvócsőbe, illetve rendeltetési helyére. A szállítási távolság, illetve a magasság a kezdősebességtől valamint az áramlást fékező ellenállásoktól függően korlátozott, de a gép rendeltetésének megfelel. Önállóan használatos gépek, szecskázott, durván felapritott szálasanyagokhoz vagy szemestermények hez, a **dobóventilátorok.** Egyes változatok, pl. szénafélék továbbításához, apritókésekkel vannak felszerelve *(15. ábra).*



15. ábra. Dobóventilátor apritókésekkel
(*1* forgópenge; *2* állópenge; *3* dobólapát)

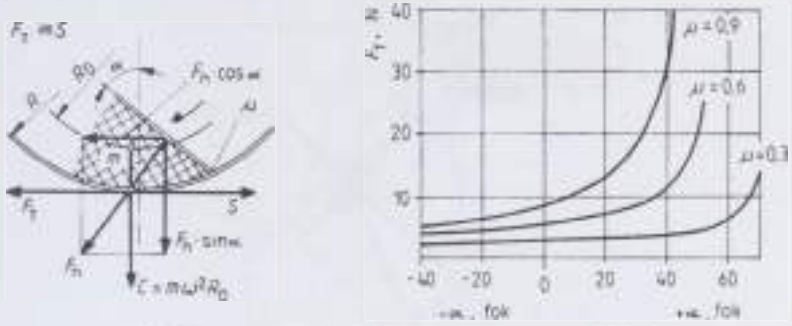
A dobóventilátorok forgórésze a járókerék, a lapátok irányát tekintve a *16. ábra* szerint:

a) hátrahajló;
b) radiális;
c) előrehajló lapátozással van ellátva.



16. ábra. A dobóventilátor forgórésze

Az állórész – eltérően a légszállításra szolgáló ventilátoroktól – azonos mértékű kis hézaggal illeszkedik a forgórészhez. Ez arra is utal, hogy a szállításban a légáram alárendelt jelentőségű. A lapátok vége és a ventilátorház között összegyűlt szecskatömegen a centrifugális és súrlódóerő valamint a lapát tolóereje érvényesül. Az erőjátékot α szögben hátrahajló lapát esetén, a *17. ábra* szemlélteti.



17. ábra. A lapáttal továbbított szecskatömegre ható erők

A lapát F_n tolóereje, az R_0 sugarú íven ébredő C centrifugális erő együttes hatása S súrlódóerőt ébreszt a R sugarú ventilátorház felületén. A továbbításhoz szükséges, hogy $F_T \geq S$ feltétel teljesüljön.

Mivel $$F_T = F_n \cos \alpha,$$

felírható, hogy határesetben:

$$F_T = \mu m R_0 \omega^2 + \mu F_n \sin \alpha.$$

Vagyis az anyag továbbításához szükséges kerületi erő a súrlódástól, a centrifugális erőtől (átmérő és fordulatszám) valamint a lapátok α hajlásszögétől függ. Adott gépméret és fordulatszám esetén, eltérő súrlódási tényezők mellett, a kerületi erő α-tól függő értékei láthatók a 17. ábrán. A diagramból kitűnik, hogy nagyobb súrlódási tényező mellett mind kisebb lapátszögnél következhet be az anyag és a felület között önzáródás. Radiális lapátnál ($\alpha = 0$) ill. előrehajló lapáton (α negatív értékeinél) kisebb kerületi erő, és energiaigény adódik.

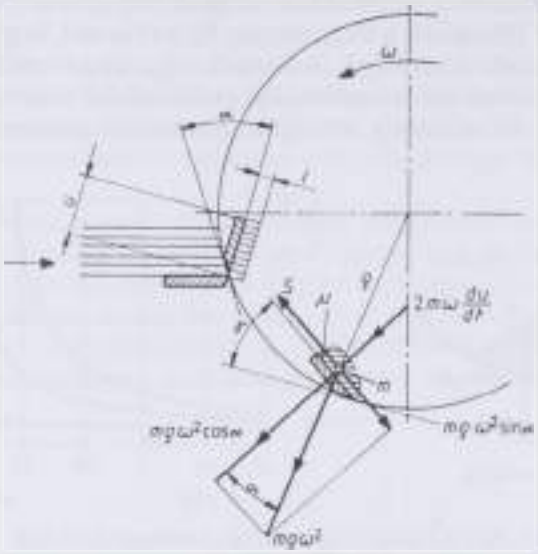
A dobszecskázók kései, az anyag továbbításához előrehajló dobólapátként működnek. A kések belső felületére jutó, levágott szecskatömegre ható erőket a *18. ábra* szemlélteti.

Határesetben a Coriolis-erőt elhanyagolva $\left(\frac{du}{dt} \to 0\right)$ felírható:

$$m\rho\omega^2 \sin\alpha = \mu m \rho\omega^2 \cos\alpha,$$

illetve

$$\mathrm{tg}\alpha = \mu.$$



18. ábra. Az önkiadóbó kés felületén *m* tömegre ható erők

A súrlódási tényező gyakorlati értékei alapján, határesetben $\alpha = 35–40°$-ra adódik. A biztonságos kidobás végett, általában nagyobbra célszerű választani.

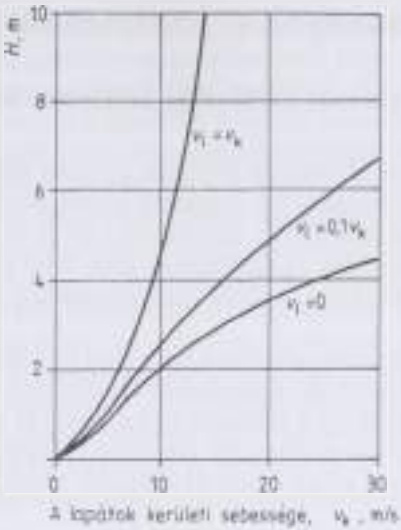
A szállítómagasságot a kidobott anyagáram sebessége határozza meg. A függőlegesen mozgó részecskék v_0 kezdősebessége H magasságban nullára csökken. Az elméleti szállítómagasság:

$$H_e = \frac{v_0^2}{2g} .$$

A szállítócsőben fellépő súrlódások és ütközések, valamint a légáram hatását figyelembe kell venni. További feltétel, hogy a szállítócső végén kilépő és elterelt anyagáram sebessége kellő mértékű legyen. A gyakorlatban a szállítómagasság jóval kisebb az elméletileg lehetséges értéknél:

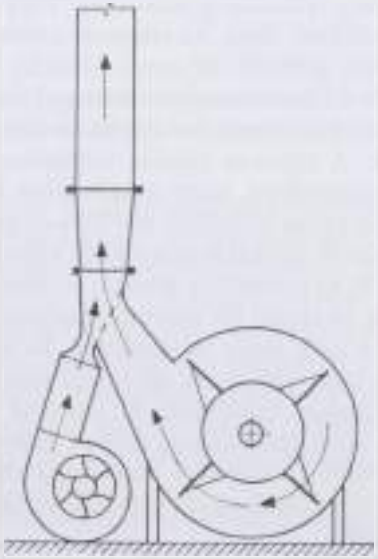
$$H_{gy} = CH_e = C \frac{v_0^2}{2g} ,$$

ahol a C állandó a valóságos viszonyoktól függő csökkentő tényező, amelyet kísérleti úton lehet meghatározni. Nagyságát befolyásolja a tömegáram, azaz a szállítócső kitöltöttségének mértéke, az ütközések és súrlódások miatt. Jelentős körülmény a légáram fékezőhatása, különösen a szállítócső alsó szakaszán, mivel sebessége 10–12%-kal kisebb mint a dobólapátokról kirepülő részecskéké. A cső felső szakaszán viszont a légáram segíti a lassuló anyagáram mozgását. A légáram sebességének hatását a szállítómagasságra a *19. ábra* szemlélteti adott kísérleti feltételek között.



19. ábra. A szállítólevegő sebességének hatása

Amennyiben nagyobb magasságra kell a szecskázott anyagot szállítani (pl. toronysilóba, istálló padlásterébe) a dobóventilátor szállítómagassága többnyire nem elegendő. A szállítócső végén az anyagáram, lelassulva dugulást, üzemzavart okozhat. Ilyen esetekben pneumatikus szállítással célszerű a rendszert kiegészíteni *(20. ábra)*.



20. ábra. Dobóventilátor pneumatikus szállítóval

A takarmányok erjesztéses tartósítása

Az erjesztéses tartósítás általános kérdései

Erjesztéses tartósítással elsősorban összetett gyomrú állatok tömegtakarmány igényét elégítjük ki. A legnagyobb volument a silókukorica alapú szilázs féleségek (teljes növényzúzalék ill. csőzúzalék) és a szálastakarmány alapú szenázs jelenti. Készíthetünk és tárolhatunk ezen felül még a sertések részére is takarmányt erjesztéssel (pl. nedves szemeskukorica-zúzalék, szem-csutka keverék).

A takarmányok erjesztéses tartósítása bonyolult biológiai és biokémiai folyamatok összessége. A hosszú idejű tároláshoz az erjesztett takarmány pH-értékét erőteljesen csökkenti kell. Ez a folyamat az ún. tejsavas erjedés során önmagától végbemegy, a takarmány szénhidrát tartalmát a baktériumok szerves savakká alakítják át. A szerves savak koncentrációjának növekedésével a takarmány pH-értéke csökken.

A tejsavas erjedés lefolyását ill. a tartósítás eredményességét számos tényező befolyásolja. Közülük a szervezési és műszaki területeket érintőket emeljük ki. Ezek:

- a takarmány szárazanyagtartalma,
- a takarmány tömörsége,
- a silózás időtartama,
- a felület gáz- és vízhatlan zárása,
- a siló típusa.

A silózandó takarmány optimális szárazanyag- vagy nedvességtartalma a növényfajtól ill. a beltartalomtól függ. Az elegendő szénhidráttartalmú növényekből (pl. kukorica, cirok, gabonák és egyes füfélék) egymenetes betakarítási technológiával akár 70–85% nedvességtartalommal szilázs is készíthető. Míg a kisebb szénhidráttartalmú növények (elsősorban a lucerna, de néhány füféle is) rosszabbul silózhatók. A tejsavas erjedés érdekében előfonnyasztással kell csökkenteí a nedvességtartalmat, ezzel a szénhidrát koncentráció növekszik. Lucernánál 40–60%-os, egyes füféléknél 60–70%-os nedvességtartalom a megfelelő. Az előfonnyasztott zöldtakarmányokból készült erjesztett takarmányt szenázsnak nevezzük és az elkészítése minden esetben kétmenetes betakarítást igényel. A pillangósok és egyéb kis szénhidráttartalmú zöldtakarmányok közvetlenül a levágás után csak akkor tartósíthatók, ha kiegészítő anyagokat (pl. melasz, cukor, szemes takarmánydarák stb.) vagy kémiai tartósítószereket adagolunk hozzájuk a szükséges mértékben. Ez utóbbiak por alakú készítmények ill. folyékony szerves savak (propionsav, ecetsav és hangyasav). A technológia előnye, hogy kiküszöböli az időjárási kockázatot (egymenetes betakarítás), ugyanakkor a kiegészítő anyagok egyenletes bekeverése és azok ára a költségeket nagymértékben növeli.

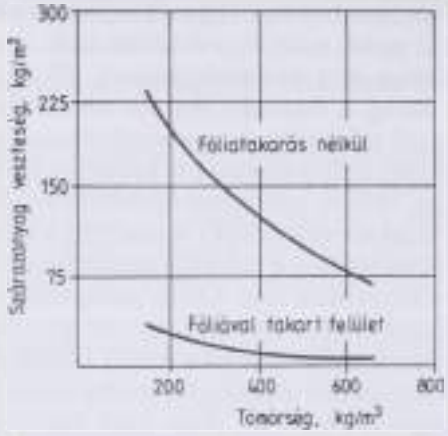
Az erjesztett takarmányok készítésénél törekedni kell a levegő minél teljesebb és minél gyorsabb kiszorítására. Ehhez mesterséges beavatkozásra, tömörítésre

van szükség. A tömörítés hatékonysága, vagyis a halmaz tömörsége több tényezőtől függ. Befolyásolja az apritás mértéke, a tömörítés ideje, az anyag hajlítószilárdsága, a halmaz magassága és a nedvességtartalom. Jól tömöríthető a 2–3 cm hosszúságú homogén anyag. A tömörítés idejének növekedése javítja a tömörséget. Ezt a tömörítést végző erőgép alacsony sebességfokozatával ill. többszöri művelettel érik el. A nagyobb hajlítószilárdság is hátrányos a tömöríthetőség szempontjából, ezért a vastag, erősebb szárrésszel rendelkező növényeknél javasolható a zúzásos betakarítás (teljes növényzúzalék). A tömörség a halmaz magasságától is függ. A legnagyobb halmazsűrűség a vertikális tárolókban (toronysilók) érhető el, itt nincs szükség külön tömörítésre sem. A többi silótípusnál a halmaz magassága 2–5 m között alakul. Ennek részben építészeti, részben gépesítési oka van. A takarmány nedvességtartalmának csökkenésével is romlik a tömöríthetőség. A nagyobb nedvességtartalomnál viszont már alacsonyabb nyomás hatására is megindulhat a lékiválás. Az ún. csurgaléklé elfolyása révén nagy tápanyagveszteséget jelent, ugyanakkor a környezetet is szennyezi. A lékiválás 70–75% nedvességtartalom fölött jelentkezik, mértéke adott terménynél a vertikális nyomástól függ *(21. ábra)*.

21. ábra. A betárolt anyagban a lékiválás határértékei a szárazanyag tartalom és a vertikális nyomás függvényében

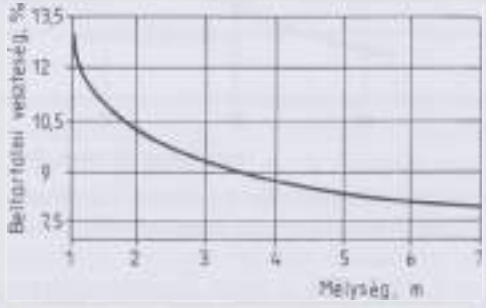
A silózás befejezése után az erjesztendő takarmány minél tökéletesebb lég- és vízmentes lezárására van szükség. A zárás különböző módon végezhető, az alkalmazott anyag és technológia és a silótípustól is függ. Időjárási tényezők és a határolók tömítetlensége miatt a lezárás ellenére is jut több-kevesebb oxigén a halmazba, ami a veszteséget növeli. Ennek mértéke a meglévő silóknál fóliabéléssel csökkenthető. Alkalmazása az értékesebb takarmányoknál pl. nedves szemeskukorica zúzaléknál általános. Az időjárási tényezők hatását a falaknál rossz hővezetésű, nagyobb hőkapacitású építőanyagok felhasználásával, a felületnél a két fóliaréteg közé helyezett homokréteggel, vagy szalmabála takarással mérsékelhetjük *(22. ábra)*.

A silózás időtartamának elhúzódása is növeli a veszteségeket és befolyásolja az erjesztett takarmány minőségét. Egy-egy siló vagy cella töltési ideje lehetőleg ne haladja meg a 4–5 napot. A háromoldalról zárt, nagy falmagasságú silóknál megfelelő tömörítés és szakaszos lezárás mellett a töltési idő hosszabb is lehet.



22. ábra. A silóban tárolt anyag szárazanyag vesztesége a tömörítés függvényében fóliával takart és nyitott silók esetén

Az erjesztett takarmánytartósítás veszteségének mértéke függ az alkalmazott tároló siló típusától. A különböző silótípusoknál ugyanis eltérő a halmaz magassága, a tömörítés és a lezárás feltétele. A siló típusától függően az átlagos tápanyagveszteség néhány százaléktól 30%-ig terjed *(23. ábra)* [79].



23. ábra. A beltartalmi veszteség alakulása a siló mélységének (magasságának) függvényében

Hazánkban ma már a gödör- vagy ároksiló rendszereket nem alkalmazzák, a terepszinten megépített silók váltották fel azokat. Használják ma még az ún. szükségsilókat (halom és kazalsiló), de legelterjedtebbek a falközi silók. A toronysilók a szálastakarmányok erjesztéssel történő tartósítására külföldön, a kisebb állatlétszámú telepeknél terjedtek el. Magyarországon elsősorban a nedves-szemeskukorica erjesztéses tartósítására használják. Szenázskészítésre csak néhány szarvasmarha telepen létesült toronysilókból álló tárolótelep.

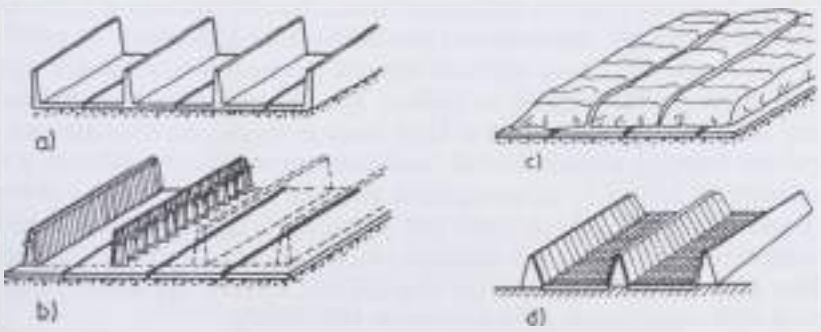
Az erjesztett takarmánytartósítás újabb változatait jelenti a bálázással történő szenázskészítés és a fóliazsákos silózás.

Horizontális silók

Halom és kazalsilók

A terepszinten – rendszerint a talajon – megépített tárolók korszerűtlenek, azonban kis beruházási igényük miatt még ma is megtalálhatók. Tulajdonképpen szükségtárolókról van szó. A halomsiló gömbsüveg alakú, magassága kb. 3–4 m. Alapterületét az a lejtőszög szabja meg, amelynél még a taposótraktorok biztonságosan dolgozhatnak. A kazalsiló keresztmetszete egyenlőszárú trapéz, alul 10–12 m, vagy 16–18 m, felül 6 ill. 12 m. Magassága 3–5 m, hossza 30–50 m.

Ezekben a silókban a legnagyobbak a veszteségek, mivel a szilázs halom fajlagos felülete (az 1 m^3 tárolótérre jutó felület) nagy és ki van téve az időjárás viszontagságainak a takarmány. Az átlagos veszteség legfeljebb 30%. A silók lezárása történhet fóliával, talajtakarással vagy a felület bevetésével (rozs, árpa). Készülhet a siló takarás nélkül is, ez esetben a szilázs vagy szenázs önmagát zárja le, és a külső néhány 10 cm-es réteg takarmányozásra nem használható. Ez esetben a veszteségek egyes összetevők (pl. emészthető nyersfehérje, keményítőérték) tekintetében az 50%-ot elérhetik. A veszteségek csökkenthetők ez utóbbi esetben úgy, hogy a siló alá a talajra szalmaréteget helyezünk és a siló külső felületére zárórétegként, kevésbé értékes takarmányszecskát vagy szalmaszecskát rétegeznek. E silótípusok építése és részben kitárolása a falközi silókéhoz hasonló, így az ismertetésüktől eltekintünk *(24. ábra)*.



24. ábra. A leggyakrabban alkalmazott horizontális siló típusok
(*a)* monolit vasbeton; *b)* támfalas rendszerek, fából vagy előre gyártott betonelemekből; *c)* halomsiló, fólia zárással; *d)* föld támfalas kivitel betonlap burkolással)

Falközi silók

A legelterjedtebb silótípust jelentik. Kialakításuk az idők folyamán nagy változatosságot mutatott. Kezdetben a kisebb méretű (szélesség 5–10 m; hosszúság 10–30 m), félig, vagy teljesen a földbe süllyesztett, majd terepszinten

megépített falközi silók készültek. A földbe süllyesztés előnyét az jelentette, hogy így a kisebb szélességű silók töltése oldalról billentéssel is megoldható, valamint kisebb volt az időjárási tényező hatása. Hátrányaként említhető viszont, hogy a földmunka költsége magas, nehéz a csurgaléklé elvezetése és csak alacsony talajvízszint mellett használható. Részben ezek indokolják, hogy a terepszinten megépülő változatok terjedtek el később a mezőgazdasági nagyüzemekben.

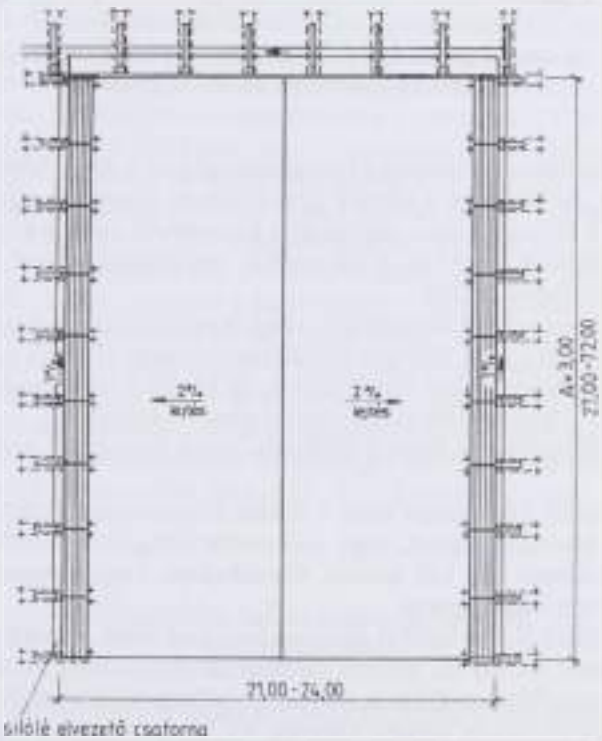
Kezdetben párhuzamos oldalfalakkal rendelkező ún. áthajtós rendszerűek, majd a korszerűbbnek tekinthető három oldalról zárt kialakításúak épültek. Nagyobb mérettel rendelkeznek, szélességük 12–22 m, magasságuk 2,5–5 m, hosszuk általában 30–50 m. Szenázs és szilázs készítésnél a szarvasmarhatelephez a szükséges tárolókapacitást 2–4 szakaszból célszerű kialakítani. A fenti méretekkel egy-egy szakasz térfogata 2000–5000 m^3. A tárolt takarmány térfogattömege ennél a silótípusnál átlagosan 500–750 kg/m^3 értékű, így szakaszonként akár 1000–3000 t is lehet a befogadóképesség. (Térfogatkihasználásnál kb. 85%-kal lehet számolni.)

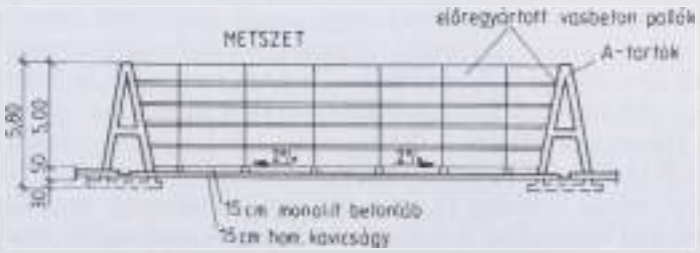
A terepszinten létesített horizontális silók falazatát készítették deszkapalánkból és bálákkal kirakva (bálafalas tároló). A kitárolásnál használt korszerű technológiai berendezések azonban ma már kizárják ezek használatát. A nagyüzemi telepeken megépített tárolók falazatát előregyártott vasbeton elem, vagy helyben készített monolitbeton szerkezet alkotja. Az előregyártott elemekből készülő silók függőleges falúak (L és T szelvényű tartólábakkal), ill. ferde falúak, (A szelvényű tartólábakkal) lehetnek. A méretük leginkább 2,5–5,0 m halmaz-magasságú silókialakítást tesz lehetővé.

Legelterjedtebbek és egyben legkorszerűbbek a döntött oldalfalú A szelvényű tartólábakkal rendelkező háromoldalról zárt falközi silók *(25. ábra)*. Az oldalfal A szelvényű tartólábait 3 m-es osztással helyezik a betonalapra. A lábakat egyes típusoknál három ponton rögzítik az alaphoz. Más megoldásnál a szerelőbetonra helyezett lábszerkezetet padozatbeton fogja össze és rögzíti. Az oldalfalazatot is előregyártott vasbeton elemek alkotják, melyeket csavarozással erősítenek a lábakhoz. Méretük 3,0 × 1,25 m, vastagságuk 100–120 mm. A csurgaléklé elvezetésére a padozatnál 1,5–2,0%-os lejtést kell biztosítani és ki kell alakítani az elvezető csatorna rendszert is, melyek általában ráccsal fedettek. Az áthajtós rendszerű falközi silók középről indulva a két végoldal felé lejtenek, így ezeknél csak a szakaszok előtt végighúzódó gyűjtőcsatornára van szükség.

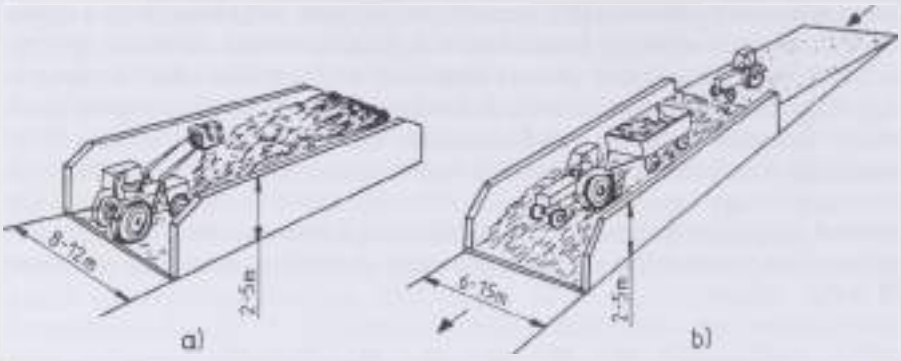
A három oldalról zárt horizontális silók *töltése* (építése) nem igényel speciális gépeket. A takarmányt általában önürítős vagy billenőplatós ún. szecskafelépítménnyel rendelkező szállítóeszközök hordják be a járvaszecskázótól *(26. ábra)*. A kiürített vagy lebillentett takarmányt tolólappal vagy tolóvillával felszerelt traktor juttatja fel a halomra és egyúttal a terítést is elvégzi. A falközi silók szélességi mérete itt lehetővé teszi a szállítójárművek megfordulását, így a kerekekkel nem szennyezik a takarmányt. Legfontosabb művelet a tömörítés, amit nagy tömegű lánctalpas vagy kerekes traktorral lehet elvégezni. Előnyösebbek az összkerékhajtású nehéz gumikerekes traktorok, melyeket alacsony sebességgel (0,5–0,6 m/s), szükség esetén egy-egy

nyomon ismételt járatással kell üzemeltetni. Gyakori megoldás, hogy a tömörítő traktor végzi az anyag teregetését is. A gumiabroncsok optimális nyomása 2,0–2,5 bar. Figyelembe véve az ülepedést, a készítéskor a halmaz magassága túlhaladhatja az oldalfalakét, de középen kell mindig a legmagasabbnak lennie. Lezárásra célszerű minden esetben 0,15–0,2 mm vastagságú fóliát használni. A lefedésnél a fóliacsíkok hegesztése és a vízelvezetést biztosító elhelyezése nagy figyelmet igényel. A fólia rögzítésére az oldalak mentén különböző megoldások léteznek. A szél elleni védelmet szalmabálák vagy gumiabroncsok ráhelyezésével oldhatjuk meg. A tárolási veszteség átlagosan 10–14%.





25. ábra. Három oldalról zárt siló helyben előre gyártott betonelemekből összeállítva



26. ábra. A három oldalról zárt (*a*, ábra) és az áthajtós (*b*, ábra) és silóban a műveletek végzése a silózás időszakában

A silók kialakítása célszerűen a terepadottságoktól is függ. Méreteiket a meglevő géppark, de főképpen a telepek elrendezési és gépesítési sajátosságai határozzák meg. A tehergépkocsis szállításhoz keskenyebb silók is készíthetők. Előnyük, hogy bennük kisebbek a kitermelési veszteségek, mivel keskenyebb a megbontandó szabad felület.

A silók magasságát a kitermeléshez rendelkezésre álló gép határozza meg. A magasabb (4–5 m) silók fajlagos beruházási költsége (Ft/m^3) kedvezőbb. További előnyük, hogy jobban tömöríthetők, és kisebb a térfogatukhoz viszonyított lezárandó – legnagyobb veszteségeket okozó – felületük.

Alapvető követelmény, hogy a silók *úthálózata* betonozott, szilárd burkolatú legyen.

A kész – teljes magasságot elért – felület folyamatosan lezárható, csupán a rézsű kíván hosszabb szünet, vagy eső esetén ideiglenes fóliafedést. A falak melletti fóliatakarót úgy kell lezárni, visszahajtani, hogy csapadékvíz ne folyhasson a silózott takarmányba.

Három – oldalról zárt falközi silókban kukorica szem – csutka keverék (angol rövidítéssel: CCM) ill. nedves szemeskukorica-zúzalék is tartósítható erjesztéssel. A megfelelően átalakított arató-cséplőgépekkel a betakarítás 28–35% szem-nedvességtartalom mellett történik. CCM esetén a néhány százalékkal magasabb nedvességtartalmú csutka 65–85%-a is betakarításra kerül, így alakul ki az 5–6% nyersrost-tartalmú takarmány, amely sertéseknél előnyös. A silók keresztmetszeti méreteit (szélesség, magasság) a felhasználás ütemének megfelelően kell megválasztani. Javasolható a 10–14 m szélességű és 3–4 m halmazmagasságú silószakaszok létesítése. Betárolás előtt minden esetben szükség van a nedves kukorica darálására. A darálás során 1,5–2,5 mm-es átlagos szemcseméretet kell biztosítani. A nedveskukorica-darálók több típusát is kifejlesztették. Üzemeltetésük történhet TLT-ről, de készültek villamos- vagy dízelmotorral egybeépített változatban is. Kalapácsos és csapos rendszerűek lehetnek. Fajlagos energiafelhasználás az üzemi mérések alapján 2–5 kWh/t közötti. Teljesí-

tőképességük a típustól és a meghajtóteljesítménytől függően 15–40 t/h. A legnagyobb tartós üzemi teljesítményű magyar berendezés (38–44 t/h) pótkocsira szerelt dízelmotorral összeépített változatú kalapácsos daráló volt. A szükséges darálóteljesítményt a siló befogadóképessége határozza meg, egy-egy megkezdett silószakaszt három–négy nap alatt be kell fejezni. A betárolást 30–40 cm-es rétegekben elteritve, majd gumikerekes traktorokkal tömöritve szakaszosan kell végezni. A naponta minimálisan 1–1,5 m rétegvastagságot kell betölteni. A töltési hosszt ennek megfelelően kell megválasztani.

Szem–csutka keverék esetén hátrányt jelent, hogy a csutka nagyobb nedvességtartalma és nagy rugalmassága csökkenti az aprítási teljesítményt, ami magasabb fajlagos energiafelhasználást jelent, ugyanakkor romlik a tömörítés hatékonysága is. Szem–csutka keveréknél 3 m halmazmagasság mellett 860–900 kg/m^3 nedves szemeskukorica-zúzaléknál 4 m halmazmagasságnál 1000–1050 kg/m^3 átlagos térfogattömeg érhető el. A térfogattömeg a halmaz magassága mentén változik. Gyakorlati mérések alapján a 3 m magas (CCM) halmaz átlagos térfogattömege 855–894 kg/m^3 (a felső harmadnál 700–730 kg/m^3, a középső rétegben 900–940 kg/m^3 és az alsó harmadban 980–1030 kg/m^3). A veszteségek csökkentése érdekében a falközi silókat fóliával bélelik. A lezárást két fóliaréteggel és közöttük 10–15 cm rétegvastagságban elteritett homokréteggel célszerű végezni. A homokréteg véd a rágcsálók ellen és egyúttal csökkenti az időjárási tényezők hatását (mérsékli a fagyveszélyt és nyári túlzott felmelegedést). A technológiai fegyelem betartásával a veszteségek 10% alatt tarthatók.

A szem–csutka keverék és a nedves kukoricazúzalék erjesztéssel történő tartósításának kidolgozására és elterjedésére az energiaárak növekedése miatt került sor. A sertések takarmányellátását meghatározó kukoricánál a mesterséges szárítás magas energiaszükségletét ill. költségét kívánták csökkenteni. Az elérhető megtakarítás 1 t termékre vetítve kb. 25–35 kg tüzelőolaj és 7–9 kWh villamos energia.

Erjesztéses takarmánytartósítás toronysilóban

Toronysilókban (vertikális tárolók) jó minőségű erjesztett takarmány készíthető az értékesebb és nehezebben erjeszthető növényekből is mint pl. a lucerna. A toronytárolási technológiát magasabb szintű gépesítettség, alacsonyabb tárolási veszteség és kisebb energiaráfordítás jellemzi, mint a horizontális tárolókat. Beruházási költségük azonban többszörösen meghaladja a falközi silók létesítési költségét. Magyarországon az 1960-as évek elején létesültek az első toronysilók, elsősorban lucerna szenázsként történő tartósítására. Az 1970-es évek végéig megépült toronysilók együttes befogadóképessége alig haladta meg a 60 000 m^3-t. A tömegtakarmány erjesztéses tartósítására épített toronysilók túlnyomó része 7,2 m ill. 9 m átmérővel és 900–1200 m^3 térfogattal készült. Az építésnél felhasznált anyag pedig monolitbeton és betonelem volt. Kisebb darabszámban készültek 6 m átmérőjű 400–500 m^3 térfogatú acéllemez oldalfalú

tornyok és szerkezeti anyagként a fa, műanyag és az alumínium is kipróbálásra került. A toronysilók magassága 10 m-től 20 m-ig terjed, a felső részüket fémlemez (acél, vagy alumínium), vagy műanyagkupola zárja le. Az 1980-as évek elején a nedves kukorica tárolására újabb toronysilók épültek Magyarországon (kb. 120–130 db), melyek térfogata kb. 600 ill. 1000 m^3 és anyaguk zömében acél volt. Az erjesztéses tartósításra készülő tornyok belső felületének simának és az erjedés során keletkező korrózív anyagokkal – elsősorban a savakkal – szemben ellenállónak kell lenni. Ez megfelelő védőréteg felvitelével (pl. tűzizománc, műanyag bevonat, védőfestés, műanyagbélés) stb. is elérhető.

A hengeres silló nyomásviszonyai

A hengeres toronysilókban – magasságuk jóval nagyobb lévén átmérőjüknél – az ömlesztett anyag belső súrlódása és a falsúrlódás miatt a hidrosztatikai állapottól eltérő nyomások érvényesülnek. A folyadéktároló tartályokban, ill. silókban a vertikális nyomás (nyugalmi állapotban) a sűrűség (ami konstans) és az adott szint fölötti folyadékoszlop magasságának lineáris függvénye. A nyomás egy adott pontban izotróp, azaz az adott magasságban az ahhoz tartozó p_h horizontális nyomás terheli csak a falat, függőleges erő azonban, a lemez saját súlyán kívül, nem.

A szemcsés (boltozódásra nem hajlamos) anyagokra Janssen (1895) elmélete tekinthető bázisnak, a következő kezdeti feltételek mellett:

- a p_v függőleges nyomás egy-egy vízszintes síkban állandó,
- a p_v és p_h aránya állandó,
- az anyag és a silófal közötti súrlódás konstans és független az elmozdulásoktól,
- a tárolt anyag homogén és izotróp,
- a siló fala teljesen merev,
- a modellhenger végtelen hosszúságú.

A silóban tárolt anyag felszínétől h mélységben levő dh elemi rétegre ható erők egyensúlyára a *27. ábra* nyomán felírható:

$$Ap_v + \rho gAdh = A(p_v + dp_v) + \mu K p_h dh ,$$

ahol: ρ az anyag térfogatsűrűsége, kg/m^3,
A a siló keresztmetszete, m^2,
K a henger kerülete, m,
p_v, p_h a silóban ható vertikális, ill. horizontális nyomás, N/m^2.

Az egyenletet rendezve, majd $R = 0{,}25\ D$ hidraulikai sugár és $k = p_h/p_v$ helyettesítés után megoldva, a p_v, ill. p_h nyomásra a következő eredményekhez jutunk:

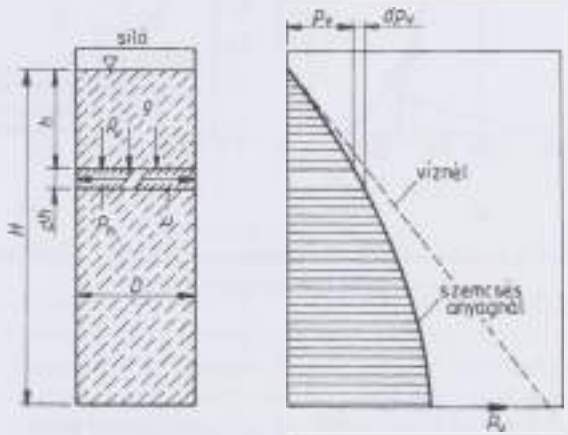
$$p_v = \frac{\rho g R}{\mu k}\left(1 - e^{\frac{-\mu k}{R}h}\right), \quad \text{N/m}^2,$$

$$p_h = \frac{\rho g R}{\mu}\left(1 - e^{-\frac{\mu}{R}h}\right), \quad \mathrm{N/m^2}.$$

Bevezetve továbbá a $H/D = r_1$ és a $h/D = r_2$ jelöléseket, az előbbi összefüggések a következő alakra hozhatók:

$$\frac{p_v}{\rho g H} = \frac{1 - e^{-4\mu r_2 k}}{4 r_1 \mu k},$$

$$\frac{p_h}{\rho g H} = \frac{1 - e^{-4\mu r_2 k}}{4 r_1 \mu}.$$

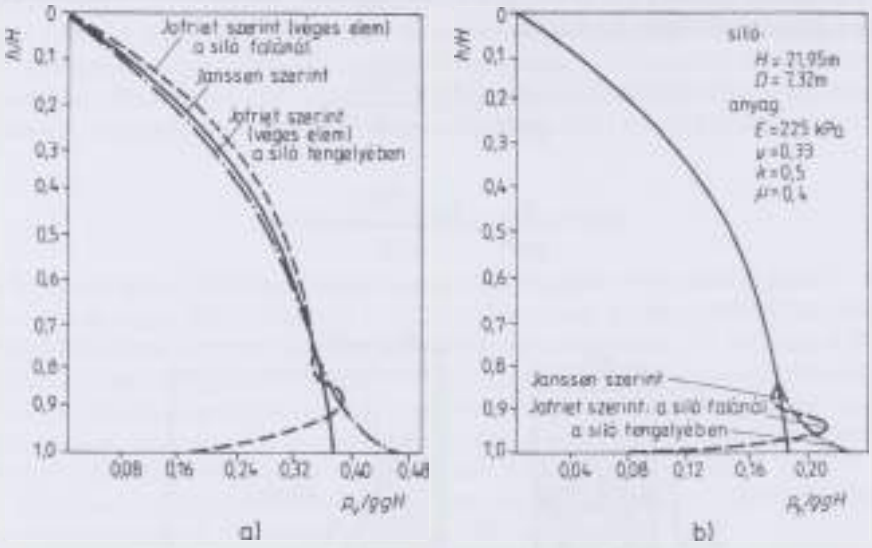


27. ábra. Nyomásviszonyok a silóban

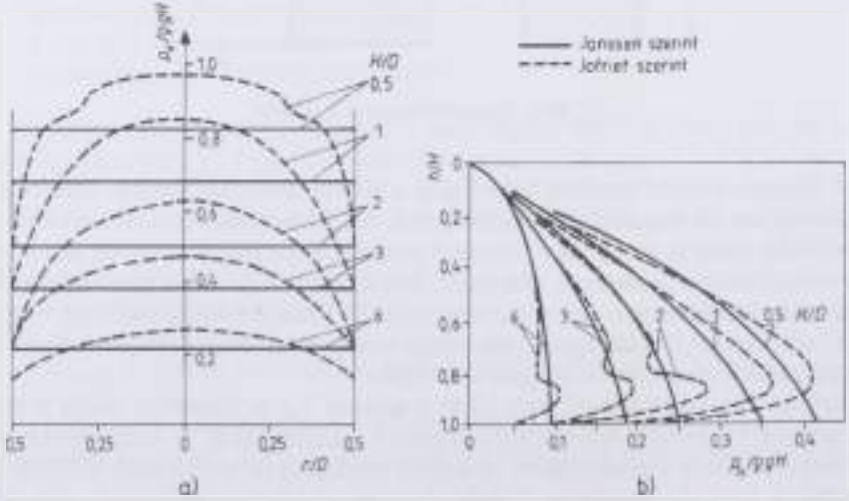
A Janssen-elmélet statikus terheléskor a főként szemcsés halmaz esetében a gyakorlatban jól használható eredményt ad. *Szecskázott anyagokban azonban a tömörödés miatt ρ, az erjedési folyamat következtében pedig az anyag mechanikai tulajdonságai jelentősen változnak.* Hasonló okok miatt az előzőekben felsorolt kezdeti feltételek egy része nem teljesül. Ezért a silók belsejében vagy a siló falán ébredő feszültséget a végeselem-módszerrel, adott körülményekre jellemző mérési eredmények alapján számítják.

Jofriet és munkatársa pl. egy 22 m magas és 7,3 m átmérőjű silóra 9 csomópontos végeselem-módszerrel végeztek számításokat a Janssen-elmélet érvényességének ellenőrzésére. A kapott eredmények a siló alsó 10%-át leszámítva, igen jó egyezést mutattak a Janssen-elmélet egyenletei alapján számított értékekkel *(28. ábra)*. Az ábrán látható, hogy a függőleges nyomás számított értékei viszont a silófeneken jelentősen eltérnek a Janssen-elmélet

szerintitől: p_v a siló tengelyében jóval nagyobb, mint a fal mellett. Az eltérés függ a siló magasságának és átmérőjének arányától *(29/a ábra)*. Hasonló eltérést mutatnak az oldalirányú nyomás értékei a *H/D* arányának függvényében *(29/b ábra)*.

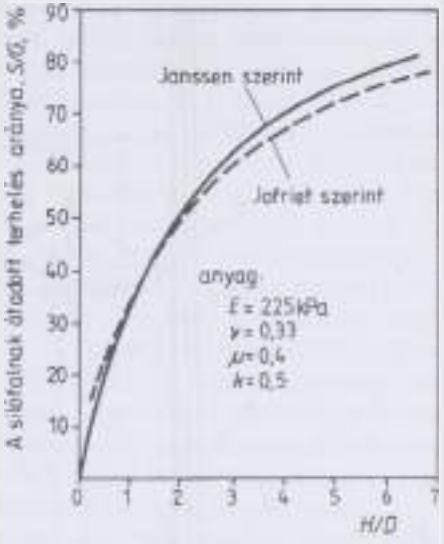


28. ábra. A silóban uralkodó nyomásviszonyok Janssen és Jofriet szerint
a) vertikális, *b)* horizontális nyomás



29. ábra. A siló fenekén, tengelyében és a falánál fellépő nyomások
a) vertikális, *b)* horizontális nyomás

A Janssen-formulával számított értéktől való eltérés nyilvánvalóan annak a következménye, hogy *H/D* kisebb értékeinél egyre kevésbé teljesül a feltételezés, hogy μ_0 értékei a vízszintes síkokban állandók.

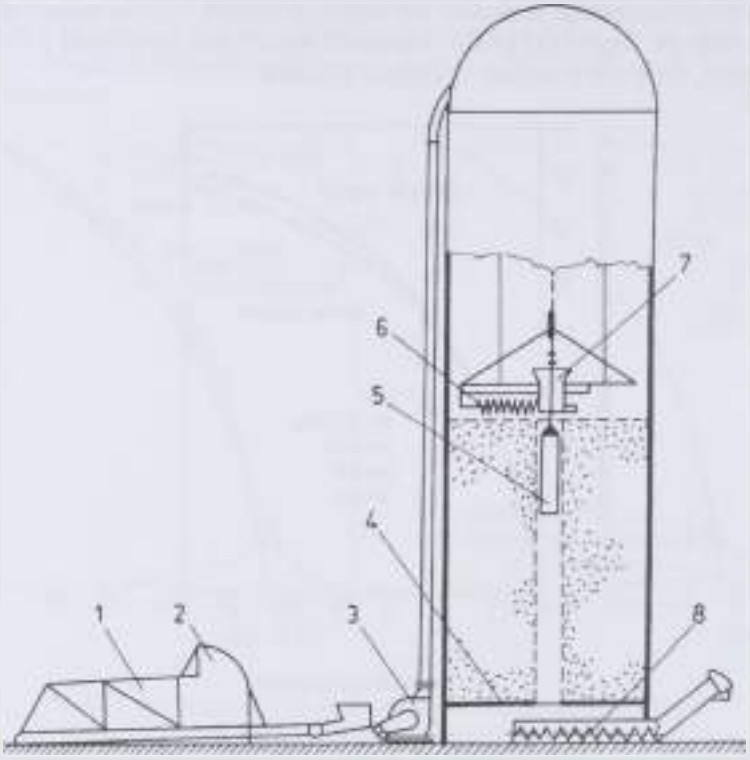


30. ábra. A silófal terhelése

A *30. ábrán* a Janssen-elmélet, ill. a véges elem módszer alapján a silófalon ébredő súrlódási erőt (*S*) mint a tárolt (*G*) súlyt hordozó erő arányos részét *H/D* függvényében szemléltetjük. Látható, hogy a magas silókban tárolt szilázstakarmány összsúlyának kb. 80%-át a silófal veszi fel, vagyis az alapozást úgy kell méretezni, hogy a hengerhéj alatti körgyűrű alakú felület képes legyen elviselni a fentiek szerint összeadódó terhelést.

Toronysilók gépi berendezései

A toronysilók töltése – az ürítési rendszertől függetlenül – azonos módon felülről történhet. A leggyakrabban alkalmazott technológia a *31. ábrán* látható. A szecskázva betakarított és beszállított takarmány fogadó-adagoló asztalra kerül. Az egyenletesen adagolt takarmányt egy szállítószalag juttatja a dobventilátorba, mely az oldalfalhoz rögzített csővezetéken keresztül a kupola felső részén át dobja a tárolótérbe. A csővezeték vége elforgatható, így a torony körkörösen tölthető, ill. a csővezeték végére terítő-berendezés szerelhető a nagyobb átmérőjű tornyoknál. Az anyag egyenletes szétterítésére egyes felső ürítő-berendezések is felhasználhatók (lásd később). A tornyok töltését 4–5 nap alatt be kell fejezni, és azonnal meg kell oldani a légmentes lezárást, hogy megindulhasson az erjedés.



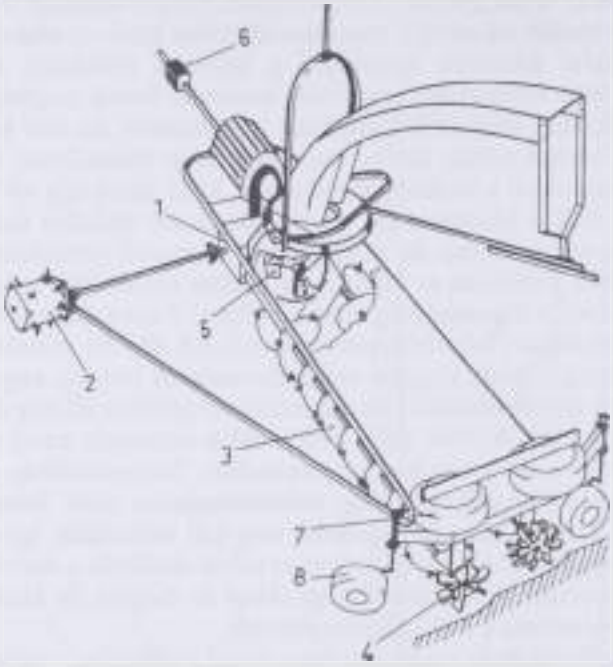
31. ábra. Középső éjtő aknás toronysiló
(*1* fogadó garat, *2* tépő-és adagoló szerkezet; *3* dobóventilátor; *4* fenéklemez; *5* aknahúzó dugó; *6* rendező és kitermelő berendezés; *7* kitároló garat; *8* kihordó csiga vagy szalag)

A torony feltöltésére alkalmazhatók szalagos, kaparóelemes szállítóberendezések is. Továbbá a nedves szemeskukorica serleges felhordóval is betölthető a toronyba. Külföldi kisebb gazdaságokban használják az ún. „lerakó" szecskázókat is a toronysilók töltésére. Ezek tulajdonképpen célszerűen kialakított stabil szecskavágók, melyek alkalmasak a rendfelszedő kocsikkal beszállított előfonnyasztott vagy száraz szálastakarmányok különböző méretű felaprítására, és a tárolóba történő juttatására. A dobóventilátoros szecskázó etetőlánca 2,8 m hosszú és 1,25 m széles etetővályúban, a talajtól 50 cm magasságban helyezkedik el. Így fogadni tudja a rendfelszedő kocsiról önüritéssel lerakott takarmányt és az 1,3 m széles önbeálló behúzócsiga segítségével az etetőszerkezethez juttatja azt. Az aprítószerkezet késes tárcsájára szerelt dobólapátok a silózandó zöldtakarmány szecskát max. 18 m magas toronysilókba képesek feljuttatni 250 mm átmérőjű töltőcsövön keresztül. A szállítómagasság, vagy -távolság száraz szálastakarmány szecskánál (pl. pajtába, szénatoronyba juttatás) a 40 m-t is eléri. Toronysilóba történő betároláshoz külön rendelhető adapterre van szükség a rövid szecska előállítása végett.

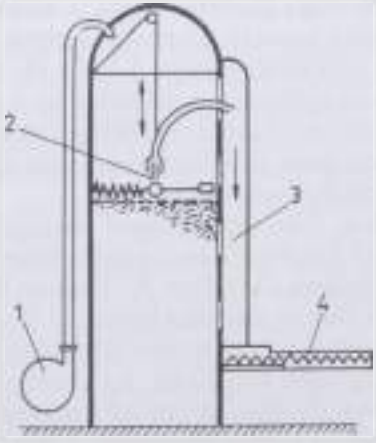
A toronysilók az ürítés módját tekintve eltérők. Csoportosításuk is ez alapján történhet. Az erjesztett takarmány kitárolása történhet felső- és alsó ürítéssel. A felső kitermelővel felszerelt tornyoknál a középső ejtőaknás, az oldalsó ejtőaknás és a felső ürítőnyílású rendszerek ismertek. Ennek megfelelően a kitermelő berendezések szerkezeti kialakítása is változatos. Az alsó kitermelésű silótornyoknál kivétel nélkül láncos marószerkezetet használnak. A középső ejtőaknás rendszereknél a betároláskor alakítják ki az aknát egy kb. 80 cm átmérőjű henger felfelé húzásával (31. ábra). Megfelelő ejtőakna csak 4–5 cm hosszú szecskával készíthető. Itt az egyesigás kitermelő berendezések alkalmazhatók, melyek fölmarják és középre az aknába továbbítják a takarmányt. Ezeknél a gépeknél a fogásmélység elérheti a 2,5–3,5 cm-t és kevésbé érzékenyek a szecskahosszra. Teljesítőképességük 4,0–5,8 t/h. Az ejtőaknában aláhulló takarmányt a siló alá benyúló szállítóberendezés (szalag, csiga, kaparólánc) hozza ki és általában stabil kiosztórendszerrel kerül az állatok elé. További előnyük, hogy töltés közben aktív teritőmunkát végeznek, ezzel egyenletes tömörség érhető el a siló teljes keresztmetszetében. Toronysilókban egyébként külön tömörítésre nincs szükség a nagy halmazmagasság miatt. Betároláskor a marókésekkel felszerelt csiga forgásirányát meg kell változtatni, így a középen elhelyezkedő fogadótölcsértől sugárirányban kifelé szállítják a dobóventilátorral feljuttatott szecskát. A bedobócső vége ebben az esetben fix kialakítású lehet, a szecska bejuttatása a siló közepére történik.

Az oldalsó ejtőcsatornás rendszerű tornyoknál a palláston – egymás fölött légmentesen zárható ajtókkal ellátott – kidobó nyílásokat képeznek ki. A szilázs felső részén körbejáró két csigás maróberendezés középre, a dobóventilátorhoz szállítja a takarmányt. A körforgást egy támasztó- és továbbító henger biztosítja. A maróeszközt a falak mentén görgők vezetik meg. A 6 m átmérőjű tornyoknál a marószerkezettel együtt körbeforgó dobóventilátor közvetlenül kijuttatja a felmart takarmányt a kidobó nyílásokon. A 9 m átmérőjű tornyoknál egy kihordó csiga közbeiktatására is szükség volt *(32. és 33. ábrák)*. A hazai üzemekben használt kitermelő-berendezések optimális fogásmélysége 1,5–2,0 cm, teljesítőképessége 3,4–3,6 t/h volt. A kidobó nyíláson kijutó takarmány oldalsó ejtőaknában aláhullva jut a szállítószerkezetre. Kitermelés során megfelelő időközönként szükség van a következő kidobó nyílás záróajtójának leszerelésére és a kihordócsiga áthelyezésére. Ez a kitárolási megoldás 2 cm szecskahosszúságot igényel.

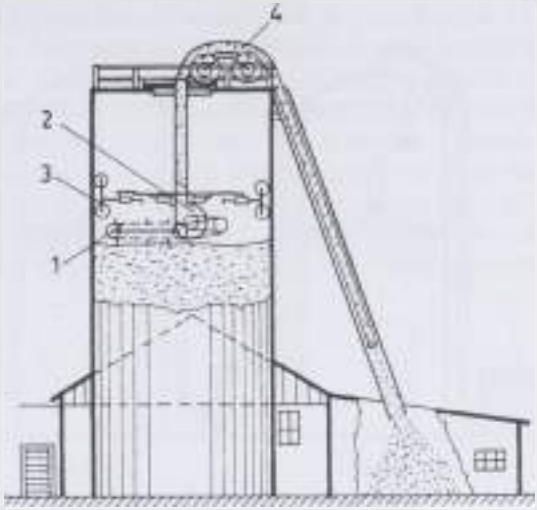
A felső kitermelésű és felső ürítőnyílással rendelkező toronysilók előnye, hogy elmarad az oldalsó kidobó nyílások nyitása-zárása, és nem áll fenn a középső ejtőakna eldugulásának a veszélye. A *34. ábrán* látható változatnál az erjesztett takarmányt maróláncos szerkezet termeli ki és szállítja középre a dobóventilátorhoz. A marószerkezet és dobóventillátor központban történő vezetését rugóterhelésű támasztógörgők biztosítják. Az eltérő jellemzőkkel rendelkező tömegtakarmányok kitermeléséhez különböző kialakítású, cserélhető maróláncok állnak rendelkezésre. A felmart takarmányt a dobóventilátor egy flexibilis kifúvó csövön juttatja ki a toronyból. A kifuvócső kivezetése és félkörives megvezetése a torony tetején történik, a vége egy surrantócsőbe nyúlik.



32. ábra. A leggyakrabban alkalmazott csigás dobventilátoros kitermelő berendezés oldalsó ejtő aknás silókhoz
(*1* vázszerkezet és meghajtó berendezés; *2* forgató támkerék; *3* középre hordó csigák; *4* forgató csillag kerekek; *5* dobventilátor; *6* állítható ellensúly; *7* támkerék; *8* határoló kerék a fogásmélység beállításához)



33. ábra. Oldalsó ejtő aknás toronysiló
(*1* dobventilátor a betermelésnél; *2* dobventilátoros kitermelő; *3* ejtő akna; *4* továbbító csiga)

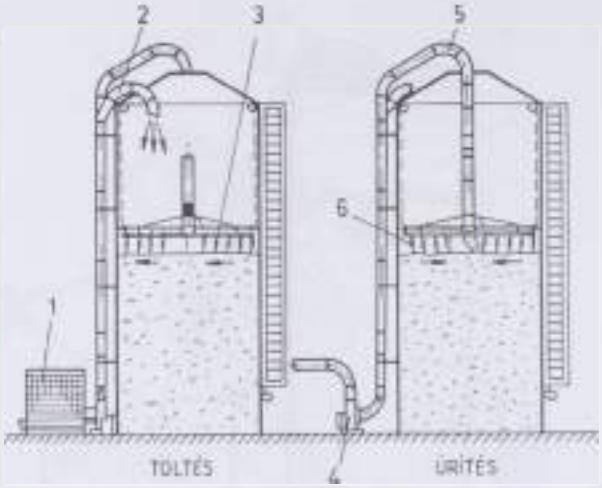


34. ábra. Marólláncos felső kitermelő dobventilátorral (SILOBLITZ)
(*1* marólánc; *2* dobventilátor; *3* támkerekek; *4* szállító cső)

A csipkés marótárcsás felső kitermelésű berendezésnél a fellazított és középre terelt takarmány elszívással kerül ki a toronyból. A *35. ábrán* egy ilyen rendszerű siló töltési és ürítési technológiája látható. A töltéskor és ürítéskor ugyanaz a szívó-nyomó rendszerű pneumatikus szállítórendszer működik, csak fordított üzemben. Töltéskor a csipkés–tárcsás kitermelőberendezés részt vesz az anyag egyenletes elterítésében. Egyes csipkés marótárcsák ekkor kifelé, a fal irányába szállítják a takarmányt, míg mások ellentétesen. A töltő és ürítőcső átmérője 380 mm és a torony csonkakúp alakú kupoláján keresztül csatlakozik a toronyhoz. A változó mélységből történő kitermelést teleszkópos szívócső kialakítás teszi lehetővé. Ezek a silótornyok szénázs készítéshez pl. 4–9 m átmérővel és igény szerinti magassággal acéllemez táblákból csavarkötéssel kerülnek összeszerelésre. Nagyobb szecskahosszúság (max. 15 cm) mellett is üzemeltethetők.

Az alsó ürítésű tornyok fémkivitelben készülnek (leggyakoribb az acéllemez, melyet belül tűzzománccal látnak el). Fontos a sima belső felületkiképzés, mert az alul történő kitermeléskor a takarmánynak lefelé könnyen kell csúsznia. Ezt szolgálja továbbá a lefelé bővülő átmérő is, amelyet úgy érnek el, hogy az egymás után következő elemsorok átlapolása belülről történik. Az alsó ürítésű toronysilóknál megvan a lehetősége a használat közbeni tetszés szerinti utántöltésnek is. A folyamatos üzemeltetés lehetősége (töltés és ürítés ugyanazon időszakban) elsősorban a kisebb állatlétszámmal rendelkező gazdaságokban előnyös.

Az alsó ürítésű tornyoknál kivétel nélkül láncos kivitelű marószerkezetet alkalmaznak. A marószerkezet a legnagyobb térfogattömegű alsó rétegben dolgozik, igénybevétele jelentős, ezért ezeknél a tornyoknál az átmérő általában 5–6 m, egyes típusoknál max. 8 m. Magasságuk 15–18 m. A méretükből adódóan kicsi a térfogatuk (400–500 m^3), így magasak a fajlagos költségek. A kitároló berende-



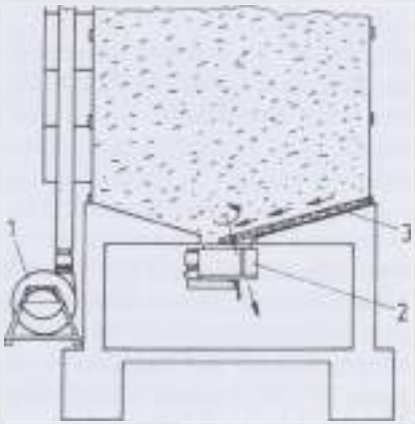
35. ábra. Marótárcsás, pneumatikus szállítású, felső ürítésű toronysilő gépesítési technológiája (*1* töltő garat a doboventilátorral; *2* töltőcső; *3* tömörítő és egyenget csillag kerekek; *4* kitermelő szívó ventilátor; *5* szívócső; *6* lazító és kitermelő csillagkerekek)

zések üzembiztonsága is rosszabb mint a felső ürítésű tornyoké. Mint szenázstornyok a fentiek miatt nem terjedtek el a hazai nagyüzemekben. A kitermelő-berendezések két változata létezik attól függően, hogy vízszintes, vagy kúpos fenékkel rendelkezik-e a tároló.

Legelterjedtebbek a vízszintes fenékkel épült acéllemez tornyok, melyeknél a kitermelő szerkezet két fő működő egységből áll. A tépőfogakkal ellátott marólánc a halmaz alján körbe forogva középre hordja a kimart takarmányt, amit a kihordólánc szállít ki a torony oldalán található ürítőnyíláson keresztül. A marószerkezetet csak az ürítés megkezdésekor kell a toronyba helyezni. Kialakítása lehetővé teszi, hogy működtetve saját magát „bemarja" a toronyba. Megfelelő minőségű szenázs kitermelésekor boltozódás következik be. Így rendszeres és hosszabb üzemidejű kitárolás után a halmaz alapterületének mintegy 1/3-án kell a marólánccnak nagy térfogattömegű anyagban haladni *(36. ábra)*. Az alsó ürítésű tornyoknál a kitárolás miatt a megengedett szecskahosszúság 2 cm.

36. ábra. Alsó kitermelésű toronysilő (*1* körbeforgó marólánc; *2* kihordólánc; *3* hajtószerkezet)

A kúpos fenékkel rendelkező toronysilók is készülnek. A *37. ábrán* bemutatott változatnál pl. 5 m átmérőnél 210–270 m^3, 6 m-es ármérőnél 350–500 m^3 a befogadó térfogat. A kúpos fenékkiképzést is magába foglaló alapot monolitbetonból alakítják ki és 6 db alátámasztással (betonoszlop) rendelkezik. A kitároló szerkezet itt egyetlen marólánchól áll. Az ürítőnyílás a torony középpontjában az alapnál található, így a marólánc által felmart és középre hordott takarmány a nehézségi erő hatására magától kihullik. A marószerkezet bármilyen helyzetben „bejáratható" és ki is vehető a toronyból. Ez elsősorban a váratlan meghibásodás esetén jelent előnyt a kétrészes marószerkezettel szemben.



37. ábra. Marólláncos ürítőberendezés kúpos aljú toronysilónál
(*1* fúvóventilátor; *2* kitermelő egység meghajtó szerkezete; *3* körbe forgó marólánc)

A szem- csutka keverék és nedveskukorica erjesztéses tartósítására és tárolására létesített tárolósilók acéllemezből készültek és közöttük alsó és felső ürítésű változatok is előfordultak. Hazai gyakorlat szerint ezekben a toronysilókban nedves szemeskukoricát tárolnak, amelynek a nedvességtartalma a betakarításkor 24–28%, ami alacsonyabb, mint falközi silóknál, továbbá itt elmarad a betárolás előtti zúzása is az anyagnak. Részben a betakarítógépek, de nagyobbrészt a dobóventilátoros betárolás következtében a toronyba bekerült termény 50–80%-ban tört szemnek minősül, átlagos szemcseméretе 4,5–6,7 mm. A betárolt nedves szemeskukorica saját súlyánál fogva tömörödik és az átlagos térfogattömege 750–800 kg/m^3 értéket ér el. A légmentesen lezárt toronyban a tejsavas erjedés 30–40 nap alatt végbemegy, a tárolási veszteség 2–3 százalék körül alakul. A toronyban tárolt nedves terményt vagy szemcsutka keveréket rendszerint a sertésekkel etetik fel keveréktakarmányba bedolgozva, vagy közvetlenül a folyékony takarmányba keverve. Darálására így a felhasználás előtt, annak ütemében kerül sor. Felvetődött a darálás előtti frakcionálás gondolata is, ugyanis a fentiekben ismertetett átlagos szemcseméret mellett pl. a 2 mm-nél kisebb szemcsék részaránya a 30–35%-ot is elérheti. Darálásnál energia megtakarítás érhető el, ha frakcionálással leválasztjuk a további aprítást nem igénylő

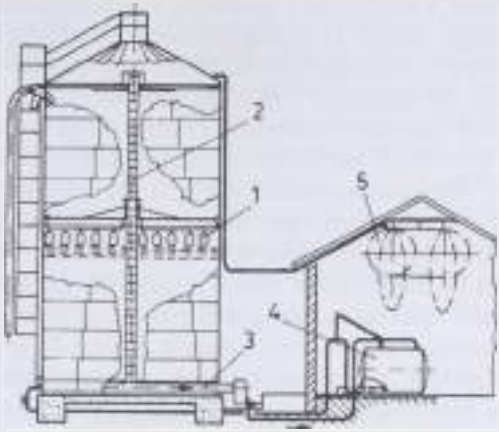
részt, ugyanakkor ezzel a nem kívánatos lisztes frakció részaránya is jelentősen csökkenthető. A frakcionálás a falközi silókban tárolt nedves kukoricazúzalék esetében is javasolható, elsősorban a 15–25%-ban előforduló, 4 mm-nél nagyobb szemcseméret miatt. Ez a mérettartomány a csővezetékes folyékony takarmánykiosztásnál okozhat gondot. Frakcionálás alkalmazásával csak kisebb mennyiségnél kell az újbóli aprítást elvégezni.

Az alsó ürítésű toronysilók töltésének és ürítésének gépesítési technológiája gyakorlatilag megegyezhet a fentiekben a szénázskészítésnél bemutatott rendszerrel. A dobóventilátoros töltővonallal és maróláncos alsó kitermelővel rendelkező toronysilók, a nedves szemeskukorica, vagy a szem–csutka keverék erjesztéses tartósítására is alkalmasak.

A Magyarországon kifejlesztett és gyártott silókból többféle elrendezésű nedves szemestermény-tároló telep alakítható ki. Pl. a 6,7 m átmérőjű és 650 m^3 térfogatú torony vízszintes fenék elrendezésű. Sajtolt acéllemeztalcákból (soronként 24 db) csavarkötéssel készül az oldalfal, melyet saválló felületvédelemmel látnak el. A lemezvastagság változó, 2–5 mm. A tornyot felülről a vízszintessel 25°-os szöget bezáró kúp alakú tetőszerkezet zárja le. Biztosítva van a torony légmentes zárása. A tornyok töltése történhet serleges felhordóval vagy dobóventilátorral. A serleges felhordót célszerű középen elhelyezni és a köré telepített négy torony surrantócsöveken keresztül tölthető meg. A mobil dobóventillátorral történő töltésnél a szállítóteljesítmény 20 t/h 21,6 m-es emelőmagasságnál. A dobóventilátor üzemeltethető TLT hajtással és villanymotorral egybeépítve is. Teljesítményigénye 37 kW. A torony kitárolására egytagú láncos marószerkezet szolgál, melyet az ürítés megkezdésekor – a záróajtó leszerelése után – kell a torony alsó szintjénél behelyezni és légmentesen csatlakoztatni. A teljes terménymennyiség kitárolását a marólánc vízszintes síkban jobbra és balra 40°-os szögbe történő elmozdításával, valamint a forgásirány megváltoztatásával lehet elérni. A holttereknél a fenék lejtős kialakítású.

A szem–csutka keverék és nedves szemeskukorica tárolására alkalmas speciális felső kitermelésű középső ejtőaknás toronysiló változat látható a *38. ábrán.* Ez a kitárolási megoldás a hagyományos felső ürítőnyílású elszívásos rendszerrel szemben energiatakarékosabb, ugyanakkor teljesítőképessége nagyobb, eléri a 10 t/h-t (a hagyományosnál 3,5–4,5 t/h értékek adódtak nedves szemeskukorica kitárolásakor). A csipkés marótárcsákkal dolgozó felső kitároló berendezés nem változott, a siló közepére nyílásokkal állított fém ejtőakna került. A felmart és középre terelt szemes szerkezetű termény a nyílásokon átjutva lehullik a torony alján elhelyezkedő kitároló csigához. Elmarad a pneumatikus szállítás, így nincs szükség a ventilátor működtetésére kitároláskor. A középső ejtőaknás tornyok 5,36–8,04 m átmérővel, 200–1050 m^3 térfogattal készülnek.

Valamennyi takarmányféleség erjesztéses tartósításánál alapvető szabály a töltés után történő azonnali légmentes lezárása a toronynak. Ezt a célt szolgálják a tetőszerkezetet alkotó jól záródó kupolák és a tömítéssel ellátott kitároló és kezelő ajtók. Az alsóürítésű kitároló berendezések az ürítőnyílásoknál szintén légmentesen csatlakoznak a toronyhoz. A levegő bejutásának megakadályozása a tejsavas erjedés érdekében fontos, de a tárolás során és a kitároláskor is lényeges.



38. ábra. CCM tárolására kifejlesztett középső ejtőaknás toronysilló
(*1* marószerkezet; *2* ejtőcső; *3* csiga; *4* széndioxid; *5* légzsák)

mert így az utóerjedést megakadályozhatjuk. Az esetlegesen kipréselődő sejtnedvek (csurgaléklé) elvezetésére többnyire szifonrendszerű túlfolyó szolgál a torony alján, így a levegő bejutása itt sem lehetséges. A csurgaléklé szivattyúval is eltávolítható a toronyból, így a tárolása és környezetkímélő elhelyezése jobban megoldható. A tornyokban nyomásingadozás lép fel, melyet a hőmérsékletingadozás, az erjedéskori gázképződés (CO_2) és a kitermelésből eredő térfogatváltozás okoz. A levegő bejutás mérséklése ill. kiküszöbölése érdekében folyamatos nyomáskiegyenlítésre van szükség. Legegyszerűbb megoldás a szívó és nyomószelepek használata. A nyomáskiegyenlítődés ellensúllyal beállítható nyomáson játszódik le, így korlátozott a légcsere. Nyomáscsökkenéskor a környezeti levegő helyett széndioxid (CO_2) is juttatható a tárolóba. Ez a megoldás nagymértékben növeli a tárolás biztonságát, de költséggel jár. A nyomás kiegyenlítésre a leggyakoribb megoldás a légzsákok alkalmazása. A légzsákok elhelyezhetők a kupolákban, vagy a tornyon kívül (lásd *38. ábra*). A légzsákok eltérő kialakításúak lehetnek (pl. gömb, thoroid gyűrű, paplan stb.) és összeköttetésben állnak a külső levegővel. A torony nyomáskiegyenlítését térfogatváltozással biztosítják. A silótornyoknál biztonsági szelep beépítésére minden esetben szükség van a káros mértékű túlnyomás megelőzése érdekében.

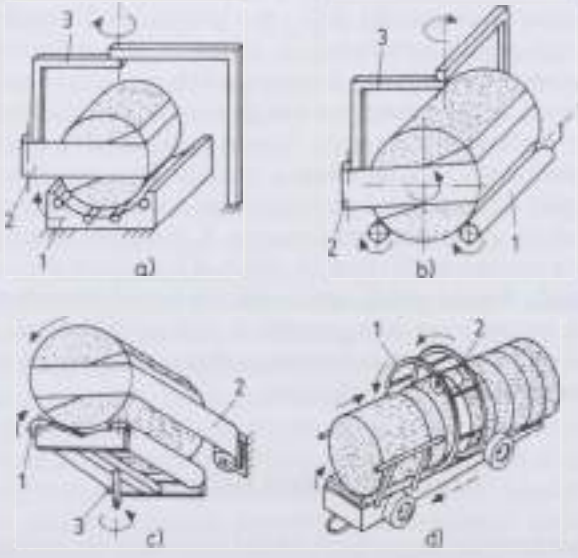
Szenázskészítés bálázással

A bálázott szálastakarmány erjesztéssel történő tartósítása viszonylag új eljárásnak számít. Külföldön viszont már széles körben használják. Előnye, hogy elmaradhat a költséges silóépítés és utóerjedési veszteséggel sem kell számolni. Ezek az előnyök főként kisebb gazdaságokban jelentkeznek. Hazai alkalmazása elsősorban lucernaszenázs készítésnél lehetséges. A 40–60% nedvességtartalomra fonnyasz-

tott lucernánál elmarad a levélpergési veszteség és a karotintartalom eléri a szarvasmarhának szükséges szintet. Lucernaszenázs-bála a vegetációs időn belül bármikor készíthető, célszerű azonban a harmadik- és negyedik növedéket így tartósítani. Ekkor a tárolási idő nagysága – és ezzel a tárolási veszteség is kisebb lesz.

Az előfonnyasztott szálastakarmányokból bálázás után is csak légmentes körülmények között készíthető megfelelő minőségű erjesztett takarmány. A légmentes lezárás ún. fóliacsomagolással történik. Az elkészült hengeres- vagy szögletes nagybáláknál egyesével vagy csoportosan végezhető el a csomagolás. A szögletes nagybáláknál alkalmazható továbbá a kazalban, fóliatakarással végzett szenázskészítés is, mely eljárás főként a nagyobb gazdaságoknál előnyös.

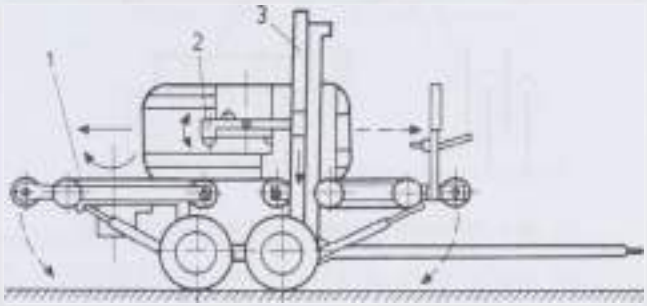
A jelenleg használt bálacsomagoló gépek működési elve a *39. ábrán* tanulmányozható. A csomagolás fóliacsík átlapolt felesévélésével történik, ami összetett mozgást igényel. A nagybálák egyedi csomagolásánál a hossztengely körüli elforgatással biztosítható az átlapolás. Ezt a mozgást pl. görgőkkel ellátott forgató vályú (*a* változat), vagy két forgatóhenger (*b* és *c* változat) biztosíthatja. A forgatóhengereket hevederek is összeköthetik. A csomagoló fóliának a bála körüli csévélésére két megoldás használatos. Történhet körbeforgó csévélőkarral (a fóliatekercs a karon található, *a* és *b* változat), valamint a forgatóasztal körbeforgatásával (*c* változat). Ez utóbbi esetben a fóliatekercs tartója rögzített. A forgatóvályús (*a* változat) megoldás csak hengeres nagybála csomagolására használható, a többi változat egyaránt alkalmas a hengeres és szögletes nagybálák csomagolására is.



39. ábra. Fóliacsomagoló gépek működési elvének változatai
(*a*: *1* forgatás, *2* fóliacsomagoló fej, *3* forgó csomagoló konzol; *b*: *1* forgatás, *2* fóliacsomagoló fej, *3* forgó csomagoló konzol; *c*: *1* forgatás, *2* fóliacsomagolás, *3* forgatás; *d*: *1* csomagoló fej forgató, *2* fóliacsomagoló fej, *3* bála továbbító)

A forgató szerkezetek (elsősorban szögletes bálaknál) a fentiektől eltérő kialakításúak is lehetnek (pl. kettős hengerpár, görgőspalástú forgatódob stb.).

A 39/d ábrán a bálák csoportos csomagolására alkalmas vontatott gép működési vázlata látható. A megoldás előnye a csomagolóanyag megtakarításban jelentkezik. Itt ugyanis a hengeres és szögletes nagybálákat egymás után, véglapjukkal érintkezve helyezik fel a csomagoló gép szállítószalagjára. A fóliatakarást csak a bálák palástfelületén kell elvégezni, a csévélést egy – a bála körül körbeforgó – abroncsszerkezet végzi. A fóliatekercs rögzítése is ezen történik. Az átlapolást is biztosító továbbító mozgást a szállítószalag és a működtető erőgép együttesen biztosítja.



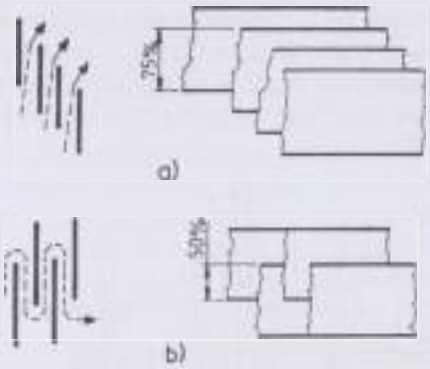
40. ábra. Két billenőasztalos szögletes nagybála csomagológép
(*1* forgatás; *2* fóliacsomagoló fej; *3* forgó csomagoló konzol)

Különleges, két billenőasztalos szögletes nagybála-csomagológép látható a *40. ábrán*. A vontatott gép a billenőasztalok segítségével elvégzi a bálák fölvételét és lehelyezését is, így nincs szükség rakodógépes kiszolgálásra. A gép alkalmas minden olyan szögletes bála csomagolására, melynek szélessége 80–120 cm, magassága 47–100 cm és hossza 1,4–1,8 m. A csomagolást több lépésben végzi a következők szerint:

- A talajon lévő bálát felveszi a gép. Az első asztal előre billentését, majd újra vízszintbe állítását hidraulikus munkahenger végzi.
- A bála az első asztalról halad a hátrafelé (átlapolást biztosító mozgás), a csévélés a bála körül abroncsszerkezettel együtt körbeforgó fóliatekercsről történik.
- A hátsó asztal körbeforgatásával megtörténik a bála függőleges oldalai mentén a fólia átcsévélése (a fóliatartó 90°-kal elfordult, függőleges helyzetben áll, ill. az átlapolás mértékében mozdul).
- A bála most hátsó asztalról halad az első asztal irányában, és az első pontnak megfelelően még egy átlapolt fóliaréteg kerül rá.
- A bálát az asztalok szállítószalagjai hátraviszik, majd a hátsó asztal billentésével megtörténhet a csomagolt bála talajra helyezése.

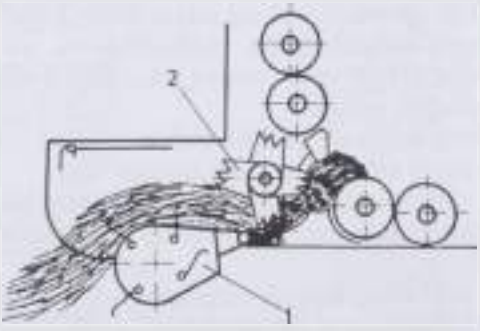
A csomagolásra polietilén ún. sztrecsfólia használható, melynek szélessége 50 vagy 75 cm, vastagsága 20 vagy 25 μm. Az átlapolásra két változatot mutat

a *41. ábra.* A fólia tulajdonképpen mindkét esetben négy rétegben kerül fel a bála felületére egyszeres 75%-os átlapolással *(41/a ábra)*, vagy kétszeres 50%-os átlapolással *(41/b ábra)*. A levegő bejutásának elméleti lehetősége (szaggatott vonal) az utóbbi változatnál jóval kisebb.



41. ábra. Átlapolási változatok a fólia felcsévélésénél

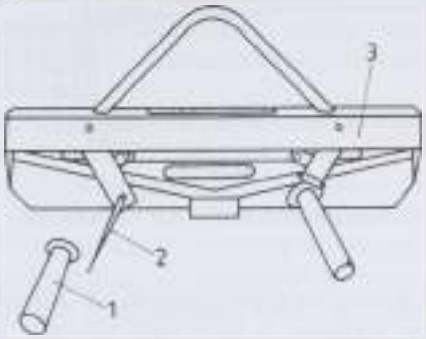
A szenázsbála készítésére kezdetben a hengeres nagybálázókat használták, a csomagológépek kialakítása is ezeknek felelt meg. A tömöríthetőség és a felhasználás megkönnyítése érdekében a bálázók egyes típusainál beépítésre került a bálázandó anyagot szeletelő-szerkezet. Általában egy szeletelő késsort alkalmaznak *(42. ábra)*, melynél 14 db 70 mm osztástávolsággal elhelyezett kés található. A kések törés ellen egyedi rugós biztosítással rendelkeznek.



42. ábra. Hengeres nagybálázó szeletelő szerkezete
(*1* felszedő szerkezet, *2* szeletelő)

A fóliába csomagolt szenázsbálák gondos kezelést igényelnek. A légmentes lezárást biztosító fóliaréteg sérülését a rakodás és szállítás közben el kell kerülni. Ebből a célból a rakodógépeket speciális fogószerszámokkal kell ellátni. A *43. ábrán* egy olyan fogóeszköz látható, amelyet egyaránt lehet csomagolatlan és csomagolt hengeres bálák rakodásánál használni. A csomagolt bálák rakodá-

sához a szúrótüskékre tompa végű védőcsövet kell felhelyezni. A fogóelemek távolsága hidraulikus munkahenger segítségével 760–1520 mm között állítható. Az állítási lehetőség a különböző átmérővel rendelkező hengeres nagybáláknál is biztonságos megfogást és sérülésmentes kezelést tesz lehetővé.



43. ábra. Univerzális fogóeszköz hengeres bálákhoz

A hengeres bálázók után több szögletes nagybálázót is alkalmassá tettek az előfonnyasztott szálastakarmányok bálázására. A szögletes nagybálás szenázskészítés a szállítás és tárolás szempontjából előnyösebb, mint a hengerbálás.

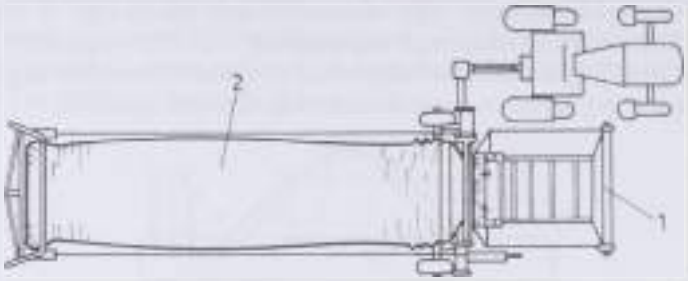
A szögletes nagybálázókkal készíthető szenázsbála keresztmetszete a típustól függően nagyon változó lehet. A bála szélessége 800–1200 mm, magassága 400–850 mm között változik. A bála hossza minden gépen beállítható (pl. 1000–2000, vagy 1200–2500 mm között). A bálák hosszát a szállítóberendezések rakfelületének, ill. a kazal alapterületének figyelembevételével kell megválasztani és beállítani. A lucernaszenázs készítésnél a bála tömörségét a szögletes nagybálázóknál 400–500 kg/m^3 értékűre célszerű beállítani.

A szögletes nagybálák rakodóberendezésekkel szorosan egymás mellé helyezhetők, belőlük szabályos kazal rakható. A bálakazlak légmentes lezárása kétszeres fóliatakarással történhet. A fólia rögzítésére a kazal lábánál kerül sor, melyre többféle megoldás is létezik.

Erjesztéssel történő takarmánytartósítás fóliazsákban

A szálas és szemestakarmányok erjesztéses tartósítása megoldható egy nagy átmérőjű fóliatömlő felhasználásával is. Ez a szabadalmaztatott eljárás szintén az újabb technológiák közé sorolható. A technológia része egy speciális töltőgép, melynek vontatása és üzemeltetése erőgéppel történik *(44. ábra)*. A fogadó–adagoló garatba a takarmány hátrafelé ürítéssel, vagy billentéssel juttatható a szállítójárműről.

Lépányvázott acélkeretes tartószerkezethez rögzítik az összekötött végű fóliatömlőt. Az így kialakított fóliazsákba a töltő szerkezet tömörítve juttatja be az erjesztendő takarmányt. A töltőgép és a lépányvázott tartószerkezet drótkötél-



44. ábra. Silózás fóliazsákba
(1 felszedő szerkezet; *2* fólia tömlő (zsák))

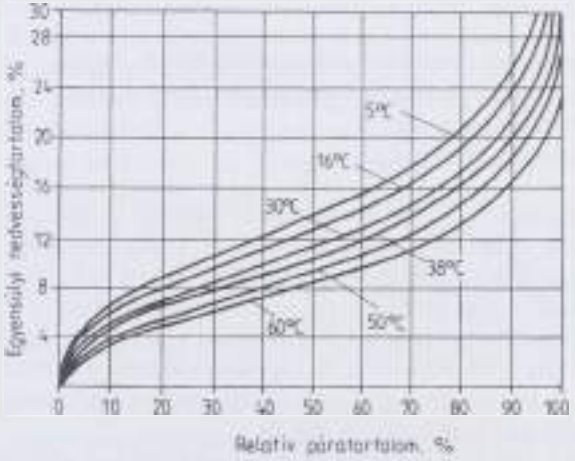
párral van összekötve. A megfelelő bálatömörség ill. a töltőgép előre haladása a kötéldobok fékezésével állítható. A fóliatömlő átmérője 2,40–2,62 m, hossza 33, 50 és 66 m. A fóliazsákban tartósítani lehet a teljes kukorica-növényzúzaléktól a csőzúzalékon és nedves szemestermésen át a fű- vagy lucernaszenázs bezárólag az összes erjeszthető takarmányt.

Takarmányok szárítása és tárolása

Nedves takarmányok szárítástechnikai tulajdonságai

A mezőgazdasági termények – közöttük a takarmányok – higroszkópikus tulajdonságúak, ami a kapillár–pórusos kolloid anyagszerkezetükből következik. Így a körülményektől függően a környezetüktől nedvességet vesznek fel, vagy adnak le.

A nedvesedés (adszorpció) és száradás (deszorpció) általában eltérő ún. szorpciós izoterma mentén megy végbe, amit szorpciós hiszterézisnek nevezünk. A mezőgazdasági terményeknél a hiszterézishurok szélessége általában kicsi, így nem nagy a jelentősége. Az állandó hőmérséklethez tartozó szorpciós izoterma segítségével vizsgálhatjuk a termény nedvességleadó, ill. -felvevő tulajdonságait és meghatározhatjuk az egyensúlyi nedvességtartalmát. Az egyensúlyi nedvességtartalom az anyagjellemzőkön kívül tehát a környezeti levegő állapotjellemzőitől (hőmérséklet és nedvességtartalom) függ. Az adott hőmérsékletekhez tartozó szorpciós izotermák pl. kukorica esetén a *45. ábrán* láthatók [99]. Ha változnak a környezeti levegő állapotjelzői, akkor változik az egyensúlyi nedvességtartalom is, a szemek nedvességet adnak le ill. vesznek fel.



45. ábra. Kukorica szorpciós izotermái

Az egyensúlyi nedvességtartalomnál nedvesebb magvakban ill. azok felületén tárolás közben kémiai folyamatok zajlanak le, a szénhidrátok oxidálódnak: széndioxid, pára (víz) és hő keletkezik:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 = 6\ CO_2 + 6\ H_2O + 2840\ kJ.$$

Mind a hőképződés, mind a víz kedvez a mikroorganizmusok (baktériumok, gombák) tevékenységének, vagyis minél melegebb a halmaz és nedvesebb a gabona, annál fokozottabb az oxidáció. A keletkezett pára a gabonában felfelé ha-

lad és a halmaz felső rétegeiben – különösen alacsonyabb környezeti levegőhőmérsékletnél – lecsapódik és romlást okozhat.

A láncreakciószerűen lezajló hő- és nedvességképződés a gabona gyors felmelegedéséhez és végül öngyulladásához vezethet. Ennek megakadályozására a szemestermányeket gyakran túlszárítják, ami 1–5%-kal alacsonyabb nedvességtartalmat jelent, mint az egyensúlyi nedvességtartalom. Ez túlzott energiaráfordítást és a minőség romlását okozza. Ha az egyensúlyi nedvességtartalomra szárítjuk a gabonát, akkor – az egyenetlen szárítás miatt – a nedves gócokban beindulhat az előbb említett oxidáció. Ennek megakadályozására ill. az egyensúlyi nedvességtartalomnál nedvesebb termény biztonságos tárolásához a halmaz szellőztetésére ill. hűtésére van szükség.

Az anyagok nedvességtartalmát a nedves vagy a szárazanyagra (bázisra) vonatkoztatva adhatjuk meg. Gyakorlatban célszerűbb a nedves anyagra vonatkoztatott (w) nedvességtartalom, míg számítási, kutatási célokra alkalmasabb a szárazanyagra vonatkoztatott nedvességtartalom használata. Az anyagok szárazanyag tömege ugyanis a száradás során nem változik. Nedvesanyagra és szárazanyagra vonatkozó nedvességtartalom meghatározása:

$$w = \frac{m_v}{m_{sz} + m_v} \qquad \text{ill.} \qquad X = \frac{m_v}{m_{sz}} = \frac{w}{1 - w},$$

ahol: w nedvesanyagra vonatkozó nedvességtartalom, kg/kg;
X szárazanyagra vonatkozó nedvességtartalom, kg/kg;
m_v a nedvesség tömeg, kg;
m_{sz} a szárazanyag tömeg, kg.

A fenti összefüggéseket 100-zal szorozva az értékeket %-ban kapjuk.

A takarmányozási céllal termesztett szemes- és szálastakarmányok jelentős hányadát betakarítás után rövidebb-hosszabb ideig tárolni kell, mert előkészítésükre, felhasználásukra csak később kerül sor. A betakarításkori nedvességtartalom egyes szemestakarmányoknál is (pl. kukorica) viszonylag magas, a szálastakarmányoknál pedig a 70–90%-ot ér el. Ugyanakkor ezek a termények megfelelő biztonsággal és kis veszteséggel csak az egyensúlyi nedvességtartalomnál tárolhatók atmoszferikus körülmények között.

Így a tárolás előtt általában víztartalom csökkentésére van szükség. A mezőgazdasági terményeknél vizet természetes és mesterséges szárítási eljárással távolíthatjuk el. A természetes szárítás leginkább a szálastakarmányoknál (szénakészítés) található meg, de a csöveskukoricánál (górés tárolás) és szemes terményeknél is előfordul. Jelen fejezetben a szemes és szálastakarmányok konvektív módon történő mesterséges szárításával foglalkozunk. Konvektív szárítási folyamatról akkor beszélünk, ha a szárítás teljes energiaszükségletét a szárítóközeg fedezi konvekciós (áramlásos) hőközléssel és az elpárologtatott nedvesség elszállítását is elvégzi.

A szárítási folyamat részletes vizsgálata azt mutatja, hogy három jellegzetes részre osztható *(46. ábra)*. Az első szakaszban, melynek elejére csak a rövid fel-

46. ábra. Mezőgazdasági termények száradásának jellemző fázisai

melegítési szakasz, a száradás sebessége (dX/dt) maximális és állandó. A nedvességtartalom mindenütt a higroszkópos érték fölött van az anyagban, a felületen telített gőznyomás uralkodik. Az anyag hőmérséklete is állandó. A száradás sebességét a szárítóközeg paraméterei határozzák meg alapvetően.

A második szakaszban a nedvességtartalom az anyag egyes részein a higroszkópos érték alá süllyed, a kapillárisok összehúzódnak. A párolgási zóna az anyag belseje felé húzódik és a gőzdiffúzió mind nagyobb részt jelent a nedvességvándorlásban. A száradás sebessége csökken, az anyag hőmérséklete nő.

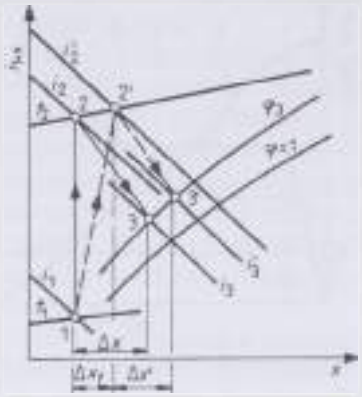
A harmadik szakasz akkor kezdődik, amikor az anyag nedvességtartalma mindenütt a higroszkópikus érték alatt van, a száradás sebessége tovább csökken és a zérushoz közeledik, az anyag hőmérséklete tovább nő, megközelíti a szárítóközeg hőmérsékletét. Ekkor már a víz a kolloid anyagsejtekből ozmotikus nyomáskülönbség hatására diffundál az anyag felületére. Ez az oka annak, hogy a kolloid anyagok zsugorodása is bekövetkezik száradás közben. Ebben a szakaszban az anyag nedvességtartalma a tárolhatósági egyensúlyi nedvességtartalom alatt van, így a szárítás szempontjából számunkra érdektelen.

A konvekciós hőközléses szárításnál a szárítóközeg hőmérséklete alapján beszélhetünk:

- környezeti levegővel történő szellőztetéses szárításról (t_{sz} = 10–30 °C),
- előmelegített levegővel történő szellőztetéses szárításról (t_{sz} = 25–50 °C),
- meleglevegős szárításról (t_{sz} = 50–200 °C),
- forrólevegős szárításról (t_{sz} = 500–1200 °C).

A szárítólevegő hőmérsékletének a megválasztásánál figyelembe kell venni a kiindulási nedvességtartalmat is, de a fő szempontnak a beltartalmi értékcsökkenés elkerülését kell tekinteni. Azt az adott szárítási időtartamhoz tartozó hőmérsékleti határt, amelynél a biológiai érték károsodik, nem szabad túllépni.

A mesterséges szárításnál a mezőgazdasági terményeket konvektív módon, a környezeti levegő felmelegítésével szárítjuk. Gyakori a direkt módon történő szárítás, amikor is az égéstermék (füstgáz) is a szárítóközegbe kerül. Olyan esetben viszont indirekt szárítási megoldásra van szükség, amikor a termény nem érintkezhet a füstgázzal, vagy a rendelkezésre álló hőhordozó közeg ener-



47. ábra. A levegő állapotváltozása indirekt és direkt szárítás során

giájának hasznosítása csak hőcserélő közbeiktatásával valósítható meg (pl. gőz, melegvíz vagy termálvíz stb.).

Indirekt szárításnál hőcserélőben történik az 1 állapotjelzőkkel rendelkező környezeti levegő felmelegítése (*47. ábra*, 1–2 szakasz). Hőmérséklete t_1-ről t_2-re, hőtartalma i_1-ről i_2-re emelkedik, nedvességtartalma nem változik ($x_1 = x_2$). A szárítandó anyagon történő áthaladáskor a nedvességfelvétel nem i = áll. értéken történik, mert közben hőveszteség lép fel (*47. ábra*, 2–3 szakasz). A hőveszteség ($\Delta i = i_2 - i_3$) részben az anyag felmelegítésére fordítódik, részben a környezetnek adódik át hősugárzás formájában. Az 1 kg száraz levegővel elvitt nedvesség $\Delta x = x_3 - x_1$ értékű. Minél több vizet vesz fel az 1 kg száraz levegő, vagyis minél telítettebben távozik a szárítóból, annál jobb hatásfokú a szárítás, ugyanis egységnyi tömegű levegő felmelegítésére fordított hőenergiával annál több vizet tudunk elvonni.

A direkt szárítási megoldásnál figyelembe kell venni azt, hogy a füstgázzal víz ill. vízgőz is jut a levegőbe. Ez a tüzelőanyag hidrogén- és víztartalmának következtében alakul így. Tehát a felmelegítéskor növekszik a levegő nedvességtartalma (*47. ábra*, 1–2′ szakasz). A szárítóközeg további állapotváltozása hasonló a fent ismertetett indirekt szárítási változatéval (*47. ábra*, 2′–3′ szakasz). Az 1 kg száraz levegővel elvitt nedvesség pedig $\Delta x' = x_3' - x_1'$ értékű.

Szemesterményszárító berendezések felépítése, működése

A szárítólevegő és a termény egymáshoz viszonyított haladási iránya szerint megkülönböztetünk egyenáramú, ellenáramú és keresztáramú szárítást megvalósító berendezéseket. A konstrukciós kialakítás szempontjából két jellemző változatot kell megemlíteni, melyek az anyagtovábbítás módjában különböznek. Ezek:

– kényszertovábbítású (pl. kaparóláncos, szalagos, vibrációs stb.) szárítók,
– gravitációs rendszerű (pl. oszlopos, aknás ill. csörgedeztető) szárítók.

Továbbá kialakíthatók a szárítók telepített, konténerelemekből összerakható és mobil változatban. Üzemük pedig lehet folyamatos, szakaszos, ill. nyugvóágyas tételenként szárító megoldású.

Hagyományos szemestermény-szárítók

Magyarországon a szemestermény-szárítók használata és gyártása a nagyüzemi kukoricatermelés kialakulásával és a morzsolásos betakarítás elterjedésével vált szükségessé. Az első hazai fejlesztésű kényszertovábbításos szárítógépcsalád a Sirokkó volt, melynél megfelelő számú, azonos felépítésű elem (szekrény) segítségével eltérő teljesítményű berendezések alakíthatók ki. A perforált lemeztálcákon a szemesterményt folyamatos működésű, változtatható sebességű, kaparólánc továbbítja. Minden szekrényelem önálló vezetőlapátos axiálventilátorral rendelkezik. A ventilátorok szállítási teljesítménye a lapátok szögállításával változtatható. A szekrény mindkét oldalán a meleglevegő kamrához szabadba vezető állítható nyílások csatlakoznak. Így az egyes szekrényeknél eltérő szárítólevegő állapotjelzők mellett folytatható a szárítás.

A gravitációs rendszerű szárítók közül Magyarországon a csörgedeztető rendszerű vagy toronyszárítók (B1-15 típus) terjedtek el leginkább. Működési elve a *48. ábrán* látható.

A gravitációs rendszerű szárítók ezen csoportjánál a szárítandó termény a nehézségi erő hatására csörgedezve halad lefelé a szárítótorony (akna) belsejében. Sebességét a legalul elhelyezett kitároló berendezés beállított teljesítménye határozza meg. A szárítólevegő be- és kivezetésére alul nyitott háromszögű vagy ötszögű csatornák szolgálnak (*48. ábra b* és *c* részlet).

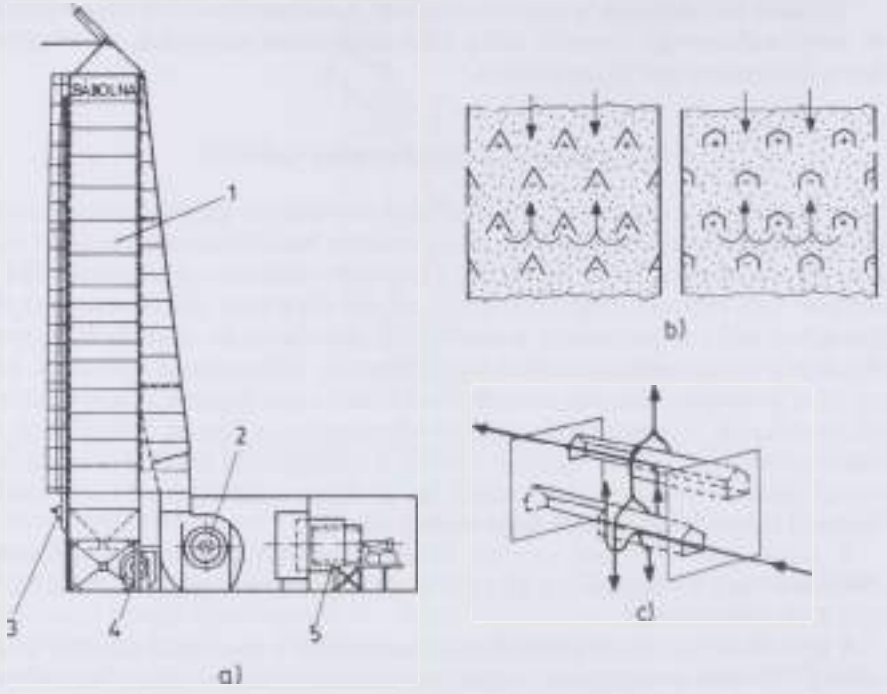
Az egyes csatornasorok fel osztással eltoltan helyezkednek el. A bevezető csatornák végei a meleglevegő elosztókamra felé nyitottak, a kivezető oldalon zártak. A kivezető csatornáknál ez fordítottan alakul. Így a szárítóközeg kényszerítve van arra, hogy mintegy 15–30 cm-es terményrétegen gyakorlatilag ellenáramban áthaladjon, mielőtt a szabadba távozik (*48. ábra*, c részlet). A B1-15 típusú szárító vízelpárologtató teljesítménye 3000 kg/h. Ez azt jelenti, hogy pl. kukoricánál w_1 = 30%-ról w_2 = 15%-ra történő szárításnál a tömegteljesítmény 14 t/h-ra adódik.

A szemestermény-szárítók kiválasztásának szempontjai

A szemestermény-szárítók korszerűségét számos kívánalom minél teljesebb körű kielégítése jelenti. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- energia- és költségtakarékos üzemű legyen,
- terménykímélő, minőségmegóvó szárítást valósítson meg,
- feleljen meg a környezetvédelmi elvárásoknak.

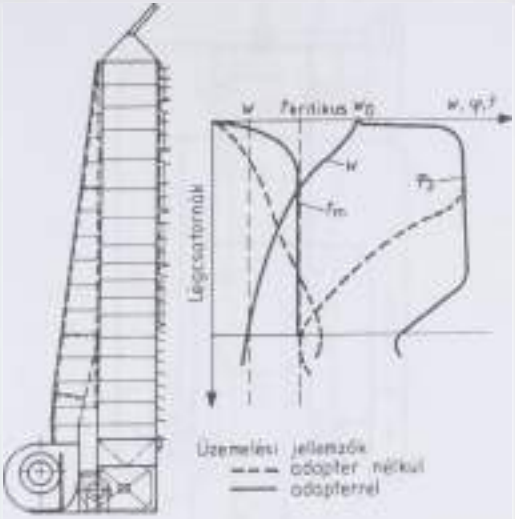
A rekonstrukciós átalakításokkal a magas fajlagos energiafelhasználást igyekeztek csökkenteni. A fontosabb átalakítási megoldások felsorolásszerűen a következők voltak:



48. ábra. Gravitációs rendszerű toronyszárító (*a*) és a légcsatornái (*b* és *c*)
(*1* szárító torony; *2* meleglevegő ventilátor; *3* ürítő szerkezet;
4 hideglevegő ventilátor; *5* tüzelőberendezés)

- A meleglevegő elosztókamra szigetelése (az elérhető energiamegtakarítás 2–5%).
- A hűtőlevegő hasznosítása (a termény felmelegítésére fordított hő nagy részének visszanyerésével az elérhető energiamegtakarítás 6–12%).
- Szárítóközeg kihasználásának fokozása többszörös légátvezetéssel, vagy a szárítóközeg légáramának változtatásával (energiamegtakarítás 15–25%).
- A szárítólevegő egy részének a visszavezetése (recirkuláltatás) és a hűtőlevegővel együtt történő újbóli felmelegítése (regenerálás). (A szigetelést is beleértve az összes energiamegtakarítás a kiviteltől függően a 25–35%-ot is elérheti.)

A szárítóközeg kihasználása a többszörös légátvezetésen túl fokozható úgy is, hogy a légáram nagysága a termény nedvességtartalmának megfelelően változik. Ezt egy adapter felszerelésével valósították meg *(49. ábra)*. Az adapterrel történik a libegőajtók különböző mértékű beállítása (a felső részen kényszer nyitás, lefelé fokozatos fojtás), ezzel a szárítóközeg térfogatáramának célszerű szabályozása következik be. A száradás kezdetén a nagy légáram gyors felmelegedést és rövid időn belül intenzív vízleadást eredményez. Ezzel az átalakítással a 15–20%-os energiamegtakarítás mellett a termény minősége is megőrizhető.



49. ábra. A jellemzők változása a toronyszárítóban

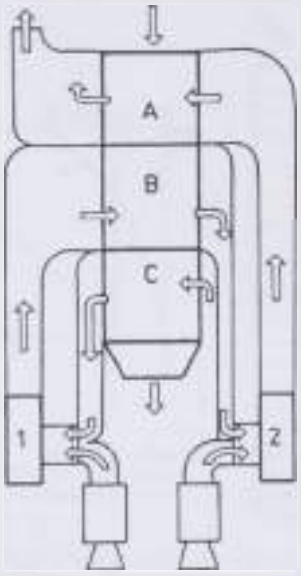
A recirkulációs megoldásoknál az alsó szárító zónából (utószárító zóna) kilépő alacsony páratartalmú, magas hőmérsékletű levegőt adapter felszerelésével összegyűjtik és az ún. recirkulációs csatornában visszavezetik a tűztérbe rendszerint a hűtőlevegővel együtt.

Új korszerű energiatakarékos szárítóberendezések

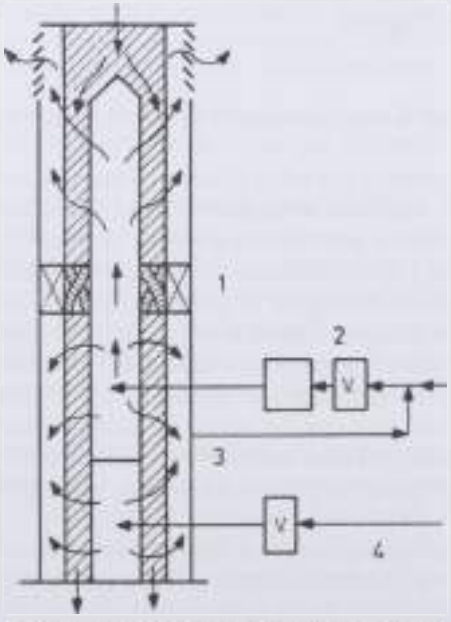
Jellemzőjük hogy a szárítótér két külön részre van osztva és mindegyikhez önálló tűztér és meleglevegő ventilátor tartozik *(50. ábra)*. A hűtőlevegő hasznosítására az alsó szárítózónát ellátó 1 jelű ventilátorkörben kerül sor. Az alsó szárítózónából kilépő szárítóközeg teljes mértékben visszavezetésre kerül és a 2 jelű ventilátor keveröterében újból felmelegítik (regenerálják), majd a felső szárítózónába juttatják. Fontos a léha és egyéb éghető porszennyeződés kiválasztása a visszavezetésre kerülő légáramokból, mert ezzel a tűzveszély csökkenthető.).

A BERICO (USA) energiatakarékos recirkulációs rendszerű szemestermény-szárítójánál a szárítandó termény két speciális drótszövettel határolt oszlopban halad lefelé. A két oszlopot külső burkolat veszi körül, mely két részre osztva a recirkulálandó közeg összegyűjtését (alul) és a por kiválasztását (felül) is elvégzi *(51. ábra)*.

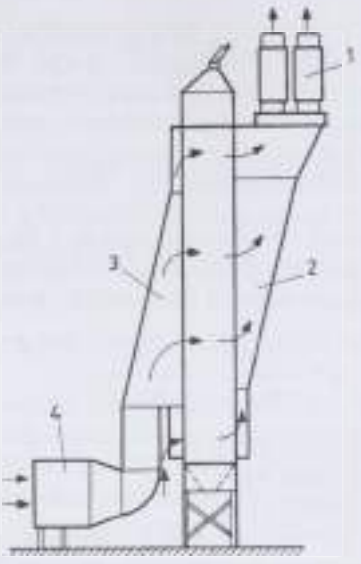
A BC-15 típusú szárító alaptornya a hagyományosnak tekinthető B1-15-ével egyezik meg *(52. ábra)*. A szárító felső részén helyezték el a 4 db (CIMBRIA – SUPER) Cyclofant, amelyek a porszennyeződések mintegy 98%-ának a kiválasztását is elvégzik. E szárítót 5%-kal nagyobb vízelpárologtató teljesítmény és 20–30%-kal alacsonyabb fajlagos hőenergia felhasználás jellemzi. Továbbá rend-



50. ábra. Regenerációs rendszerű szárító felépítési vázlata (Sirokkó-2000)
(*A* felső szárítózóna; *B* alsó szárítózóna; *C* hűtőzóna; *1* és *2* tüzelőberendezések)



51. ábra. Energiatakarékos recirkulációs rendszerű szemestermény-szárító (BERICO)
(*1* fordító szakasz; *2* tüzelőberendezés; *3* recirkuláltatott levegő; *4* hűtőlevegő)



52. ábra. A BC-15 típusú szárító felépítési vázlata
(*1* ciklonfonok; *2* gyűjtő kamra; *3* meleglevegő kamra; *4* tüzelőberendezés)

kívül alacsony a szárító szilárd szennyezőanyag kibocsátása, így a várható szigorú környezetvédelmi előírásoknak is megfelel.

Szemestermény-szárítók üzemeltetési jellemzői

A szemestermény-szárítók üzemeltetését végző szakembereknek általában a következő jellemzők ismeretére ill. azok meghatározására lehet szükség: a szárított végtermék tömege, a vízelpárologtató teljesítmény, a fajlagos hőfelhasználás értéke és a szárító tömegteljesítménye.

A *szárított végtermék tömegét* (m_2) gyakran számítással kell meghatározni a behozott nedves termény tömegének (m_1) és nedvességtartalmának (w_1), valamint a szárítóból kijövő termény nedvességtartalmának (w_2) ismeretében. Miután a szárazanyag tömege a szárítás során nem változik, felírható:

$$m_1(1-w_1) = m_2(1-w_2), \text{ ill.} \qquad m_2 = m_1 \frac{1-w_1}{1-w_2}.$$

A konkrét számítást végezhetjük tömegértékek (kg vagy t) ill. tömegáramok (kg/h vagy t/h) felhasználásával is.

Az időegység alatt a szárítóban *elpárologtatott víz tömegét* (m_{el}) a következő módon határozhatjuk meg:

$$m_{vp} = m_1 - m_2 = m_1 - m_1 \frac{1 - w_1}{1 - w_2} = m_1 \frac{w_1 - w_2}{1 - w_2}, \quad \text{kg/h},$$

ill.

$$m_{vp} = m_2 \frac{w_1 - w_2}{1 - w_1}, \quad \text{kg/h}.$$

A szárítóberendezés *fajlagos hőfelhasználásán* az 1 kg víz elpárologtatására fordított hőmennyiséget értjük. Meghatározása tüzelőanyagfogyasztás és a vízelpárologtató teljesítmény ismeretében a következőképpen történik:

$$q = \frac{m_{ta} H}{m_{vp}}, \quad \frac{\text{kJ}}{\text{kg víz}}.$$

Ahol: q fajlagos hőfelhasználás, kJ/kg víz;
m_{ta} tüzelőanyag fogyasztás, kg/h;
H tüzelőanyag fűtőértéke, kJ/kg.

A fajlagos hőfelhasználás mértéke a szárítóberendezés üzemeltetésének energetikai színvonalát határozza meg. Gyakorlati értéke – mint látható volt – a hagyományos szárítóknál eléri az 5000–5500 kJ/kg víz értéket is. A korszerű energiatakarékos szemestermény-szárítóknál ez az érték 3600–4200 kJ/kg víz.

Elsősorban önköltségszámítási célokra használják még a gyakorlatban az 1 t szárított terményre jutó ún. *fajlagos tüzelőanyagfogyasztást.* Meghatározása:

$$q_{ta} = \frac{m_{ta}}{m_2}, \quad \text{kg/t}.$$

Ahol: q_{ta} fajlagos tüzelőanyagfogyasztás, kg/t;
m_2 szárított termény tömegárama, t/h.

A szárító *tömegteljesítménye* vonatkozhat a nedves- és a szárított terményre is (m_1 ill. m_2). Meghatározására az adott szárító vízelpárologtató képességének (m_{vp}) és a várható nedvességtartalmaknak (w_1 és w_2) ismeretében előkalkuláció jelleggel is szükség lehet (pl. betakarítás ütemezésének tervezése, szárítóberendezés kiválasztása stb.). A tömegteljesítmények a fentiekben ismertetett vízelpárologtatási képletekből kifejezhetők, és így számíthatók:

$$m_2 = m_{vp} \frac{1 - w_1}{w_1 - w_2}; \quad \text{és} \quad m_1 = m_{vp} \frac{1 - w_1}{w_1 - w_2}, \quad \text{kg/h ill. t/h}.$$

Szemes termények szellőztetéses szárítása

Az egyensúlyi nedvességtartalomra leszárított termény hosszú idejű tárolásakor is szükség lehet szellőztetésre a minőség megőrzése érdekében. Ezért a korszerű horizontális és vertikális tárolóknál újabban biztosítják a szellőztetés lehető-

ségét. A szellőztetési rendszer megléte viszont felveti a szárításra való felhasználásának lehetőségét. Így a meleglevegős szárítóknál elhagyható a magas energiaigényű végső szakasz, a szárítást 18–22% nedvességtartalomnál abba lehet hagyni. A fennmaradó víztartalom a tárolás során a szellőztetőlevegővel távozik. A szellőztető levegő hőmérséklete és az alkalmazott légcsereszám a termény nedvességtartalmától és a céltól függően eltérő lehet. Következőkben a szellőztetéses tárolást, a hűtvetárolást, valamint az előmelegített levegővel végzett szellőztetéses szárítást külön tárgyaljuk.

Állagmegóvó tárolás és vízelvonás szellőztetéssel

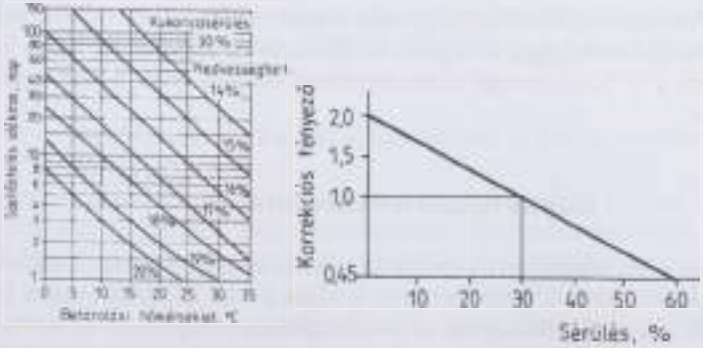
E technológiában a betárolt gabonahalmazon környezeti – szükség esetén kismértékben előmelegített – levegőt áramoltatnak keresztül. A szellőztetés akkor alkalmazható biztonsággal, ha a levegő hőmérséklete kisebb mint a gabonahalmazé, így annak hőmérséklet csökkenését is eredményezi.

A szellőztetéses tárolási technológia legfontosabb jellemzői a légcsereszám; az egyszeri szellőztetés ideje; a szellőztetési ciklusok gyakorisága és a halmaz légellenállása.

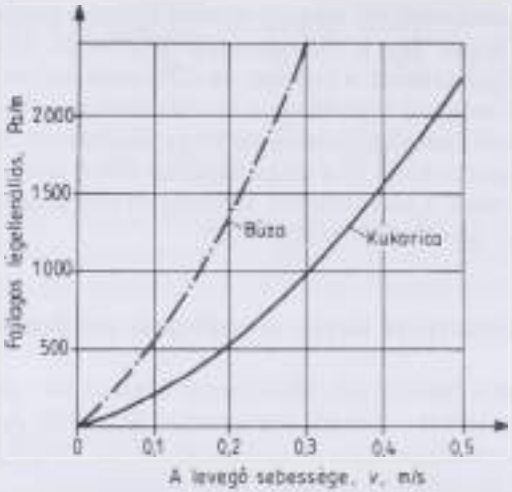
A légcsereszám az 1 m^3 anyaghalmazra vetített szellőztető légáramot jelenti m^3/h-ban. Értéke mindenekelőtt a szellőztetés céljától (állagmegóvás, vízelvonás) és a termény nedvességtartalmától függően kell megválasztani, 20–200 m^3/m^3 h lehet.

Az egyszeri átszellőztetés ideje a rétegvastagságtól és a légcsereszámtól függően 10–50 óra. A szellőztetési ciklusok gyakorisága pedig a gabonahalmaz nedvességtartalmán kívül a maghőmérsékletnek és a magok sérülésének is a függvénye *(53. ábra)*.

A halmaz átszellőztetésekor jelentős légellenállás lép fel. Nagyságát a nedvességtartalmon kívül a termény szennyezettsége is befolyásolja. A *54. ábrán* búzára és kukoricára vonatkozó fajlagos ellenállásértékeket mutatunk be a levegősebesség függvényében. Az 1 m rétegvastagságra jutó fajlagos légellenállás



53. ábra. Szellőztetési ciklusok gyakorisága



54. ábra. Terményréteg fajlagos ellenállása

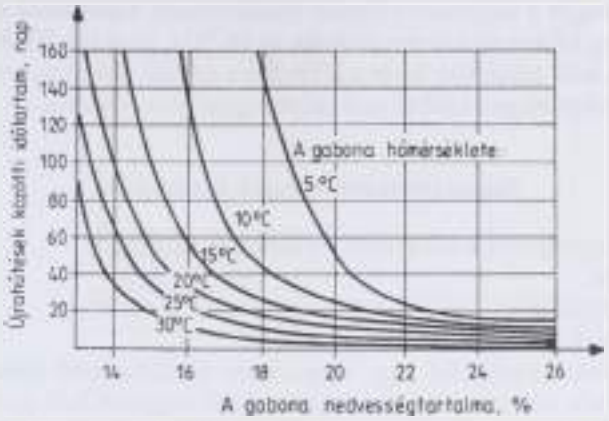
értékének ismerete a ventilátor kiválasztása, ill. az üzemeltetési paraméterek meghatározása szempontjából elengedhetetlen.

A gyakorlatban a következő szellőztetéses tárolási technológiák fordulnak elő leginkább:

1. Az egyensúlyi nedvességtartalomra ($w < 15\%$) leszárított termény állagmegóvó jellegű szellőztetéses tárolása. Hosszabb idejű tárolásnál a maghőmérséklet nem haladhatja meg a 20 °C-t (kedvező a 11–12 °C). Ez a cél általában 40–60 m^3/m^3, h (minimálisan 10–15 m^3/m^3, h) légcsereszámú, megfelelő időközönként elvégzett szellőztetéssel elérhető.
2. A 18–22%-os nedvességtartalmú termény szellőztetéses szárítással egybekötött tárolása. Itt az állagmegóváson túlmenően a szellőztetéssel 4–8% nedvességelvonásra is szükség van. Ebben a technológiában a kalászos gabonák általában a betakarítás után közvetlenül, a szemeskukorica 18–20%-ra történő előszárítás után kerülhet a tárolóba hazai viszonyok között. A nedvességelvonást magasabb légcsereszámú (100–150 m^3/m^3, h) megfelelő gyakorisággal elvégzett szellőztetéssel lehet biztosítani. Szükség esetén 4–5 °C-os levegő előmelegítéssel fokozni lehet a vízelvonó képességet.

Szemes termények hűtvetárolása

A hűtvetárolás a szellőztetéssel kombinált szárítás speciális esete. A halmazon keresztül általában mesterségesen lehűtött levegőt (0–10 °C) áramoltatva 10 °C alá csökkentik a maghőmérsékletet. (Téli időszakban elvégezhető ez környezeti levegővel is.) Amennyiben a halmaz melegedése a megengedett értéket túllé-



55. ábra. Az újrahűtések közötti időtartam gabona hűtve tárolásánál

pi, újra kell hűteni. Az újrahűtések közötti időtartamra a *55. ábra* mutat tájékoztató értékeket.

A hűtéses tárolási technológia esetén nagymértékben csökken a tárolási veszteség a lelassult biológiai folyamatok következtében, így alkalmazása a 14–15%-al betárolt terménynél is előnyös lehet. Magyarországon elsősorban a 16–22% nedvességtartalmú termény hűtvetárolásának van jelentősége.

A 16–18%-os nedvességtartalomnál 8–10 °C maghőmérséklet ajánlható és 5–8 °C hőfokemelkedésnél kell az újrahűtést megkezdeni. 1 tonna szemes termény 8–10 hónapig tartó tárolása hazai viszonyok között 6–13 kWh villamos energia felhasználást igényel, közben a száradása is bekövetkezik. 18–22% nedvességtartalom melletti hűtvetárolás elsősorban az üzemen belül felhasználásra kerülő takarmánygabonánál alkalmazható. Itt 4–5 °C maghőmérsékletet javasolnak és 3–4 °C-os újramelegedésnél kell az újrahűtést elvégezni.

A hűtvetárolási technológia minden szellőztetőrendszerrel felszerelt vagy felszerelhető szemestermény-tárolóban megvalósítható. Felhasználhatók azok a mobil hűtőagregátok, amelyek a ventilátort is magukba foglalják, 30–300 t/24 h névleges teljesítménnyel készülnek. Az időnyteljesítményük a névleges teljesítmény 10–20-szorosát is eléri. A beruházási költségük viszont magas.

Szellőztetéses szárítás előmelegített és meleg levegővel

A szemes termények előmelegített vagy meleglevegővel történő szellőztetéses szárítása általában külön erre a célra tervezett körkeresztmetszetű, kisebb befogadóképességű berendezésekben történik. Tételes szárításnál a szárítóközeg hőmérséklete nem haladja meg az 50 °C-t és sor kerül egyes típusoknál a halmaz átkeverésére is. A rétegvastagság néhány méter is lehet. Az átszellőztetés történhet sugárirányban és függőleges irányban egyaránt.

A meleglevegőt a folyamatos üzemű szellőztetéses szárítóknál alkalmaznak. A szárítóközeg hőmérséklete meghaladja az 50 °C-t, gyakran 70–80 °C. A nedves terményt felül adagolják be és a kitárolás a szárító alján folyamatosan vagy megfelelő gyakorisággal körbeforgó csiga segítségével történik.

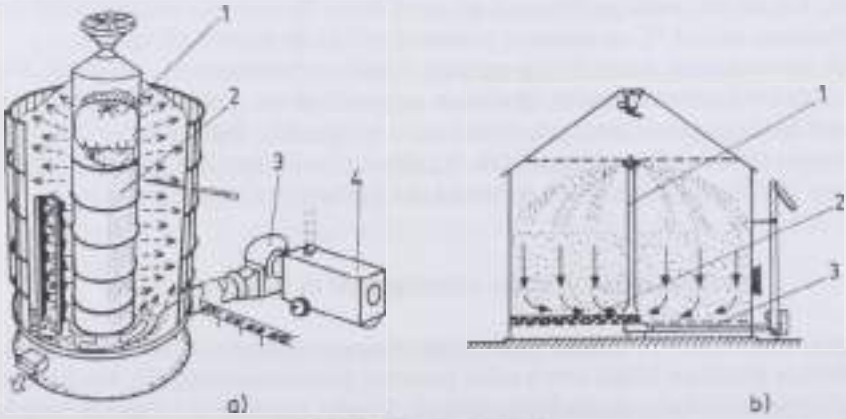
Szemestermény-tárolók kialakítása

Szemestermény-tárolók a következő 3 csoportba oszthatók:
- tárolósilók,
- tárolótornyok és
- tárolószínek.

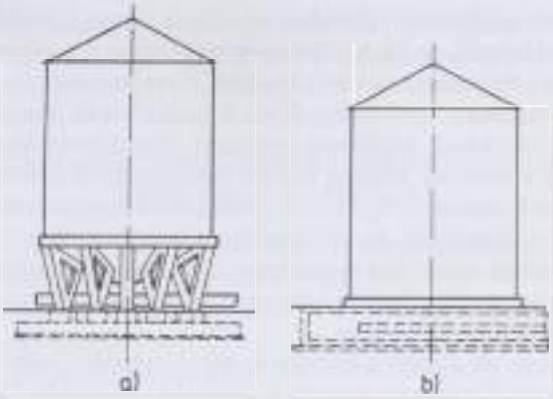
A **tárolósilókat** egyesével vagy csoportosan általában tető alatt helyezik el, négyszög és kör keresztmetszettel készülnek. A nagyobb befogadóképességű, kör keresztmetszetű tárolósilók zárófedéllel ellátva szabadban is felépíthetők. Elhelyezhetők beton padozaton, vasbeton tartószerkezeten ill. acéllábakon. Egyes típusoknál a gabonahalmaz szellőztetéses szárítása ill. állagmegóvó tárolása is megvalósítható. Anyaguk leggyakrabban acéllemez. A termény betárolása felülről mechanikus v. pneumatikus szállítóberendezéssel történik. Ürítésük nagyrészt gravitációs úton valósítható meg.

A szellőztetéses szárításra alkalmas körkeresztmetszetű tárolósilók egyik csoportjánál középen elhelyezett légelosztócsatorna található. Az átszellőztetés sugárirányban történik *(56/a ábra)*. A külső palástfelületen perforáció biztosítja a levegő távozását. A környezeti és előmelegített levegős szárításra is alkalmas típusok 2–4 m-es átmérővel és 5–80 m^3 térfogattal, az állagmegóvó szellőztetéses tárolásra szolgálók pedig 4–6,7 m átmérővel és 25–340 m^3 térfogattal készülhetnek.

A körkeresztmetszetű tárolósilók másik csoportja légátvezető fenékráccsal rendelkezik. Az átszellőztetés függőleges irányban egyenletes rétegvastagság



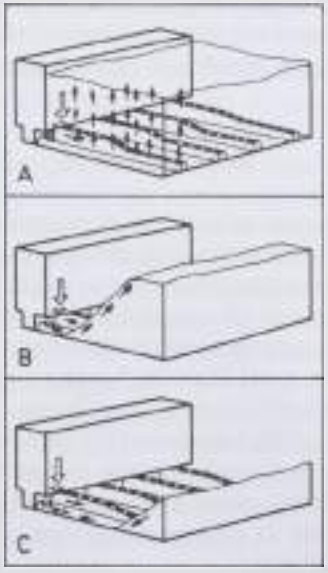
56. ábra. Tároló–szárító silók.
(*a* ábra: középső szellőztető csatornás: *1* légzsák; *2* szellőztető csatorna; *3* ventilátor; *4* hőlégfúvó, *b* ábra: légátvezető fenékráccsal rendelkező. *1* leverőcsiga; *2* kitárolócsiga; *3* kihordócsiga)



57. ábra. Tárolótornyok
(*a* kúpos-, *b* sík fenék kialakítással)

mellett történik. A szellőztetéses szárításra is alkalmas változatok 6–8 m átmérővel és kis szerkezeti magassággal készülnek.

A **tárolótornyoknak** az olyan körkeresztmetszetű tárolósilókat nevezik, melyek magassága meghaladja az átmérőjük másfélszeresét és általában 6–8 m (ritkábban 15–18 m) átmérővel készülnek *(57. ábra)*. Magasságuk max. 25 m. Nagyobb tárolókapacitást igénylő üzemekben több, egyenként 500–3000 t befogadóképességű toronyból alakítják ki a telepet. A toronytárolók palástja sima



58. ábra. Önüritős szellőztetőpadozatos rendszer működése: *A* szellőztetés; *B* és *C*-ürítés
(kitárolás a főcsatorna irányába)

v. hullámosított acéllemez táblákból v. sajtolt lemez tálcákból csavarozott összeerősítéssel készül, de összeállítható a helyszínen is a gégecsőhöz hasonlóan, lemezcsíkból folyamatos tekerés közbeni peremezéssel.

A kúpos és síkfenekű tárolótornyokhoz is kialakították a szellőztetéses állagmegóvó tárolást biztosító légelosztó rendszert. Ennek hiányában ugyanis a bemelegedés csak a termény tornyok közötti átforgatásával szüntethető meg.

A **tárolószínek** általában egyszintes sátortetős könnyűszerkezetes épületek. Az épületek acél-, vasbeton, fa- ill. kombinált főtartószerkezettel és 2–4 m magasságig teherhordó oldalfallal rendelkeznek, ami téglafal, monolitbeton, teherviselő trapézlemez esetleg fapalló lehet. A tárolt terményréteg vastagsága a nedvességtartalomtól függően 2–8 m.

A hazai viszonyok között a tárolószíneket kezdetben mobil anyagmozgató gépekkel látták el. Gyakran a termést a szárítóból surrantón keresztül juttatták közvetlenül a tárolóba. A kitárolást és az állagmegóvó átforgatásos szellőztetést is mobil felszedőgépekkel végezték el. A padozathoz rögzített szellőztetőcsatornás rendszerek önürítős kivitelűek is lehetnek *(58. ábra)*.

Szálastakarmányok szárítása, tárolása

Zöldtakarmányokból természetes és mesterséges szárítási eljárásokkal szénát vagy szárítmányt (zöld liszt ill. pellet) készítünk. A lekaszált friss zöldtakarmány 75–85% nedvességtartalmát a biztonságos tárolás érdekében 20% alá kell csökkenteni. Az alkalmazott betakarítási, szárítási és tárolási technológiát körültekintően kell megválasztani mert ezektől függ a beltartalmi veszteség mértéke. Az egyes szárítási megoldások bizonyos mértékig meghatározzák a betakarítási technológiát is, és műszaki jellemzők tekintetében is eltérnek egymástól.

Renden szárítás

A szénakészítés hagyományos módját jelenti, miszerint a termőterületen szűkített ill. a szőnyegrenden természetes áton történik a szárítás. A víz elpárologtatására a nap- és szélenergiát közvetlen módon használjuk fel. A vízleadást különböző fizikai beavatkozással (pl. szársértés) fokozhatjuk. A megszáradt széna begyűjtése 15–20% nedvességtartalomnál történhet.

Különösen nagy veszteséggel készíthető széna a pillangós takarmányokból. A közepes veszteség a 40–60%-ot ér el, ezen belül a szárazanyagban 15–30% emészthető fehérjében 25–30% karotinban 95–98% is lehet a csökkenés. A lucerna hagyományos renden történő szárítási technológiájában nagy figyelmet kell fordítani a felhasználandó gépek kiválasztására és a műveletek időpontjára.

A rendfelszedő kocsikkal ill. szögletes kisbálázókkal felszedett lucernaszénát általában kazlakban tárolják.

A gyepszénánál a renden szárítás egyszerűbben megoldható. Nem igényes a szársértő, rendkezelő és betakarító gépekkel szemben. A technológiában szár-

sértős rotációs kaszákat, forgóvillás rendkezelőket és nagybála- vagy petrencekészítő gépeket lehet használni. Így kedvező időjárás esetén akár 2–3 nap alatt is száraz széna készíthető.

Környezeti és előmelegített levegős szellőztetéses szálastakarmány szárítás

Környezeti vagy előmelegített levegős szellőztetéses szárítással Magyarországon elsősorban pillangósokból készítenek jó minőségű szénát. Az időjárási kockázat kiküszöbölése érdekében minden korszerű szénakészítési eljárásnál a rendentartási idő minél nagyobb mértékű rövidítésére törekednek. A még zöld színű lucernát fonnyadt állapotban hordják be a termőterületről és utánszárításra a végleges tárolás helyén vagy az ún. átmenő szárítókban mesterséges szellőztetéssel kerül sor.

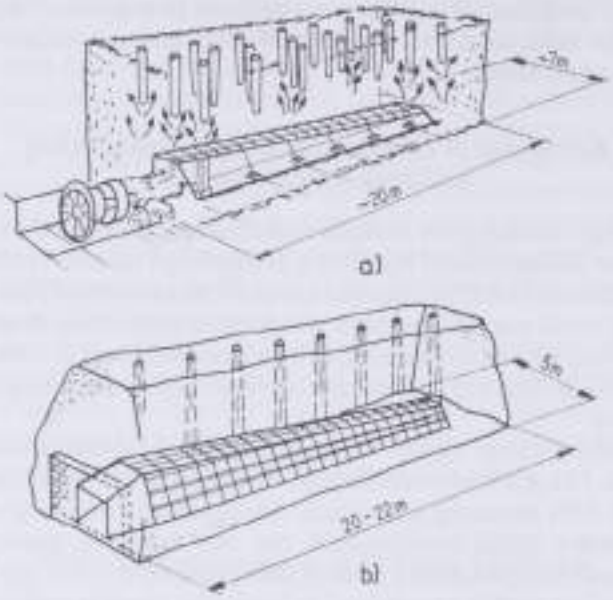
Szarvasmarhák részére történő szénakészítésnél az előfonnyasztás 50–55%-ig javasolható. Ekkor a fehérjetartalomnál minimális, a szárazanyagnál 5–6%, a karotinnál 30–35% veszteség jelentkezik. A teljes munkaszélességben szársértő és szőnyegrendre terítő kaszálógépek ma már lehetővé teszik a lucerna 50–60%-os nedvességtartalomra történő fonnyasztását 0,5–1,0 nap alatt. Ilyen nedvességtartalom mellett a rendképző és betakarító gépek is csak minimális levélpergést okoznak. A szellőztetéses szárítás történhet szálas, szecskázott vagy szeletelt, valamint bálázott formában.

Szálas széna szellőztetéses szárítása, tárolása

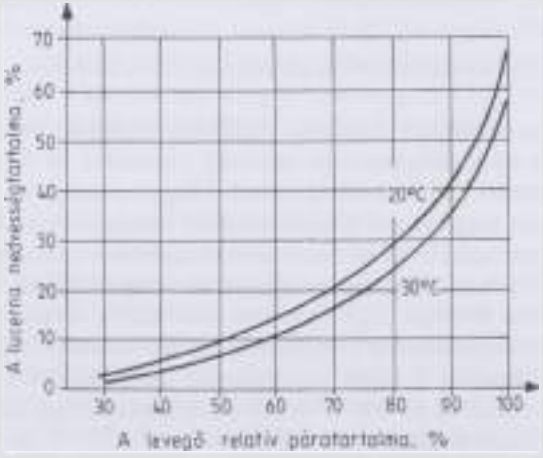
A *szálas széna szellőztetéses szárítása* külföldön általában pajtában, tető alatt történt. Szívó- és nyomólégárammal működő vízszintes és függőleges fölégcsatornás szellőztetési kialakítások is voltak. Magyarországon a nagyüzemi viszonyoknak jobban megfelelnek a szellőztetéses kazalszárítók *(59. ábra)*.

A 7×20 m alapterületű 10–12 m magas háromdugósoros változatnál *(59/a ábra)* 3–4 rétegben (4–5,5 m-es rétegvastagsággal) a zárt dugók fölfelé húzásával történik a szellőztetéses szárítás. Egy kazalban 150–220 t széna szárítható le. A 35–45%-os nedvességtartalomra fonnyasztott lucerna szárítása környezeti levegővel rétegenként átlagosan 6 napot vesz igénybe. Szellőztetést axiálventilátorok biztosítják: a légszállításuk 65 000 m^3/h 350 Pa nyomáson. Egy m^2 kazal alapterületre 0,12 m^3/s fajlagos légszükséglet kell.

A környezeti levegővel történő szellőztetéses szárítás hatékonyságát a lucerna nedvességtartalma és a levegő páratartalma határozza meg. A lucerna szorpciós izotermái is mutatják, hogy a kezdeti időszakban 85%-os, a befejezési szakaszban max. 65%-os relatív páratartalmú levegővel történhet a szellőztetés *(60. ábra)*. A szellőztető levegő kismértékű, 5–15 °C-al történő előmelegítésével éjszaka ill. kedvezőtlen időjárás esetén is biztonsággal végezhető a szárítás. A légelőmelegítésre közvetett tüzelésű thermogenerátort vagy speciális agregátot használtak. Maximálisan 40 °C-os levegőhőmérséklet ajánlott.



39. ábra. Szellőztetéses kazalszárítók



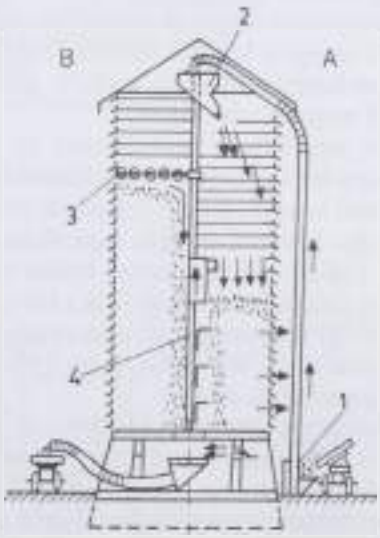
60. ábra. Lucerna szorpciós izotermái

A szellőztetéses kazalszárítók előnye, hogy kis beruházási és üzemeltetési költség mellett jó minőségű széna előállítását teszik lehetővé. A szárításhoz mintegy 80 kWh/t villamos energia szükséges. A kazal rakásához kézi munkaerőre van szükség, a szálasszéna felrakásához használt elevátorral ill. traktoros homlokrakodó villával nehéz az egyenletes tömörségű réteg biztosítása.

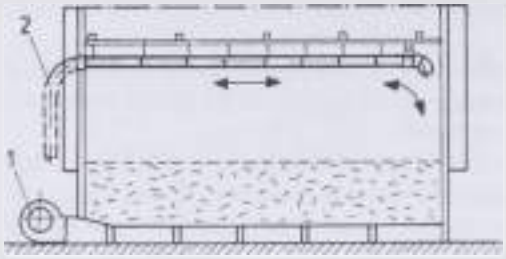
A járvaszecskázóval vagy szeletelőkéses rendfelszedő-rakodó kocsikkal feldarabolt szálastakarmány teljesen gépesíthető *szellőztetéses szárító–tároló berendezésekben* is kiszáritható.

A szénatoronynál a központi légelosztó csatornából sugárirányban haladva, változó keresztmetszetű rétegek átszellőztetésére kerül sor. A kör vagy többszögletű keresztmetszettel rendelkező szénatornyok perforált oldalfalú vagy oldalfal nélküli kialakításúak lehetnek. A hengeresek általában 7–8 m átmérővel és 10–14 m magassággal készülnek és befogadóképességük 50–90 t széna. A *61. ábrán* perforált oldalfalu szénatorony látható, melynél a töltés dobventilátorral vagy szecskázófuvóval (A oldal), az ürítés körbeforgó csillagkerekes kaparószerkezettel (B oldal) történik. Légelőmelegítés esetén a szellőztetőlevegő ajánlott maximális hőmérséklete 28–30 °C. Magyarországon az oldalfal nélküli változatokat gyártották, elterjedni azonban nem tudtak.

A legújabb szénakészítési eljárásnál a darabolt szálastakarmány szellőztetéses szárítása tető alatt, szárító–tároló pajtákban történik. A teljes technológia jól gépesíthető, az időjárási kockázat minimálisra csökken, így biztonságosan jó minőségű, zöldszínű lucernaszéna készíthető. A szőnyegrendre vágó szársértős fűkaszák használatával 0,5–1 nap alatt 50–60% nedvességtartalomra fonyad a takarmány. Rendsodrózás után 35–50 m^3-es szeletelőkéses felszedő–rakodókocsikkal 80–150 mm-re szeletelve kerül a lucerna a tárolóhoz. A szeletelés lehetővé teszi a gépi továbbítást és elősegíti az egyenletesebb szárítást. A szárító–tároló pajta alján légelosztó rácsozat van (*62. ábra*). Az egyenletes és laza rétegű



61. ábra. Gépesített töltésű és ürítésű szénatorony
(*1* töltő ventilátor, *2* elosztó, *3* ürítő szerkezet, *4* középső ejtő akna)
A – töltés, B – ürítés



62. ábra. Szárító-tároló pajta betároló berendezéssel
(*1* ventilátor, *2* teleszkópos töltő cső)

betárolást teleszkópos szénaelosztó berendezéssel kiegészített dobóventillátoros fúvó biztosítja. A betároló-fúvó táplálását fogadó-adagoló asztal végzi. A teleszkópos szénaelosztó berendezés kézi és automatikus vezérléssel is működtethető, a kifúvó könyök kilengési szöge a pajta szélességétől függően 0–90° szögtartományban állítható.

A nagyüzemi szárító–tároló pajtába rendszerint 4–6 db 50–200 m^2 alapterületű pajtarekesz található. Egyszerre 1,5–2,0 m vastag réteg tárolható be egy-egy rekeszbe, amely 2 nap alatt szárad ki. Egy rekesz kb. 10 nap alatt tölthető fel a 6–8 m-es tárolási magasságig.

Átszellőztetéshez 8–10 kPa statikus nyomású radiál ventilátorra van szükség, amely a nagyobb rétegvastagságnál is biztosítja az 1 m^2 alapterületre jutó 0,15 m^3/s fajlagos légáramot. Egy tonna széna előállításához 120–140 kWh elektromos energia és kb. 3 kg tüzelőolaj szükséges.

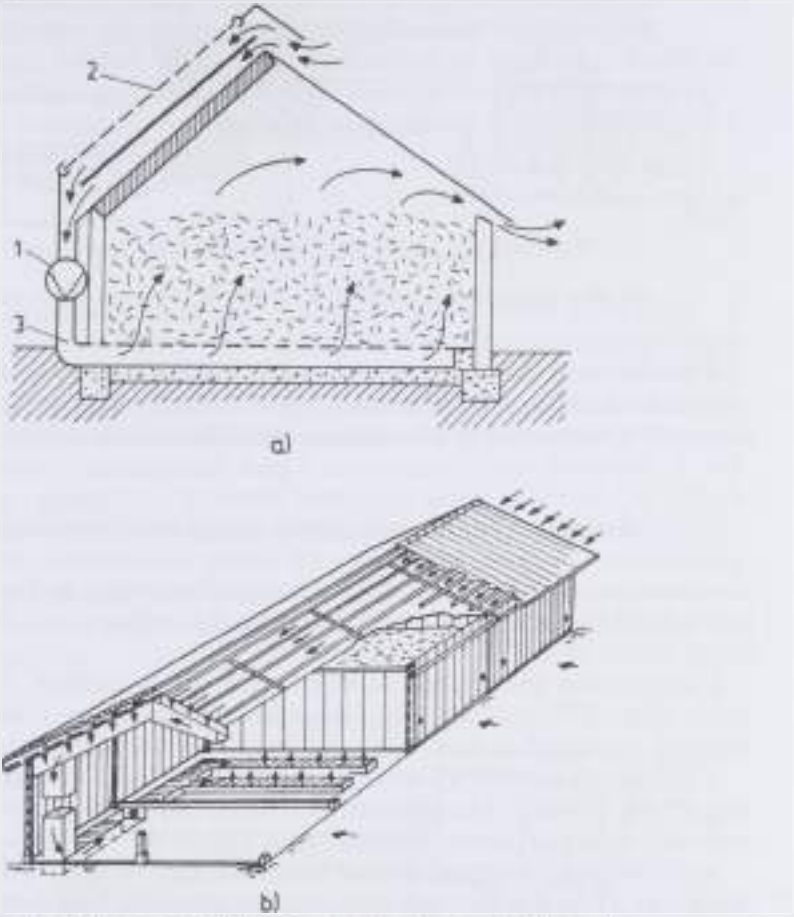
A napenergia felhasználásának alapvetően két változata lehetséges. Az egyik, a csupán szárítási célokat szolgáló levegős rendszer *(63. ábra)*, a másik pedig a gazdaság energetikai rendszerébe integrált kivitelű, szükségszerűen vizes napkollektorokkal felszerelt megoldás *(64. ábra)*.

A *63/a ábra* szerinti megoldás a napkollektort az épület tetőszerkezetébe építették be. A ventillátor a hőelnyelő (abszorber) felület mindkét oldalán áramoltatja a beszívott környezeti levegőt, majd a szárítandó réteg alá nyomja azt.

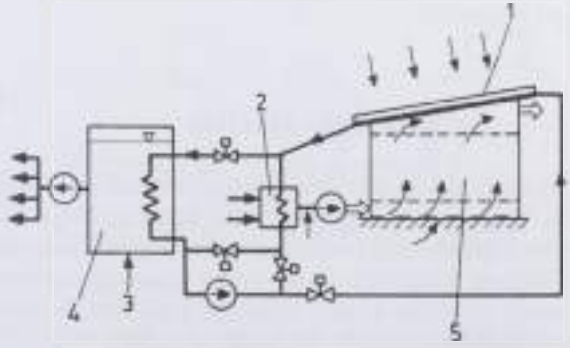
Az épület tetőszerkezete képezi a levegős napkollektort, a 63/b ábrán látható változatnál is, melynél a hőelnyelő (abszorber) felület tulajdonképpen a cserépfedés. Egy nagynyomású radiálventilátor szívja át a környezeti levegőt az abszorber alatti levegőcsatornákon és a szellőztető-csatornákba nyomja azt. A környezeti levegő relatív páratartalmát 40–50%-ról 10–14%-ra lehet csökkenteni a napenergiával történő előmelegítés során.

Vizes kollektorral készült pajtás lucernaszárítónál a kollektorokat a tetőszerkezetbe építették be. Abszorberként feketére festett esőjáratos alumínium lemezt használtak, a lefedés egyszeres, normál üvegből készült. A teljes kollektorfelület kb. 900 m^2, a vízáram átlagos értéke 15 m^3/h (64. ábra).

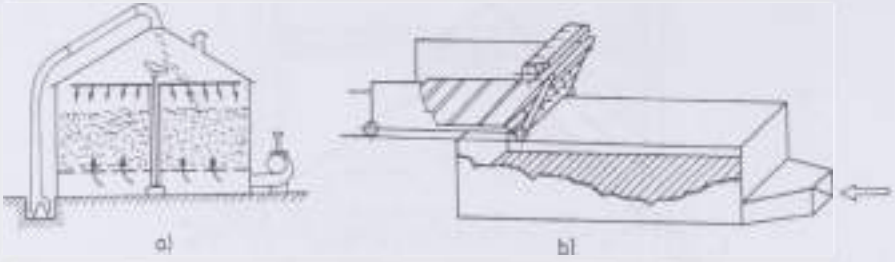
A ventilátorok légszállítása 106000 m^3/h. A teljes szárítótér 4 külön-külön betárolható kamrára van felosztva, amelyek önálló hőcserélővel és ventilátorral rendelkeznek.



63. ábra. Pajtás szénaszárítók tetőszerkezetébe épített napkollektorral



64. ábra. Pajtás lucernaszárító vizes kollektorral
(*1* napkollektor, *2* hőcserélő, *3* hidegvíz, *4* tároló, *5* szárítókamra)



65. ábra. Átmenő rendszerű szárítók. (a. körszárító; b. szekrényes szárító)

A szárító–tároló pajtákban leszárított lucernaszénából jó minőségű zöldliszt vagy pellet készíthető. Ezzel részben helyettesíthető a nagy energiaigényű forrólevegős gyorsszárítás és a berendezés éves kihasználása is növelhető.

Átmenő rendszerű szellőztetéses szénaszárító berendezések

Az *átmenő rendszerű szárítók* rendszerint kisebb méretűek és szakaszos üzemben működnek. A fajlagos levegőáram 0,2–0,4 m^3/sm^2, a szellőztetőlevegő hőmérséklete 40–65 °C.

Kialakításukat tekintve kör- és szekrényes szárítók lehetnek. A kör szárítók *(65/a ábra)* 5–7 m-es átmérővel készülnek. Betárolás és kitárolás hasonló gépekkel végezhető el, mint a szénatoronynál. Betárolási magasság 2,5–3,0 m.

A szekrényes szárítók 25–40 m^2-es alapterülettel 2–2,5 m betárolási magassággal rendelkeznek. Az egyrészes szekrényes szárítók töltése *(65/b ábra)* pl. maródobos adagoló elosztó szerkezettel is végezhető.

Az 55–60% nedvességtartalommal betárolt szeletelt lucerna 14–16 órás meleglevegős és 2 órás hideglevegős szellőztetéssel szárítható meg. A levegő fajlagos térfogatárama itt 0,2–0,25 m^3/sm^2, és a szükséges statikus nyomás 6 kPa. Az átmenő szárítókkal készíthető a legjobb minőségű lucernaszéna (20–24% nyers fehérje, 100–130 mg/kg karotin).

Forrólevegős szárítás

Magyarországon a forrólevegős gyorsszárító berendezéseket elsősorban lucerna szárítására használták. A technológia nagy előnye, hogy az időjárási kockázat minimálisra csökken és a betakarítási és tárolási veszteség általában nem haladja meg az 5%-ot. Az előállított lucernaliszt vagy pellet tápanyag koncentrációja, a fehérje tartalma és annak biológiai értéke, valamint a karotin- és ásványianyag tartalma valamennyi tartósítási eljárás közül a legkedvezőbb.

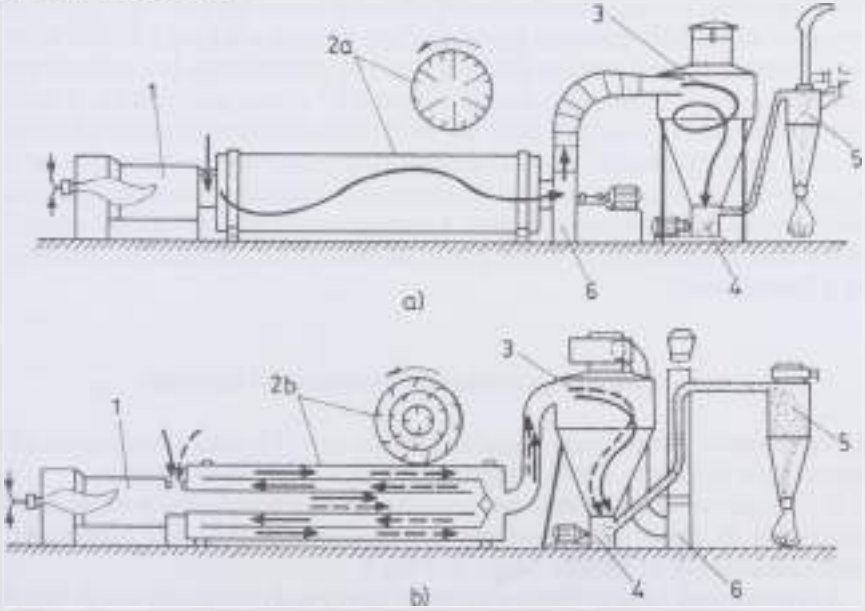
A forrólevegős gyorsszárító berendezésekben a szárítóközeg hőmérséklete a zöldtakarmány nedvességtartalmától függően 500–1100 °C. A magas szárítóközeg

hőmérséklet ellenére az anyaghőmérséklete nem lépi túl a minőségkárosodást jelentő kritikus értéket, ami az intenzív nedvességleadással magyarázható.

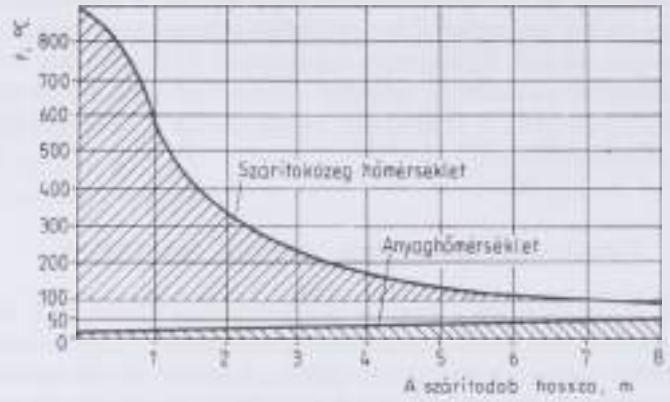
A forrólevegős szárítók lebegtetéses rendszerűek és forgódobos kivitelűek lehetnek. Hazánkban az utóbbiak terjedtek el. Az 1500 kg/h-tól 10 000 kg/h-ig terjedő vízelpárologtató teljesítményű berendezések 5 típusából több mint 400 szárítóüzem létesült.

Forrólevegős dobszárítók felépítése, működése

A szárítódob kialakítása lehet egy- és háromhuzamú *(66/a és b ábra)*. A hőveszteség csökkentése érdekében a dobok külső felületét szigeteléssel látják el, belső paláston pedig az anyag bolygatását, lazítását végző lapátok találhatók. A dob forgatása fogaskerék- vagy dörzshajtás útján történik. A betáplálási és elvezetési oldalon az álló és forgó szerkezeti elemek között tömítéssel (rugós ill. labirint) akadályozzák meg a környezeti levegő bejutását. A dob előtt olaj vagy gázégőkkel működő kettősfalú tűztér található. A primer égéstermékekhez a kettős fal között áramlik be a szárítási hőmérséklet beállításához szükséges szekunder levegő. Ez a megoldás együttal a hőveszteség csökkentését is szolgálja. A dob után található a szárítóközeg áramoltatását végző ventilátor és szecskaciklon együttes. A szárító üzem további gépsora a végtermék függvénye.



66. ábra. Egyhuzamú *(a)* és háromhuzamú *(b)* forgódobos gyorsszárító felépítése
(1 tüzelőberendezés; *2/a* egyhuzamú dob; *2/b* háromhuzamú dob; *3* szecskaciklon; *4* daráló; *5* lisztciklon; *6* ventilátor)



67. ábra. Szárítóközeg és a száradó anyag hőmérsékletváltozása a forgódobban

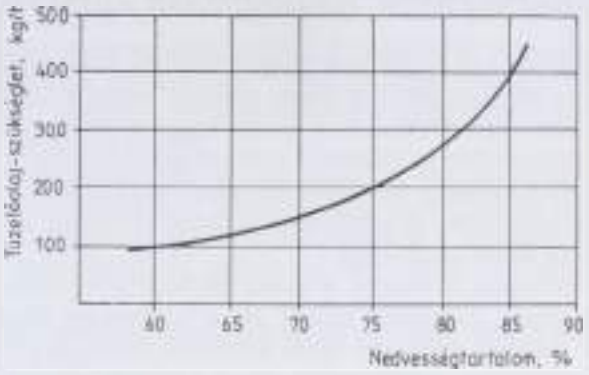
A dobban egyenáramú, bolygatott anyagrétegű szárítás történik. A ventilátor által keltett szívó hatás a szárítódobban azonos irányban mozgatja a szárítandó anyagot és a szárítóközeget, amely levegő–füstgáz keveréke (direkt szárítási mód). Az anyag továbbjutási sebessége lényegesen kisebb, mint a szárítóközegé, mert a lapátok bolygató, fellazító munkája következtében többszörös utat kell megtennie. A magas hőmérsékletű szárítóközegbe adagolt nagy víztartalmú anyagnál az intenzív párolgás következtében gyorsan elérhető a kívánt nedvességtartalomra történő szárítás (kb. 4–5 perc). A szárítóközeg és a száradó anyag hőmérsékletének változását a szárítódobban a *67. ábrán* mutatjuk be. A szárítóközeg 100–130 °C, az anyag max. 60–70 °C hőmérséklettel távozik a dobból. A ventilátor elhelyezkedhet a szecskaciklon előtt (szívó–nyomó üzem) és az után is (szívó üzem). A száraz szecska leválasztására a szecskaciklon szolgál, melyet alulról cellás adagolóhenger határol. A kalapácsos daráló közvetlenül a szecskaciklon alatt helyezkedik el. Innen a zöldtakarmányliszt pneumatikus szállítással jut a lisztciklonba.

Forgódobos gyorsszárító üzemeltetési kérdései

Az egyhuzamú dobok lassú fordulatszámmal ($n < 5$ 1/min) üzemeltetve alkalmasabbak a fűfélék és a lédús takarmányok pl. répaszelet szárítására.

A forgódobos szárítók üzemzavarmentes és energiatakarékos működéséhez egyenletes és minél kisebb átlagos hosszúságú szecskát kell biztosítani. A szecskahosszúság ne haladja meg a 2–3 cm-t.

A szárítóközeg belépő hőmérsékletét az anyag nedvességtartalmától függően a megengedhető legmagasabbra célszerű megválasztani. A 85% nedvességtartalmú szecskánál lehet 1100 °C, míg a 70%-ra fonnyasztottnál 800 °C a szárítóközeg hőmérséklete.



68. ábra. A szárítás tüzelőolaj szükséglete az induló nedvességtartalom függvényében (w_2= 10%)

A forrólevegős szárítás fajlagos hőenergia igénye nagyon kedvező q = 3150–3800 kJ/kg víz. A szárítandó anyag kezdeti nedvességtartalmától függően azonban az 1 t szárazanyag előállításához így is 150–500 kg tüzelőolaj szükséges *(68. ábra)*.

A szárítóberendezések anyagellátását kétmenetes betakarítási technológiával biztosították. Az önjáró szársértős fűkaszákkal szűkített rendre rakott terményt megközelítően 70–72%-ra fonnyasztás után járvaszecskázókkal apritották fel a kívánt méretre.

A takarmányok feldolgozása aprítással

Az abraktakarmányok és keveréktakarmányok előállítását megelőző művelet, a szemestermények aprítása, darálása fontos művelet, mely befolyásolja a komponensek egyenletes keverhetőségét, a termék megjelenési formáját, fogyaszthatóságát. Az aprítás fokát, az optimális szemcsézettséget a hasznosulási eredmény és a keveréktakarmány előállítási költsége összehangolásával, optimalizálásával kell meghatározni. A komponensek szemcsézettsége a keverékminőség szempontjából döntő jelentőségű.

Takarmánykészítéskor kívánatos a minél homogénabb szemcseösszetétel, lisztes és poros anyag képződése nélkül. Ha a takarmányt darálás után granuláljuk, akkor célszerű finomabb darát készíteni, mivel az jobban tömöríthető, és jobb szilárdságú granulátumot ad. A keverési művelet szintén homogén szemcseeloszlást kíván, mivel akkor kisebb az egyes komponensek kiválási valószínűsége [79].

A különféle állatok etetése más-más szemcseeloszlású őrleményt kíván.

A felhasználás során a keverék minőségi jellemzőinek betartása mellett szükséges egygyomrú állatok esetén a lisztes frakció arányának csökkentése, a fogyaszthatóság és a durva frakció minimumra csökkentése, az emészthetőség javítása végett.

A szemcsézettségre vonatkozó – előzőekben említett – általános követelmények mellett egyre sürgetőbb annak vizsgálata, hogy a különböző fajú, korú és hasznosítású állatállomány milyen minőség esetén értékesíti legjobban a takarmányt. Ismert pl., hogy nem előnyös, ha a lisztes frakció aránya 10–14% feletti, s egyes kísérletek szerint egygyomrú állatok számára a durva frakció (1,6 mm felett) hátrányos. Szarvasmarha- és lótáp esetében kedvező eredmények adódtak lapítással és zúzással előállított szemcsézettség mellett. Ezért etetési kísérletek útján lehet megállapítani az optimális szemcsézettséget valamennyi gyártmányféleség esetében.

A darálás elmélete

A darálás során a szemestakarmányokat (búza, kukorica, árpa, zab stb.), esetleg szálastakarmányokat meghatározott méretre aprítjuk.

Az aprítás, a mag darabokra bontása, amely mechanikai terhelés nyomán jön létre. Az anyagban **nyomó, hajlító** vagy **nyíró,** ill. **összetett feszültséget keltünk,** mely meghaladja a törőszilárdságot, azaz a határfeszültség értékét.

A darálás elméletének tárgyalását bonyolítja, hogy inhomogén anyagokról van szó (más tulajdonságokkal rendelkezik a héj és a belső rész). A magszem alakja sem szabályos. A szemestakarmányok ezen túl viszkoelasztikus tulajdonságokkal rendelkeznek, s ezeket nedvességtartalmuk függvényében is változtatják. Éppen ezért az aprítási elmélet más területeken kialakult eredményeit (pl. ércek aprítása) a szemesterményekre változtatás nélkül nem lehet alkalmazni.

A **darálás módja** különböző lehet attól függően, hogy az aprítást milyen úton érjük el:

- Ütéssel, ütköztetéssel, melynek során a magok nagy sebességű kalapácshoz, vagy a szemcsék egymáshoz, ill. a törőfelülethez (rostához) ütődnek.
- Nyomással, lapítással, zúzással, amikor a magban nyomófeszültséget keltünk (pl. hengerek között).
- Nyírással, nyírófeszültség keltése során (pl. tárcsás darálónál, kőjáratnál).
- Dörzsöléssel, koptatással, amikor a mag vagy szemcse felületén csak kisebb mélységben keletkezik nyírófeszültség a darálást végző felülethez (henger, tárcsa, rosta), ill. egymással való érintkezés során [79].

A különböző szerkezetű darálógépekben a darálási módok kombinációja jön létre *(69. ábra)* [110].

A darálógépekkel szemben a következő **követelményeket** támasztjuk:

- univerzális legyen (többféle termény és különböző nedvességtartalom tekintetében),
- a dara szemcsemérete változtatható legyen,

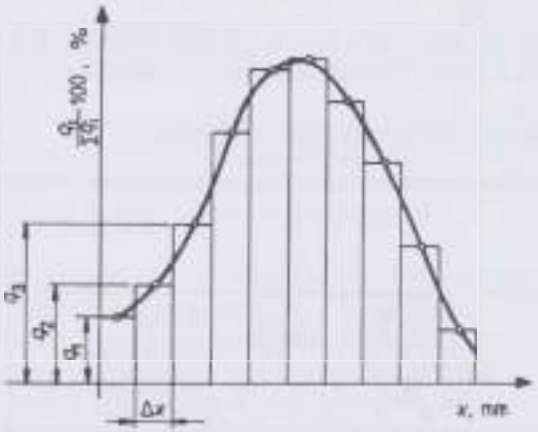
Daráló	Művelet	Fajlagos, közelítő energiaigény Wh/kg
Kalapácsos daráló	Ütés, ütköztetés, dörzsölés, koptatás	10–20
Hengerszék (sima hengerrel)	nyomás, lapítás, zúzás	6–10
Hengerszék (bordás hengerrel)	nyírás, nyomás, dörzsölés koptatás,	10–12
Kőjárat	nyomás, nyírás, koptatás	11–15
Tárcsás daráló	nyírás, dörzsölés, koptatás	11–13

69. ábra. A darálógépek működési módja

– a fajlagos energiaráfordítás kedvező legyen,
– szerkezete legyen egyszerű, könnyen karbantartható,
– a termék ne melegedjen túl, ill. hűtve kerüljön ki a gépből [79].

A gyakorlatban működő darálótípusok a követelményeknek nem egyenlő mértékben felelnek meg. A kalapácsos daráló például univerzálisan alkalmazható, de a fajlagos energiaráfordítása magas. Más darálóknál fordított a helyzet.

A darálókból kikerülő szemcsék mérete nem azonos. A szemcsehalmazt különböző méretű szíták alkalmazásával frakciókra bonthatjuk. A frakciók számának növelésével a méretlépcsők határait szűkítve gyakorisági görbe szerkeszthető *(70. ábra)*.



70. ábra. Gyakorisági görbe

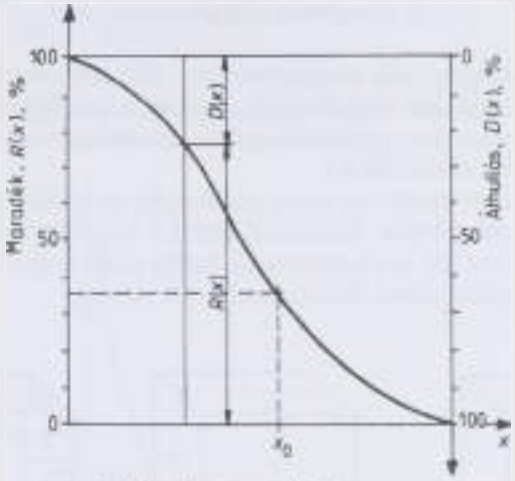
ahol: x_i az i-edik szita lyukmérete, mm,
i szíták sorszáma,
q_i az i-edik szitán talált dara tömege, g.

A frakciók képzésére a gyakorlatban jól alkalmazható módszer alakult ki, amikor a szíták száma és lyukmérete meghatározott. A szíták lyukméretének sora lehet, pl.: 0; 1; 2; 3 mm, vagy: 0; 0,2; 1; 1,6; 2; 3 mm stb. A szitálás ún. szitagéppel (vibrátoros) történik, amikor kb. 100 g darát adott ideig (4–10 min) szitálunk. Ezt a frakciók tömegmérése követi a $q_1 \dots q_n$ megállapítására.

A frakciók mérete és tömege alapján meghatározható az **átlagos szemcseméret** vagy **daramodul** (M) [38, 41].

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{x_i + x_{i+1}}{2} q_i}{\sum_{i=1}^{n} q_i}, \quad \text{mm.}$$

A frakciók méret és tömegeloszlása ún. szitamaradék diagramban ábrázolható *(71. ábra)*, amikor a méret függvényében a szitán fennmaradt $R(x)$, vagy áthullott $D(x)$ tömegarányt ábrázoljuk %-os viszonyban. A szitamaradék diagramból könnyen kiolvasható az, hogy az adott állatállomány számára előírt méretharárt (pl. 1,6 mm felett 4% megengedett értéket) a dara kielégíti-e.



71. ábra. Szitamaradék diagram

A szemcsék méreteloszlásának leírására különféle függvényeket alkalmaznak [23]. Ezek közül az ún. Rosin–Rammler–Bennett eloszlási törvényszerűség jól alkalmazható, mely a következő összefüggéssel írható le:

$$D(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{x_0}\right)^n}, \qquad \text{ill.} \qquad R(x) = e^{-\left(\frac{x}{x_0}\right)^n},$$

ahol: x a szemcseméret,
x_0 az a szemcseméret, melynél a szitamaradék $R = 36{,}8\%$,
$D(x)$ az x-nél kisebb szemcsék mennyiségi aránya,
$R(x)$ az x-nél nagyobb szemcsék mennyiségi aránya,
n kitevő a halmaz egyenletességére vonatkoztatva ($n = 0{,}5 - 1{,}3$).

A frakciók közül megkülönböztetjük az alábbi kategóriákat elnevezéssel is:

liszt:	0,2 mm alatt
finom dara:	0,2–1,0 mm
közepes méretű dara:	1,0–1,8 mm
durva dara:	1,8 mm felett

A dara jellemzésére az ASAE (amerikai) módszer eltér a fentiektől, amennyiben finomsági modulus jelzőszámot képez a meghatározott lyukú szitákon ma-

radt daratömeg és súlyszám figyelembevételével, ez azonban nem azonos az általunk használt daramodullal (M). Használják ezen túlmenően az egyenletességi modulus kategóriát is, ami a durva, a közepes és a finom osztályú frakciók viszonyát mutatja meg.

Az aprítás energiaigénye

Az aprítás energiaigényének meghatározására többféle elmélet is ismert [79]. Ezek közül csak azokkal foglalkozunk, melyek a mezőgazdasági anyagokra leginkább alkalmazhatóak (viszkoelasztikus, inhomogén anyagok, orientációjuktól is függ törési ellenállásuk).

Rittinger elmélete szerint az energiaszükséglet az aprítás nyomán keletkező felületnövekedéssel arányos. Igazolásul abból a leegyszerűsített esetből indulunk ki, amikor adott (pl. b) élhosszúságú, kocka alakú homogén testet aprítunk annak élhosszát egész számú részére bontva *(72. ábra)*.

72. ábra. Rittinger aprítási modellje

Látható, hogy a kocka felezéséhez W_1 energia felhasználását feltételezve, annak háromszori, egymásra merőleges síkban végzett felezésével hozható létre az $1/2\ A$ élhosszúságú kocka.

Ehhez $W_2 = 3W_1$ energia szükséges. A b/n élhosszúságú kockák létrehozásához $W_n = 3W_1\ (n-1)$ energia kell.

Az m-ed részre bontásnál az energia $W_m = 3W_1\ (m-1)$.

Az n-ed részre és m-ed részre aprításhoz szükséges energiaarányok:

$$\frac{W_n}{W_m} = \frac{3W_1(n-1)}{3W_1(m-1)} = \frac{n-1}{m-1}.$$

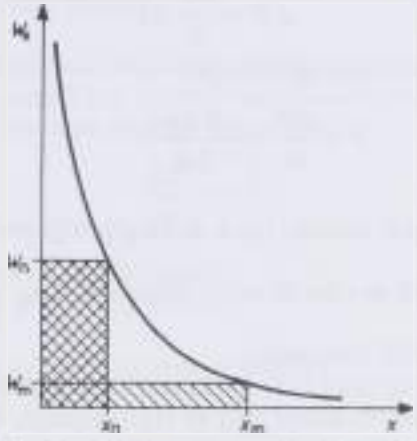
Ha n és m nagy számok, akkor:

$$\frac{W_n}{W_m} \cong \frac{n}{m}.$$

A b élhosszúságú kocka n-ed részre való aprításánál a szemcseméret $x_n = \frac{b}{n}$, ugyanakkor m-ed részre bontásánál $x_m = \frac{b}{m}$. Egyenletrendezés és behelyettesítés után:

$$\frac{W_n}{W_m} = \frac{x_m}{x_n}, \qquad \text{azaz} \qquad W_n x_n = W_m x_m.$$

Tehát a szemcseméret és az energiaigény szorzata állandó, így egy hiperbola egyenletéhez jutottunk a szemcseméretet független változóként kezelve *(73. ábra)*.



73. ábra. Energiaigény a szemcseméret függvényében

Az aprításkor keletkező felületek (A_n és A_m) nagysága:

$$A_n = \left(\frac{b}{x_n}\right)^3 6x_n^2 = \frac{6b^3}{x_n}, \qquad \text{és} \qquad A_m = \frac{6b^3}{x_m}$$

A felületek és az energiák aránya:

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{x_m}{x_n}, \qquad \text{és} \qquad \frac{A_n}{A_m} = \frac{W_n}{W_m}.$$

Az aprítás energiaszükséglete arányos a felületnövekedéssel, azaz a szemcseméret reciprokával.

A 72. ábrából az is látszik, hogy W_1 energia befektetéssel, egy metszéssel két új felület keletkezik, azaz az egységnyi új felületre fordított energia:

$$W_{\Delta A_1} = \frac{W_1}{2}.$$

3 metszéssel 6 új felület keletkezik, tehát

$$W_{\Delta A_1} = \frac{3W_1}{6} = \frac{W_1}{2}.$$

Ha a felületváltozás egységnyi tömegre ΔA, akkor:

$$\Delta W = \frac{W_1}{2}\Delta A.$$

Bevezetve a nem szabályos kockaalak keletkezése miatti c alaktényezőt (Horsam-képlet),

$W_1 = cW$, írhatjuk:

$$\Delta W = \frac{cW}{2}\Delta A.$$

A teljesítményigény m tömegű anyagra:

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{cW\Delta Am}{2\Delta t}, \quad \text{W}.$$

A $\frac{cW}{2}$ adott anyagnál állandó, így a darálógép teljesítményigénye a felület-növekedés sebességétől és a darált anyag tömegétől függ.

A Rittinger-elméletből következik:
- energiatakarékosság miatt csak a szükséges mértékű aprítást kell elvégezni,
- a szemcse végállapota szabja meg az energiaigényt, a kiinduló méret szerepe elhanyagolható.

Az aprítás energiaszükséglete tárgyalható abból a megközelítésből is, hogy a szemcse törése a törőfeszültség (σ_t) elérésekor következik be, ennek eléréséig az energiát a rugalmas alakváltozás emészti fel [79] ($\sigma = \varepsilon E$).

$$P = \int_0^{\varepsilon_t} \sigma d\varepsilon = \frac{1}{E}\int_0^{\sigma_t} \sigma d\sigma.$$

Integrálás után V térfogatú test aprítására kapjuk:

$$W = V\frac{\sigma_t^2}{2E}.$$

A **térfogati elmélet** szerint, mely Kirpicsov és Kick nevéhez fűződik, az energiaigény a test térfogatától (lineáris méret harmadik hatványa), az anyagra jellemző határfeszültségtől és a rugalmassági modulustól függ. Nem veszi figyelembe az aprítás mértékét.

A további elméleti megközelítések közül megemlíthető a Kick-féle energiafelhasználási teória, miszerint:

$$W_n = K \ln n,$$

ahol: K a felezési energiától függő állandó,
n az aprítás foka.

Bond más megközelítésben térfogategységre vonatkoztatva az energiafogyasztásra x_0 méretről x_1 méretre történő aprításkor a következő összefüggést adja:

$$W = c\left(\frac{1}{\sqrt{x_1}} - \frac{1}{\sqrt{x_0}}\right),$$

ahol: c az anyagtól függő tényező.

Charles–Walter egyetlen formulába foglalja az ismert megközelítéseket, feltételezve, hogy x méretű test méretcsökkenéséhez szükséges energia differenciálisan az alábbi általános alakban fejezhető ki:

$$\frac{dW}{dx} = -\frac{k}{x^n},$$

ahol: k anyagjellemzőtől függő állandó,
n értéke 1 és 2 között változhat.

Ha $n = 1$, akkor az ún. Kick-egyenletet kapjuk:

$$W = k_K \ln \frac{x_0}{x_1}.$$

Ha $n = 1{,}5$, akkor a Bond-törvényhez jutunk:

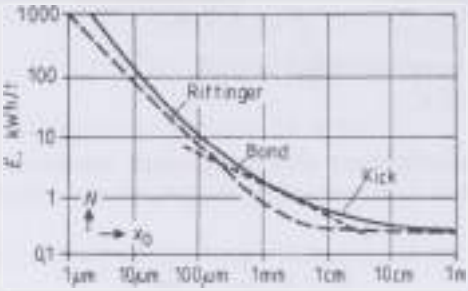
$$W = k_B\left(\frac{1}{\sqrt{x_1}} - \frac{1}{\sqrt{x_0}}\right).$$

Ha $n = 2$, akkor a Rittinger-törvényt kapjuk:

$$W = k_R\left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_0}\right),$$

ahol: x_0 a szemcse kiinduló mérete,
x_1 a szemcse mérete aprítás után.

A kísérleti eredmények azt bizonyítják, hogy a szemestermények aprítása a Rittinger-féle elmélet szerint jól jellemezhető. Az egyenletek érvényességi körét a *74. ábra* szemlélteti.



74. ábra. A szemcseméret és energiaigény összefüggése

Rebinder és Melnyikov elmélete szerint az aprítási munka a deformációs munka (W_v, mely arányos a térfogattal) és a felületnövelésre fordított (W_A) energia összege:

$$W = W_v + W_A .$$

A deformációs munka:

$$W_v = C_v \ln n^3,$$

ahol: C_v az anyagtól függő fajlagos deformációs energiaszükséglet,
n az aprítás foka.

A felületnövelésre fordított energia:

$$W_A = C_A \times (n - 1) ,$$

ahol: C_A az anyagtól függő fajlagos felületnövelési energiaszükséglet.

A fenti összetevőkhöz a gyakorlatban a darálógép belsejében és szerkezetein létrejövő súrlódási, légszállítási munka igénye is hozzáadódik (W_s). Az aprítás nézőpontjából hasznos energia a felületnövelésre fordított energia, ennek alapján a daráló összhatásfoka, $\eta_ö$:

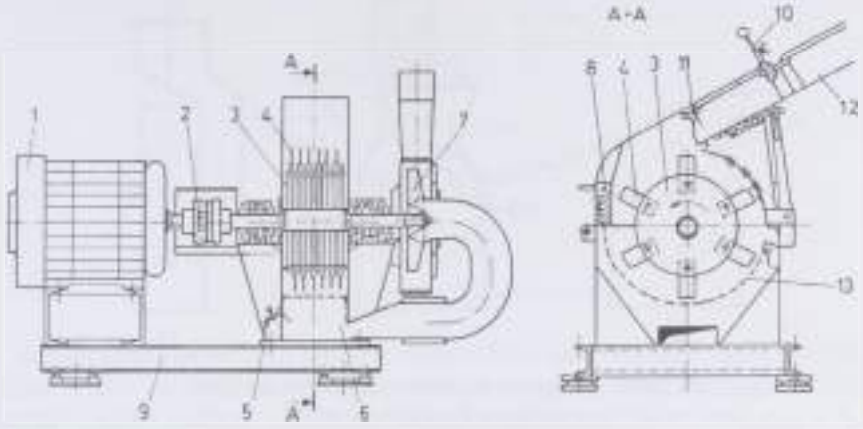
$$\eta_ö = \frac{W_A}{W_A + W_v + W_s}.$$

A darálók szerkezete és üzemeltetése

Kalapácsos daráló

Szerkezeti egyszerűsége és univerzalitása miatt a legelterjedtebb típus a mezőgazdaságban. Felépítését a *75. ábra* szemlélteti.

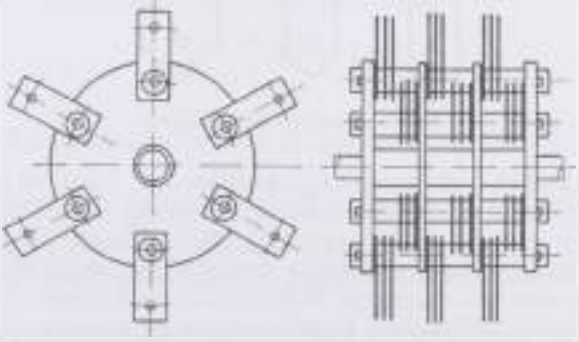
A darálótérbe a termény adagológaratból érkezik, ahol vaskiválasztó mágnes is elhelyezhető. A forgórészen elhelyezett kalapácsok a darálóteret teljes szélességben kitöltik [79] *(76. ábra)*, kerületi sebességük általában v_k = 70–105 m/s.



75. ábra. Kalapácsos daráló felépítése
(*1* hajtómotor, *2* tengelykapcsoló, *3* forgórész, *4* kalapács, *5* levegőbeeresztő, *6* elszívócső, *7* ventilátor, *8* törőfelület, *9* alapkeret, *10* szabályzólemez, *11* gátlólemez a visszaputtanáshoz, *12* garat, *13* rosta)

A kalapácsok lehetnek csapokra erősítettek, ekkor lengőkalapácsos, vagy merevek, amikor késes darálóról beszélünk [38].

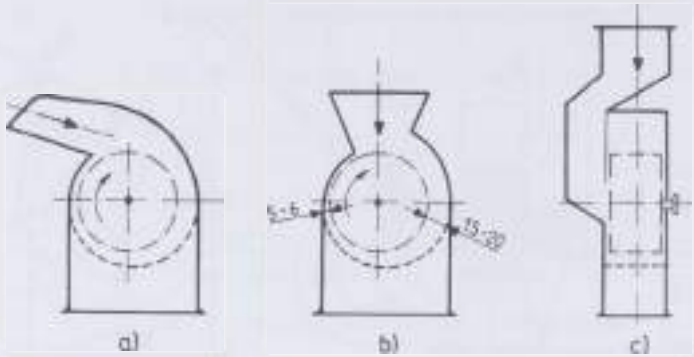
A szemcsék aprítása a kalapácshoz, egymáshoz, a törőfelülethez, rostafelülethez való ütközés, ütköztetés, dörzsölés útján megy végbe. Változatos törőfelület kialakítás és cserélhető lyukazatú rosta befolyásolja a darálótérből a rostafuratokon át kikerülő anyag szemcseméretét.



76. ábra. A kalapácsos daráló forgórésze

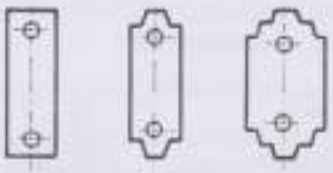
A garatból az egyenletes anyagadagolás vibrációs adagolóval is történhet, de az esetek többségében a gép önrezgése és a szabályzólemez is elegendő erre a célra. A kalapácsok élköre és a rostafelület között a távolság forgásirányban csökken *(77. ábra)*. Az anyag rávezetése lehet érintőleges, radiális és axiális.

A kalapácsos darálók a leggyakrabban vízszintes tengelyűek, de lehetnek függőleges vagy ferde tengelyelrendezésűek is [41].



77. ábra. Anyagáram bevezetés a kalapácsos darálóba
a) érintőleges; *b)* radiális; *c)* axiális

A **kalapácsok** különböző vastagságú (3–10 mm) kopásálló acéllemezből készülnek. Az apritóhatás javítására a lépcsőzetes kiképzés is gyakori *(78. ábra)*. Az élek kopása esetén a kalapácsok megfordíthatók. Azonos végkiképzésnél (kétfuratúak) a kalapácsok másik vége is használható. A kalapácsok cseréjénél is biztosítani kell a forgórész statikus és dinamikus kiegyensúlyozottságát. A kétirányú forgatásra készült, szimmetrikus elrendezésű darálóknál a kalapácskopás a forgásirány változtatással is kiküszöbölhető.

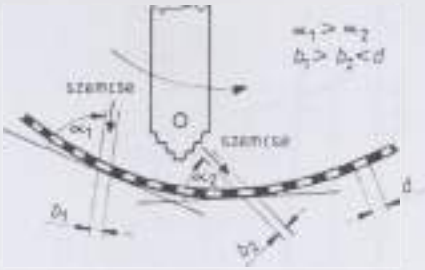


78. ábra. A kalapácsok kiképzése

A **cserélhető rosták** lyukmérete leggyakrabban 3; 4; 5 mm, de lehet ennél kisebb vagy nagyobb is. A nagyobb méretek a durvább frakciók előállításához használatosak, ill. szálasanyagok darálásához alkalmazhatók. Nagy frakciókhoz a rosta nélküli üzemeltetés is lehetséges. A lyukfelület összességét átejtő felületnek nevezzük.

A rosta réseinek alakja lehet kör keresztmetszetű, ill. négyzet vagy téglalap is. A rosták vastagsága (0,5–2 mm) is befolyásolja az aprítás mértékét. A szemcse a rostalyuk középvonalával szöget zárva halad át a résen *(79. ábra)*.

A kisebb teljesítményű darálók szerkezete egyszerűbb. A forgórész csapágyazása nincs külön megoldva, hanem a rotort a villanymotor tengelyére rögzítik. A kalapácsok egyszerű téglalap, esetleg csillag alakúak. A kalapácsok kerületi sebessége sem mindig éri el a 70 m/s-t. Ennek megfelelően az aprítás foka, ill. a fajlagos energiafelhasználás értéke a nagy teljesítményű darálókénál kedvezőtlenebb [59].



79. ábra. A szemcse áthaladása a rostán

A kalapácsos darálóban a **szemcse törése** akkor következik be, amikor az ütközéssel közölt helyi igénybevétel meghaladja az anyag törőszilárdságát, a közölt energia a törési felületen elegendő a kohéziós erők legyőzésére, azaz $p_{max} \geq \delta_b$. A szabad ütés impulzusa $Fdt = mv$, tehát függ a szemcse tömegétől (m) és az ütközési sebességtől (v). Az anyagban létrehozott feszültség függ a kalapács és szemcse tömegétől, rugalmassági modulusoktól, a felületek alakjától. Végeredményben egy darálótípusra, egy szerelési kivitelnél, adott termény darálásakor az elérhető feszültség az ütközési sebesség ismeretében meghatározható.

A daráló üzemének fontos jellemzője a darálóban tartózkodó anyagtömeg, amit **töltet**nek nevezünk (T). Ez egy adott időben, stabilizált üzemmódban, a darálóba beadagolt (m_{be}) és abból kijövő anyag (m_{ki}) különbsége.

$$T = m_{be} - m_{ki}.$$

A daráló tömegteljesítményét vagy **darateljesítményét** (Q) az adott idő alatti daratömeg és a darálási idő hányadosaként kapjuk:

$$Q = \frac{m_{dara}}{t_{vál}}, \qquad \text{kg/h}.$$

Adott daráló darateljesítménye az átlagos szemcsemérettől függően alakul *(80. ábra)*.

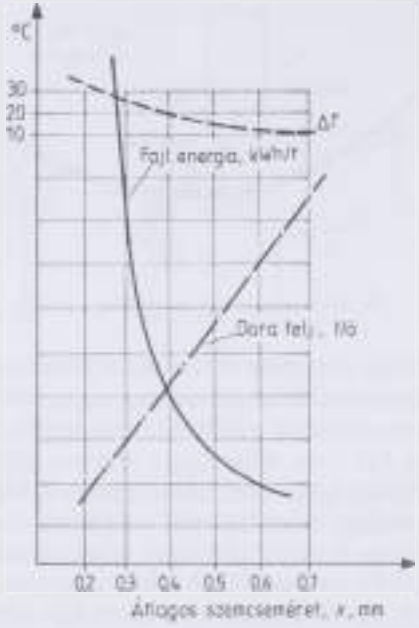
Változik a **termény hőmérséklete** is a darálóban, ez a szemcsemérettől és a daráló típusától is függ *(81. ábra)* [79].

A termény **nedvességtartalmának** növekedésével a darateljesítmény csökken, a fajlagos energiafelhasználás pedig nő ugyanolyan daraméret előállításakor.

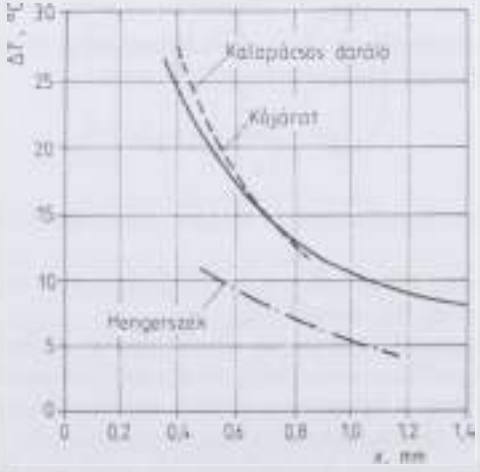
A mezőgazdaságban a kalapácsos darálók univerzális jellegűknél fogva alkalmasak nagyobb nedvességtartalmú szemestermények (W = 20–35%) és csöveskukorica **szem–csutka keverék (CCM)** aprítására is *(82. és 83. ábra)*.

A dobóventilátoros, elszívó vagy nyomó rendszerű légáram által szállított darát a levegőáramból ciklonokban választhatjuk le. A leválasztó ciklonokból távozó levegőből a port szűrővel különítjük el, vagy visszavezetjük a darálóba *(84. ábra)*.

A darálás összes energiaigényét olyan módon is lehet csökkenteni, hogy a kalapácsos darálót nagyobb lyukméretű rostával üzemeltetjük, a keletkezett da-



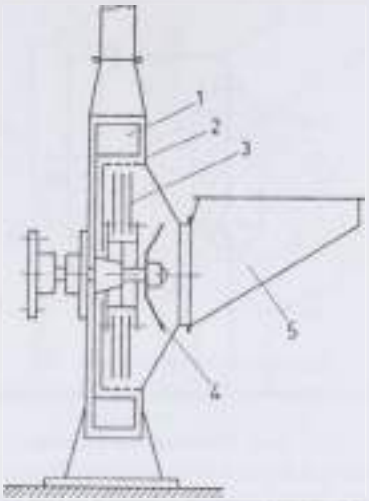
80. ábra. A hőmérséklet, a darateljesítmény és a fajlagos energiaigény változása a kalapácsos darálóban a szemcseméret függvényében



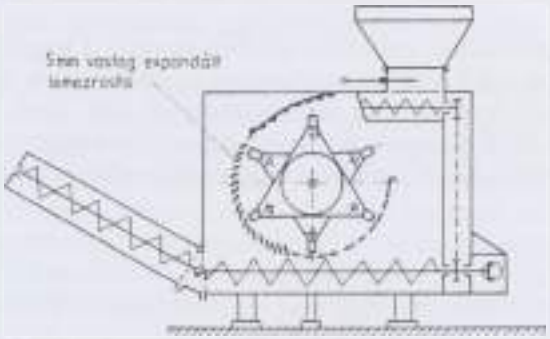
81. ábra. A hőmérsékletemelkedés változása a szemcseméret függvényében

rából a durva frakciót leválasztjuk (pl. szélosztályozóban) és visszavezetjük a darálótérbe. Az eljárást **körfolyamatos** darálásnak nevezzük *(85. ábra)* [23].

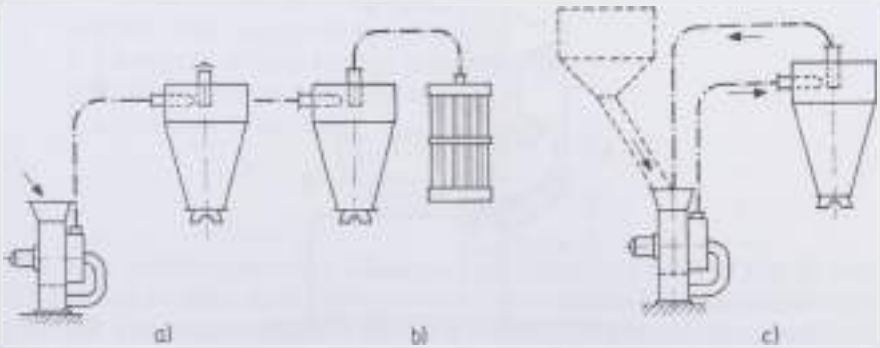
Ha a durva frakciót másik darálóban daráljuk tovább, úgy kétfokozatú darálásról beszélünk.



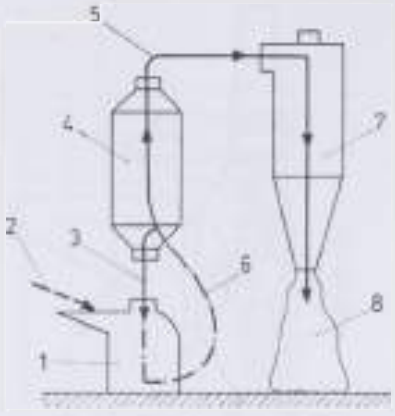
82. ábra. Szem–csutka keverék daráló
(*1* dobventilátor, *2* rosta, *3* kalapácsok, *4* késes aprító, *5* garat)



83. ábra. Szem–csutka keverék daráló (Bábolna–Faller)



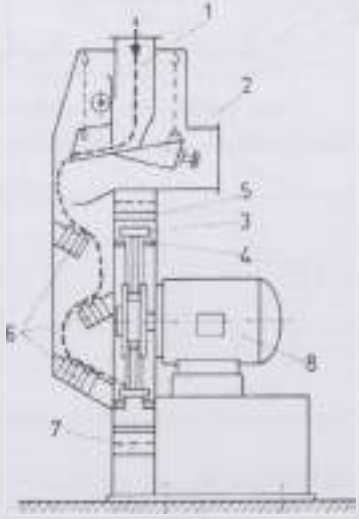
84. ábra. Daraelszívás és leválasztás
a) ciklonnal; *b)* ciklonnal porszűrővel; *c)* ciklonnal, légvisszavezetéssel



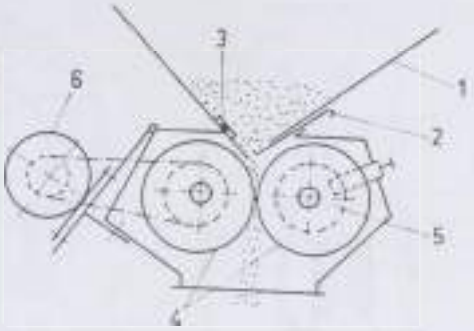
85. ábra. Körfolyamatos darálás
(*1* darálő, *2* termény, *3* durva frakció, *4* szélosztályozó, *5* finom frakció, *6* dara–levegő keverék, *7* ülepítőciklon, *8* zsák)

Verőkeresztes daráló

Szerkezeti megoldásában, működési elvében hasonlít a lengőkalapácsos darálókhoz. A kalapácsok T alakúak, szárhosszuk egymást váltva rövidebb és hosszabb, a szemben levők azonos szárhosszúságúak *(86. ábra)*. Kétoldali törőgyűrűn kívül és belül forognak. A termény betáplálása tengelyirányú, az aprítást a törőgyűrűk segítik elő. A törőhatást ütköző töröbordák is segítik [79].



86. ábra. Verőkeresztes daráló
(*1* garat, *2* adagoló, *3* kalapács, *4* törőgyűrű, *5* töröbordа, *6* mágnesek, *7* rosta, *8* hajtómotor)



87. ábra. Hengeres darálő [41]
(*1* garat, *2* tolózár, *3* mágnes, *4* hengerek, *5* excenteres résszabályzó, *6* villanymotor szíjhajtással)

Hengeres darálő (hengerszék)

A hengeres darálő ott alkalmazható célszerűen, ahol szemestakarmányt kell aprítani. A kalapácsos darálóhoz viszonyítva lényegesen kisebb a fajlagos aprítási energiaszükséglete, ugyanakkor szálastakarmány aprítására nem alkalmas *(87. ábra)*.

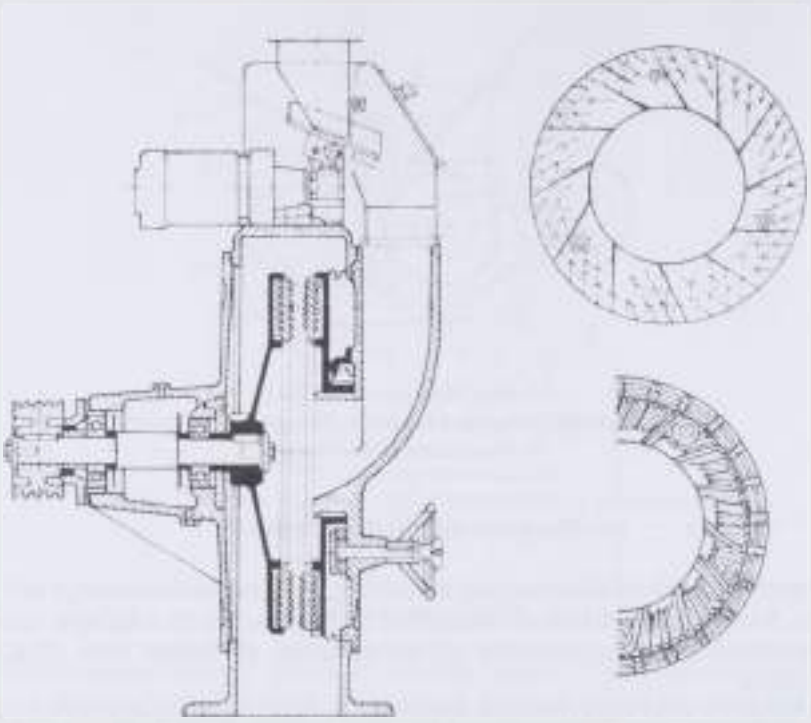
A hengerek sima vagy rovátkolt felületűek, kerületi sebességük az előbbieknél azonos, a rovátkoltaknál különböző. A sebességkülönbség kétszeres vagy háromszoros. Az alkotóiránnyal szöget bezáró barázdák mélysége 0,1–0,25 mm, a szélessége 1–5 mm. A hengerfelületek közötti távolság a daramérettől függően sima hengernél 0,5–1,5 mm, rovátkoltnál 0,2–3 mm. A hengerek kerületi sebessége 4–5 m/s. A hengeres daráló darateljesítménye a két henger átlagsebességétől, a hengerek működő hosszától, a darálórés töltési fokától ($f = 0{,}1–0{,}3$), az anyag sűrűségétől, a hengerek távolságától függ, mindezek szorzataként számítható:

$$Q = bhv\rho f, \quad \text{kg/s}$$

ahol: b a hengerek működő hossza, m,
h a hengerek átlagos távolsága, m,
v a hengerek átlagos kerületi sebessége, m/s,
ρ a szemestermény sűrűsége, kg/m³,
f a darálórés töltési foka.

Tárcsás darálő

Felépítése, táplálása hasonló a kőjárathoz *(88. ábra)*. Az őrlés az álló és forgó tárcsa között jön létre, az őrlőfelület bordázott, az őrlőrés középről kifelé haladva szűkül, a rés változtatható. A tárcsák a legtöbbször kéregöntéssel készülnek. Csak légszáraz magvak darálására használható a tárcsás daráló. Olajos magvak mind a kőjáraton, mind a tárcsák felületén elkenődnek [79].



88. ábra. Tárcsás darálő és a tárcsák felülete

Szálas anyagok darálása

A kalapácsos darálók a szárított (esetleg forrólevegős módszerrel is) szálastakarmányok darálására is alkalmasak. Ehhez az etetést célszerű gépesíteni, egyenletessé tenni. A rostát nagyobb lyukméretűre kell cserélni, esetleg eltávolítani szükséges. A sajátos kivitelű, bálázott széna aprítására speciális gépet alkalmazhatunk, mely méreteiben, adagolási megoldásában a feladatra különösen alkalmas *(89. ábra)* [79].

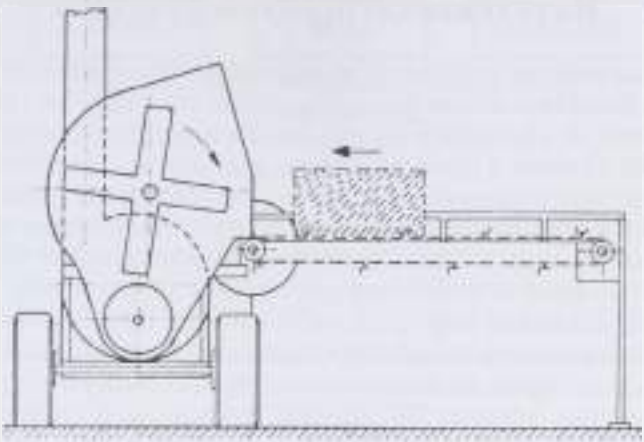
A lucernadarálás fajlagos energiaszükségletét a közepes szemcseméret függvényében a *90. ábrán* láthatjuk.

Az 1 görbe a szecskázott lucerna darálási energiaszükségletét mutatja, míg a 2 görbe ugyanazt a szecskázási energiafelvétel figyelembevételével. A 3 görbe szálas lucerna aprítási energiaszükségletét adja.

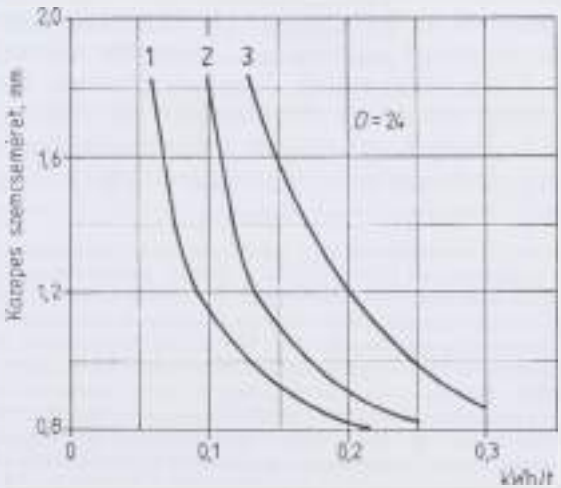
A fentiek alapján tehát érdemes a lucernát előzőleg szecskázni, mivel a darálási teljesítmény növelhető, s együttal energia takarítható meg.

A hengeres nagybálák aprításához használható ún. dézsás aprítók ismertetését 165. ábránál találhatjuk.

A darálógépek **általános üzemeltetési kérdéseihez** tartozik a gépek terhelés nélküli indítási feltételeinek biztosítása. A beindított gép terhelését tolózárral



89. ábra. Lemezkalapácsos bálaaprító



90. ábra. A lucerna darálásának energiaszükséglete
(*1* szecskázott lucerna; *2* szecskázott lucerna az aprítási energia figyelembevételével; *3* szálas lucerna)

változtathatjuk meg kézi beállítással. A gép névleges terhelésének beállításához elengedhetetlen a hajtómotor teljesítményfelvételének kijelzése, annak ismerete. A biztonságos és automatizált terhelésszabályozás az elektromágneses vibrátoros adagoló használatával, annak elektronikus úton történő vezérlésével oldható meg. A daráló gépek leállítása a darálóban levő teljes töltet feldolgozása után következhet be. A darálók porképző hatásának kiküszöbölése, megszüntetése is fontos feladat. Erre a témára a keverőüzemi poreltávolítás kérdéseinél térünk ki [41].

Keveréktakarmányok gyártása

Keveréktakarmányok készítéséről, gyártásáról és felhasználásáról csak mintegy 130 éve beszélhetünk, s az iparág, függetlenül attól, hogy kis-, közép- vagy nagyüzemekről, ill. elkülönült vagy más iparhoz integrált tevékenységről van-e szó, az utóbbi 50 évben a fejlődés látványos útját járta be. Létrejöttét az állattenyésztés tudomány, a takarmányozás elmélet (takarmányérték elmélet) fejlődése, az állattartás termelés technológiai rendszerekbe szerveződése indokolta és segítette, színvonalának javulását az állati termékekkel szemben fokozódó minőségi követelmények és az átalakuló piaci igények alapozták meg.

A keveréktakarmány lényege. Az állat optimális termeléséhez szükséges takarmány-komponensek befoglalása („bezárása") az etetési adagba, ipari értelemben és minőségben alkalmazott technológiával, amelyet meghatároznak a tárolás, szállítás, adagolás stb. műszaki feltételei is. A gazdasági állatok mellett más állatfajok, ill. tartási célok (versenyállatok, kutya, macska, laboratóriumi állatok, tenyésztés stb.) kielégítésére is gyártanak keveréktakarmányokat, továbbá kifejlődött az ún. gyógyszeres (precíziós) tápok gyártása és alkalmazása is, amelyek az egyes betegségek kezelésén, megelőzésén túl a termelés javítását (vitaminok, nyomelemek, növekedés serkentők stb. bevitelével) szolgálják. A keveréktakarmány, ill. annak egyes ipari komponensei ma már a mezőgazdasági termeléstől többé-kevésbé elkülönült gyártásban készülnek, s abból kerülnek forgalmazásra, a **végtermék áru**, annak minden műszaki, hatósági (szabványügyi), minőségbiztosítási és kereskedelmi jellemzőivel együtt.

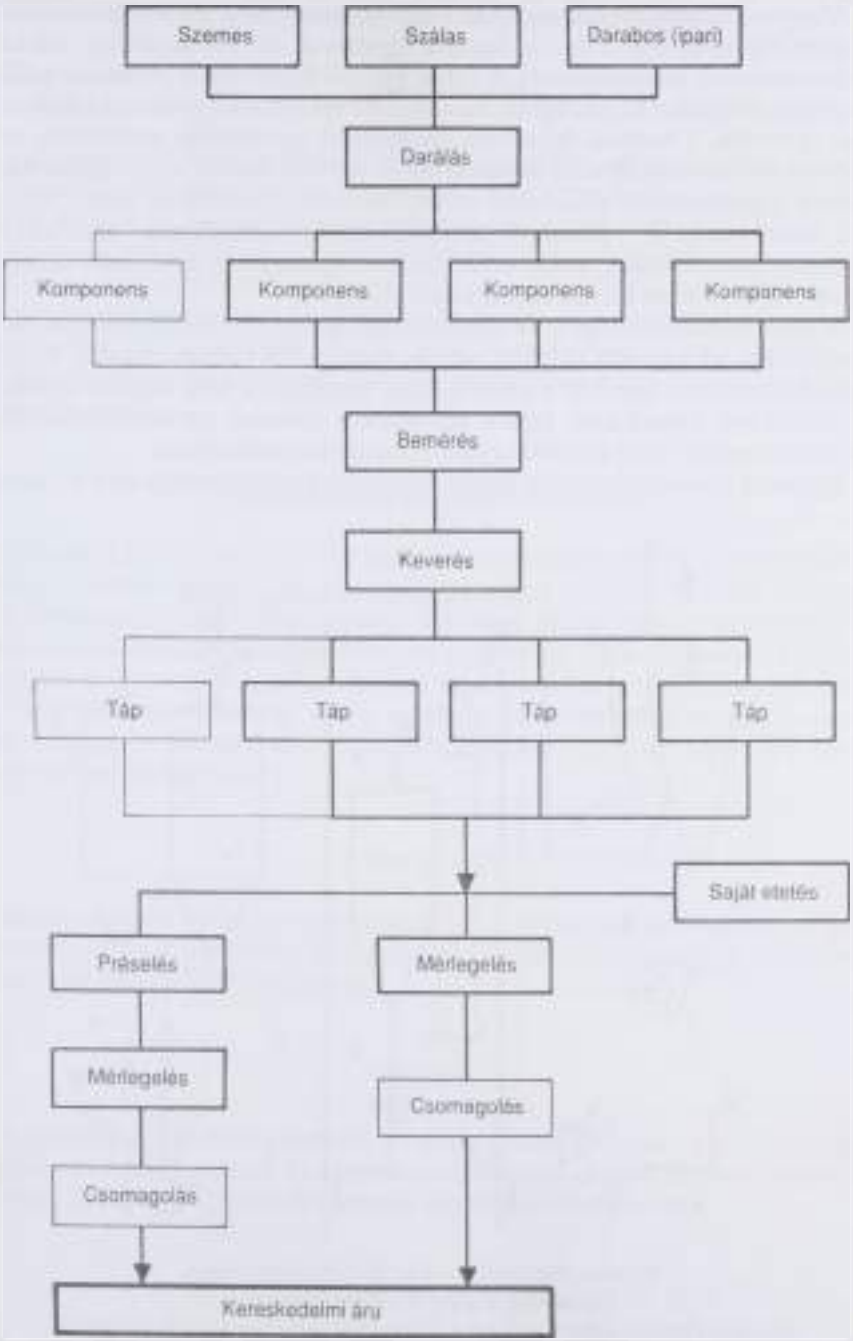
Korunkban példa nélküli az iparörténetben, hogy egy termelési ág tulajdonképpen korábbi hadipari fejlesztés eredményeként születik meg. Az 1870-es években a „modern" európai hadseregek a lóállomány ellátására rendszeresen kezdték alkalmazni a takarmánykeveréket. Pl. 1870–71-ben, a francia–porosz háborúban a poroszok a lovasság, ill. a hadtáp és az ágyúvontatás lovainak abrakigényét lókenyérrel (Pferdebrukun) fedezték. Ennek összetétele (valószínűleg angol recept alapján) 30% zabliszt, 30% borsóliszt, 30% rozsliszt és 10% lenmagliszt volt, s a keveréket 10–12 cm-es gyűrűpogácsák formájában kisütötték. Feljegyzések szerint 1 kg ilyen lókenyér 3 kg zabot váltott ki, s a lovak erőnléte jobb volt annál, mintha csak zabot etettek volna.

A mai értelemben vett keveréktakarmány-ipar az Egyesült Államokban jött létre az 1800-as évek végén. (Az iparági szövetség 1908-ban alakult meg.) Ezután a fejlett mezőgazdasággal rendelkező országokban gyorsan fejlődött a keveréktakarmány-gyártás. Európában a hí- és sertéstápok mellett felfedezték a baromfitápok előállítása és felhasználása. Ez utóbbiaknál jelent meg a granulálás (1906, F. Smulder gépgyár, Utrecht).

Az 1920-as években az Államokban sorra alakultak meg a nagy keveréktakarmány-gyárak. 1922-ben hatályba lépett az első keveréktakarmányokról szóló törvény New York államban, amely szabályozta a termék és a gyártás feltételeit az államok érdekében.

Németországban, 1927-ben törvényel átfogóan szabályozták a keveréktakarmány-gazdálkodást, előírták az új termékek bejelentési kötelezettségét, meghatározták a minőségi, a mintavételi és vizsgálati követelményeket. Később új törvénnyel szélesítették az engedélyezett receptnek számít és előírták a termékbizonylatot (a zsákcímkézést). Olaszország, Franciaország szintén követte ezt az utat. Európában főként azokban az országokban indult gyors fejlődésnek az iparág, amelyek szemeskatmány-exportra szorultak (Németország, Nagy-Britannia, Hollandia, Belgium). Ennek megfelelően a tengeri kikötők és a nagy forgalmi (folyami-vasúti-közúti) csomópontok tárházaihoz (elevátorokhoz) kapcsolva épültek fel a nagy kapacitású takarmánygyárak, korszerű berendezésekkel, gépesítéssel, javítandó a termelés gazdaságosságát.

A takarmányozással kapcsolatos tudományok fejlődése döntően befolyásolta az iparág sorsát. Ásványi anyagokat és mikroelemeket már a század elején kezdtek hozzákeverni a készítményekhez. Az Államokban az 1930-as években alakult ki az intenzív (iparszerű) tartástechnológia a baromfi ágazatban. Az 1940-es, tudományosan kikísérletezett, kifejlesztett és ellenőrzött receptúrákban már megjelentek a vitamin komponensek, majd nem sokkal később az antibiotikumok is.

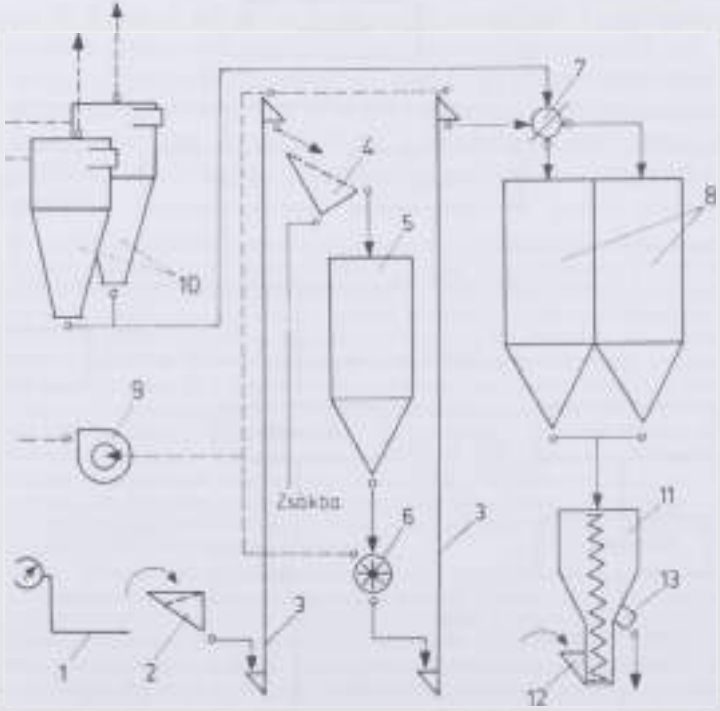


91. ábra. A keveréktakarmány-gyártás általános sémája

Magyarországon inkább az 50-es években indult meg a keveréktakarmány-gyártás (tudatos) fejlesztése új üzemek építésével, ill. bővítéssel (pl. leállított gabonamalmok átszerelésével). A 60-as évektől kezdődött a premixek (előkeverékek) előállítása az országban. Hasonló erővel fejlődött a műszaki-technológiai eszközök, a kutatási-fejlesztési eredmények (granulálás, morzsázás, mérlegvezérlés, zsírbedolgozás) alkalmazása is. A 70-es évekre az iparágban alkalmazott géprendszerek alkalmassá váltak bonyolult összetételű, precíz keverékek készítésére, ill. vitaminok, antibiotikumok, nyomelemek, profilaktikus anyagok, antioxidánsok, aminosavak stb. bedolgozására is. A termelés országos mérete ekkor évente kb. 1,5 millió tonna volt.

A keveréktakarmány-gyártás általános sémáját az *91. ábrán* mutatjuk be. A megfelelően előkészített (szemes, szálas, darabos stb.) alapanyagokat, komponenseket aprítják, bemérik a keverőgépbe, amelyből a kész tápokat nyerik. A kereskedelmi forgalomba kerülő termékeket célszerű préselni (pelletálni), „konfekcionálni" és el kell látni gyári termékdokumentációval.

Egyszerű keveréktakarmány-gyártó folyamat vázlatát mutatjuk be a *92. ábrán.*



92. ábra. Egyszerű keverékgyártó folyamat vázlata
(*1* mérleg; *2* garat; *3* serleges felvonó;
4 rosta; *5* előtároló cella; *6* aprítógép; *7* irányváltó szekrény; *8* komponenscellák;
9 az elszívó rendszer ventilátora; *10* porciklon;
11 keverőgép; *12* a keverő garatja az alsó feladáshoz; *13* a keverő ürítőcsonkja)

A nyersanyagok kezelése és előkészítése

Szemes anyagok

A nagy komponensek alapanyagai (általában kukorica, takarmánybúza, árpa) és a további, kisebb bekeverési aránnyal felhasznált szemes takarmányok (pl. zab, cirok, borsó stb.) előkészítése lényegében tisztítási, osztályozási, ill. mérési művelet, amelyhez a gabonatárházakban szokványos berendezéseket alkalmazzák: sík- vagy dobrostás silótarárokat, rög- és vaskiválasztókat, s különböző (pl. ún. folyás-) mérlegeket. Ezek kiválasztását (műszaki paramétereik ismeretében) a kedvezőtlen anyagjellemzők szerinti „szűk keresztmetszetre" kell alapozni, pl. az önműködő gabonamérlegek esetén a nehezebben folyó zab, ill. árpa tulajdonságai szerint.

Extrahált darák, darabos alapanyagok

A kívánatos (kisebb, mint 15–20 mm) szemcseméretre történő előaprítást általában a gyártók elvégzik. Ez feltétlenül szükséges a további kezelés, feldolgozás szempontjából, így elkerülhetők a szállítógépek, az elzáró szerkezetek és a futócsövek üzemzavarai vagy a kifolyási problémák, ill. biztosítható a konstans anyagáram. Amennyiben mégis darabos alapanyagokra kell számítani, többcélú előtörőt célszerű választani, amely ugyanúgy alkalmas rideg anyag (pl. extrahált dara, takarmánysó), mint pl. szívós, nehezen aprózódó anyag (pl. takarmányélesztő) előaprítására.

Szálas anyagok

A szálas anyagok rövidre szecskázott, szárított állapotban kerülnek be az ipari keverékgyártás folyamatába, amelyek szokványos aprítógéppel (pl. kalapácsos darálóval) darává, lisztté őrölhetők.

Előtörők

A különböző előtörők nagyméretű garatrésze lehetővé teszi a szállítószalagos feladást is. A törőhengerek fordulatszáma eltérő, így az aprító hatás főként nyomásból, zúzásból és nyírásból összetett igénybevételből jön létre.

Osztályozók, felbontó és ellenőrzőszitáik

Az előtörő utáni anyagból célszerű kiválasztani a további aprításra nem szoruló finom frakciót. Erre megfelelő osztályozók, szitagépek alkalmazhatók, azonban

célszerű olyan konstrukciót választani, amely többcélú, **egyben csomófeloldásra** is képes. A felbontó szitában a fogadórostély hézagaiba benyúló forgó tüskék törik a feladott anyagot, ill. segítik átömlését azokon. A tengelyen csavarvonal mentén szerelt lapátok felbontják a nagyobb csomókat, az anyagot a szitafelülethez dörzsölik és továbbítják. A feloldott frakció áthullik a perforáción, a maradék csomós anyagot visszavezetik a feladásba.

Zsákos csomagolású alapanyagok feladása

Igen sok komponens ma is ebben a formában érkezik gyártásra, azaz a zsákos csomagolás nem veszítette el korszerűségét, függetlenül attól, hogy behúzatásuk különböző fizikai nehézségekkel, egészségkárosodásokkal járhat. A behúzatás (feladás) alapgépe a garatrosta. A rosta feladata a durva mechanikai szennyeződés kiválasztása, a csomósan érkező anyag (pl. tejpor agglomerátumai) felbontása, a behúzatás áramának növelése, a vonal üzembiztosságának fokozása, a kézi munka körülményeinek javítása.

A garatrosta beömlő nyílását rács fedi, amely megakadályozza a durva, darabos szennyeződés (pl. zsákdarabok, zsineg stb.) bejutását, s balesetelhárítási célokat is szolgál. Maga a rostabetét perforált lemez, amelyen az anyagot meghajtott kaparólécek „verik" át, de a mozgatással nem törik át a durva rögszennyeződést.

Ömlesztett alapanyag előkészítése

A lisztes alapanyag ellenőrző szitálására (a durva szennyeződés kiválasztására) sík-, ill. hengerszitás osztályozók terjedtek el. A síkbevonatos osztályozókban a szennyeződés nem terheli a gépelemeket, az utóbbiak fajlagos teljesítőképessége lényegesen nagyobb, helyszükségletük kisebb. Számos esetben függőleges elrendezésű (őrleményverőkhöz hasonló), nagy teljesítőképességű kúpos osztályozókat is alkalmaznak.

A keverékképzés folyamata

A keveréktakarmány-komponensek többsége szilárd, (eredetileg vagy előkészítés után) por alakú, ill. szemcsés anyag. Ennek megfelelően a készítmény vagy a gyártásközi termék gyakran a szilárd–szilárd rendszerek csoportjába tartozik.

A magára hagyott többkomponensű szilárd szemcsés halmaz (ellentétben a gázokkal, de még a problematikus összetételű folyadékokkal is) önmagától nem keveredik. Ugyanakkor a halmaztér megfelelő átmozgatásával többé-kevésbé tökéletes keveredés érhető el. A műveletet keverésnek nevezzük, amelynek célja, hogy a keverékhalmaz (a technológiai célnak megfelelően) meghatározott kis egységében is a tételbe bemért arányban szerepeljenek az egyes komponensek. Ekkor a keverék minden egyes komponensére külön-külön meghatározott

homogenitás 1, ill. más skála szerint 100% volna, ami természetesen nem valósítható meg. (A halmaz egészére vonatkozó, összefoglaló homogenitás-érték nem definiálható.) A homogenizálás is keverés, de a malom- és takarmányipari terminológia szerint inkább az egykomponensű, ill. ahhoz hasonló anyagok egyöntetűségének biztosítását, azok standardizálását jelenti.

A keverékhalmazok leírása, a homogenitás definíciója

A keveredés sztochasztikus folyamat. Az ideális keverék (amely nem létezik) minden egyes tetszőlegesen kicsiny mintájában a komponensek aránya megegyezik a bemért koncentrációval. A valóságos keverékhalmazban az azonos nagyságú mintákban a komponensek koncentrációjának eloszlásához azonos valószínűség tartozik.

A kész keverék minősítése, az elért homogenitás meghatározása kémiai laboratóriumi eljárással történik. Rendszerint nem szükséges a szokásos takarmánykémiai vizsgálat, elegendő valamilyen jelzőfesték (indikátor) stb. alkalmazása. Azonban ne feledjük, hogy a mérés és az értékelés komponensenként történik!

A homogenitás definíciója ennek megfelelően a matematikai statisztika eszközeihez kapcsolódik és értelemszerűen az eltérés (a szórás, ill. a szórásnégyzet) a leginkább alkalmas erre a célra. A keverékhalmazból, különböző kevertségi állapotban, külön-külön vett, kellő (n) számú mintán végzett vizsgálatból az alábbi paramétereket számíthatók:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1},$$

ahol: s^2 a korrigált (empirikus) szórásnégyzet,
x_i a vizsgált komponens aránya (koncentrációja) az i-edik mintában,
$\bar{x}$ a vizsgált komponens koncentrációjának átlaga az adott kevertségű halmazból vett mintasorozatban,
i az adott kevertségű halmazból vett minták száma.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - x_0)^2}{n-1},$$

ahol: σ^2 a névleges szórásnégyzet,
x_0 a vizsgált komponens koncentrációjának előírt értéke a keverékhalmazban (a tételbe valóságosan bemért aránya).

Ez az, egyébként azonos típusú, kifejezés annyiban különbözik az előzőtől, hogy a komponens koncentráció várható értéke helyén a valóban bemért (x a tökéletes homogenitású keverékben megvalósítandó) arány szerepel. A nevezőbe, ha a minták száma meghaladja a 10-et, elegendő n értékét helyettesíteni. A min-

ták számának növelése fokozza a mérési eredmény megbízhatóságát, ugyanakkor természetesen nő a feldolgozási (laborálási) idő, ill. költség is.

Az ezekkel definiálható homogenitás többféle formát ölthet. A leggyakrabban használt alakok közül kiemeljük az alábbiakat:

$$M = \frac{\sigma}{s},$$

amelynek a reciproka is ismert az irodalomban, nyilván más értelmezéssel.

$$M = \frac{s_0 - s}{s_0 - \sigma}, \quad \text{ill.} \quad M = 1 - \frac{s}{s_0},$$

ahol s_0 a kezdeti állapotra vonatkozó szórás.

Ez utóbbiak a keverés dinamikáját is figyelembe veszik, a különböző módon definiált homogenitás-jellemzők azonban eltérő tartalmúak. A felírt képletek szerinti M értéke a keveredés előrehaladásával 1-hez (100%-hoz) tart.

A keveredés lefutása az idő függvényében

A folyamat fizikai leírása erősen emlékeztet a diffúzió-, ill. reakciókinetikai modellekre, amennyiben a komponensek érintkező felületét tekinti mérvadónak. A keverés előrehaladtával a keveredés sebessége (a homogenitás idő szerinti deriváltja) egyenes arányban csökken a tökéletes homogenitás (100%) és a pillanatnyi homogenitás különbségével („homogenitás-hiánnyal"). Ez azzal magyarázható, hogy a keveredés előrehaladtával egyre gyakoribb az azonos anyagú szemcsék helyeserje, ami a homogenitást már nem növeli. Ezt Rose a következő alakban írta fel [112]:

$$\frac{dM}{dt} = A(1 - M),$$

ahol: M a homogenitás, a keveredés mértéke (0–1, ill. 0–100% között),
t a keverési idő,
A a keverési együttható (más jelölése k).

Az egyenlet megoldása: $M = 1 - e^{kt}$

Az egyenletet grafikusan a *93. ábrán* mutatjuk be. A görbe lefutása kezdetben meredek, vagyis viszonylag rövid idő alatt a homogenitás gyorsan javul. A k paraméter az anyag- és a gépjellemzőktől függ, az elfogadható vagy az előírt homogenitáshoz tartozó keverési idő széles tartományban változhat. A teljes (100%-os) homogenitás ebben a modellben (a tételes, vagyis szakaszos keverésben) végtelen nagy idejű keveréssel érhető el. Ez azt is jelenti, hogy a keverést nem érdemes egy bizonyos, technológiai optimum szerint meghatározott mérték elérése után folytatni.

Rose a keveredéssel egyidejűleg fellépő szétválási folyamatot is észlelte (hiszen a halmaz belső mozgása ezt is előidézi), s beépítette elméletébe. A szétválási folyamat, mint a homogenitás időbeli csökkenése értelmezhető:

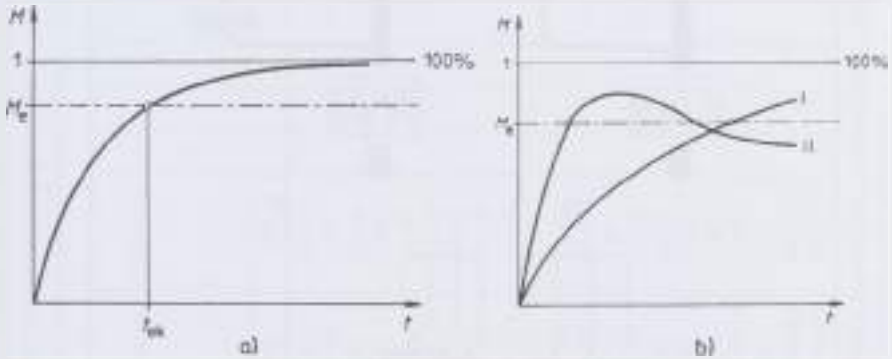
$$-\frac{dM}{dt} = B\Phi,$$

ahol: B a szétválási együttható,
Φ a szétválási potenciál.

A valóságos keverési folyamatok a fenti két hatás együttes figyelembevételével írhatók le:

$$\frac{dM}{dt} = k(1 - M) - B\Phi.$$

A fenti differenciálegyenlet konkrét esetekre vonatkozó megoldásaiból kiemeljük a *93. ábrán* bemutatott folyamatot:



93. ábra. Ideális keveredés
a) és keveredés egyidejű szétválással, *b)* tételes (szakaszos működésű) keverők esetén
(*I.* a feladáskor (betöltéskor)
a nagyobb halmazsűrűségű komponens került alulra; *II.* felülre.)

A *93/b ábra* görbéje szerint a homogenitás gyorsan növekszik, de a maximum után, a szétválás dominanciája miatt már csökken. Az elkeveredés mértéke ezt követően nem javítható. A tétel komponenseinek bemérési sorrendjét illetően általában az a szabály, hogy előbb az ún. nagykomponenseket (a legnagyobb arányúval kezdve, a kisebb koncentrációjú felé haladva) kell feladni, lehetőleg úgy, hogy a nagyobb halmazsűrűségű anyagok a felső rétegekbe kerüljenek. Nyilvánvaló, hogy ez a kikötés folyamatos üzemű keverőknél nem érvényesíthető.

A keverőgépek fontos üzemi jellemzője a *töltési fok*. Az előírtnál kisebb töltési fok esetén a keverés minősége romlik, erősödik a szétválás. A szükséges, ill. optimális keverési idő meghatározása körülményes feladat, általában

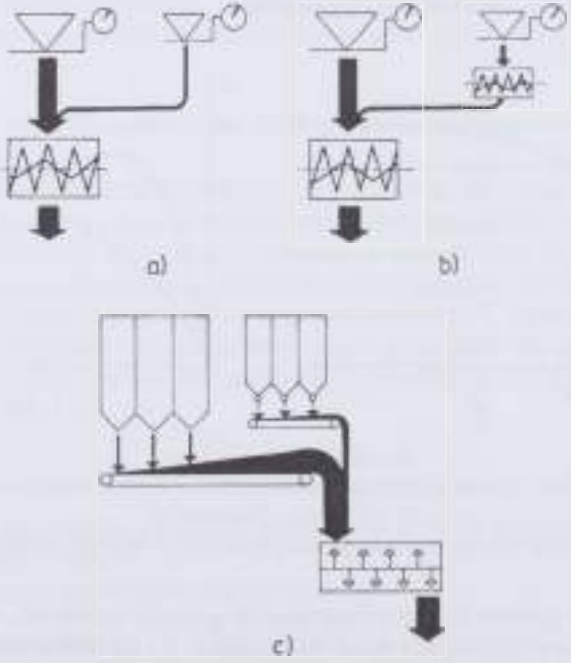
gyártóművi előírás. Függ a komponensek anyagjellemzőitől, számától, ill. a kiskomponensek koncentrációjától. A tételes keverők ciklusidejének meghatározásához tájékoztató adat, hogy a legtöbb esetben 3–5 perc a műveleti idő, amihez természetesen még hozzáadódik a töltés és az ürítés ideje is.

Keverőgépek

A keverőgépek osztályozása

A keverőgépek szakaszos (tételes) vagy folyamatos üzeműek *(94 ábra)*.

A működés elve ugyan nem, de a keverés hatásossága, vagyis az elérhető homogenitás függ a keverékbe bemért komponensek egymáshoz viszonyított arányától, azok eltérő fizikai jellemzőitől stb. A kis- és mikrokomponensek esetében célszerű előkeveréket (ún. premixet) készíteni, azaz azokat a keverékben



94. ábra. Szakaszos és folyamatos keverés
a) szakaszos keverés előkeverék (premix) bedolgozásával; *b)* szakaszos keverés egyidejű előkeveréssel; *c)* folyamatos keverés

egyébként is szereplő valamelyik nagykomponenssel (pl. búzakorpával stb.) felhígítani, s így javítani bekeverési, eloszlatási jellemzőiket. Ez több keverési fokozatra bontott gépsorral megoldható, de ilyen, különösen nagy értékű komponenseket vagy gyógyszeres hatóanyagokat tartalmazó premixeket készter-

7. táblázat. A premix üzemekben felhasznált néhány alapanyag fontosabb jellemzői [112]

(Alapjellemzők: *A* kristályos szerkezetű; *B* enyhén koptató hatású; *C* közepesen koptató hatású; *D* erősen koptató hatású; *E* erősen nedvszívó; *F* nedvszívó; *G* csomósodásra hajlamos; *H* tömbbe nem áll össze; *I* tapad; *J* előtörést igényel; *K* aprítást igényel; *L* korrozív)

Megnevezés	Halmazsűrűség		Omlasztási szög	Önöszlási szög	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	A bedolgozás aránya készítményekre	
	Tömörített	Tömörítés nélkül															min. %	max., %
	kgm^{-3}		fok	fok														
Takarmányso	1190	1170	46	30–35	+		+		+					+	+		0,2	5,0
Takarmánymész	1140	1070	65–80	45				+		+		+	+				0,2	14,3
Takarmányfoszfát	540	520	75	30–40					+		+		+				1,2	23,0
Karbamid	750	740	30	30	+				+	+				+	+		2,5	9,5
Tejpor	450	420	50	35–45						+	+						0,3	17,9
Kazein	720	680	50	30–35	+	+											0,2	1,0
Ásványi premix (ÁP-17)	970	890	75–80	30–50			+			+	+						0,4	6,0
Ásványi premix (ÁP-18)	805	750	80–85	30–35			+			+	+						0,4	6,0
Gallical	815	755	75–85	40–45									+				3,8	13,4
Karbavatd	615	560	80–90	40		+											8,0	40,0
Metionin (szintetikus)	485	445	62–65	40–45													Előkeverékhez	
Metioninos előkeverék	750	708	65–75	33–55				Szójadara vivőanyaggal									0,4	7,2
Lizin (szintetikus)	650	620	77–81	35													Előkeverékhez	
Lizines előkeverék	705	675	52–54	35–38				Szójadara vivőanyaggal									0,4	13,3
Adhákso	450	420	70	30–35						+	+						Koncentrátumba	
Zsírpor	385	380	80	42–43							+		+				3,0	7,6
Bentonit	750	721	83	80		+											Kötőanyag	
Nátrium-szulfát	1362	1041	30–45	50		+			+									
CMC	535	526	67	38						+							Kötőanyag	
Viskon (kötőanyag)	428	410	Boltozódik	38–40						+							0,1	2,5
Söntőkóly	187	174	Boltozódik	45–50													Vivőanyag	

Megjegyzés: A keverékgyártás során az állati- és a növényifehérje-alapanyagok egy részét csak az előkeverőben (premix üzemben) lehet bedolgozni valamilyen lisztes vivőanyagba, amely egyébként is a végtermék valamelyik nagykomponense

mékként is forgalmaz a takarmányipar. Néhány kis, ill. kisebb mennyiségben bedolgozott alkotó jellemzőit tartalmazza az *7. táblázat.*

A keverőgépek jelentős része az anyaghalmaz belső mozgatását mechanikai úton valósítja meg *(8. táblázat)*. A keveredés, a különböző anyagú szemcsék helycseréje a halmaztér mozgó rétegei között fellépő nyírás hatására megy végbe, amely részint az áramlási keresztmetszet változásából (a mozgó anyag deformációjából) adódik, részint a halmaz mozgó rétegei közötti sebességkülönbség okozza *(95. ábra)*.

8. táblázat. A keverők csoportosítása

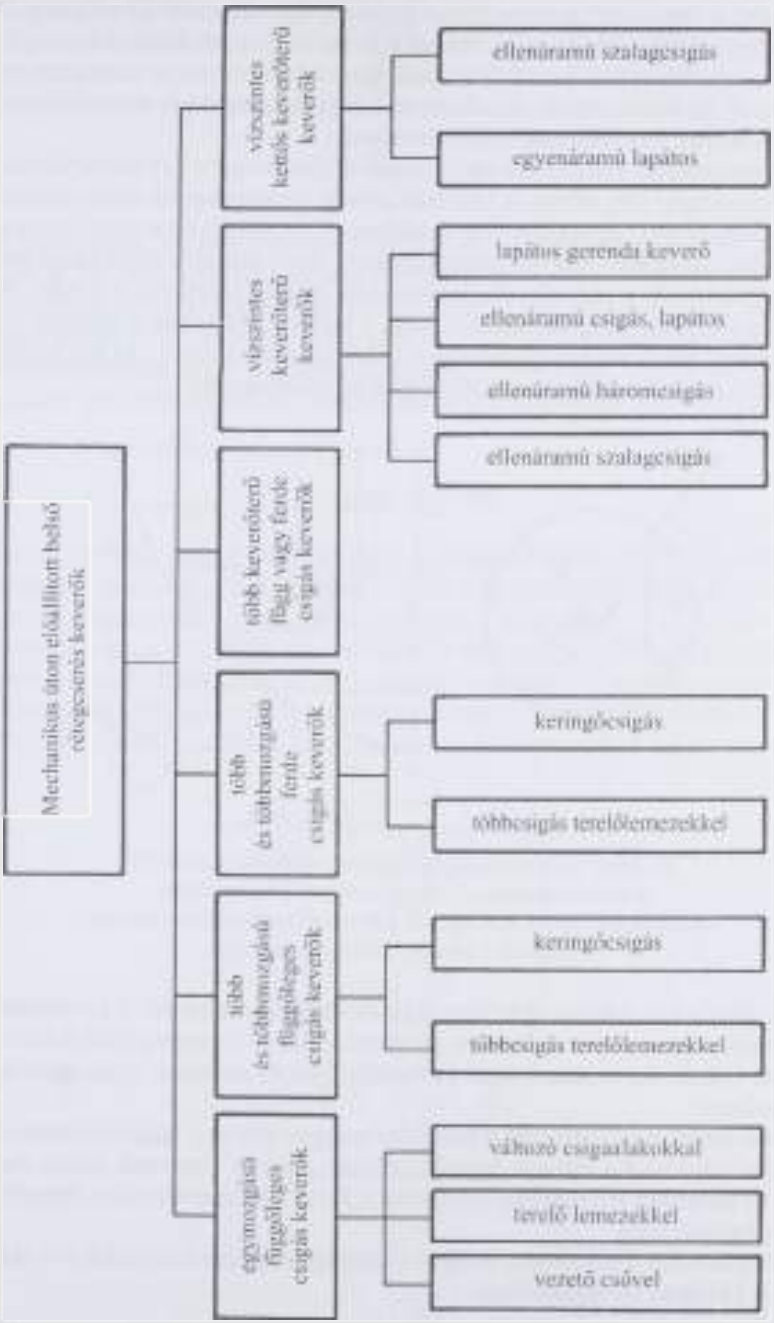
Megnevezés	Működési elv
Diffúz keverők (pl. dobkeverők)	Az elmozdulò rétegek (halmazrészek) újakkal találkoznak (kaszkád mozgás).
Diffúz keverők belső rétegcserével	A festéken túl: belső terelőívek, bordák stb. irányítják a rétegmozgást.
Gravitációs keverők	Egyszerű tartályok. Az anyag mozgatása a tartályon kívüli, külön szállító berendezéssel történik zárt körfolyamban. A keveredés, rétegcserével, az alsó elvételi és a felső betöltési zónában történik (l. még homogenizáló silók).
Rétegcserés keverők	A belső keverőelemek által létrehozott térfogat-, illetve rétegcsere.
Pszeudofluid (örvény) keverők	Mechanikus úton létrehozott örvénylő ágyban intenzív anyagátadás.
Fluid (pneumatikus) keverők	Anyagátadás fluid állapotú szemcsehalmazban, amelyet mechanikus keverőelemek vagy irányított pulzáció gyorsít.

Szakaszos üzemű (tételes) keverők

Az anyag előkészítése, bemérése és bekeverése szakaszosan (adagonként, „tételenként") történik. A teljes ciklusidőhöz mindenképpen hozzátartozik a betöltés és kiürítés (tágabban a „kiöblítés") időtartama is.

Dobkeverők

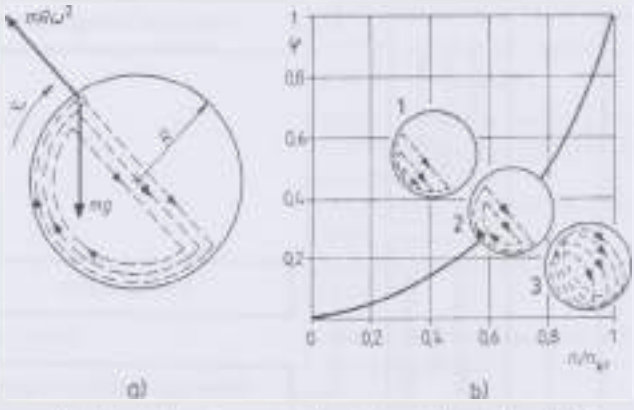
A dobkeverők (vagy keverődobok) keverőelemet általában nem tartalmaznak, fő részegységük egyszerű kialakítású forgótartály, amely lehet körhenger, hatszög-hasáb, tetraéder vagy bonyolultabb alakú. A forgástengely nem feltétlenül



95. ábra. A mechanikus keverők áttekintése

esik egybe a tartálytest szimmetriatengelyével, így összetett keverőmozgás is létrehozható. A gép feltöltése és ürítése álló helyzetben történik, bár megfelelő terelőelemek alkalmazásával folyamatos üzemű berendezés is szerkeszthető. A dobkeverők jól ömleszthető, tapadásra nem hajlamos anyagok keverésére alkalmasak. A **diffúz keverők** családjába tartoznak.

A legegyszerűbb kialakítású és legrégebbi változatuk a hengertartállyal felszerelt keverőgép *(96. ábra)*. A betöltött anyag, viszonylag kis fordulatszámon, a forgó dobpalásttal együtt mozog a nehézségi erő (súly) és a centrifugális erő aránya által meghatározott magasságú pontig, majd onnan a felső réteg leválik és a gravitáció, ill. a súrlódás megszabta sebességgel lecsúszik a rézsűn. A keveredés a lecsúszó rétegben valósul meg, a halmaz magjában a rétegek között gyakorlatilag nincs sebességkülönbség, tehát keveredés sincs. Az így kialakuló folyamatos anyagáramlást nevezzük **kaszkád mozgásnak.**



96. ábra. Jellemző mozgásállapotok a dobkeverőben [112]
a kaszkádmozgás; *b* a mozgásállapotok határgörbéje
(φ töltési fok; n/n_k a valóságos és a kritikus fordulatszám viszonya,
1 kaszkád; *2* átmeneti; *3* katarakt mozgás)

A 96. ábra a kaszkád mozgás idealizált modelljét mutatja be. A keverésre fordított munka (energia) egyszerűen meghatározható, az anyag (folytonos) felemelését fedezi. Az axiális irányú keveredés igen kismértékű, gyakorlatilag elhanyagolható.

A fordulatszám növelésével a fent leírt mozgás elér egy határállapotot, amelyen túl a felül leváló rétegek hajítási pályán, „szórva" ömlenek lefelé. Az így kialakuló **katarakt** mozgáskor, a fellazult („fluid") halmazfázisban intenzív keveredés valósul meg.

A fordulatszám felső határa, amikor az anyagréteg már nem válik le a dobpalástról, a **kritikus fordulatszám:**

$$n_{kr} = \sqrt{\frac{g}{4\pi^2 r}}, \quad s^{-1},$$

ahol: g a gravitációs gyorsulás $m \cdot s^{-2}$,
r a keverődob sugara, m.

Hagyományos mértékegységgel:

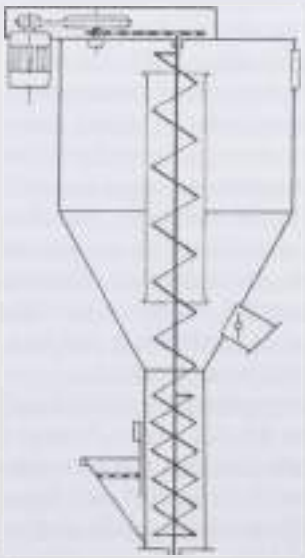
$$n_{\omega} = \frac{30}{\sqrt{r}}, \quad \text{min}^{-1}.$$

A dobkeverők szokásos töltési fokát 40–65% közötti nagyságúra, fordulatszámukat 100 min^{-1} értéknél kisebbre választják.

A hasonló tulajdonságú komponensek radiális irányú keveredése viszonylag gyorsan végbe megy, ezzel szemben az axiális irányú keveredés igen lassú. A kettő idejének aránya egyes vizsgálatok szerint 1:130! Ezért a sima dobkeverőket megfelelő terelőelemekkel, ill. geometriai változtatásokkal tovább fejlesztették.

Csigás keverők

A tételes keverők családjában az egyik legrégebbi típus, ma is szívesen alkalmazzák kis- és középméretű üzemekben, de más iparok kis adagú keverési feladataira is. Úgynevezett rétegcserés keverőgép, alaptípusa a *97. ábrán* látható. Lényegében az „átlapátolás" kézi műveletét utánozza úgy, hogy a középső elhelyezésű, köpenyes csiga a feladott (betöltött) anyagot a felső térbe szállítja, közben átmozgatja, ott kilépéskor szétszórva a lefelé csúszó anyaghalmaz felületére teríti. A halmaztér a lefelé mozgás közben átkényszerül a kúpos keresztmet-



97. ábra. Függőleges csigás keverő

szeten, ami nemcsak a felhordó csiga teljes töltését szolgálja, de a deformációval az anyag keveredését is segíti. A csiga bevezető szakasza gyakran kétbekezdésű vagy kisebb menetemelkedésű a terhelés csökkentése érdekében.

Egyszerű gépről van szó, ahol az említett szétválási jelenség biztosan fellép, s emiatt a komponensek betöltési sorrendjére, ill. arányára ügyelni kell. Tanácsos a nagykomponensek bemérését megszakítva, két részletben végezni úgy, hogy a kettő között adjuk fel pl. a koncentrátumot. A kiskomponensek bekeverésének egyenletessége (a maximális homogenitás) érdekében az új vagy a hosszabb ideig leállított gépet „be kell járatni", szemes árpa (esetleg más, viszonylag erősen koptató anyag) felhasználásával, amíg a felületek fényessé nem válnak. A berendezés megfelelő kialakítása lehetővé teszi az átöblítést visszaforgatással, a kifolyó anyagot a garatba visszavezetve.

A keverőgép főméreteit a gépsorban előírt teljesítőképesség alapján lehet meghatározni. A gép térfogata:

$$V = \frac{mt_k}{\rho_h \varphi},$$

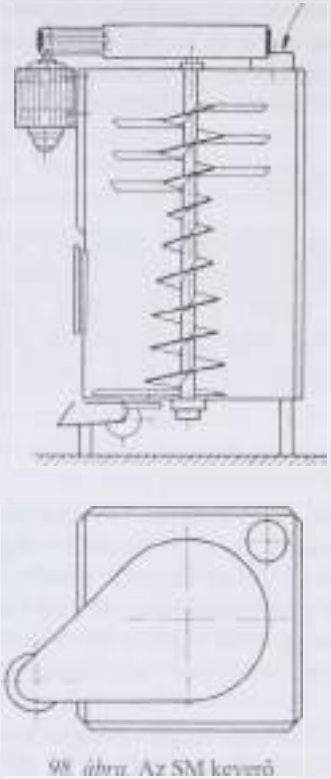
ahol: m az előírt keverési teljesítőképesség kgs^{-1},
t_k a keverés ciklusideje, s,
ρ_h halmazsűrűség kgm^{-3},
φ töltési fok (itt általában 0,8–0,85 azaz 80–85%).

A t_k keverési idő mellett a töltési és ürítési idő határozza meg a gép ciklusidejét, ezzel a gép teljesítőképességét (a keverési anyagárammot). Ennek megfelelően alakítják ki a korszerű típusokon a töltő és ürítő szerkezeteket, amelyek a részidők minimális értékre csökkentését szolgálják.

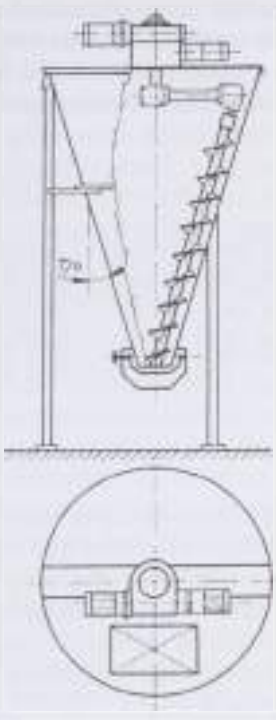
A keverőcsiga fordulatszámát (fordulatfrekvenciáját) tapasztalati, kísérleti úton határozták meg, értéke általában 200–300 min^{-1} között van. Kisebb fordulatszámon nő a keverési idő, nagyobb fordulatszámon pedig romlik a csiga töltési foka, nő a gép terhelő nyomatéka és teljesítményfelvétele. A gépek térfogata egészen kis értéktől 10 m^3-es nagyságrendig változik.

Az egyszerű szerkezetű függőleges csigás keverők fejlesztése, többekközött, a teljesítőképesség fokozását is szolgálta, azonban a fentiekben bemutatott alaptípus geometriai arányai kötöttek. Ez azt jelenti, hogy a teljesítőképesség növeléséhez szükséges térfogatváltozáshoz arányosan nagyobb tartályátmérő, szerkezeti magasság, csigaátmérő és -hossz stb. tartozik. A szerkezeti elemek szilárdsági arányai, a motor- és hajtóműméretek és a dinamikai, energetikai viszonyok ugyanakkor progresszíven változnak.

Az SM típusú keverők lényegében négyzetes hasáb alakú házból és speciális kialakítású csigából épülnek fel *(98. ábra)*. A csiga nem hengercsiga, a csigalevelet körparabolikus burkolófelület szerint szerkesztették. A keverőtengelyt (-csigát) felül bolygató és szóró elemekkel, alul kaparó, az ürítést segítő karokkal egészítették ki, más esetben a fenékprofilt alakították át a kiömlés javításának és gyorsításának megfelelően. Ezen gépek töltési foka 70% körül, a keverőtengely fordulatszáma 80–120 min^{-1} között szokásos.



98. ábra. Az SM keverő



99. ábra. Orbitkeverő

A csigás keverőgépek sajátos és hatékony változata az orbitkeverők családja *(99. ábra)*. A gép keverőeleme összetett mozgást végző bolygócsiga, a saját tengelye körüli forgáson túl egy kúpfelület mentén körbejár. A keverőtér alakja értelemszerűen forgáskúp. A csiga előbbi mozgása az anyagot felfelé szállítja, míg az utóbbi örvénylő mozgásra kényszeríti, a keveredés a kettő együttes hatására jön létre. A csiga szokásos saját-fordulatszáma 60–80 min^{-1}, keringési fordulatszáma 2–3 min^{-1} értékek közé esik. Az orbitkeverők mozgó alkatrészeihez kényes, nagy terhelésű, viszonylag bonyolult elemek tartoznak (csapágyak, kardáncsukló, speciális szöghajtómű), amelyek poros, erősen koptató környezetben működnek, s ez kétségtelenül növeli a típus árát, ill. üzemi költségeit. A gépcsaládot széles kapacitástartományban gyártják, az egyes gépek térfogata 50 l (modellkeverő) és 10 m^3, hajtóteljesítmény-igénye 1 és 18 kW között változik.

Az orbitkeverő térfogatának növelése a bemutatottakhoz hasonló problémákat vet fel. A keverőtér kevésbé hatékony része a kúpos tartály tengelyében kisebb sebességgel lecsúszó halmazmag. A térrész hatékony átkeverésére alakultak ki pl. az összetett keringésű orbitkeverők, amelyeknél a keverőtengely, saját forgása mellett, nem egyszerű körpályát, hanem egy második hajtókar beépítésével *hipociklois* pályát ír le. A másik járható út több keverőgép „összeolvasztása": két, esetleg három keverőteret kötnek össze, s ilyen módon kölesönös anyagátadás valósulhat

meg közöttük. Ezzel elkerülhető a túlzott méretű mozgó szerkezeti elemek alkalmazása és a megoldás javítja a keverés hatásosságát is. A megvalósítható keverési arány (komponensarány) 1:100 000. Ez azt jelenti, hogy 1 t töltetbe 10 g megfelelő fizikai állapotú komponens az előírt homogenitással már bekeverhető.

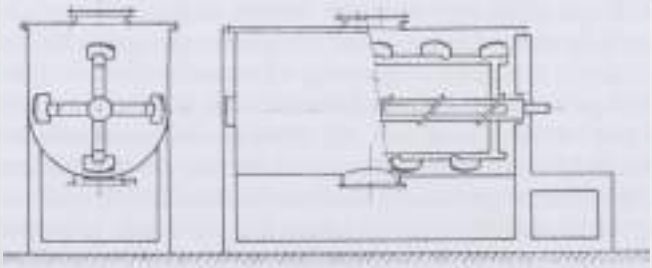
Fekvőhengeres keverők

Felépítésükre jellemző az általában vízszintes elhelyezésű dobtartály a benne forgó keverőelemekkel, amelyek a legegyszerűbb kivitelben keverőkarok, szokványosan vagy ferdén felhegesztve, esetleg spirális elrendezésben. Lehetnek szakaszos vagy folyamatos üzeműek. Általában nehezen mozgatható (nehezen „törhető"), csomóképződésre hajlamos anyagokhoz célszerű alkalmazásuk.

Motollás keverőgépek

Gerendás keverő néven is ismertek *(100. ábra)*. Keverőterük U-keresztmetszetű lemezteknő, amelyben a keverést egy kalickás forgórész, a motolla végzi. Az anyag egyenletes eloszlatását a tengely mentén, ill. az intenzív átbolygatást a hossztartókra megfelelő szögben, pozícióban és elrendezésben szerelt (hegesztett) keverőlapok biztosítják, amely megoldás együttal a gyors kiürítést is szolgálja. A keverőtengely szokásos fordulatszáma 25–30 min^{-1}, a keverési idő általában 5–6 perc.

Üzemeltetési szabály, ami egyébként a többi belső, forgó (mozgó) mechanikus keverőelemmel felszerelt gépre is vonatkozik, hogy a töltést és az ürítést csak az üzemi fordulatszámon járó gépen szabad csak végezni. Feltöltött állapotban indítani vagy újraindítani nem szabad.



100. ábra. Motollás keverő

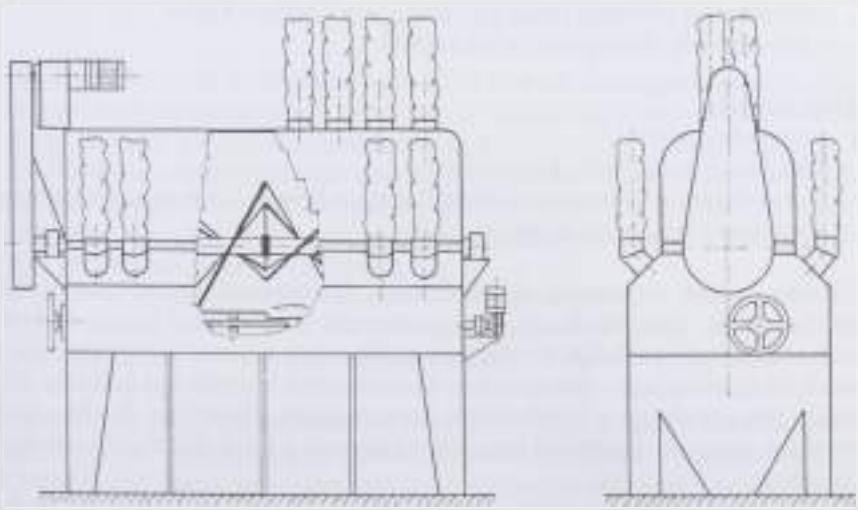
Szalagcsigás keverők

A fekvő elrendezésű csigás keverők családjába tartoznak. Tulajdonképpen az egyszerű vályús szállítócsigák is alkalmasak, hosszuktól függően, durva keverési feladatra (szakaszos, ill. folyamatos üzemben). Ezt felismerve valóban épí-

tettek is ilyen szerkezeteket, természetesen a keverésre helyezve fejlesztéskor a hangsúlyt. A kettős (ikervályús) csigákban a két szállítótér között kölcsönös anyagátadás valósul meg, amellyel javul a keverés minősége, s minthogy itt nem az anyag továbbítása az elsődleges technológiai cél, a csigát gyakran nem folytonos levélspirállal, hanem a leveleket szegmensekre bontva alakítják ki. Ennél a kivitelnél csökken a csigák hajtóteljesítmény-igénye, s ugyanakkor a levélszegmensek, az anyaghalmazt vágva, a nyírással a keverőhatást fokozzák.

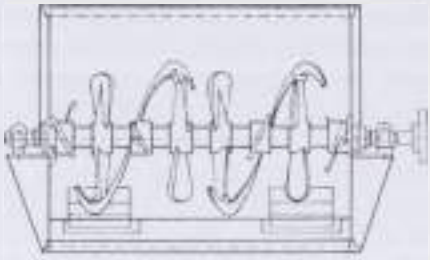
A szegmensekre bontás mellett megjelent a szalagprofil alkalmazása, amelynek hatása hasonló a fent elmondottakhoz, ugyanakkor merőben új konstrukciós megoldásra adott lehetőséget. A szalagcsigás ellenáramos gyorskeverő keverőeleme egy azonos tengelyre szerelt külső és egy azzal ellentétes menetemelkedésű belső (kisebb átmérőjű) csigából épül fel. Ennek megfelelően a külső rétegben lévő halmazrész az adott irányú, átkeveréssel egybekötött mozgás végén a belső magban visszafordul, ellenkező irányban halad, keveredése ellentétes értelmű rotációval történik, majd ennek végén ismét visszalép a külső rétegbe. A két mozgó réteg határzónájában intenzív anyagátadás valósul meg, ami fokozza a keverőhatást. A belső csiga szintén lehet szalagspirál, a tartókonzolok hatása sem hanyagolható el. A forgórész kerületi sebességét általában 1–2 ms^{-1} közötti értékre választják, a tiszta keverési idő 2 perc körül mozog.

Az ellenáramú szalagcsigás gyorskeverő *(101. ábra)* keverőtere többnyire teljesen zárt, U-alakú lemeztartály, alul nagy keresztmetszetű kiömlőnyílással a gyors kiürítés érdekében, amelyet gépi és/vagy kézi működtetésű tolózár nyit, ill. zár be. Az ürítés a gépre épített kiömlő garatba történik, amelyből a kapcsolt szállítógépre (pl. kaparóláncos kihordó) vagy surrantó csőbe jut a keverék. A töltés, ill. ürítés művelete során fellépő, a zárt géptér és a környezet közötti légcsere tömlős porszűrőkön keresztül valósul meg, ami a gépterem porterhelését is csökkenti.



101. ábra. Szalagcsigás ellenáramú gyorskeverő

A szalagcsigás keverők egyszerűbb, nyitott kivitelű változatai is léteznek. Ezek alkalmasak folyadékkomponens bekeverésére, nemcsak takarmánygyártó üzemekben, hanem állattartó telepeken is (pl. sertéstartásban) nedveskukorica-dara vagy szem-csutka zúzalék és víz, ill. tejsavó összekeverésére.



102. ábra. Lapátos szalagcsigás keverő

Bonyolultabb, ill. intenzív keverési feladatokra kombinált, lapátos szalagcsigás keverőgépeket is alkalmaznak *(102. ábra)*. A típust kifejezetten nehezen keverhető anyagösszetételekre (beleértve a szálas komponenseket is) alakították ki. A ferdén szerelt, speciális profilú lapátokat szalagcsiga-szegmensekkel egészítették ki.

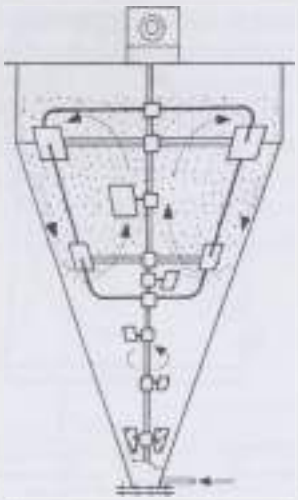
Pneumatikus keverők

A tisztán pneumatikus keverők legfontosabb szerkezeti és üzemeltetési **előnyei:**
- a keverőtérben nincs mozgó alkatrész, ilyenformán pl. a méret, ill. a teljesítőképesség növelése nincs szilárdsági korlátokhoz kötve,
- a keverési idő lényegesen csökkenthető.

Hátrányaik:
- a nagyobb zajszint,
- a hatásos porszigetelés követelménye,
- az egyébként is költséges előállítású sűrített levegő kenőanyag és szennyezés mentes kell, hogy legyen.

Mozgó, lazított szemcseágyat, ill. halmazteret nemcsak tisztán mechanikus úton, hanem pl. pneumatikusan, levegőárammal is létre lehet hozni. Ekkor a pneumatikus szállítás fizikai törvényei szabják meg a keverés energiaigényét. A kombinált mechanikus – pneumatikus keverőkben a levegőáram hatására „felhíguló" szemcsetérben a mechanikus keverőelemek ellenállása kisebb, hatékonyságuk nagyobb. Ez utóbbi megoldást képviseli a Leva-féle fluid keverőgép *(103. ábra)*.

Tisztán pneumatikus, gázsugaras mozgatással működik az Airmix örvénykeverő. A feltöltött keverőtérben az anyaghalmazt az alulról, irányított fúvókákból



103. ábra. A Leva-féle fluidkeverő [112]

belépő, pulzáló, nagysebességű légáram csavarvonal mentén felfelé irányuló mozgásra kényszeríti, amellyel igen gyors keveredés érhető el. (A levegő tápnyomása 1,5–3,5 MPa.) A készülék csak száraz, por alakú, ill. szemcsés halmazok keverésére alkalmas. Töltési foka 25–75% között változhat, de annak mértéke a keverési időt és hatékonyságot egyaránt befolyásolja.

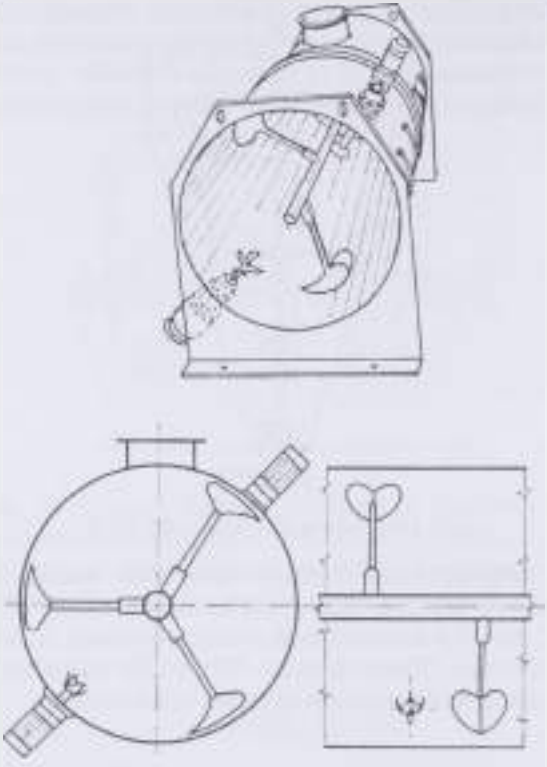
Folyamatos üzemű keverők

Folyamatos üzemű dobkeverő

A szakaszos üzemű dobkeverők működési elvével megegyező módon végzi a komponensek összekeverését, miközben az anyag folyamatos áramban áthalad a forgó dobban. A teljes keveredésnek meg kell valósulnia a kilépési pontig. Ebből nyilvánvaló, hogy a dob hosszát, ill. az áramlási sebességet igen körültekintően kell meghatározni. A keverődob belső felületére csavarprofilú lapátokat szereltek, amelyek a halmaz áttörését szolgálják, felemelését és átfordítását segítik, ill. szállítócsigaként mozgatják azt.

Örvénykeverő

A szemcsés halmazágy mechanikus úton is fellazítható, azaz fluid állapotba vihető, amely az anyag mozgási ellenállását erősen csökkenti. Az így létrehozható intenzívebb szemcsemozgás egyúttal a keveredés sebességét és minőségét is növeli. A pszeudofluid örvényágyas keverőkre egyik példa a Lödige-féle konstrukció *(104. ábra)*. Ez egy fekvőhengeres gép, speciális, pl. a töltőgető eke kor-



104. ábra. A Lödige-féle pszeudofluid keverő

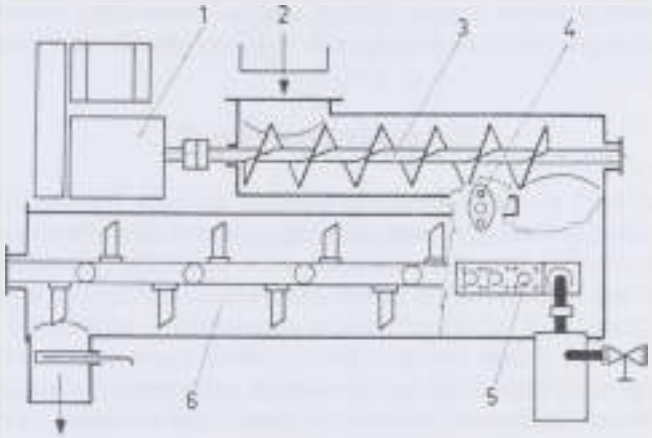
mánylemezére emlékeztető vagy más egyszerűbb kialakítású keverőtestekkel, amelyek intenzíven bontják az anyaghalmazt, felemelve oldalra terelve keverik, ill. tengelyirányban szállítják azt. A forgórész kerületi sebessége 3–6 ms^{-1}. Alkalmas csomósodásra hajlamos anyagok feldolgozására is, ami különösen gőz bevezetésekor és/vagy folyadék-komponensek adagolásakor várható. A csomók felbontását, a keverékhalmaz homogenizálását a keverőtérbe kívülről benyúló, megfelelően elhelyezett, lényegesen nagyobb fordulatszámú, vágókéses segédkeverők végzik, ill. segítik. Ezeket a hatékony keverőgépeket az élelmiszeripar ugyanúgy alkalmazza, mint a takarmánygyártás, tekintettel természetesen a megfelelő szerkezeti anyagokra és a felületi megmunkálásra.

A kondicionáló csiga

Kissé megtévesztő elnevezése arra utal, hogy a préselvénygyártás előtétgépe, gyakran a pelletáló (granuláló) gépre közvetlenül ráépítve. Feladata a már kész száraz (dercés) keverék „kondicionálása", előkészítése a présélésre különböző lehetséges folyadék komponensek (víz, melasz, kötőanyagok) bekeverésére, ill. gőz

beadagolására, amelyek a takarmánypelletben ragasztóként hatnak (a víz vagy a gőzölés pl. a csirizesítő hatásával). Természetesen ez a takarmányérték növelését is szolgálja. A gőzadagolás feltáró (főző) hatásával fokozza a termék emészthetőségét, az energiakoncentráció növelése érdekében történik a zsírbedolgozás, de folyadék állapotú íz- és egyéb anyagokat is ekkor lehet bevinni a keverékbe.

A keverőgép *(105. ábra)* folyamatos üzemű. Az (1) fokozat nélküli hajtóművel hajtott (3) adagolócsiga fogadja a (2), általában szabályozott anyagkeverékáramot, s továbbítja azt a (6) keverő fokozatra. A keverő fokozat (a „kondicionáló csiga") tengelyére spirális elrendezésben szerelt ferde keverő karok vagy spirálszegmensek, a keverésen túl, az anyagot továbbítják is. A (4) folyadék-, ill. az (5) gőzadagolás csonkjaihoz természetesen megfelelően illesztett adagoló berendezések csatlakoznak, amelyekkel a kívánt keverési arány biztosítható. Ennek megfelelően a kondicionáló csigát meglehetősen precíz és összehangolt adagoló rendszerrel kell felszerelni.



105. ábra. Kondicionáló csiga

A keverőgépek teljesítményigénye

A feldolgozott anyag többkomponensű és zömmel a szilárd–szilárd, ill. a szilárd–folyadék rendszerek csoportjába tartozik. Ennek megfelelően az anyagjellemzők meghatározása igen bonyolult feladat, valójában csak kísérleti úton lehetséges, s akkor sem általános érvénnyel. Ez ugyanúgy vonatkozik a keverők géptani paramétereinek meghatározására is.

A dobkeverők esetében a nettó teljesítményigényt a töltet felemelését leíró mechanikai összefüggésekből lehet számítani, ill. azokkal ellenőrizni, a kaszkád mozgás határáig. A katarakt mozgás felléptekor már figyelembe kell venni az ehhez adódó, a töltet gyorsításához szükséges teljesítményt is.

Függőleges csigás keverők teljesítményigénye a szállítócsigák méretezésénél ismert összefüggések alapján számítható, azonban a járulékos szerkezeti elemek (terelőlapok stb.) hatását figyelembe kell venni.

A szalagcsigás keverők méretezésének elve megegyezik a folyadékkeverőkével. A kerületi sebességet általában 1–2 ms^{-1} körüli értékre választják, amelynél a súrlódó erők dominálnak a tehetetlenségi erőkkel szemben. A súrlódó erők ebben a tartományban nem függnek a sebességtől, azaz a gép nyomatéka, ill. teljesítményfelvétele a tiszta keverés során állandó.

A pszeudofluid keverők méretezése szintén megegyezik a folyadékkeverőkével, a hasonlóságelmélet alapján történik, ahol a Froude-szám (hasonlósági kritérium), azaz a gravitációs és a tömegerők viszonya játszik döntő szerepet.

Nyersanyagmérlegek

A telepi mérlegek a szállítójárműveken érkező anyagok fogadására kialakított közúti, ill. vasúti hídmérlegek, amelyek hagyományos kivitelben tisztán mechanikus rendszerűek. A korszerű változatok mérő érzékelői elektrotenzometrikus elven működnek, amellyel a kor követelményeinek megfelelően kijelző, ill. jelátalakító egységükkel jól illeszthetők a számítógépes adatrögzítő és -kezelő egységekhez. Ezek a nagy értékű és funkciójuknál fogva nagy terhelésű berendezések kényesek a lökésszerű igénybevételre, ezért a megbízható típusokat tehermentesítő mechanizmussal szerelik fel, amely csak a mérlegelés idejére kapcsolja össze a teherplatót a mérőszerkezettel.

A technológiai gépsorba ún. folyásmérlegeket (önműködő mérlegeket) építenek be, amelyek a gyártási folyamat anyagnyilvántartását, ill. programvezérlését szolgálják. Ezek nem szigorúan kötődnek a nyersanyagokhoz, megfelelő változtatásokkal adagolási feladatokra is alkalmasak, ezért itt mellőzzük tárgyalásukat.

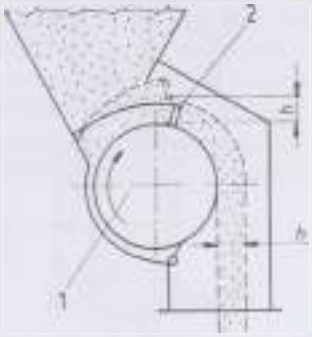
Térfogat szerint adagolók

Az egyes komponensek tárolására szolgáló silócellák, ill. átmeneti tartályok, porciklonok kiömlésénél gyakran alkalmaznak üzemtani okokból (lég- és porzárás, kiömlési egyenletesség biztosítása) vagy kifejezetten adagolási céllal ilyen szerkezeteket a szokványos toló-, ill. pillangózárak helyett. Ezek legtöbbször a térfogat szerinti adagolók.

Hengeradagoló

A cella kiömlőnyílására szerelt adagolószekrényben lévő sima henger *(106. ábra)* álló helyzetben elzáróként működik, forgás közben változtatható rétegvastagság szerint adagolva hordja ki az anyagot. Kerületi sebességét 0,2–1 m/s ér-

tékre szokták választani. Főként lisztes komponensek adagolására alkalmas, tapadó anyagokhoz kaparó lemezt kell beépíteni a henger felületének letisztításához, ill. az adagolási pontosság megőrzéséhez.



106. ábra. Hengeradagoló
(*1* adagoló dob, *2* rétegvastagság-szabályozó)

Arányadagoló

Nevezik literosztónak is, szemes, ill. szemcsés anyagok széles tartományban változtatható adagolására szolgál, beépítése megegyezik az elmondottakkal. A szerkezet lényegében nem más, mint egy változtatható feltöltésű hatcellás kerék. (A cellás kerekes adagolókat: l. alább.) Erre a célra a cella beömlő keresztmetszetét szűkítő, menet közben is állítható tolólemez szolgál, ugyanakkor az adagoló fordulatszáma is szabályozható. A fordulatszám maximális értékét 12 min^{-1}-re választották. E fölött az adagolás pontossága a bizonytalan feltöltés miatt romlik.

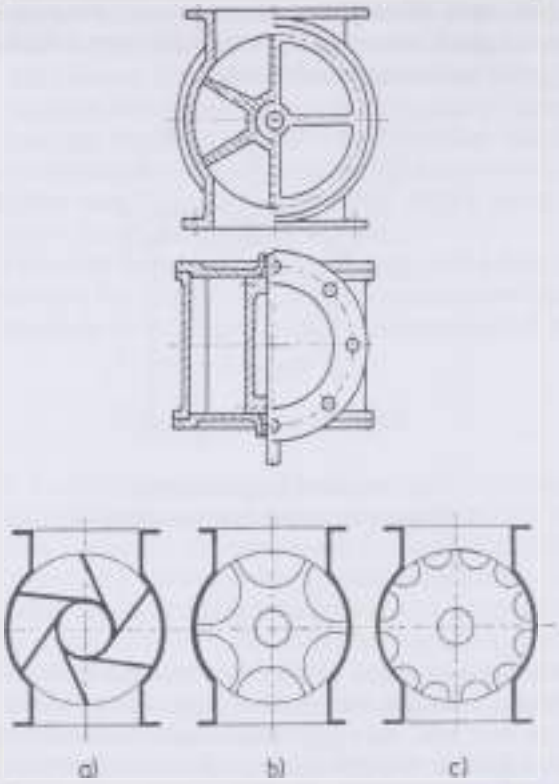
Cellás kerék

Széles ipari körben, eltérő feladatokra alkalmazható egyszerű adagoló szerkezet *(107. ábra)*. Az eltérő anyagokhoz megfelelő cellakialakítás tartozik. Az időegység alatt kiadagolt mennyiség elsősorban a cellatérfogattól és a kerék fordulatszámától függ.

Az adagolási tömegáram:

$$m = zAL\rho n\varphi, \quad \mathrm{kgs^{-1}}$$

ahol: z a cellák száma,
A a cella keresztmetszete, m^2,
L a cella hossza, m,
ρ az anyag sűrűsége, m^3kg^{-1},
n a cellás kerék fordulatszáma, s^{-1},
φ töltési tényező (0,6–0,8).



107. ábra. Cellás kerék
a) szemes; *b)* lisztes; *c)* tapadó szemcsés anyagokhoz

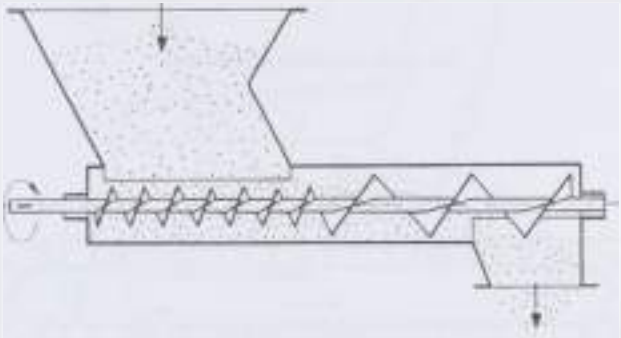
A berendezés előnye, hogy a rendszert kiporzásmentesen zárja, hátránya viszont a ház, az anyag, ill. a forgórész között fellépő nagyobb súrlódás és nyíró igénybevétel.

Adagoló csigák

Működési elvüket illetően nem különböznek a szállítócsigáktól. Az időegység alatti szállítás függ a csigalevél átmérőjétől és menetemelkedésétől, a csigatengely fordulatszámától, valamint a szállítótér kitöltési fokától. Ezen túl a csigalavelek és a szállított anyag közötti csúszás is befolyásolja az anyagáram sebességét. Ennek megfelelően az adagoló csigákra (legtöbbször fokozat nélkül) változtatható fordulatszámú hajtóművet építenek, amelyek a folyamatos üzemű keverési technológia géprendszerébe illeszthetők. Szakaszos adagolási (bemérési) feladatra alkalmaznak egyszerű szerkezetű csigákat is, ahol az adag nagyságát időkapcsoló vezérlő szerkezet szabja meg a komponensre beállított idő szerint.

Az adagolás pontosságának tartásához biztosítani kell, hogy a csiga állandó töltési fokkal üzemeljen. A cellafenék megfelelő kialakításával, ill. boltozódásgátló és egyéb segédberendezésekkel biztosítják az anyag folyamatos kiömlését. Az anyagáram megszakadása, az adagolás megszűnése nagy veszteséget okozhat, ezért alkalmas érzékelővel (pl. a motor áramfelvételének mérésével) előállított riasztó vagy vezérlő jel az irányító pultra vihető.

Az adagolókat a komponenscellák kifolyónyílására építik. Az itt fellépő nagy fenéknyomás alatt, tömörödött anyagban kell a csigának indulnia, ill. működnie. Ezt a terhelést a kifolyónyílás, a fogadógarat, továbbá a csiga megfelelő kialakításával lehet csökkenteni *(108. ábra)*. A bemutatott szerkezetben, a cella



108. ábra. Változó menetemelkedésű csigás adagoló

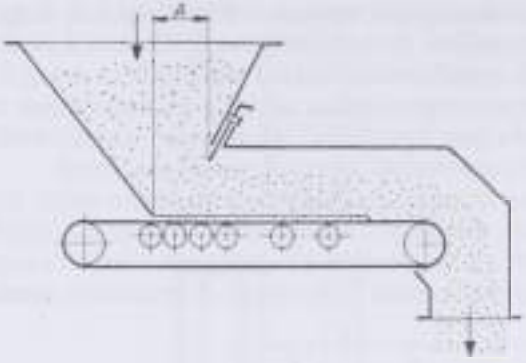
kiömlőnyílása alatt, az adagoló csiga kezdő szakasza **kisebb átmérőjű és menetemelkedésű,** ami a terhelést mérsékli, a második, nagyobb menetemelkedésű és átmérőjű szakasz az anyagot fellazítva, a további feldolgozáshoz (keveréshez) alkalmas állapotban továbbítja.

Szalagos adagolók

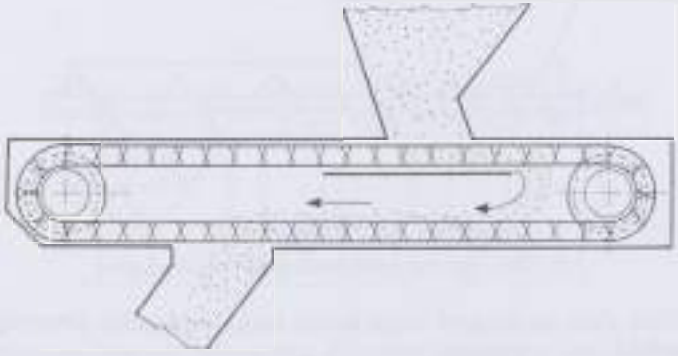
Gumibevederes (porszerű anyagokhoz) vagy lemeztagos változatban (erősen koptató hatású komponensekhez) készülnek *(109. ábra)*. A cellafenék szakaszában a támasztó görgők sűrűsége nagyobb, figyelemmel a fenéknyomásra, s az esetleg lezuhanó anyagoszlop dinamikai ütésére. Az adagolás a **rétegvastagsággal** és a **szalagsebességgel változtatható.** A szokásos szalagsebesség 0,1–1,0 ms^{-1}. A szalag elhelyezése nem feltétlenül vízszintes.

Rédler (kaparóláncos) adagoló

Különösen porszerű anyagokhoz alkalmas, zárt kivitelű adagoló berendezés *(110. ábra)*. A felső futóág, fenéklemezzel zárt, szakaszára hulló anyag a lánctagokon keresztül az alsó ágra ömlik, amely a kiömlő nyíláshoz továbbítja. Az adagolási áram csak a láncsebességgel (fordulatszámmal) vezérelhető.



109. ábra. Gumiszalagos adagoló



110. ábra. Rédler adagoló

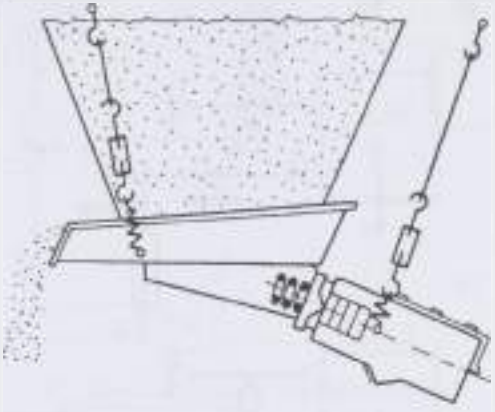
Lengő mozgást végző adagolók

Két fő csoportjukat csak vázlatosan mutatjuk be. A kényszerlöketű rázóvályús adagoló egyik változata, fordulatszáma 20–80 min^{-1}, lökethossza 50–150 mm a támasztó görgők által megszabott, egyenes vonalú alternáló mozgással. Függesztett kivitelben is létezik, forgattyús hajtóművének fordulatszáma ekkor általában 50–150 min^{-1}, viszont lökethossza csak 5–25 mm, a pálya természetesen nem egyenes vonalú.

A szabadlöketű vibrációs adagolókat elektromágneses vibrátor működteti. Megfelelő villamos vezérlő berendezéssel mind a lökethossz, mind a löketszám viszonylag nagy tartományban változtatható. Finoman, egyszerűen állítható anyagáram létrehozására alkalmasak, ennek köszönhető széles alkalmazási körük is *(111. ábra)*. Más geometriai kialakítással, ill. meghajtási móddal (pl. pneumatikus rendszer) is készülnek. Az adagolási tömegáram becslésére alkalmas az alábbi képlet:

$$m = Bhn\varepsilon\varrho, \quad kgs^{-1},$$

ahol: B az adagolóvályú szélessége, m,
h a rétegvastagság, m,
n a löketszám, s^{-1},
s a lökethossz, m,
φ a töltési fok,
ρ az anyag sűrűsége, kgm^{-3}.



111. ábra. Függesztett vibrációs adagoló

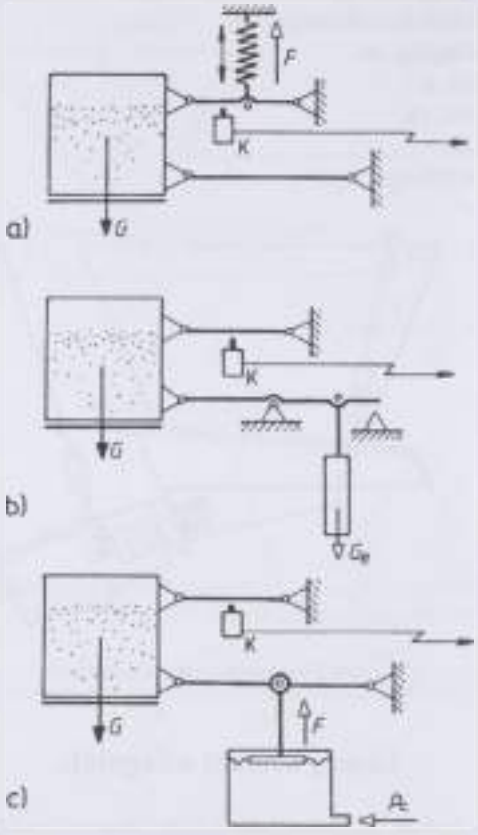
Tömeg szerint adagolók

A térfogat szerint adagoló berendezések adagolási pontossága bizonyos határon túl nem javítható, ezért szigorú bemérési követelményekre tömeg szerinti adagolókat, ill. mérlegeket alkalmaznak, amelyek nem érzékenyek a komponensek eltérő vagy változó fizikai tulajdonságaira. Az adagolók lehetnek szakaszos és folyamatos üzeműek.

Szakaszos üzemű, tömeg szerint adagoló

Ercés, lisztes (ömleszthető) anyagok mérőadagolására alkalmas. Az automatikus rendszer a mérőtartályt a beállított tömegű komponenssel feltölti, azt követően kiüríti, s a műveletet ciklikusan ismétli. A berendezés programozható, az adagok tömegét és számát be lehet állítani. A mérőtartály töltésére a fenti megoldáson kívül szalagos, kaparó láncos szállító, cellás kerék, de könnyen folyó anyagok esetén futócső (surrantó) stb. is alkalmazható.

A mérőszerkezet lehet tisztán mechanikus rendszerű *(112. ábra)*, elektromechanikus (kombinált), ill. elektrotenzometrikus elven működő. A fejlesztés egyértelműen az utóbbi felé halad, az irányítástechnika (újabban a számítógépes rendszervezérlés) követelményeinek megfelelően.

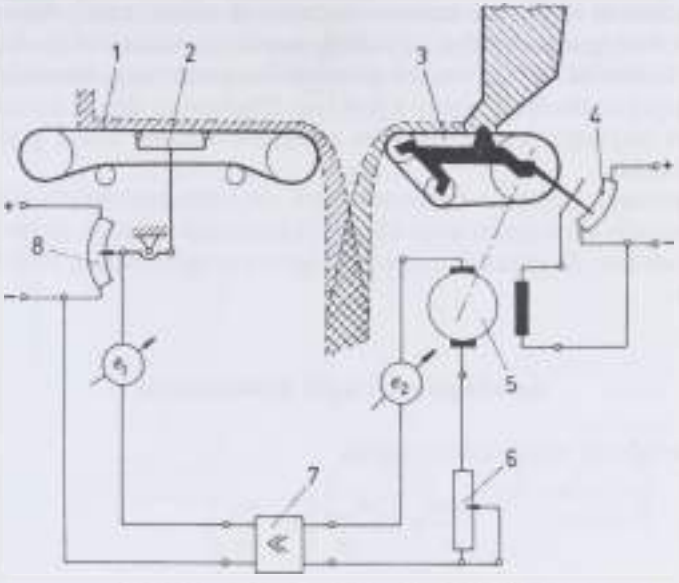


113. ábra. Automatikus tömeg szerint adagoló mérőelemei [79]
a) rugós; *b)* ellensúlyos; *c)* pneumatikus
(*G* töltetsúly; *F* rugóerő, ill. membránerő; *K* határoló kapcsoló (vezérlő relé); *G*, mérősúly; *p*, cellalevegő nyomás)

Folyamatos üzemű, tömeg szerint adagoló

Általában szalagmérlegek, amelyek függesztett mérlegként vagy a szalag terhelésének (a terheléstől függő besüllyedésének) érzékelése szerint vezéreltek. Komponensek, termékek mérésére, adagolására, ill. vezérlési feladatokra (pl. túlterhelés elleni védelemre is) alkalmasak.

Ilyen berendezések összeépítésével arányadagoló rendszert is ki lehet alakítani. A *113. ábrán* két komponens adagolására, folyamatos összemérésére alakalmas berendezés egyik változatát mutatjuk be. Az (1) szállítószalag (2) terhelésmérő érzékelője vezérli a (3) szalagos tömeg szerint adagolót. A komponensek arányának beállítása a (6) ellenállással, ill. (4) és (8) potenciométerekkel történik, az (e_1) és (e_2) műszerek jelzik ki a komponensek tömegáramát. Az áb-



113. ábra. Arányadagoló szalagmérleg [114]

rán megfigyelhető a szalagterhelés mérésének, érzékelésének két különböző módja. Az (5) mellékáramkörű egyenáramú motor armatúraáramát a (7) erősítőn keresztül vezérli a (8) potenciométer, a gerjesztő áramot pedig a (4) potenciométer helyzete szabja meg.

Tartályos összegező mérleg

A kis és közepes teljesítőképességű üzemek tipikus berendezése, amely a szakaszos üzemű (tételes) keverőre, mint vezérgépre, épülő technológiai gépsorba illeszthető be. Legegyszerűbb kivitelben egy olyan optikai mérleg, amelynek mérőpadjára, megfelelő átalakításokkal, gyorsan üríthető, kúpos gyűjtőtartályt építettek. A tartály térfogata célszerűen megegyezik a keverőgép hasznos térfogatával, azaz egy teljes tétel bemérésére szolgál. A tartályba az egyes komponensek betöltése külön-külön, egymás után történik, a kezelő a vezérlőpulton, a körszámlapos mutatót figyelve, a receptúra műveleti utasításának megfelelően kapcsolja be és ki a töltőcsigákat, ill. a bemérési ciklus végén (pontosabban a következő művelet megszabta időpontban) a tartályfenék zárószerkezetét. A kiskomponenseket gyakran, ill. az ún. mikrokomponenseket többnyire kézzel (külön mért adagban) töltik be.

A keverőgépek teljesítőképességének fokozása (a tiszta keverési idő néhány percre csökkentése), a bonyolult receptúrák terjedése (a komponensek számának növekedése, a nagy koncentráció-különbségek), ill. a szubjektív tényező kiszűrésének igénye indokolta a mérleg vezérlésének automatizálását. Az első

ilyen megoldások elektromechanikus rendszerűek voltak, amelyeknél a kapcsolójeleket a mérlegmutató pályáján, a receptúra szerint számított pozíciókban elhelyezett fotocellák adják, amikor a mutató megszakítja a fényhidat. A jelek kapcsológépet vezérelnek, amely a fent leírt feladatokat látja el automatikusan. A vezérlés „átprogramozása" minden receptúraváltásnál külön (szakértelmet igénylő) feladat.

Az elektrotenzometrikus mérőrendszerek elterjedésével (amelyekkel a mérleg szerkezete is lényegesen megváltozott) kialakultak a tisztán elektronikus vezérlésű modellek, ill. léteznek már számítógépes programozású, vezérlésű megoldások is.

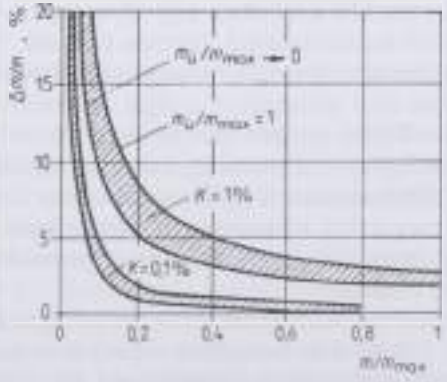
Az adagolómérlegek hibaelemzése

A mérőberendezés relatív mérési hibája:

$$\frac{\Delta m}{m} = K \frac{m_{max}}{m} \left(1 + \frac{m_u}{m}\right),$$

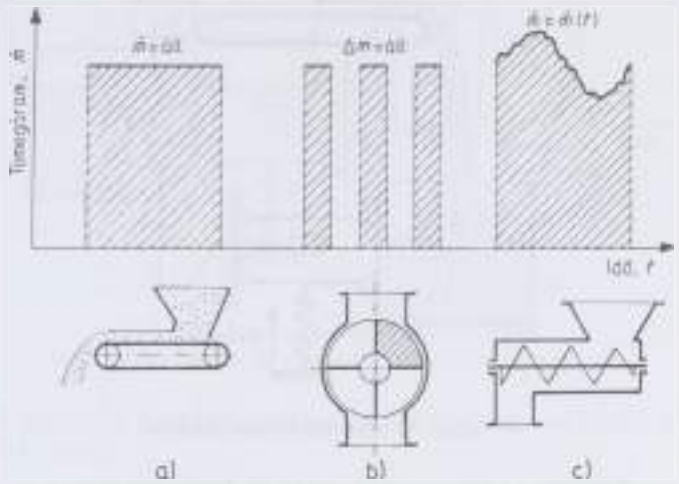
ahol: Δm a mérési hiba,
m a mérendő tömeg,
m_{max} a mérési határ,
m_u a mérőtartály üres tömege (tara),
K a végkitérésre megadott hiba (1%, 0,1% stb.).

A relatív hiba legnagyobb mértékben az m/m_{max} értékétől, azaz a méréshatár kihasználásától függ. Minél kisebb tömegű anyagot mérnek egy adott mérlegen annál nagyobb relatív hibára kell számítani *(114. ábra)*. A mérési hibát befolyásolja a berendezés szerkezeti mérete, vagyis az m_u/m_{max} értéke is. Ennek szélsőértékeihez tartozó határgörbék közé esnek az adott berendezés mérési jellemzői.



114. ábra. Szakaszos üzemű mérleg (tömeg szerint adagoló) mérési hibája [79]

A mérőtartály töltésének módja, a lehulló anyagáram időbeli változása, dinamikus hatása további hibanövelő forrás. A feltöltés módja lehet egyenletes, szakaszos és változó tömegáramú (legalábbis a modellezés igényei szerint) *(115. ábra)*.



115. ábra. A mérlegtartály feltöltési módjai és azok tömegáramának jellege *a)* egyenletes; *b)* szakaszos; *c)* változó

Az egyenletes áramú feltöltés *(116. ábra)* végén a lesüllyedő (1) tartály működésbe hozza a (2) határoló kapcsolót, az kikapcsolja a töltőszalag (3) hajtómotorját, amelyet követően a szerkezet, tehetetlensége miatt, Δt_k késéssel leáll. A késési idővel arányos m_k utánhullás növeli a bemért tömeget. A H magasságból lehulló anyag impulzuserejét, amely látszólag növeli a bemért tömeget, szintén számításba kell venni.

A lehulló tömegáram impulzusából adódó erő:

$$F_i = m\sqrt{2gH},$$

ill. a lehulló áramban lévő anyag tömege:

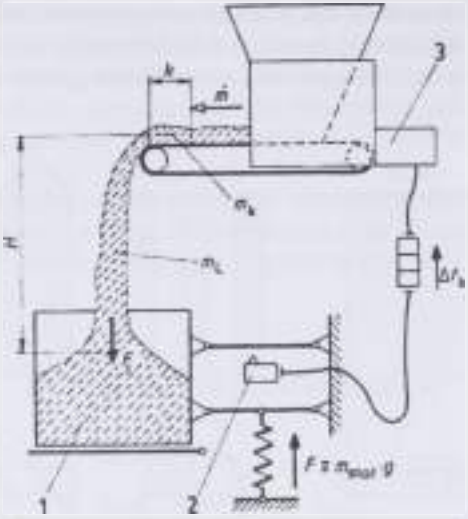
$$m_i = m\sqrt{\frac{2H}{g}},$$

amelyek egybevetésével:

$$m_i = \frac{F_i}{g}.$$

A késleltetett leállás miatti utánhullás tömege:

$$m_k = m\Delta t_k.$$



116. ábra. Az egyenletes áramú feltöltés

Ennek megfelelően a valóságosan bemért, ill. kiadagolt tömeg:

$$m_D = m_{nom} + m_k + m_L - \frac{F_i}{g},$$

ahol: m_{nom} a (rugón) beállított adag tömege.

Az impulzuserő tömegegyenértéke és a lehulló tömeg fent kimutatott azonossága alapján megállapítható, hogy azok kiegyenlítik egymás hatását. Ennek megfelelően:

$$m_D = m_{nom} + m\Delta t_k,$$

ami az m_{nom} beállított értéknél az utánhullás szerint nagyobb. Az eltérést az m_{nom} alapjel aktuális korrigálásával lehet kompenzálni.

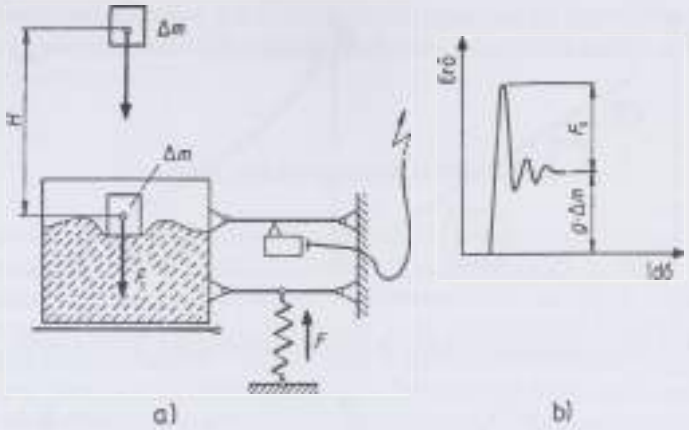
A szakaszos áramú feltöltés esetén *(117. ábra)* a Δm = áll. szakaszosan lehulló tömeg impulzusereje:

$$F_i = \Delta m \frac{\sqrt{2gH}}{t_{fk}},$$

ahol: t_{fk} a halmazra hulló adagok lefékeződési ideje.

Ennek hatását mutatja a *117/b ábra* idő – erő diagramja. A töltőberendezés (a celláskerék) hajtását az érzékelő jeladó

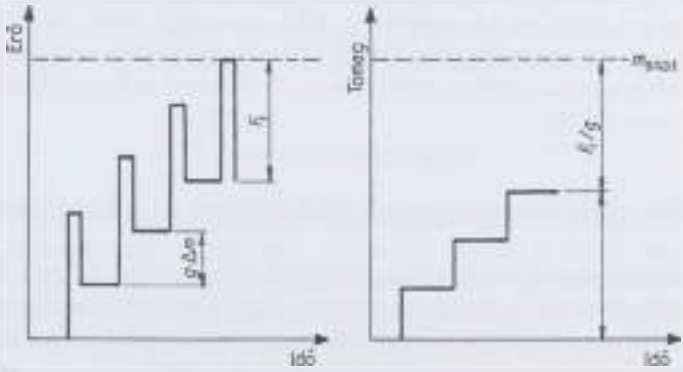
$$F = \sum \Delta mg + F_i,$$



117. ábra. A szakaszos tömegáramú feltöltés
a) a mérőberendezés; *b)* a mérőérzékelőre ható erő változása

erőhatásnál kapcsolja ki, tehát a valóságos kiadagolt tömeg kisebb a beállított értéknél *(118. ábra)*:

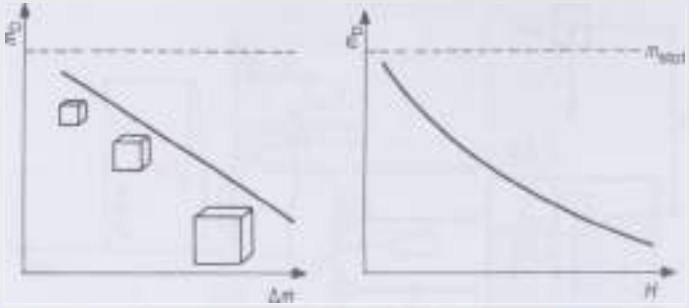
$$m_D = m_{ax} - \frac{F_i}{g}$$



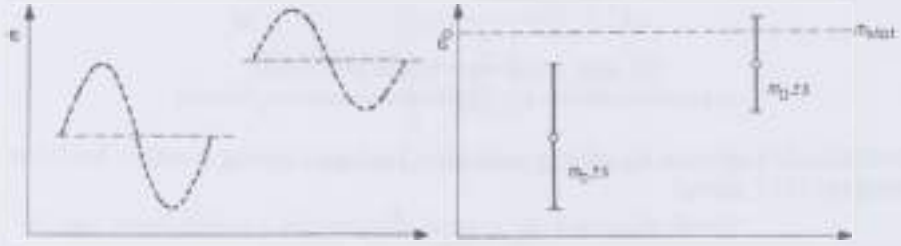
118. ábra. Az erő és a tömeg változásának modellezése
szakaszos tömegáramú feltöltés esetén

Az impulzuserő nagyságától függ a mérési (adagolási) hiba, azaz annak fent felírt képlete szerint a Δm és H értékétől. A hibát az alapjel korrekciójával célszerű kiküszöbölni *(119. ábra)*.

A változó tömegáramú feltöltés a csigás szállító (adagoló) esetén jellemző. A lehulló anyag dinamikus hatása a tömegáram ingadozásától és átlagértékétől függ. Nagyobb töltőcsiga tömegáramra kisebb relatív ingadozással jár, azaz a hiba értéke is kisebb *(120. ábra)*.



119. ábra. Mérési (adagolási) hiba szakaszos tömegáramú felöltés esetén



120. ábra. Mérési (adagolási) hiba változó tömegáramú felöltés esetén

A dinamikus hatás csökkentésével a hiba minimálts értékűre redukálható. Ilyen megoldás a kikapcsoló jelet követő utánmozgás rövidítése (fékezés), a lehullási magasság csökkentése, terelő lemez, ill. surrantó cső alkalmazása (a falsúrlódás hatása miatt).

Folyadékkomponensek előkészítése és adagolása

A keveréktakarmányok energiakoncentrációját zsír, melasz és más folyékony adalékok adagolásával is szokásos növelni. Ezek nagyobb része normális hőmérsékleten pépes, ill. nehezen folyó anyag, így bedolgozásuk csak megfelelően temperált állapotban vagy porított formában történhet.

A zsírbevitel ugyanakkor rontja a keverékképzést (a tapadás következtében), a préselhetőséget (csökken a „kenés" miatt a matricafuratok falsúrlódása, így a pellet tömörsége, szilárdsága), ezért ez felülről korlátozott lehetőség. Más megoldás folyékony zsír, granulálás utáni, a „présmeleg" pellet felületére szórása, porlasztása. Ez szintén csökkenti a zsírbeviteli arányt, a pellet felszívó képességétől függően.

A bekeverés folyadékadagolóval ellátott keverő berendezésben történik. A pontosan adagolt szemcsés (dercés) anyaghoz (szilárd keverékhez) szabályozó szeleppel vezérelt arányban adják hozzá a folyadékkomponenst (zsírt, melaszt, vizet stb.). A megfelelő hőmérsékletű, ill. állapotú folyadék porlasztva kerül a

szilárd szemcsehalmazba, s a keverőtestek biztosítják az egyenletes eloszlást a szemcsék felületén, ahol a folyadékkomponens, megfelelő arányú adagolás esetén, teljesen felszívódik.

Mikrokomponens adagolók

A mikroadagolókat a takarmányiparban vitaminok, nyomelemek, gyógyszeres komponensek bemérésére, bekeverésére, pontosabban előkeverékek készítésére alkalmazzák. Ezen adalékok aránya a készítményekben igen kicsi, néhány század vagy ezred %, ugyanakkor bekeverésük nagy pontosságot követel. Ilyen premixek gyártására elterjedt típusváltozat a karusszelés vitaminadagoló–keverő berendezés, amely a mikrokomponenst a karusszelen lévő, cserélhető kapszulákból (tehát előre kimért adagokban) adja a lisztes vivőanyaghoz és összekeveri azzal. A keverőegység bolygócsigás rendszerű, néhányszor 10 kg-os tételek előállítására alkalmas, 6–8 perces ciklusidővel. Az előkeverék koncentrációja 0,3–0,03% között állítható be. Létezik olyan típus is, amely a kapszulacserét, az adagolási, keverési folyamat megszakítása nélkül, automatikusan végzi.

A keveréktakarmány-gyártás alapanyagai

A keveréktakarmány-gyártás néhány jellemző alapanyagon túl számos komponenst, ill. kiegészítő (segéd) anyagot használ fel. Itt vázlatosan, a legfontosabbakat soroljuk fel, a technológiai, műszaki jellemzőik szerint csoportosítva.

Szemes alapanyagok

A leggyakrabban felhasznált szemes termények: takarmánybúza (ill. selejtezett étkezési búza), kukorica, árpa, rozs, zab, cirok (seprő- és takarmányfajták), takarmányborsó. Ezeket tartósan raktározható (beérett, tisztított és légszáraz) formában és szigorú minőségi követelmények szerint szabad befogadni a technológiai folyamatba. Más szemes termenyeket (pl. étkezési bab, lóbab stb.), bár szóba jöhetnek, általában nem felhasználnak fel takarmányipari célokra.

Olajipari melléktermékek

A növényolajipar gyártási maradéka, melléktermeke a kivonási technológiától függően préspogácsa, expeller (csigaprés után), ill. extrahált dara formájában kerül a takarmányüzembe. A préselés utáni pogácsa olajtartalma viszonylag nagy (6–10%), ami fokozza a takarmányértéket, de az avasodási hajlam miatt rontja a tárolhatóságot, ezért az ilyen anyagot nem szabad tartósan tárolni, a lehető legrövidebb időn belül be kell dolgozni. Az extrahált darák olajtartalma

alacsony (általában 1% alatt van), ezért tárolhatóságuk viszonylag jó, azonban ügyelni kell a oldószermaradékra, ti. az mérgező. A héjmaradványok nagyobb aránya szintén minőségrontó, ill. károsító tényező.

A legáltalánosabban használt növényolajipari melléktermékek: extrahált szója-, földidió- (amerikai mogyoró), napraforgó-, gyapotmag-, lenmag-, repce-, kukoricacsíra-, ricinusmag-dara, stb. Értéküket a viszonylag magas nyers protein tartalom fokozza.

Malomipari melléktermékek

Az étkezési gabona feldolgozásának (őrlési, hántolási) hulladékait soroljuk ide. Korpa vagy takarmányliszt formájában kerülnek forgalomba. Ilyen termék a búza- és a rozskorpa, a búza-takarmányliszt (vörös liszt), a búzacsíra, a rizs-takarmányliszt, valamint a borsókorpa, a borsóhéj és egyéb hántolási melléktermékek.

Cukoripari melléktermékek

Ilyen a melasz (ízesítő, ill. pelletáláshoz kötőanyagként) és a takarmánycukor.

Állati eredetű alapanyagok

Fehérjetartalmuk, ill. a fehérjék biológiai értéke nagy, hasonlóan értékesek vitaminösszetevőik, ezért a koncentrátumok tipikus komponensei. A tárolási körülményekre kényesek. Általában gyorsan romló, magas zsírtartalomnál avasodásra hajlamos anyagok, fehérjéik bomlásnak indulhatnak, ptomainok (hullamérgek) keletkezhetnek. Az állati eredetű alapanyagok a különböző kórokozók jó táptalajai, hallisztekben pl. jellegzetes veszély a szalmonella fertőzés. Minőségi átvételükre, kezelésükre fokozottan ügyelni kell.

Tipikus készítmények:

- *halliszt*, szárítással és őrléssel halból és halfeldolgozási hulladékból,
- *hal préslé por*, a halliszt gyártásakor keletkező kondenzvízből,
- *húsliszt* (vegyes állatifehérje-liszt), vágóhídi hulladékból, állathullákból és feldolgozási hulladékból.

Takarmányélesztő (szeszipari melléktermék)

A szesz- és sörgyártás melléktermékeként, szárítva értékes keveréktakarmány-alapanyag. A szárítás magas hőmérsékleten történik, hogy az élesztősejtek elpusztuljanak, aktivitásukat (kelesztő képességüket) elveszítsék. Az életképes élesztősejtek megtelepszenek a bélcsatornában, életműködésük közben B-vitamint vonnak el az állat szervezetéből.

Egyéb komponensek

Ide tartoznak a zöldszénalisztek, a növényi kivonatok, a karbamid és a takarmánykiegészítők.

A zöldszénalisztek bimbózás előtt, zsenge állapotban betakarított növényekből (lucerna, borsólucerna, vörös here, szója) forró levegős szárítással és darálással készített termékek. Magas karotin-, alacsony rost- és gazdag amidtartalmuk miatt igen értékes alapanyagok. A növényi kivonatok ismert, de kevéssé alkalmazott adalékok viszonylag magas áruk miatt, azonban igen értékes komponensek lehetnek.

A karbamid fehérjeforrás (fehérjepótló) adalék kérődzők számára. Túladagolása mérgező, ezért a bekeverés homogenitása maximális kell, hogy legyen. Modern változata pl. szőlőtörkölyből ammónium-nitrát, ammónium-szulfát, foszkál (foszforsavas mészkészítmény) hozzáadásával, valamint fuzárium tenyészettel történő oltással készül. A kész anyagot szárítják, aprítják és így hozzák forgalomba.

A takarmánykiegészítők: pl. szénsavas takarmánymész (őrölt, lisztes formában), takarmánysó, antibiotikumok, aminosavak, vitaminok, nyomelemek (vas, réz, jód, mangán, kobalt, cink vegyületek), hormonok és ízanyagok, ill. azokkal készült premixek.

Takarmányok préselése

A megkevert darcos abraktakarmány préseléssel *pelletté* vagy *granulátummá* sajtolható. Préselt takarmány készíthető szálas anyagból is, ezt megkülönböztetésül *brikettnek*, vagy *pogácsának* nevezzük.

A *préselés célja* a termék felhasználásának javítása, kezelésének megkönnyítése. A módszer előnyei: csökken a porképződés, nagyobb a halmazsűrűség (tárolás olcsóbb), egységes összetételű az anyag, gördülékeny és jól adagolható a termék, a levegő átjárhatóság az anyagban javul, mindezekért célszerűbb a felhasználása.

A granulálás eredménye a kiinduló halmaz szemcsézettségétől, különösen a maximális szemcsemérettől és szemcseeloszlástól függ. A granulálást megelőző aprítási, keverési műveletek során az egyes komponensek előkészítése eltérő energia- és költségkihatású. A kevert takarmány granulálása, a kívánt eloszlású szemcsék és más anyagok egymáshoz rögzítése szintén jelentős energiát követel meg.

A préselés előkészítése

A préselvénykészítés előkészítő műveleteinek végén a keverék **kondicionálása** történik meg, melynek célja:

- a szemcsék feltárása (gőzzel történő csirizesítés),
- a kötési szilárdság növelése (melasz, bentonit),
- a szétesés elősegítése emésztéshez (csutkaliszt),
- súrlódáscsökkentés a présgépben (talkum),
- tapadáscsökkentés (zsír).

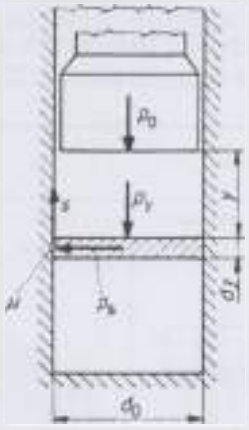
A tömörítés elmélete

A szemcsék közötti kötés különböző módokon jöhet létre, melyek a következők [113]:

- Szilárd kötőhidak:
  - megolvadás, összesülés következtében,
  - kikristályosodás során,
  - megszilárdult kötőanyag miatt.
- Folyadékkötés:
  - szabadon mozgó folyadékkal (felületi feszültség, kapilláris szívás),
  - nem mozgó folyadékkal (sűrűnfolyó kötőanyag, abszorpciós rétegek).
- Szilárd részecskék közötti vonzóerők:
  - molekuláris erők (van der Waals-erők),
  - elektrosztatikus erők.
- Formakötések.

A szilárd kötőhidak kialakulása a takarmánypréselésnél nem elterjedt, de a tejpor, cukor, karbamid tartalmú tápoknál létrejöhet. Általános kötésforma viszont a részecskék közötti folyadék határfelületi erői által létrehozott kapcsolat.

A takarmányok préselésével **sűrűségüket** növeljük. A nyomás és a sűrűség között levő összefüggés a $p = C\rho^m$ képlettel fejezhető ki, ahol a C és m a takarmánytól függő tényezők. A préselő tömöritődugattyú alatti térben *(121. ábra)* a préscsatorna falára merőleges (p_x) és a tengelyirányú (p_y) nyomás változó a falon ébredő súrlódás miatt [79].



121. ábra. Nyomásviszonyok a tömöritőhengerben

A dy vastagságú elemi rétegre ható erők egyensúlya a dugattyútól y távolságra:

$$\frac{d_0^2\pi}{4}dp_y + \mu\frac{\nu}{1-\nu}d_0\pi p_y dy = 0,$$

ahol: ν a Poisson-tényező,
μ súrlódási tényező a hengerfalon.

Egyszerűsítés és átrendezés után:

$$\frac{dp_y}{p_y} = -\mu\frac{\nu}{1-\nu}\frac{4}{d_0}dy,$$

$$\int_{p_0}^{p_y}\frac{dp_y}{p_y} = -\mu\frac{\nu}{1-\nu}\frac{4}{d_0}\int_0^y dy.$$

A nyomás változása:

$$\ln\frac{p_y}{p_0} = -\mu\frac{\nu}{1-\nu}\frac{4}{d_0}y,$$

vagyis:

$$p_y = p_0 e^{-\mu\frac{\nu}{1-\nu}\frac{4}{d_0}y}.$$

Nyitott végű préscsatornában a p_0 nyomással a csatorna oldalfalán fellépő súrlódás tart egyensúlyt, a furathossz (ν = 1) ebben lényeges szerepet játszik adott anyagjellemzők és furatátmérő mellett.

A préselés gépeinek szerkezete és üzemeltetése

A préselés különböző módszerekkel történhet. A mezőgazdasági gyakorlatban az ún. szálpréselés fordul elő a leggyakrabban *(122. ábra)* [79].

Szálgranulálás				Darabsajtolás	
csigás	gyűrűs	tárcsás (koller)	fogaskerekes	brikettálás	tablettázás

122. ábra. A préselvények előállításának módja

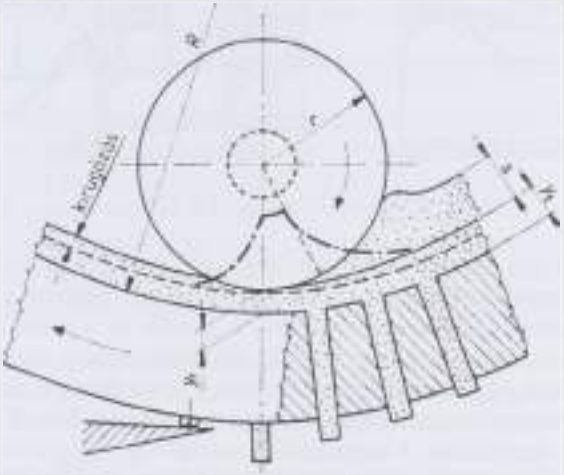
A szálpréselés esetén a tömörített anyagot furatokon préseli át a nyomást előállító csiga, dugattyú, görgő vagy fogaskerék. A nyomás 10–100 MPa között van. A brikettálás és tablettázás esetén a nyomás 1000 MPa-ig nőhet.

A **gyűrűs szálpréselés** gépeivel találkozhatunk a gyakorlatban legtöbbször. A gép működésének elvét a *123. ábrán* tanulmányozhatjuk [113].

123. ábra. A gyűrűs-matricás gép vázlata
(*1* gyűrűs matrica, *2* terelők, *3* görgőkereszt, *4* présgörgő, *5* kés, *6* préselvény)

A kondicionált anyag a gyűrű belső terébe érkezik, ahol a (2) terelők egyenletes rétegben terítik el. Az álló présgörgőkereszt (3) csapjain a présgörgők (4) (számuk 2 vagy 3) saját tengelyük körül forognak, a gyűrűs matrica (1) forgása közben az anyagot a furatokba préselik. A préselvényt (6) a kések (5) vágják el.

A préselés közbeni folyamatok a *124. ábrán* láthatók. A nyomásgörbe utal a görgő alatti nyomásváltozásra. A görgő a matrica felületétől $y_1 = 0{,}25–0{,}35$ mm távolságra van, ahhoz nem érhet hozzá. A matrica belső felületén maradt anyag a préselés után kirugózik [79].

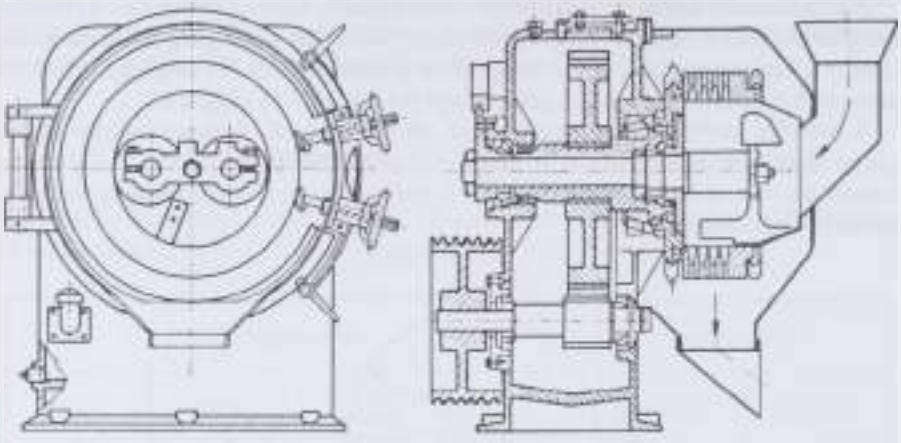


124. ábra. A présgörgő és a matrica munkája

A présgörgők felülete rovátkolt vagy érdesített *(125. ábra)*. A görgő és a matrica sugarainak viszonya általában $\frac{r}{R} = 0{,}3 - 0{,}4$.

125. ábra. A görgő szerkezete és felületi kialakítása

A matrica furatai gyakran hengeresek, de kúpos süllyesztéssel induló furat is lehetséges, ami segíti az anyag bevezetését a furatba. A matrica furatmérete a préselvény átmérőjét meghatározza. A furatsűrűségnek a szilárdsági követelmények szabnak határt.



126. ábra. Présgép (Orbit–120)

A *126. ábrán* egy kúpos furattal induló gyűrűs matricás présgép látható.

A **présgép üzemeltetése** során külön figyelmet kell fordítani a gyorsan kopó, nagy igénybevételnek kitett alkatrészekre, a görgők és a matrica állapotára. A megkopott matrica belső hengeres felülete felszabályozható, ezzel azonban a furat hossza csökken, egyben az elérhető nyomás a keverékben is alacsonyabb lesz.

Új matrica beszerelésekor a bejáratás nem maradhat el. Ennek célja a munkavégző felületek fényesítése. A bejáratáshoz zsírral vagy olajjal összekevert koptató hatású keveréket használnak, amely lehet korpa–növényi olaj vagy kukoricadara–árpadara–finom, szitált homok–olaj keveréke. A bejáratás időtartama 0,5–1 óra. A bejáratáshoz használt anyagot gondosan el kell távolítani. Ehhez zabdarát tartalmazó darakeveréket alkalmaznak. A présgép hosszabb leállásakor a korpa–növényi olaj keverékkel való járatás szükséges [113].

A matricák cseréjekor a görgőket is cserélni kell.

A gép beállításakor a terelőtestek állításával kell biztosítani az egyenletes keverékterítést. A préselvény hossza általában az átmérő 1,5-szerese. A kések helyzete szintén szabályozható.

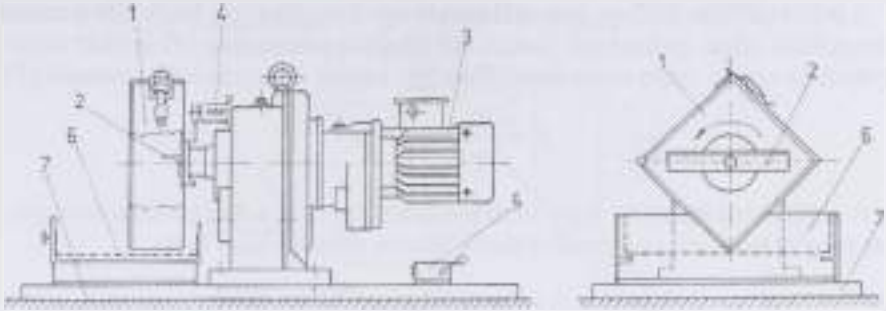
A présgépek fajlagos energiaigénye 14–30 kWh/t között van.

A préselvény minősítése

A préselvény minőségének ellenőrzése több szempontból is szükséges. Ellenőrizhető a préselvény mérete, kopásállósága, meghatározható a sűrűsége és a halmazsűrűsége [79].

A **méretvizsgálathoz** a minta tömegét a pelletátmérő függvényében veszik:

5 mm-ig	10 g
5–10 mm-ig	50 g
10 mm felett	100 g



127. ábra. Berendezés a peselvények kopásvizsgálatához

A minta elemeinek hosszát és átmérőjét egyenként meghatározzák és átlagolják.

A **kopásállóság meghatározásához** 300×300×127 mm méretű koptatódob (1) szolgál, melynek belső terében 230×50×5 mm méretű (2) borda helyezkedik el *(127. ábra)*. A dobba 500 g tömegű pelletet tesznek és 50 ± 3 min^{-1} fordulatszámmal 10 percig forgatják, a fordulatszámot számláló jelzi. A kereten (7) hajtómotor (3) kapcsolóval (5) és rosta (6) található. Az átforgatott anyagot a rostán áteresztik, melynek lyukmérete a pelletátmérőtől függ *(9. táblázat)*.

9. táblázat. A pellet átmérőhöz előírt szitalyuk méretek

A pellet átmérője, mm	A vizsgálati szitalyuk mérete, mm
2,0	1,4
2,5	2,0
3,0	2,8
3,5	2,8
4,0	2,8
4,5	4,0
5,0	4,0
6,0	5,6
7,0	5,6
8,0	5,6
9,0	8,0
10,0	8,0

A rostán maradt tömeget (Q) hasonlítják a teljes (500 g) tömeghez és ebből képezzük a PD indexet:

$$PD = \frac{Q}{500} \cdot 10$$

A mérést kétszeres ismétléssel kell elvégezni.

A pellet minősítése a *10. táblázat* alapján végezhető el a kopásállóság nézőpontjából.

A pellet szállítás közbeni **morzsálódását** úgy vizsgálhatjuk, hogy 500 g mintát átengedünk adott lyukméretű rostán. Az áthullott mennyiség (Y) értékét viszonyítjuk %-osan a minta teljes tömegéhez, így kapjuk a morzsálódási mutatót (T).

$$T = \frac{Y}{500} \cdot 100, \quad \%.$$

A szállító és kiadagoló vonal több pontján elvégezve a morzsálódás vizsgálatát, meghatározható az egyes eszközök okozta morzsálódási hatás.

10. táblázat. A pellet minősítése a *PD* index szerint

PD index értéke	Pellet minősítése
9,0	a minőség nagyon jó
8,5–9,0	a minőség jó
8,0–8,5	a minőség elfogadható
7,5–8,0	a minőség gyenge
7,5	a minőség nem fogadható el

A **pelletsűrűség** (ρ), mely a dercesűrűségnél (ρ_0) nagyobb $\frac{\rho}{\rho_0} = 1{,}6 - 2{,}2$. Meghatározható a mért értékekből számított térfogat és a szemcse tömegének ismeretében. A **halmazsűrűség** pedig a pellettömeg és a pelethalmaz térfogatának viszonya (levegő is van a szemcsék között).

A préselés kiegészítő berendezései

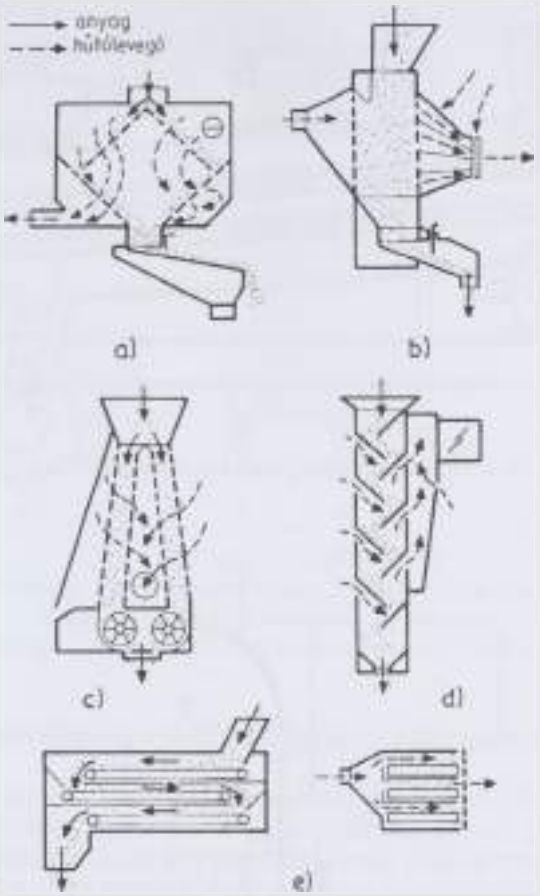
A préselést követő műveletek célja a terméktárolásra és felhasználásra alkalmas állapotba hozása.

A **préselvény hűtésével** a felmelegedett takarmányt környezeti hőmérsékletre hűtjük, ezzel egyidőben a nedvességtartalom is lecsökken a megengedett 14% körüli értékre. A préselvényhűtőkben a gravitációsan, vagy mesterségesen mozgatott adott rétegvastagságú préselvényen levegőt áramoltatnak át *(128. ábra)* [79].

A hűtőberendezés és a présgép teljesítményét össze kell hangolni, a hűtőben csak telített anyagrétegen lesz egyenletes a levegő áthaladása. A legtöbb hűtőben a rétegvastagság 150–250 mm. A hűtőben az anyag átlagosan 15–20 percig tartózkodik.

Az 5 mm-nél kisebb átmérőjű préselvények gyártása költséges, a matrica furatfelülete kicsi, ezért a préselési teljesítmény romlik. A nagyobb átmérőjű préselvények gazdaságosan készíthetők, ebből **morzsázással** lehet apróbb méretűt készíteni. A morzsázók rovátkolt hengerpárú hengerszékek. A hengerek átmérője 150–200 mm, különböző a kerületi sebességük, a hengerek közötti rés állítható 0–20 mm-ig [79].

A morzsázót követően a **termékosztályozóra** kerül, ahol általában 3 frakciót képeznek. A megfelelő méretű kikerül a rendszerből, a túlméretes visszakerül a morzsázóba, a finom frakciót visszavezetik a granuláló elé *(129. ábra)* [113].

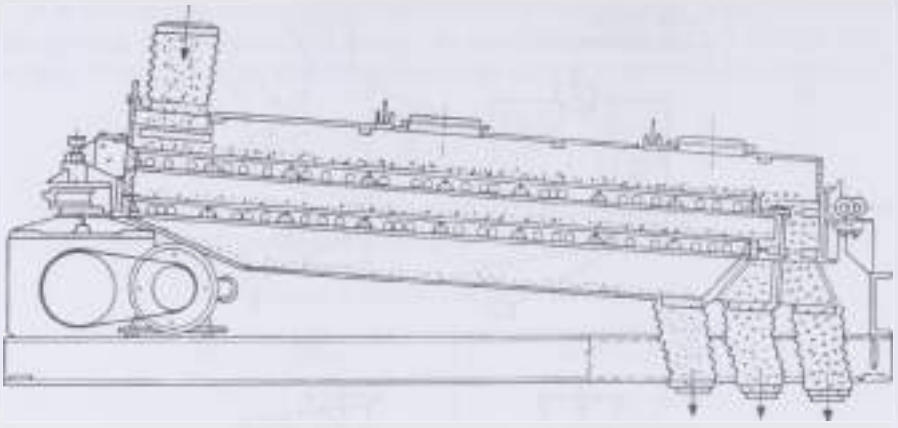


128. ábra. Préselvényhűtők:
a) dobhűtő, *b)* egycsatornás, *c)* kétcsatornás, *d)* kaszkádhűtő, *e)* háromzónás szalaghűtő

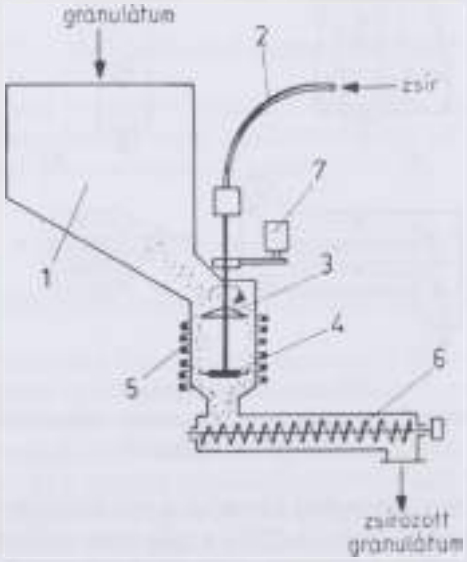
A granulált tápokhoz a préselést követően a már benne levő 3–5% zsírtartalomhoz további zsír adagolható (2–10%) a még le nem hűtött préselvény felületére [79]. A felületről ez a zsírmennyiség rövid idő alatt felszívódik a szemcsékben.

A **zsír adagolására** tárcsás zsíradagoló használható *(130. ábra)*.

A keverőüzemekben a nyers- és alapanyagok szállítása, raktározása és megmunkálása közben a légtérbe apró porszemcsék jutnak. A **portalanítás** célja munkavédelmi és robbanás-megelőzési jellegű. A forró felületekre lerakódott porréteg egyben tűzfészket is jelent. Mivel más összetételű por keletkezik az alapanyagok műveletei és más a feldolgozás közben, így a port oda célszerű visszajuttatni, ahol keletkezett. A keverőüzemek tehát több poreltávolítási rendszerrel működnek.

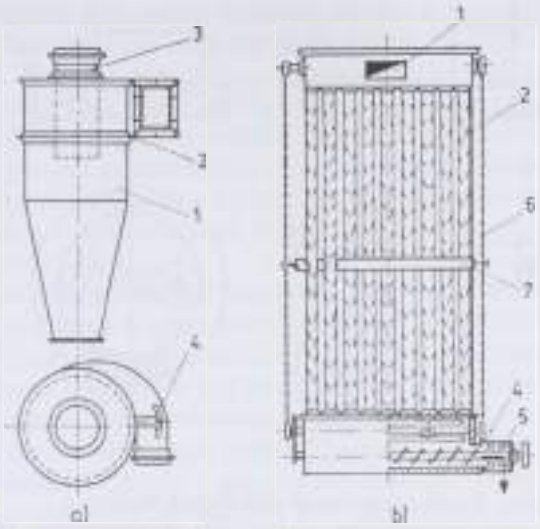


129. ábra. Háromfrakciós pelleselvény osztályozó (Locker)



130. ábra. Zsíradagoló
(1 garat, *2* vezeték, *3* terelőtárcsa, *4* szórótárcsa, *5* melegítőcső, *6* szállítócsiga, *7* hajtómotor)

A portalanító berendezések szerkezeti elemei csoportosíthatók elszívó és nyomó csővezetékek rendszerére, valamint porleválasztó egységekre. Beszélhetünk központi és helyi portalanításról. A porleválasztók lehetnek egyszerű ciklonok, vagy tömlős porszűrők, ill. összetettek *(131. ábra)*. A levegő mozgatása általában kisnyomású ventilátorokkal történik [113].



131. ábra. Poszűrők
a) ciklon (*1* alsó leválasztó, *2* hengeres porleválasztó, *3* kifúvó, *4* fojtásszabályzó csappantyú);
b) tömlős (*1* befúvó, *2* szűrőtömlők, *3* kotrólapát,
4 gyűjtőcsiga, *5* kiömlőnyílás, *6* tisztítókeret-mozgató, *7* tisztítókeret)

Préselvények előállítása szálastakarmányból

A szecskázott vagy apritatlan szálastakarmányokból készült, 50–80 mm méretű préselvényt brikettnek vagy pogácsának, a 16–25 mm méretűt pedig „cob"-nak nevezzük. A pogácsa általában kör keresztmetszetű, a brikett pedig hasáb alakú.

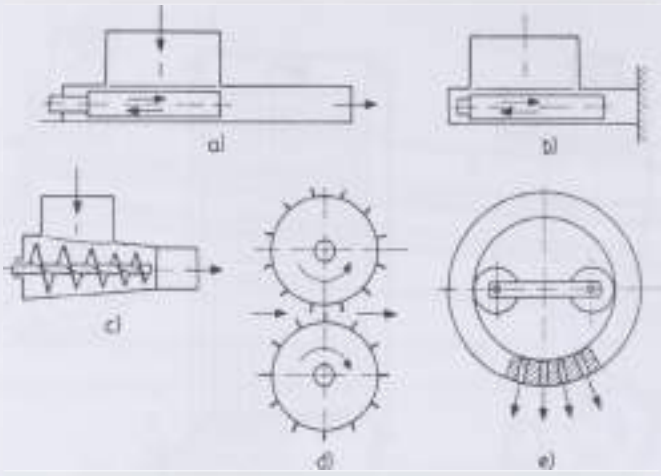
A nagy lignintartalmú anyagokat először lúgos anyagokkal feltárják. Ezt követi a brikettté sajtolás művelete. Amennyiben aprítva sajtolják, úgy az aprítás történhet kalapácsos darálóval is.

A préselvények készítésére hasonló eszközöket használnak, mint a pelletálás során [79]. Ezek között – a nagyobb préselvényméretek miatt – szóbajön:

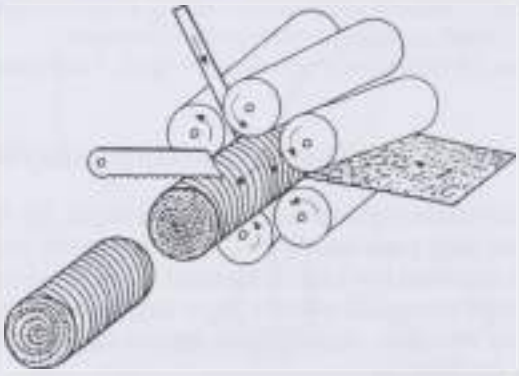
- a nyitott dugattyús prés *(132. ábra)*,
- a zártkamrás dugattyús prés (a présnyomás előállításában nemcsak a préscsatorna hossza játszik szerepet, hanem a fenéklap is),
- a csigás prés (folyamatos működéssel), hengeres prés (a pogácsaalakot a felületen kialakított profil adja),
- ill. a gyűrűs prés (a matricafurat a „cob"-hoz, vagy pogácsához illesztett).

A nagyobb nedvességtartalmú szálastakarmányokat általában sodrással sajtolják *(133. ábra)*.

A brikettálásra ezen túl használhatók változtatható, vagy vezérelt préselemekkel rendelkező gépek is. A brikettáló, de különösen a sodratkészítő gépek javarésze mobil gép, melyet a táblán vontatva üzemeltetnek. A nagy teljesítményigényt általában a gépre ráépített robbanómotorral elégítik ki.



132. ábra. A szálastakarmányok préselésének módszerei
a) nyitott dugattyús prés, *b)* zárt dugattyús prés, *c)* csigás prés, *d)* hengeres prés, *e)* gyűrűs prés



133. ábra. Sodrásos brikettálás

Különleges takarmányelőkészítési módok

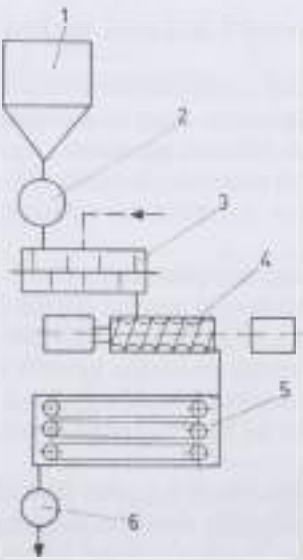
Az új eljárások legfőbb célja, hogy az abraktakarmányok keményítőjének emészthetőségét javítsák és az állatok számára jobban felhasználhatóvá tegyék. A hőkezelési eljárások legnagyobb hátránya a rendkívül nagy, 80–210 kWh/t fajlagos energiaigény és ennek következtében a magas költségszint, ami erősen korlátozza elterjedésük mértékét [100].

A keményítő a hideg vízben oldhatatlan. Ha azonban a vizet melegítjük, a szemcsék megduzzadnak, majd bizonyos hőmérsékleten kristályaik szétesnek. A keményítő elcsírázesedése az abraktakarmány emészthetőségét számottevően javítja.

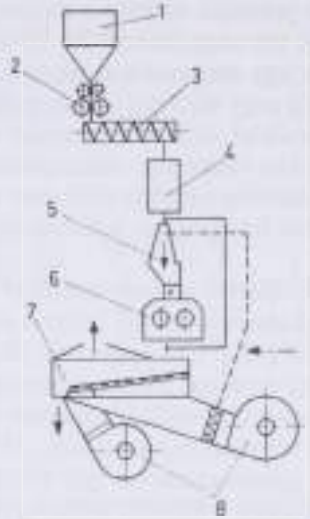
Az **extrudálás** folyamatos préselési eljárás: a duzzasztani kívánt terményt előzetesen finomra őrlik, majd víz adagolásával 25–30%-ra nedvesítik, és gőzzel felfőzik. Maga az extruder egy megszakított menetű csiga, amely egy csőben forog. A csőben a rendkívül nagy súrlódás hatására jelentősen megnő a nyomás (200–500 kPa) és a hőmérséklet, miáltal az extruder erős préselő hatást fejt ki a terményre. Az atmoszferikus viszonyok visszaállásakor (miután az anyag áthaladt a présszerszámon) a hirtelen nyomáscsökkenés miatt, az erős gőzképződés hatására, a sejtszerkezetek felrepednek. A kezelt anyag sűrűsége lényegesen megnő *(134. ábra)*.

A **pelyhesítéshez** leginkább őrletlen szemes terményt használnak, de néha a nedvesítés gyorsítása végett a kukoricát durván össze is törik. Gőz alkalmazásával és a hőmérséklet emelésével (100 °C) a nedvesítés ideje tovább csökkenthető. A pelyhesítő berendezés egy recézett, azonos sebességű hengerpárból áll. A végtermék, a hengerek szorítónyomásától függően többé-kevésbé finom pehely. A pelyhesítés után az anyagot szárítani és hűteni kell *(135. ábra)*.

Mikronizálás folyamán a gabonaszemeket gáz–levegő keverékkel hevítik fel. Az infravörös sugárzás hatására a hirtelen felmelegedett gabonában a nedvességtartalom (víz, olaj) belső gáznyomása nagymértékben megnő. Ez különösen a keményítő szemcsékre hat, és duzzadásukat, széttöredezésüket, ill. zselatinizálódásukat okozza. A hőkezelt termény ezt követően a pelyhesítő-hengerekre, majd a hűtőre kerül. Az eljárás előnye, hogy a hőkezelés gyorsan, mintegy 30–150 s alatt lejátszódik, a termény nedvességtartalmától és a 200–850 °C-os hőmérséklettől függően. További előnye, hogy működése folyamatos és



134. ábra. Az extrudálás folyamatának vázlata
(*1* etetés, *2* őrlő, *3* főző, *4* extruder, *5* szárító hűtő-, *6* őrlő)



135. ábra. A pelyhesítés folyamatának vázlata
(*1* etetés, *2* őrlő, *3* nedvesítő csiga, *4* gőzölő, *5* ülepítő, *6* pelyhesítő, *7* szárító bütő, *8* ventilátorok)

nem szükséges a magvakat előzőleg áztatni, ill. gőzölni, mivel a feldolgozandó termény nedvességtartalma a 18–25%-ot is elérheti *(136. ábra)*.

A takarmánykeverő üzemek technológiai vonala

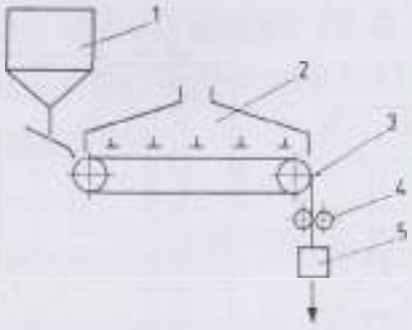
A takarmánykeverő üzemeket megkülönböztethetjük a teljesítménykategóriájuk szerint, vagy a technológia egy- vagy többcélúsága, univerzalitása alapján. A kisebb kapacitású üzemek zömmel egycélúak, leginkább dercés tápot állítanak elő. A nagy teljesítményű takarmánykeverők (20–30 t/h) joggal nevezhetők takarmánygyáraknak, melyek komplex keverékeket vagy koncentrátumot is előállíthatnak [79].

A **kis teljesítményű** takarmányelőkészítők általában egy gazdaság igényeit elégítik ki. Ezek között lehetnek csak aprítást végzők és apritó–keverő technológiák. A legtöbbször ez egy kis teljesítményű (40–200 kg/h) darálót és vele egybeépített, vagy hozzákapcsolható szakaszos keverőt jelent *(137. és 138. ábra)*.

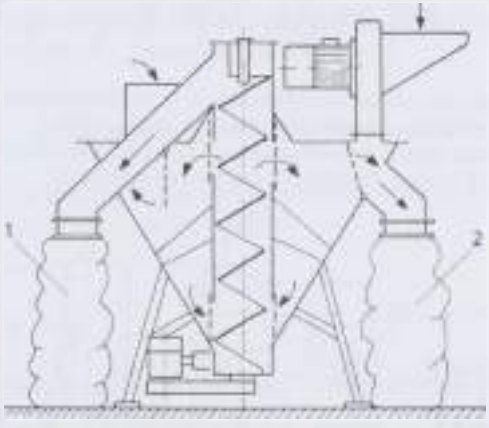
A kis teljesítményű takarmányelőkészítők gyakran stabil, beépített kialakításúak. Lehetnek azonban (bár ez Magyarországon nem elterjedt) mobil megoldásúak is.

A **közepes méretű** keverőüzemek nagyobb állatállomány helyi ellátását célozzák meg *(139. ábra)*, a pelletálás általában hiányzik.

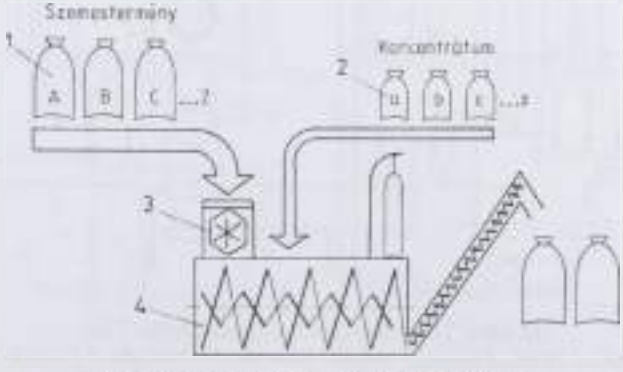
A nagyüzemi technológiai vonalak minden fontos keverőüzemi elemet tartalmaznak, többcélúak, alkalmasak egy körzet tápigényének biztosítására *(140. ábra)*.



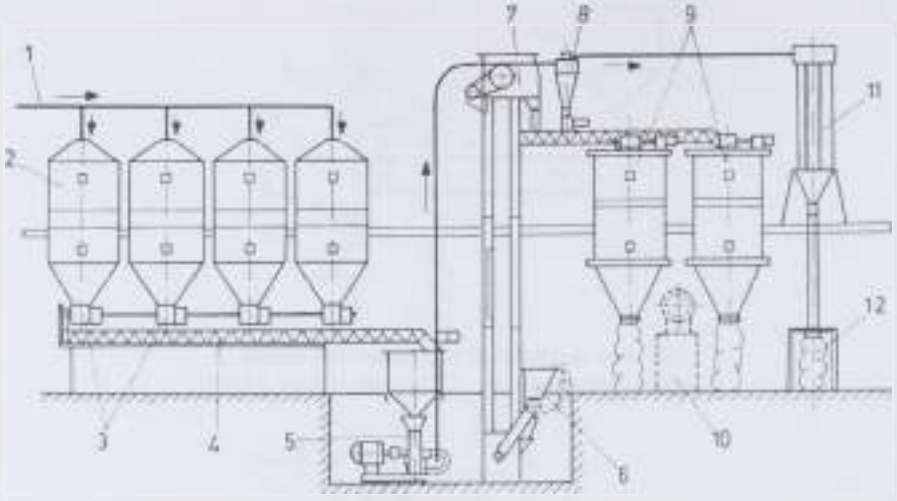
136. ábra. A mikronizálás folyamatának vázlata.
(*1* etetés, *2* infra sugárzók, *3* acélrostély, *4* rázó, *5* hűtő)



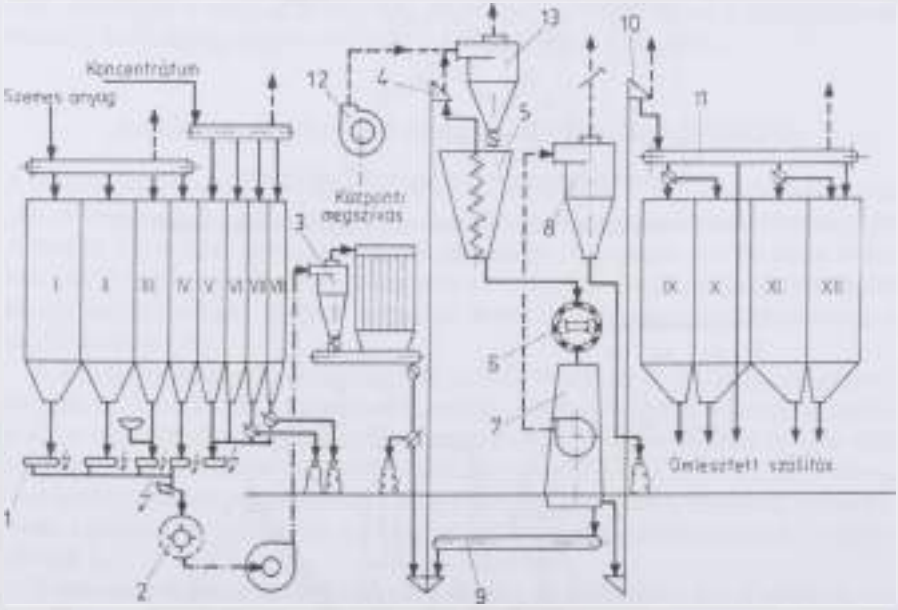
137. ábra. Kisüzemi takarmány aprító–keverő (függőleges csigás keverővel)
(*1* keverék, *2* dara)



138. ábra. Kisüzemi takarmány aprító–keverő
(*1, 2* alapanyagok, *3* darálló, *4* vízszintes keverő)



139. ábra. Közepes kapacitású takarmánykeverő (1 t/h) technológiai folyamata
(*1* szemestermények, *2* tartályok, *3* adagolók,
4 szállítócsiga, *5* kalapácsos darálő, *6* adalékadagoló, *7* felhordó, *8* leválasztóciklon, *9* keverők,
10 mérleg, *11* szűrő, *12* szűrt anyag zsákolása)



140. ábra. Takarmánykeverő folyamatábrája (5 t/h)
(*1* adagolók, *2* darálő, *3* ciklon, *4* serleges felhordó, *5* keverőgép, *6* présgép, *7* hűtő,
8 porleválasztó, *9* szállítócsiga, *10* serleges felhordó,
11 kaparóláncos szállító, *12* kisnyomású ventilátor, *13* porleválasztó)

Állatok elhelyezése és a telepi takarmányozási munkák gépei

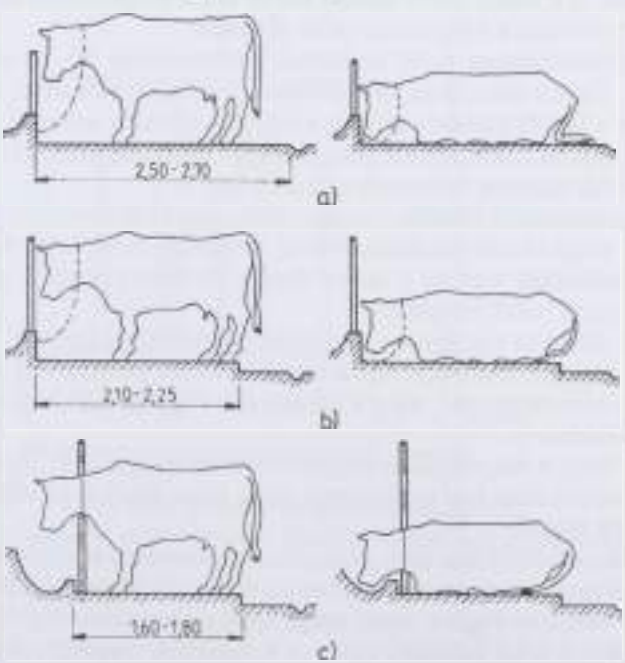
Szarvasmarhák elhelyezése

A szarvasmarhatartás egyéb gépei és eszközei

A kötött tartású istállózás ma már nem tartozik a szarvasmarhatartás korszerű technológiái közé. Állásrendszereiről és a hozzájuk kapcsolódó technológiai berendezéseikről mégis szólnunk kell, mivel hazánk tehénállományának 15–25%-át még kötötten tartják.

Állásrendszerek és lekötőberendezések

A kötött tartásban a lekötési mód szerint középhosszú és hosszú-, illetve rövidállásokat különböztetünk meg *(141. ábra)*.



141. ábra. A különféle állásokon az állatok testhelyzete
a) hosszú, *b)* középhosszú, *c)* rövidállás

A középhosszú és hosszúállásokban egy vagy két 0,8–1,2 m hosszú lánccal, kötéllel vagy műanyag hevederrel kötik meg az állatokat. Így mozgási lehetőségük a hossztengely irányában 0,5–1,2 m. Fekvő helyzetben az állatok teljes hosszukban az álláson vannak. Ürítéskor az állás nagy felületét szennyezik bélsárral és vizelettel. Pihenéskor e szennyezett padozatra fekszenek, ami testfelületük igen jelentős szennyeződésével jár. Ez a helyzet különösen a tehéntartásban kedvezőtlen, mivel a tőgyek csak nehezen tarthatók tisztán.

Az állatok tisztán tartása érdekében naponta és férőhelyenként 4–5 kg alomról kell gondoskodni, ugyanakkor az állások hátsó végéről (az állás összterületének kb. 30–40%-áról) naponta többször is le kell szedni a bélsárlepényeket. A csatornába szedett trágyát mechanikus trágyakihúzókkal naponta két alkalommal szállítják ki az istállóból.

Az önitatókat a jászlak belső vagy külső falára szerelik (az állatok mindkét helyen jól meg tudják közelíteni).

A hosszú- és középhosszú állásokban a legtöbb mechanikus trágyaeltávolító berendezés alkalmazható, pl. a csörlős trágyalapát, kaparólánc, lengőlapát vagy traktoros tolólap.

A rövidállásokon igen korlátozott az állatok mozgási lehetősége, csökken tehát a trágyával szennyezett terület, a jószág nem tud saját ürülékébe feküdni. Feje fekvéskor is a jászol fölött marad. Ha az állást megfelelően alakították ki, az állatok közvetlenül a trágyacsatornába ürítenek.

Adott tehénállományon belül az állatok testhosszában 20–30 cm eltérés is mutatkozhat. Ezért a bármilyen jól méretezett állásban is előfordul, hogy a rövidebb tehenek a fekvőpadozatra és nem a trágyacsatornába ürítenek.

A rövidállásokon tartott állatok közé – a fejés megkönnyítése céljából – csak minden második állásban helyeznek el korlátokat.

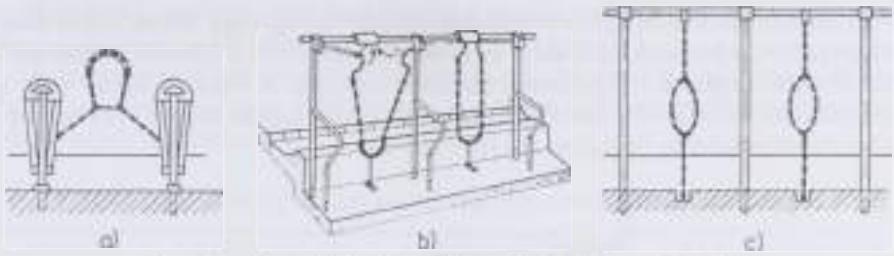
Az álláspadozatokat különféle hőszigetelő anyagokkal vonják be pl. gumival, műanyaggal, vagy a kettő kombinációjával. Annak ellenére, hogy még ma is jelentős erőfeszítéseket tesznek e tartási forma tökéletesítésére, a széles üzemi gyakorlatban nem tudott elterjedni.

Szalmával almozva lényegesen melegebb pihenőhelyet kapunk, és a szalma napi eltávolítása, felfrissítése javítja a higiénés viszonyokat. Ezért a szalma nagyobb tartási biztonságot ad, még a huzatosabb vagy az időnként magas páratartalmú istállókban is.

A kaparó- vagy a lengőlapátos trágyakihúzó berendezéseket legalább 20 cm mély trágyacsatornában kell működtetni, hogy üzem közben ne sérthessék meg a fekvő állatok tőgyét.

A rövidállásos istállókban igen gyakoriak az úsztatásos és öblítéses trágyaeltávolítási eljárások, amelyek az alommentes tartás velejárói *(142. ábra)*.

A feszített lánc alsó végét a jászol mögé vagy a peremhez rögzítik. A jászolkereten kialakított felső bekötésű pont – a korszerűbb megoldásokon – az állatok hossztengelye irányában 20–30 cm-re változtatható, s így az állatok testhosszában mutatkozó eltérések bizonyos mértékig korrigálhatók.

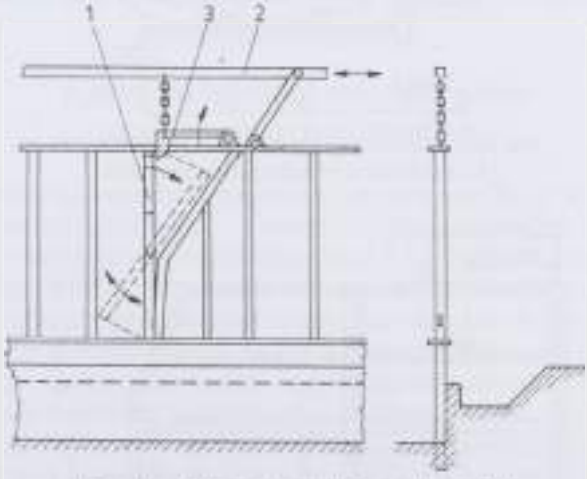


142. ábra. A rövidállásokban alkalmazható lekötőberendezések
a) lánc, b) nyakkeret, c) feszített láncos (ún. Grabner-rendszer)

A nyakkeretes berendezéseknél az állatok behajtáskor kinyitják a kereteket, így az állatok a jászolba hajthatják fejüket, s ekkor kell őket lekötni.

A jászolfenék az álláspadozathoz viszonyítva legalább 5–10 cm-rel magasabban van. A jászolban levő összes takarmány – a lekötőtől számítva – 70 cm-es távolságon belül elérhető.

A kötetlen tartású istállók etetőbelyein különféle félautomatikus vagy kézi működtetésű lekötő – illetve kizáró-berendezéseket alkalmaznak. Általuk az állatok önmagukat egyedileg kötik le, míg a gondozók csoportosan engedik el őket. Lezárt állapotban – a takarmánykiosztás idején az állatokat kizárjuk *(143. ábra)*.

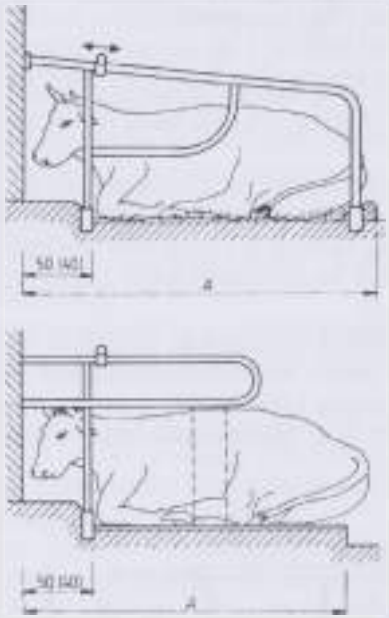


143. ábra. Billenőrudas önlekötő és kizáró [27]
(1 a billenőrúd lezárt állapotban, 2 záró- és nyitórudazat, 3 zárókilincs)

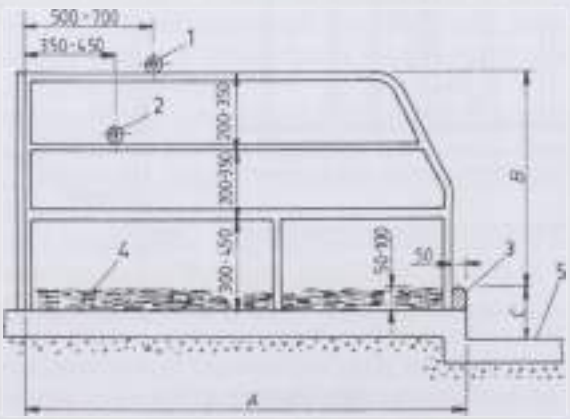
Pihenőbokszok

A kötetlen tartási rendszerű tejtermelő tehenészeti telepeken kiterjedten alkalmazzák az almozott pihenőbokszokat *(144. ábra)*. A határoló korlátok fából

vagy acélcsőből készülnek, a padozatuk döngölt agyag vagy beton. A korlátok elhelyezését, a bokszok szélességi és hosszúsági méreteit a tehenek testméretének – testtömegének – figyelembevételével tervezik. A bokszok hátsó vége a közlekedőút felől 20–25 cm-rel kiemelkedik a padozatból, hogy a fordított beállás minél ritkábban forduljon elő *(145. ábra)*.



144. ábra. Almozott és a gumipadlós pihenőbokszok
(Az *A* méretek a *11. táblázatban* találhatók)



145. ábra. Pihenőboksz [90]
(*1* és *2* előrelépést gátló rudak, *3* faküszöb, *4* alom, *5* közlekedőfolyosó,
A, B, C méreteit a *11. táblázatban* foglaltuk össze)

A bokszok mellső részén az előreállást akadályozó rudakat kell elhelyezni, hogy a tehenek ne tudjanak a pihenőterületre trágyázni.

A bokszsorok közül traktoros tolólappal vagy szárnyaslapáttal távolítható el a trágya. A pihenőbokszok főbb méretét az állatok testtömegének függvényében az *11. táblázat* tartalmazza.

11. táblázat. A pihenőbokszok méretei az állatok testtömegének függvényében

Az állatok testtömege, kg	A belső magassága a trágyaúttól vagy rácspadlótól, *C*, cm	A bokszok szélessége, cm	A bokszok hosszúsága, *A*, cm	Az elválasztókorlátok magassága a belépőtől, *B*, cm
150–200	15	60	130	60
200–250	15	70	150	65
250–350	20	85	170	80
350–450	20	95	185	90
450–500	20	105	200	95
500 fölött	20	120	220	100

A pihenőbokszok és a különféle lekötő berendezések csőből készülő korlátszerkezetét oldható kötésekkel szerelik, ami egyben az állítás lehetőségét is biztosítja (pl. az előrelépést gátló rudazatánál).

A kötetlen tartási formák között mind a tehén-, mind a hízóállattartásban széles körben alkalmazzák a mélyalmos rendszert mechanikus trágyaeltávolítással.

A takarmányozási munkák gépei a szarvasmarhatartásban

A takarmányozás műveleteinek megbízható és minőségileg is kifogástalan elvégzése – valamennyi állatfajnál – a termelés költségeit döntően meghatározza.

A takarmányozás alapvető sajátossága, hogy – különösen a kérődzők számára – egyidejűleg többféle takarmányt osztanak ki. A takarmányok összetétele évszakonként és a termelés fázisától függően is változhat. A koncentrált takarmányok nagyobb térfogatsűrűsége és ömlesztett halmazállapota a gépesítési lehetőséget javítja. A szecskázott, zöld- vagy szálastakarmányok kiosztása, a kapcsolódó rakodási műveletek gépesítése bonyolultabb feladat. E téren az utóbbi években jelentős fejlődés következett be, mivel a szálas anyagok megfelelő méretűre szecskázásával többé-kevésbé homogén fizikai állapotú takarmány vagy takarmánykeverék állítható elő. A szállításhoz és kiosztáshoz olyan berendezések szükségesek, amelyek üzembiztosan, az előírt pontossággal összekeverik és kiosztják a takarmányokat.

A takarmányozás három alapvető műveletből áll:

- kitermelés a tárolótérből,
- szállítás,
- elosztás (kiosztás) az istállókban vagy etetőhelyen.

Az egyes részműveletek hozzávetőleges időszükségletének megoszlása arra utal, hogy a munkák nagyságrendjét főként a szállításhoz kapcsolódó műveletek (rakodás, kiosztás) határozzák meg. Időszükségletüket, élőmunkaigényüket természetesen számos körülmény, például az istálló jellege (zárt, nyitott), a tartási mód (kötött, kötetlen, egyedi vagy csoportos), a közlekedőutak mérete, az etetés módja (adagolt, önetetés) és a munka szervezése is befolyásolja. A takarmányrakodó, -szállító és -kiosztó berendezések számos változata ismeretes.

Szarvasmarhatartó telepeken a tárolóból az etetés helyére kell szállítani a takarmányokat. A szállítóberendezések elrendezése és működése szerint a takarmányozás technológia lehet

- stabil (beépített gépek),
- mobil (de a kettő kombinációja is előfordul).

Bármelyik rendszer üzemeltetése csak megfelelő körülmények között lehet célravezető. Előny például a takarmánytárolók és istállók közötti olyan kapcsolat, amely nem igényel közbenső átrakást vagy számottevő kézi munkát. A stabil technológia jellegzetessége továbbá az épületek és a tárolók kapcsolatában a stabil szállítóberendezések költségei miatti rövid szállítási vonalak, a gépesített költségesebb tárolók (tömörebb telep építési elrendezése is). Előnyük, hogy a műveletek jól automatizálhatók. A mobil rendszer megfelelő tágas belső telepi úthálózatot igényel, s az istállóknak is járművekkel átjárható méretekkel kell rendelkezniе. Az előbbi tehát a gépesítés, az utóbbi viszont az építés költségesében igényel nagyobb ráfordításokat [88].

Mobil gépsor

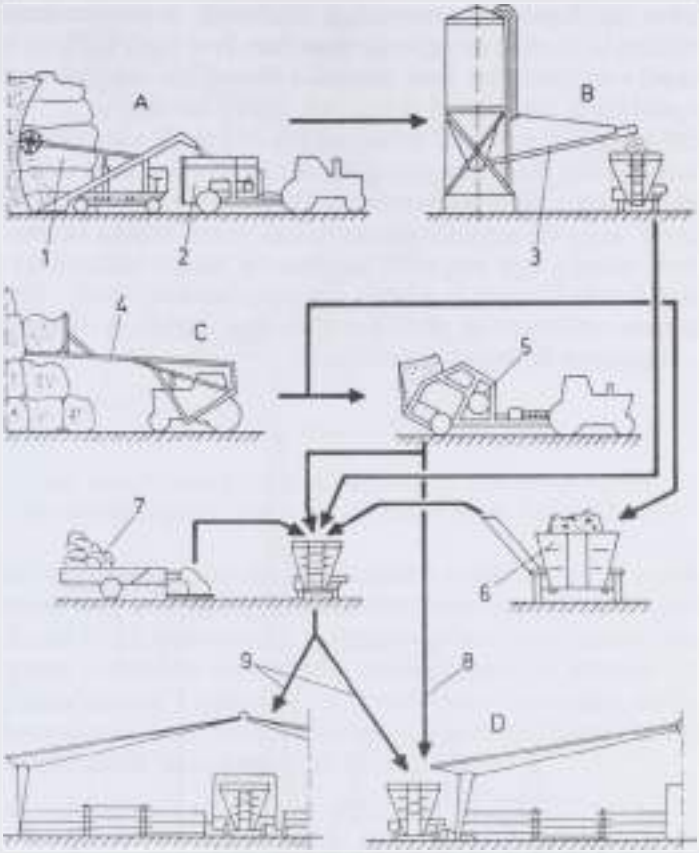
A mobil gépekre alapozott technológia fő műveleteit, alapvető gépeit és a műveletek helyszíneit a *146. ábra* szemlélteti.

A mobil gépekre alapozott technológiában a szállító és kiosztó jármű (2) – rendszerint keverő kiosztó kocsi – először a silótároló (A) teret keresi fel, ahol a silómaró rakodó (1) feltölti. Ezt követően a koncentrált takarmánytárolónál (B) betöltik a megfelelő mennyiségű abrakot. A szénatárolón (C) – kazalból vagy pajtában – a traktoros homlokrakodó a bálát közvetlen a kocsiba, vagy először bálaőrlőbe rakja (7 és 8). A kiosztó kocsi ezt követően, a keverő egységet közben működtetve az istállókhoz (D) hajt és megtörténik a takarmány kiosztása a jászlakba, vagy az etető asztalra. A széna kiosztása külön is történhet speciális bálabontó-apritó és kiosztó berendezéssel (5).

A takarmányok rakodása

A szilázs kitermelése

A már tárgyalt horizontális (halom-, falközi) silókból a szilázs kitermelése célszerűen külön erre a célra kialakított speciális gépekkel történik. A mobil takarmánykiosztó berendezések egyes típusait ellátták a horizontális silókból a szi-



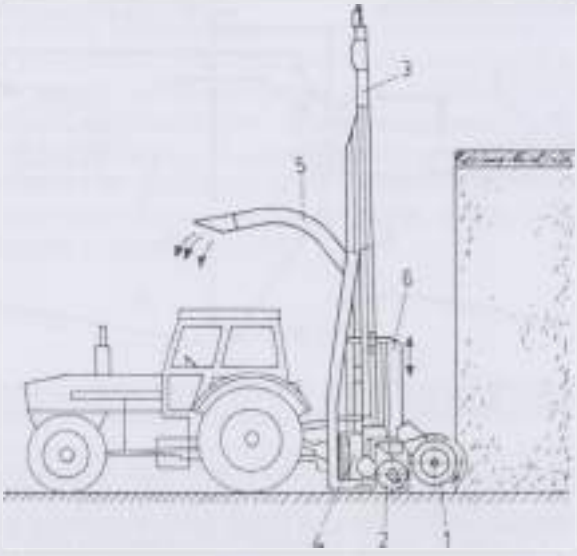
146. ábra. A mobil gépekre alapozott technológia fő műveletei, alapvető gépei és a műveletek helyszínei [134]
(*A* silótároló, *1* silómaró-rakodó, *2* szállító és kiosztó jármű, *B* koncentrált takarmánytároló, *3* töltőcsiga, *C* szénatároló (kazal vagy pajta), *4* széna rakodása (traktoros homlokrakodó), *5* bálabontó-aprító és kiosztó, *6* nagyméretű szénabála őrlő és rakodó, *7* kisméretű szénabála őrlő és rakodó, *8* széna kiosztása, *9* a kevert takarmány kiosztása)

lázs kitermelésére alkalmas munkaeszközzel is (maródob, blokkvágó, vágólap). Szükség esetén a kitermelés megoldható univerzális rakodó berendezésekkel, pl. megfelelő markolóvillával felszerelt forgógémes rakodóval. Ez utóbbi esetben azonban nagy és egyenetlen kitárolt felület keletkezik, ami az utóerjedés szempontjából hátrányos. Kitermeléskor törekedni kell arra, hogy a megbontott levegővel érintkező felület minél kisebb, egyenletes és sima legyen. A megbontott felületen megindúló utóerjedés naponta 4–5 cm mélységig hatol.

A kitermelés *önálló gépei a silómaró-rakodók.* A marószerkezettel rendelkező gépek viszonylag egyenletes felületet hagynak vissza. A marószerkezet általában dobos kialakítású, de ismertek a csigás és láncos rendszerűek is. A forgó

szerkezeteken tépőfogak vagy marókések találhatók. A marószerkezet elmozdulása történhet ív mentén és egyenes vonalban. Íves mart felületet hagyó berendezéseknél a maródobokat tartó konzolt a hidraulikus munkahenger segítségével egy pont körül mozgatja el *(147., 148. és 149. ábrák)*.

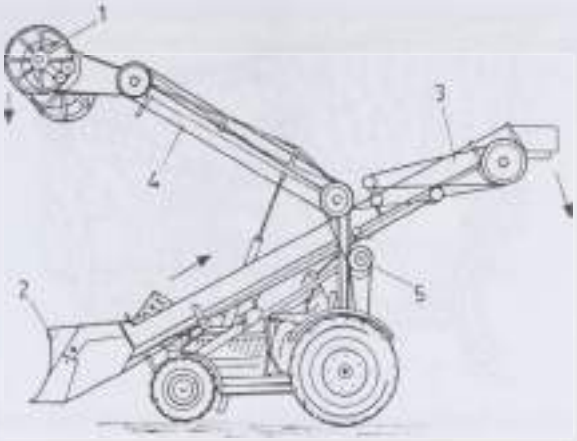
Nagyobb levegővel érintkező felület adódik és fennáll a leomlás veszélye is, különösen magasabb halmazmagasságnál. Az egyenesen, mart falat hagyó gépeknél a dobos vagy csigás marószerkezet függőleges keretszerkezeten mozdul el *(150. ábra)*, vagy többcsuklós mechanizmus vezeti munka közben függőleges irányban, esetleg egy megadott szögben. A lemart takarmányt általában szállító csiga hordja középre és tereli a szállítóeszközhöz, amely többnyire donóventilátor, de szállítószalag, esetleg szállítócsiga is lehet. A silómaró rakodók vontatott, függesztett és önjáró kialakításúak.



147. ábra. Függesztett silómaró–rakodó szerkezeti kialakítása
(1 maródob, *2* gyűjtő csiga és tálca, *3* gém, *4* dobventilátor, *5* szállító cső, *6* hidraulikus munkahenger)

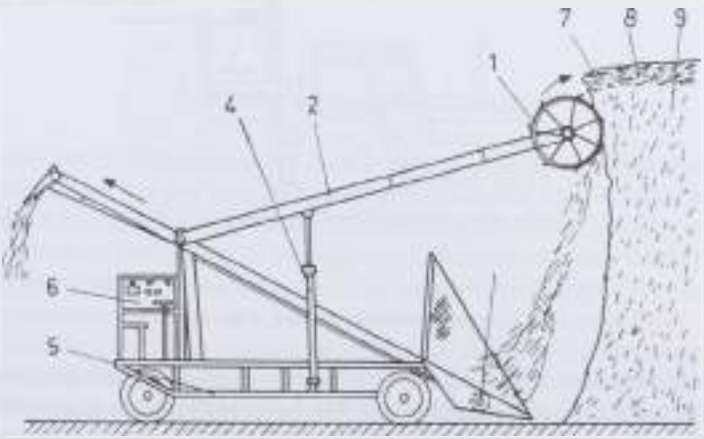
Az önjáró és a villamos hajtású gépek maximális működési magassága általában 4,0–5,0 m, a maródob szélessége 1,2–1,8 m, átmérője 300–800 mm. A marás (fogás) mélysége 10–50 cm között változhat. A lemart takarmányt terelőcsiga, majd szállítószalagos felhordó szállítja a keverő kiosztó kocsi rakterébe. A gépek teljesítőképessége 8–20 t/h.

A horizontális silókból a szenázs és szilázs ún. blokkvágókkal is kitermelhető. A blokkvágókat elsősorban a kisebb gazdaságokban használják, ahol a szilázs kitermelésén túl az állatokhoz való juttatását is elvégzik. Egyszerre 1–1,5 m³ nagyságú, szabályos, stabil kockát vágnak ki a silófalból és így sima

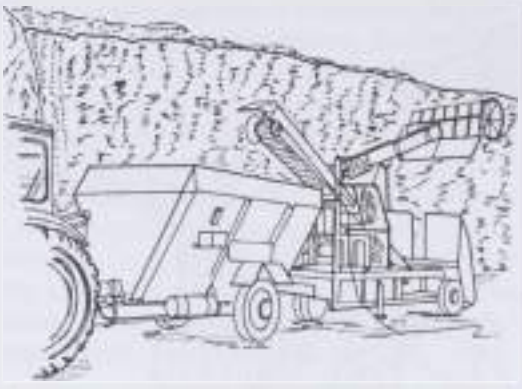


148. ábra. Traktorra szerelt silómaró-rakodó szerkezeti felépítése
(*1* maródob, *2* gyűjtő csiga és tálca, *3* szállító szalag, *4* gém, *5* hajtás)

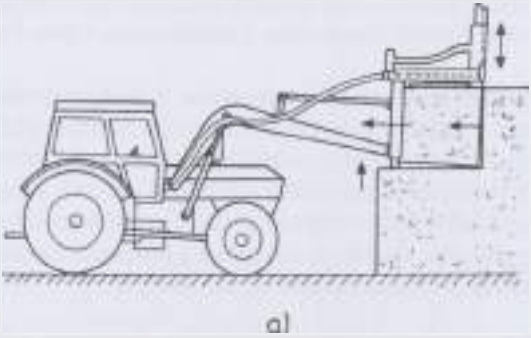
vágófelület keletkezik, az utóerjedés minimális. A blokkvágókat a traktor homlokrakodójára, vagy a hátsó függesztő szerkezetére szerelik *(151/a* és *b ábrák)*. A kitermelendő blokk alsó részét a szúrótüske választja le, három oldalát pedig a függőlegesen (ritkábban vízszintesen alternáló) metsző szimpla vagy dupla kések. A blokkvágókkal a takarmányt a keverő-kiosztó kocsikba, az önetetőkbe, vagy a takarmányozó útra viszik, az utóbbiról a kiosztást kézzel kell elvégezni. Egyes típusait előátták jászolba kiosztó szerkezettel is.



149. ábra. A villamos hajtású silómaró elvi felépítése [90]
(*1* maródob, *2* gém, *3* gyűjtő csiga és tálca, *3* gém, *4* hidraulikus munkahenger, *5* alváz, *6* vezérlő és villamos biztonsági egységek, *7* takaró fólia, *8* szalma, *9* szilázs)



150. ábra. Villamos hajtású silómaró–rakodó és keverő kiosztó kocsi munka közben



151. ábra. Blokkvágók: *a* homlokrakodóra, *b* farrakodóként szerelve

A nedves szemeskukorica-zúzalék és a szem–csutka keverék falközi silókból történő kitermelésnél még nagyobb gondot kell fordítani az utóerjedésből adódó veszteségek elkerülésére. Ezért fontos a falközi siló méreteinek (szélesség, magasság) a felhasználás függvényében történő megválasztása. A kitermelt takarmányt lehetőleg 24 órán belül fel kell etetni. A silómaró rakodó gépek közül azok használhatók, melyek egyenes, függőleges sima felületet hagynak. Ezek

közül is előnyösebbek a szalagos vagy csigás szállítóberendezéssel rendelkezők, mert a dobóventilátoros továbbításnál jelentős porzási veszteség lép fel. Ilyen silómarót szemléltet a *152. ábra.*

152. ábra. Silómaró-rakodó a szemcsés anyagokhoz (pl. CCM)
(*1* maródob, *2* állvány, *3* gyűjtő csiga és ernyő, *4* alváz, *5* szállítószalag)

Mobil takarmánykiosztó berendezések

A takarmánykiosztók általában speciális járművek, amelyek legismertebb változatai az önürítős kiosztó, ill. az önürítős keverő–kiosztó kocsik a szarvasmarha- és juhtartásban.

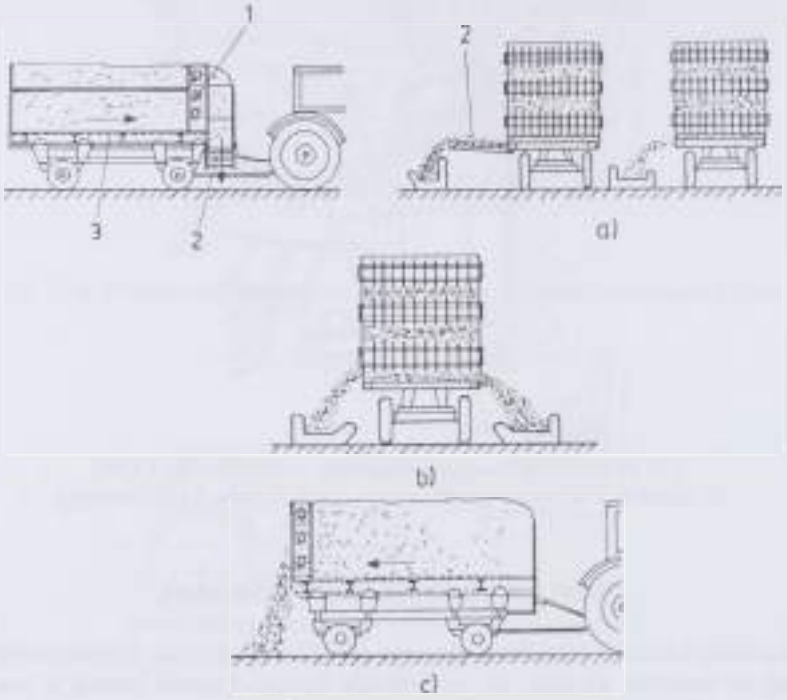
Önürítős takarmánykiosztó kocsi

A traktorvontatású berendezés kocsiszekrényét a betakarítógép szecskázott zöldtakarmánnyal, vagy a tárolóhelyen a gépi rakodók szilázzsal, illetve rétegezve különféle (pl. szilázs, aprított széna, esetleg abrak) takarmányokkal töltik meg. Kiosztáskor a bontó–lazító tépődobok (1) fogazata leszedi a takarmányt és a keresztkihordóra (2) továbbítja. A dobok kerületi sebessége 2–3, ill. 5–6 m/s *(153. ábra).*

Az eltömődés elkerülése végett a kihordó szalagnál a rövid szecska esetén kisebb, a hosszabbnál nagyobb szalag sebesség szükséges. A takarmányt a rakfelület alján mozgó szállítólánc (3) – állítható előtolással – 0,01–0,1 m/s sebességgel folyamatosan továbbítja a dobokhoz.

A takarmány a jászolba vagy – szőnyegszerűen – a kocsi mögötti etetőasztalra is üríthető. Ez utóbbi esetben a kocsi végén lévő üritőszerkezet a szervestrágyaszóró kocsi szóró adapterével azonos lehet. Az oldalkihordó és lazítódobok

rendszerint a kocsik elején üzemelnek. Így a traktorvezető közvetlenül ellenőrizheti és szabályozhatja működésüket. Az etetőút kialakításától függően egy vagy két oldalra kiosztós kivitelek használatosak.



153. ábra. Önüritős takarmánykiosztó kocsi
a) egyik oldalra, *b)* mind a két oldalra, *c)* a kocsi mögé az etetőasztalra
(*1* maró dobok, *2* kihordó szalag vagy lánc, *3* fenék szállító lánc)

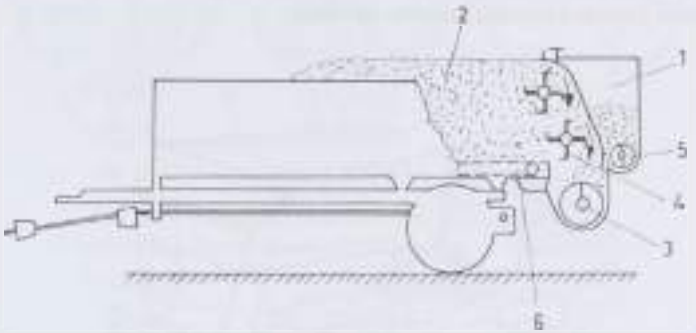
Az önüritős felépítményű takarmánykiosztó kocsik főként a homogén összetételű vagy egy takarmány komponens kiosztására alkalmasak. Több komponens kiadagolása csak megfelelő réteges felrakást követően lehetséges. Abrakadagoló adapterrel kiegészíthetők, s ezzel az abrak szabályozható mennyiségben (megfelelő keverési arányban) juttatható a tömegtakarmányba *(154. ábra)*. Ez a rövid keverési azonban nem biztosít megfelelő egyenletes összetételt.

A kérődzők takarmánya általában több komponensből áll, amelyeket apritott állapotban, elkeverve, azonos összetételben kell kiosztani [129].

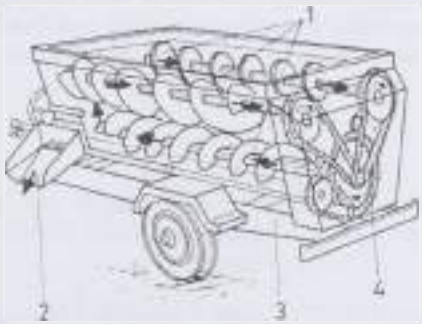
A szilázsféleségek, az abrak takarmányok és az apritott szénafélék összekeverésére és kiosztására kiválóan alkalmazhatók a keverő–kiosztó kocsik.

A kocsiba épített mérlegelő berendezés segítségével már a rakodás idején pontosan az előírt arányban állítható össze a kívánt keverék. A kocsi keverő tételben a tároló és az istálló közötti szállítás közben (3–5 perc alatt) a csigák a kívánt homogenitású keveréket készítenek [129].

A *155. ábrán* a keverő-kiosztó kocsik legelterjedtebb megoldásának csigaelrendezése és a keverő szerkezeti felépítése látható. A keverőcsigákat a hajtóművön keresztül a traktor teljesítmény-leadó tengelye működteti. A keverés után a már homogén anyag az adagolónyíláson át szabályozható mennyiségben a jászolba juttatható.



154. ábra. Önüritős kocsi abrakadagolóval
(*1* abrak, *2* szilázs, *3* kiosztó (oldalra hordó) csiga, *4* tépődobok, *5* abrak adagoló csiga, *6* kihordó lánc)

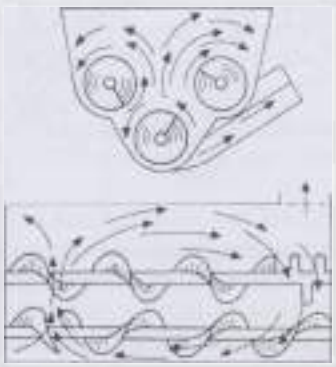


155. ábra. A keverő-kiosztó kocsik legelterjedtebb változatainak szerkezeti felépítése
(*1* keverő csigák, *2* szabályozható keresztmetszetű kiadagoló nyílás, *3* alváz, *4* a csigák hajtása)

A keverő kiosztó kocsik jellegzetessége az elektrotenzometrikus mérlegrendszer. Működési elve szerint a kocsiszekrény három vagy négy ponton elektrotenzometrikus cellákon *(156. ábra 1. tétel)* nyugszik. A mérőcellákhoz kapcsolódó jelfeldolgozó egységek jelzik a hasznos rakomány tömegét. A vezető által előre programozott be és kiadagolandó mennyiségek a vezetőfülkében lévő, vontatott kocsiknál a kocsi oldalára kitelepített műszer (védelmet nyújtó szekrényben lévő) LC, vagy LED-diódás díszpléjről ellenőrizhetők. Ezen túl hang- és fényjelzés is figyelmezteti a gépkezelőt, hogy a beállított érték bemérése vagy kiadagolása megtörtént. A mérés 2–5%-os hibája megfelel a technológiai követelményeknek [5].

A berendezések keverő- és szállítószerkezetei is nagy változatosságot mutatnak. A leggyakoribbak a háromcsigás kivitelek *(157. ábra)*. A felső egymás melletti csigák egymással szemben forognak és a szállítási irányuk is eltérő. Az alsó csiga a kihordó garat irányába forog és a szállítási iránya is azzal megegyező. A kiadagoló garat előtt kidobó pálcák vannak, amelyek a nyílásba kényszerítik az anyagot. Ezen a csigán az utolsó menet ellentétes emelkedésű a csapágyat terhelő axiális erő csökkentése céljából.

156. ábra. Villamos mérleggel ellátott keverő–kiosztó, kocsi tehergépkocsi alvázra szerelve (*1* az alváz és a felépítmény közötti nyomásérzékelő cellák, *2* a villamos mérleg fényszignálja, *3* mérlegelektronika, *4* hang szignál, *5* kijelző és beállító elektronika a vezető ülőterében)

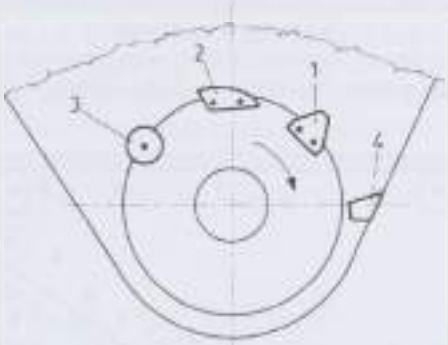


157. ábra. A keverő csigák munkája

Néhány típus alsó keverő tengelyén speciális profilú lapátok vannak, vagy szalagcsiga homogenizálja a takarmányt *(158. ábra)*. Az alsó keverő csigán a csigalevél külső alkotója mentén elhelyezett különféle profilú kések a berakott szálas anyagok tovább aprítására szolgálnak *(158. ábra c részlet)*. A metszésnél az ellenpenge szerepét a kocsiszekrény oldalfalára erősített hosszanti sima, vagy recézett borda látja el *(159. ábra)*. Ha a felső csigákra is szerelnek késeket,

akkor a metszés – az ellenpenge alátámasztó hatásának elmaradása miatt – az egymással szemben forgó csigák által magukkal ragadott anyagrészek és a kések sebessége közötti különbség hatására jön létre [129]. A kések egymás részére tömörítik az anyagot *(160. ábra)*.

158. ábra. A leggyakrabban alkalmazott csiga kivitelek
a) lapátprofil (csigavonalban), *b)* szalagcsiga, *c)* késes zárt csiga

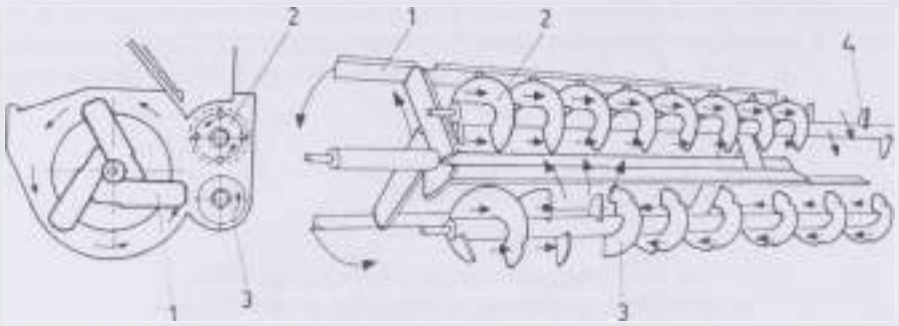


159. ábra. A leggyakrabban alkalmazott késprofilok
(*1* a hagyományos alternáló fűkasza mozgópengéje, *2* íves (spirális) profil, *3* körkés, *4* ellenpenge)

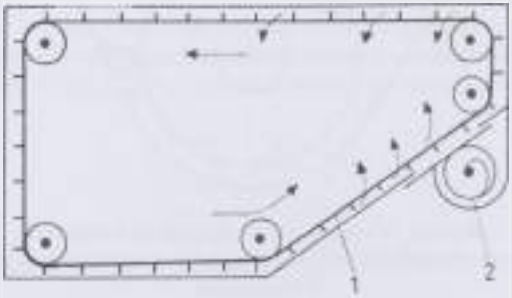
Az aprítási folyamatban a vágás és a metszés együttesen jelentkezik. A takarmányszálakat leginkább metszi a csigalevélre szegecselt hátrahajló spirális kés. Az aprítókésekkel felszerelt kocsik megerősített szerkezetű változatai lehetővé teszik, hogy a kocsitérbe szálasan bálázott széna, vagy szalma is bekeverhető legyen. Egészen speciális kiviteleknél a hengeres nagybálák egészben a kocsiszekrénybe rakhatók. Így a bálák felaprítása és a keverés más anyagokkal együtt egy menetben megtörténik. Fontos megjegyezni, hogy a szálas anyagok legfeljebb 20% nedvességtartalomig aprithatók ezzel az eljárással. A nagyobb nedvességtartalmú (fonnyadt) anyagok szálait a kések nem metszik el, hanem a szilárd rostos szálak a késekre tekeredtek, és oly mértékben megnövelik a nyomatékfelvételt, hogy a biztonsági nyírócsapok rendre elpattannak.

Ezektől eltérő kivitelnek tekinthető a láncos keverő és csigás kiadagolós változat, amelynél a kocsiszekrény oldalfalai mentén vezetett láncpárt keverő-szállító lapátok kapcsolják össze *(161. ábra)*.

Ezek hosszirányban szállítják, emelik (kaszkádmozgást előidézve), keverik az anyagot. A kész keveréket csigás vagy szalagos keresztszállító továbbítja a jászolba.



160. ábra. Speciális lapátos és késes-csigás keverő szerkezet bálázott széna bontására és apritására
(*1* keverő lapátok, *2* késekkel ellátott csiga, *3* bemélyedésekkel kialakított csiga az anyag forgásirányú szállítása céljából, *4* kidobó lapátok)



161. ábra. Kaszkád keverő
(*1* lánc, *2* oldalra szállító csiga [kiosztó csiga])

A keverési folyamat jellemzőit (homogenitás, keverési idő, energiaigény) elsősorban

- a komponensek aránya,
- a takarmánystruktúra (pl. szálhosszúság) és
- a konstrukciós adottságok szabják meg.

A csigás keverőrendszerrel általában jobb homogenitás érhető el, mint a kaszkádláncos kivitelekkel. Bennük a kisebb átlagos szecskahosszúságú takarmányok is jobban keverhetők.

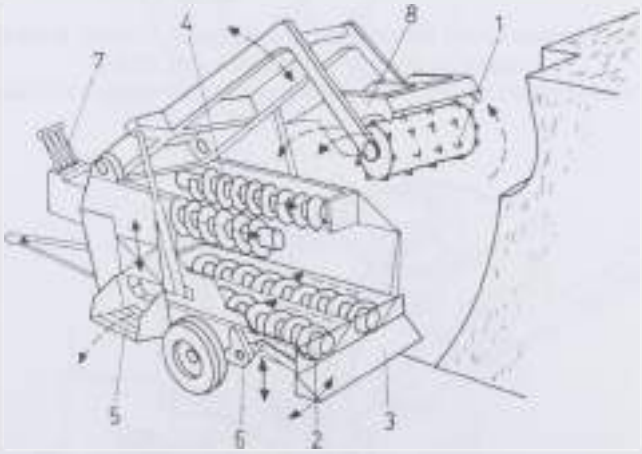
A keverés energiaigényét a takarmány jellemzői (szálhosszúság, nedvességtartalom), valamint a konstrukciók is befolyásolják. A rövidebbre szecskázott és a kisebb szárazanyag-tartalmú anyagok (kukorica szilázs) kevesebb energiával keverhető, mint pl. a hosszabb szálú szenázs.

A bemérés hibája főként a mérőrendszer érzékenységétől és a kezelő személy figyelmétől függ, de a komponensek tömegének aránya, valamint a bemérési sorrend is lényeges. A mérési tartomány alsó szakaszában nagyobb a relatív mérési hiba, tehát a komponensek tömegének csökkenő sorrendjében célszerű a bemérést (betárolást) elvégezni.

A kiadagolás egyenletessége számos tényezőtől függ. Az 1 m jászolhosszra adagolt takarmány mennyiségét, annak egy folyóméterre vetített egyenletességét, a kiadagoló szerkezeti kivitele, a takarmány struktúrája és a szecska mérete, valamint a kocsi haladási sebessége is befolyásolja.

A nagyobb nedvességtartalmú és a nagyobb átlagos szecskahosszúságú anyagoknál a kiadagolási egyenlőtlenség (kg/fm) 20–25%, vagy ennél is nagyobb. Előnyösebb, ha keskenyebb adagoló nyílás és kisebb vontatási sebesség mellett végzik a kiadagolást.

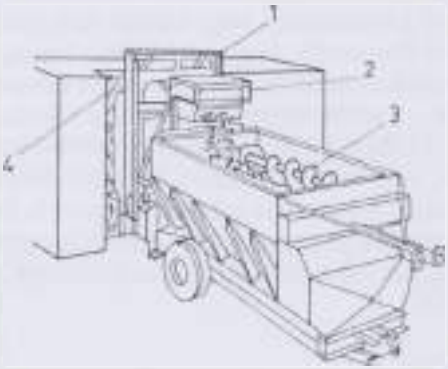
A keverő kiosztóknál követelmény, hogy a töltés alatt működjön a keverő berendezés. Az előzőkből következik, hogy a feltöltést a legnagyobb arányt képviselő tömegtakarmánnyal kell kezdeni. Ezt kövesse – a keverő berendezés folyamatos keverés közben – a többi, egyre kisebb arányt képviselő komponens betöltése. Ily módon, pl. az abrak a már lazított és kevert tömegtakarmányba ágyazódik. Már említettük, hogy az öt-hat perces keverési idő után jó homogenitás érhető el. A feltöltés alatti folyamatos működtetés azért is fontos, mert a töltött tartályban lévő takarmányba „beágyazódott" keverő berendezés indítása rendkívül nagy, lökésszerű igénybevétellel jár, ami az erőátviteli szerkezet meghibásodását okozhatja [129].



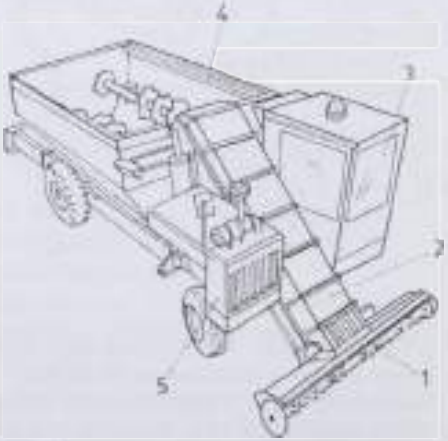
162. ábra. Négycsigás – vontatott – keverő kiosztó kocsival egybeépített silómaró szenázs és szilázsfélék kitermeléséhez
(*1* késes maródob, *2* alsó behordó csigák, *3* fogadó asztalnak is használható zárólap, *4* felső keverő csigák (külön-külön hidromotorral hajtva), *5* oldalsó kihordó lánc és állítható tolózár, *6* kocsiszekrény magasságállító mechanizmusa, *7* a hidraulikus rendszer működtető karjai, *8* állítható terelő lemez)

A jól gépesített tejtermelő tehenészetekben szívesen használják az *önrakodós keverő-kiosztó* berendezéseket. A rakodó egység lehet merev vágólap is, de leggyakoribb a vágókésekkel ellátott maródob. A dob kialakításától és a vágás sebességétől (fordulatszámtól és dobátmérőtől) függ, hogy milyen anyagféleségek rakodására, marására és aprítására alkalmas. A nagy kerületi sebességű dob – rendszerint hidromotorral hajtott kivitel – spirális késekkel felszerelve kiválóan alkalmas a bálázott, vagy a kazalban tárolt szalma és széna rakodására is *(162. ábra)*. Az ilyen kocsik a leginkább univerzálisak, viszont igen költségesek, bonyolult szerkezetű kialakításuk következtében, mivel egy-egy berendezésen 6–8 hidromotor is működik *(163. ábra)*.

A kifejezetten nagy telepeken alkalmazzák e kocsik önjáró változatait is 8–10 m^3-es raktérrel, leginkább 4 csigás kivitelben *(164. ábra)*.



163. ábra. Vontatott keverő kiosztó kocsival egybeépített silómaró, rövid szecska és szemcsés anyagok kitermelésére (pl. CCM)
(1 marószerkezet állvány, 2 bebordó szalag, 3 keverő csigák, 4 maródob)

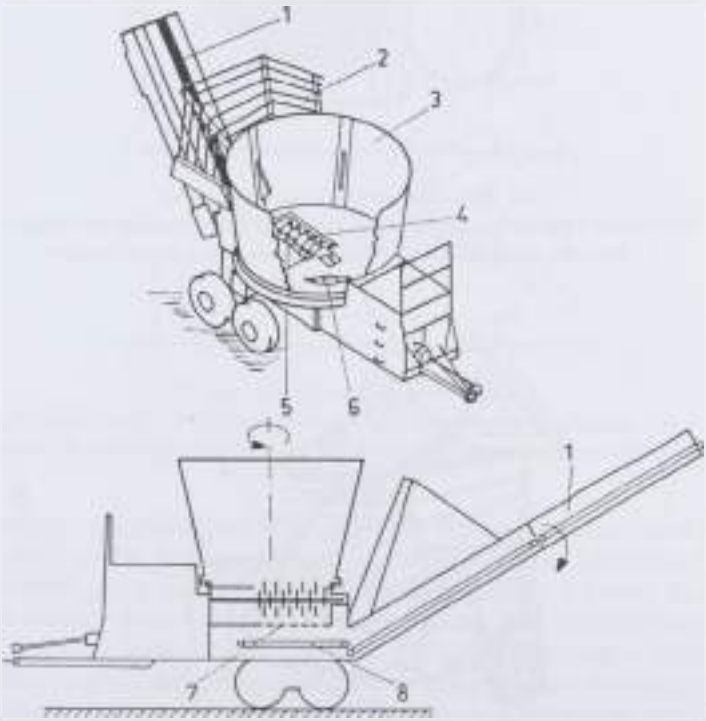


164. ábra. Önjáró keverő kiosztó kocsival egybeépített silómaró
(1 maródob, 2 gém, 3 vezetőfülke, 4 kocsiszekrény, 5 hajtómotor)

Ha apritókéses kocsi nem áll rendelkezésre a bálázott szénát a keverve kiosztásához apritani kell. 7000–9000 kg/laktáció átlagos tejtermelés mellett nagy telepeken leghatékonyabb az ún. komplett monodiéta (TMR=TOTAL MIXID RATION) rendszerű takarmányozás, amelyben minden takarmány komponenst a termelési csoportnak megfelelő mennyiségben és összetételben adagolnak ki, tehát a szálas anyagok aprítási igénye a rendszer követelménye. Ha nem áll rendelkezésre a megfelelő kiosztó kocsi változatok egyike sem, akkor a szálas szénaféléket a jó keverhetőség végett külön kell – még a beadagolás előtt – apritani.

Széna és szalmafélék aprítása

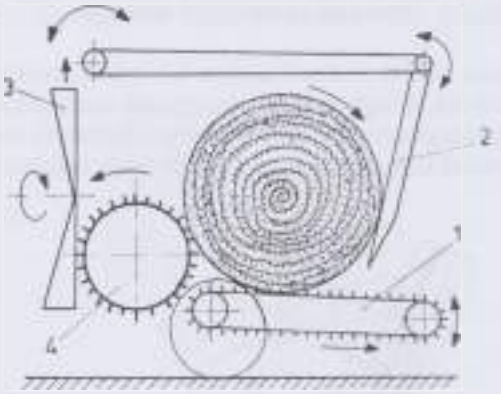
A bálákba tömörített szénát, szalmát sajátos kivitelű kalapácsos aprítóberendezéssel dolgozhatjuk fel. A leghelyesebb, ha részint energetikai meggondolásokból, részint a szálastakarmány-félék jobb étrendi hatása és hasznosulása végett 4–6 cm-es, vagy ennél nagyobb hosszúságú szecskát készítünk *(165. ábra)*.



165. ábra. Dézsás aprító berendezés nagybálákba tömörített széna, szalma aprításához (*1* felhordó szalag, *2* terelő rács, *3* forgó dézsa, *4* aprító dob, *5* adagoló bordák, *6* terelő lemez, *7* rosta, *8* kihordó szalag)

A traktoros homlokrakodóval a dézsába helyezett bála a dézsa oldalán lévő rögzítő lemezekbe megakad és a dézsa magával forgatja, s bála így jut el az aprítószerkezet fölé. Az adagoló bordák között kinyúló kések (keskeny kalapácsok) a szálakat elnyírják, amelyek a rostán keresztül a szállítószalag közvetítésével a ferde felhordóra jutnak. A gép hajtása 100–120 kW teljesítményű traktor erőleadó tengelyéről oldható meg. Ha gyakoribb áttelepítését nem tervezzük, a villamos hajtás előnyös lehet.

Tárcsás késes, önrakodó aprító berendezéssel a nagybálákba tömörített széna és szalma apritható 5–15 cm hosszúságúra *(166. és 167. ábra)*. A vontatott gép a traktor erőleadó tengelyéről kapja a hajtást és a traktor hidraulika rendszeré-



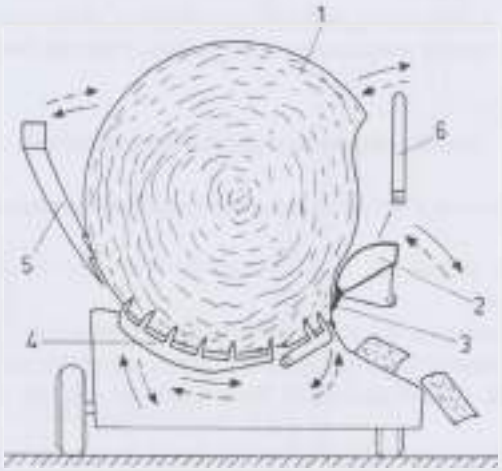
166. ábra. Tárcsás késes, önrakodó aprító berendezés (elvi vázlat) nagybálákba tömörített széna, szalma aprításához (*1* behordó, *2* rakodó kanál, *3* szecskázó tárcsák, *4* bontó henger)

167. ábra. Tárcsás késes-, önrakodó aprító berendezés kiviteli példája (*1* hidraulikus vezérlő szerkezet, *2* rakodó kanál, *3* szecskázó tárcsák, *4* bontó henger)

hez csatlakoztatják. A hidraulikus működtetésű rakodó kanál (2) a rakodási helyzetben leeresztett láncos behordóra (1) húzza a bálát. E két szerkezet és a bontóhenger (4) a késes szecskázó tárcsához (3) viszi az anyagot. A szecskázó tárcsán lévő dobólapátok a szecskát a keverő kocsiba, vagy a tárolási helyre továbbítják.

Szenázs és erősen tömörödött szénafélék báláinak bontására használják az altemáló fűrészekkel felszerelt traktorok hátsó hidraulika rendszerére szerelhető szeletelő szerkezeteket. Az emelőujjakkal ellátott szerkezet felső csuklós részén található a kitelepített hidraulikus munkahengerrel működtetett vágókasza. Csak a bálák felbontására alkalmas.

Fóliába csomagolt és erjesztett nagybála szenázs kiosztására és szeletelésére hivatott gépműködési elvét szemlélteti a *168. ábra*. 30–40 cm-es darabokat vág le a bála hosszanti palástja mentén, s vontatása közben „kiosztást" is végezhet.



168. ábra. Szenázsbála aprító berendezés
(*1* bála, *2* késszerkezet, *3* kés és ellenpenge, *4* bála forgatása és megfogása, *5* és *6* a bála leszorítása, és felemelése a raktérbe hidraulikus működtetésű karos mechanizmussal)

Ha a hengeres nagybálákba tömörített szénát szálasan etető asztalról kívánják feletetni, akkor az ún. bálavisszatekerő szerkezeteket lehet használni *(169. ábra)*. A vontatott gép a traktor erőleadó tengelyéről kapja a hajtást és a traktor hidraulika rendszeréhez csatlakoztatható. A hidraulikus működtetésű behúzó mechanizmus (1) a forgató (2) és a kihordó (3) láncokra nyomja a bálát.

A két lánc forgási iránya megegyezik, de a kihordó lánc sebessége nagyobb, s ennek következtében a bálakészítésnél föltekert rend tekeredési spiráljával ellentétes irányban a rendet a kihordó lánc lefejti. E művelet közben a berendezést a traktor a kihordó lánccal megegyező sebességgel vontatja, s így az etető asztalon az „eredeti" rendet kiteríti, s az állatok elfogyaszthatják.

169. ábra. A hengeres nagybálázott szénа kiosztása, a bála visszatekerése (*1* behúzó mechanizmus, *2* forgató lánc, *3* kihordó lánc)

Stabil takarmánykiosztó berendezések

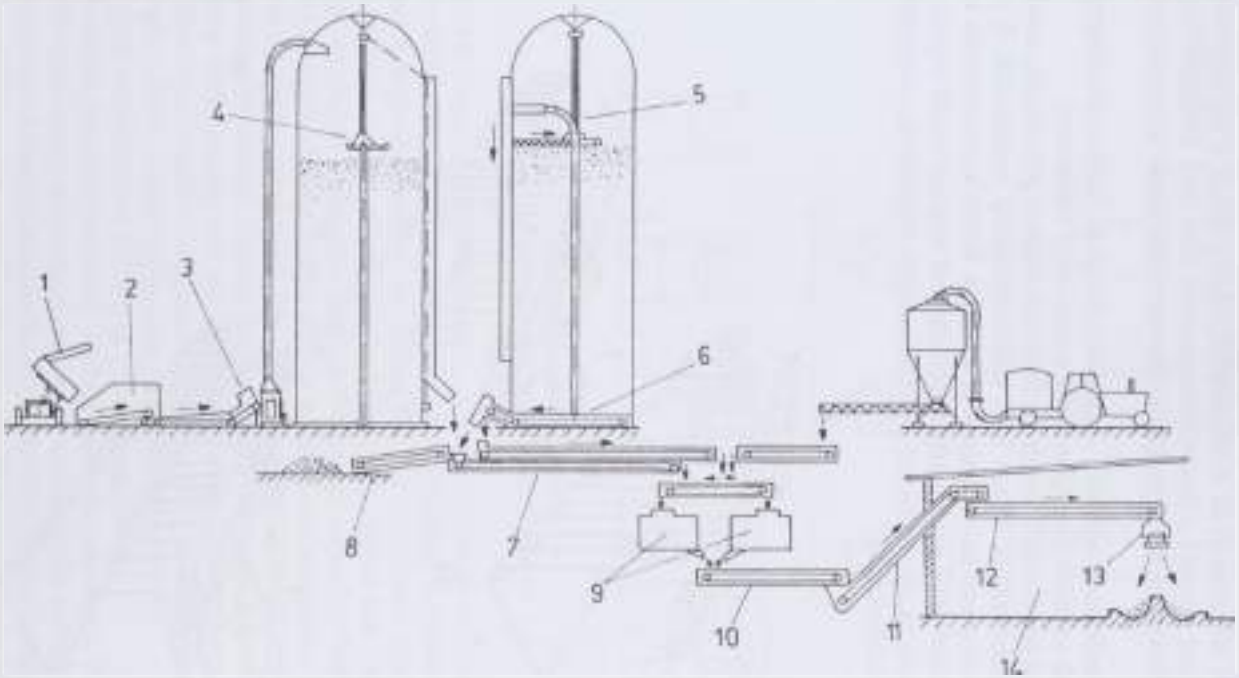
Működési elvük szerint a beépített takarmányszállító berendezések lehetnek
- csigák;
- kaparóelemes láncok és
- szállítószalagok.

A tároló létesítmények és az istállók közötti kapcsolatot is helyhez kötött szállító eszközök teremtik meg. Cél, hogy minél rövidebb szállítási vonalak és lehetőleg egyszerű szállítóeszközök biztosítsák az állatok folyamatos takarmányellátását.

A stabil technológiában a legcélszerűbb tároló berendezés a toronysiló (lásd a takarmányok tartósításával foglalkozó fejezetben), amelynek ürítése önműködő és szabályozható. A kitároló-berendezés közvetlenül a szállítórendszerre juttatja a takarmányt. Több tárolótérből a különféle takarmánykomponensek (szálas és abrak- vagy silótakarmányok) egyidejűleg és a megfelelő arányban keverve jutnak az istállóba.

A teljes folyamat irányítása a központi vezérlőasztalról végezhető. Használatával a kézimunkaerő-igény a minimálisra csökken, beruházási költsége viszont nagyságrenddel több, mint a mobil technológiáké. Természetesen igen jelentős a gépsor javítási és karbantartási költsége is.

A *170. ábra* a stabil takarmányozási technológia egyik klasszikus példáját mutatja. Az 1000 m³ térfogatú betonelemekből épült tornyok középső ejtőaknákon keresztül jut a takarmány a tornyok alatt húzódó szállítószalagokra, amelyek azt a központi szállítószalagra továbbítják. A központi takarmányosban a két keverőegysége felváltva üzemeltethető. Amíg az egyik kever, a másik tölthető. Valamennyi gépegység a központi takarmányosban levő diszpécserpultról



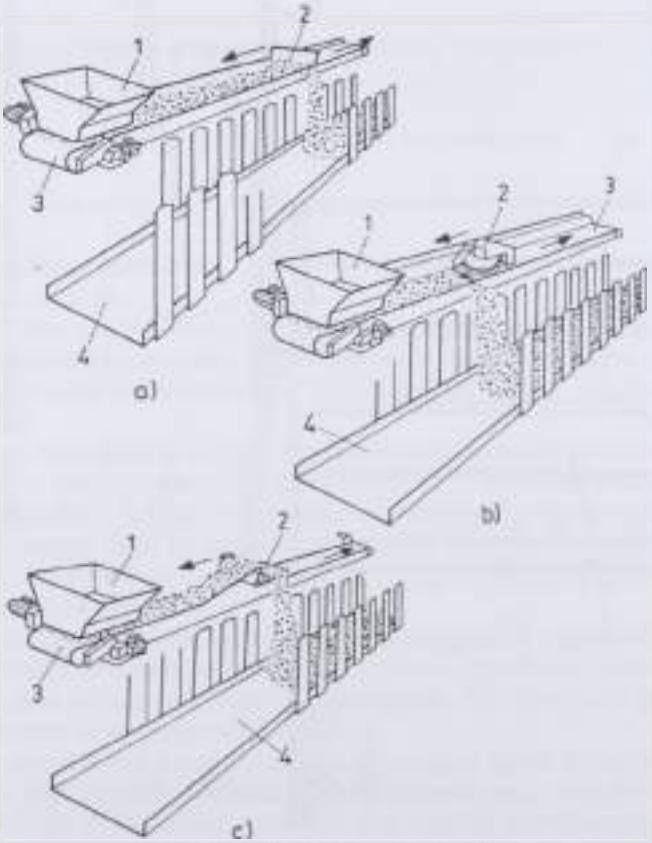
170. ábra. Beépített takarmányozási technológia tehenészeti telepen
(*1* önürítős potkocsi, *2* fogadó asztal, *3* toronytöltő dobó ventilátor, *4* felsőürítésű tornyok a tömörítő egységgel, *5* kitároló, *6* és *7* szállító szalagok, *8* zöld- vagy egyéb kívülről származó anyagok betárolása, *9* mérlegcellákra helyezett csigás keverők, *10* szalagmérleg, *11* és *12* szállítószalagok, *13* a jászlak fölötti keresztirányú kefés kiosztóval ellátott szállító szalag, *14* istálló)

irányítható, amelyen a koncentrált és tömegtakarmányok keverési aránya előre beállítható. A komponenseket a keverők elé épített szalagmérlegek mérik [130].

A koncentrált takarmányt az előtárolókból csiga szállítja a szalagmérlegekhez. Az elkészített keverék a keveröberendezések alatt levő szalagmérlegekre hullik. A vezérlőasztalon előre programozható az adagolandó takarmány mennyisége.

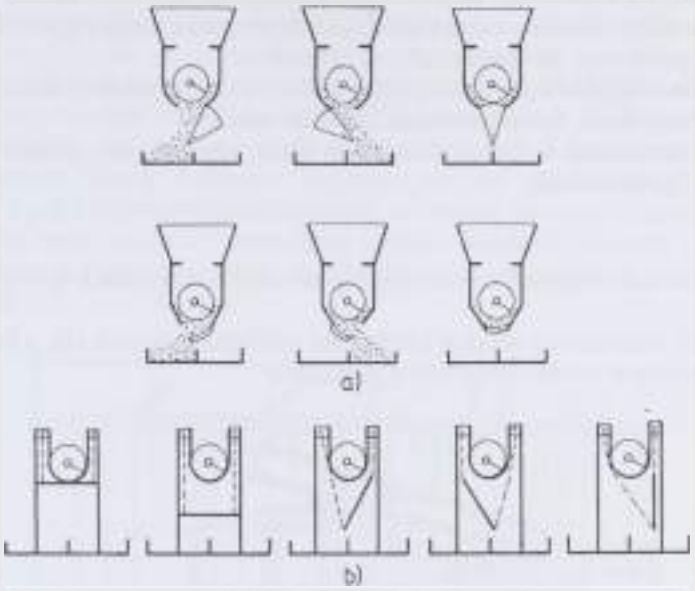
A keveröberendezések adagolói csak akkor állnak le, amikor a szalagmérlegen már áthaladt az előre beprogramozott mennyiségű takarmány.

A keverők alá épített szállítószalag a ferdefelhordóban folytatódik, amely az istálló épület állássorainak végén levő szállítószalaghoz csatlakozik. E hosszanti ágra merőlegesen helyezkednek el a jászlak fölötti keresztkiosztó szalagok. Az ezek fölött lévő pneumatikus működtetésű terelőlemezek söprik a takarmányt a jászlakba, az állatok elé. A terelőlemezek működését a központi vezérlőasztalról szabályozzák.



171. ábra. Különféle kiosztó szalagok
a) kaparólap, *b)* kefe, *c)* keresztirányú szalag
(*1* garat, *2* kiosztó eszközök, *3* szalag, *4* jászol)

Az irányító szakember annak megfelelően állítja be a keverési arányt, hogy a későbbiek során melyik jászolrészre kerül a takarmány, azaz mekkora tejelési teljesítményű tehéncsoportot szolgálnak ki. A szalagról forgó kefe söpri a jászlakba a keveréket *(171/b ábra)*.



172. ábra. Csigás szállítók
a) két oldalra, *b)* fogadólapra adagolással

A kefe forgásiránya változtatható, s ez által a jobb és bal oldali jászolrészek egyaránt kiszolgálhatók. A kefe a kiosztás kezdetekor a hosszanti szállítószalagnál lévő ejtőgarat mellett helyezkedik el. Az adagolással egy időben a kefe is és a szalag is elindul. A kefe haladási sebessége csupán fele a szalagénak, tehát amíg végighalad a szalagon, addig a szalag egy teljes körfordulatot tesz meg. Ezzel az egyik oldalon befejeződött a takarmány kiadagolása, de közben a garatnál az egész szalag újból feltöltődött. A jászol végénél lévő kefe ellentétes forgásiránnyal elindul visszafelé és a kiindulás helyzetébe tér vissza, de ekkor a kiosztó szállítószalag már áll. A kiosztás a napi takarmányozási igényeknek megfelelően többször is megismételhető. A szalag haladási sebessége és a kefe mozgása, illetve forgás iránya automatikusan vezérelt [90].

Egyéb megoldásokat a *171/a* és *c ábra* szemlélteti.

A csigás takarmányszállítók számos változata ismeretes. Elsősorban a nagyobb szárazanyag-tartalmú takarmányok továbbítására előnyösek. A zöldtakarmányszecska könnyen boltozódik, a csigalevélre, illetve a csigaház oldalára tapad. A szállítás miatt a minél rövidebb, 10–20 mm-es szecska kívánatos, amelynek a tartósítása is könnyebb. Hátrány a korlátozott szerkezeti hosszúság és az anyag osztályozódása a szállítás során. Szerkezeti kialakításuk szerint felül nyi-

tott, U alakú és zárt, kör keresztmetszetű csigás szállítókat ismerünk. A csiga az U alakú ház alján levő hosszanti réseken, nyílásokon át „préseli ki a takarmányt. Az adag mennyisége a ház és az etetőasztal közötti távolság állításával szabályozható. A felváltva két oldalra is adagoló csigát szemlélteti a *172/a ábra.*

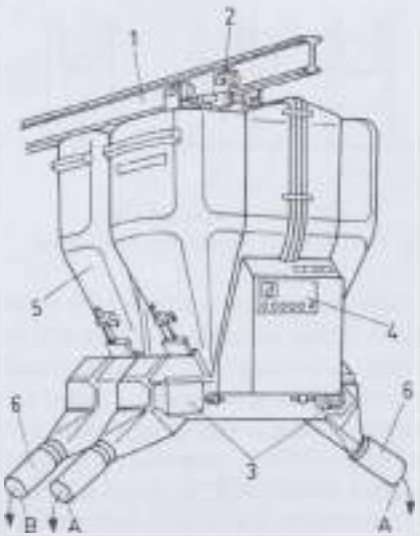
Egy másik a koncentrált takarmányok kiadagolására is használható változatnál a takarmány először a csiga alatti fogadólapra hullik, majd egyszerre billenthető a vályúba vagy az etetőasztalra *(172/b ábra).*

A szecskaszállításra alkalmas csigák 180–250 mm átmérővel és menetemelkedéssel készülnek, fordulatszámuk 200–300 min^{-1}.

Fontos tartozékuk a fogadó és adagoló garat, amely az anyagáram egyenletességéről gondoskodik.

Az abraktakarmányok kiosztásának gépesítése a szarvasmarhatartásban

A kötött tartásban az abrakot kézikocsin szállítják a jászlak elé, s kézi mérőkanállal térfogat szerint adagolják a jászlakba.



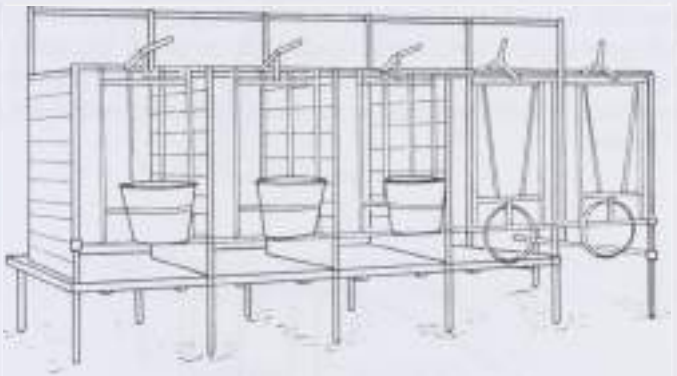
173. ábra. Számítógéppel vezérelt felsőpályás adagoló automata
(1 tartósín, *2* meghajtóegység, *3* adagolók, *4* vezérlő elektronikus egység, *5* tartályok, *6* kiadagoló csővégek, *A* és *B* takarmányféleségek

Egyes nyugat-európai cégek (Alfa Laval) fejlesztették ki a jászol feletti pályán mozgó abrakadagoló automatát *(173. ábra).* A függőpályához rögzítve helyezik el az azonosító egységeket (transpondereket), amelyek a mozgó automata takarmánykihordó szerkezetét vezérlik (a be- és a kikapcsolást, s az egyedi kódok alapján a csatlakozó PC segítségével jelzik az adagok mennyiségét stb.). Főként régi istállóépületek utólagos gépesítésénél alkalmazhatók.

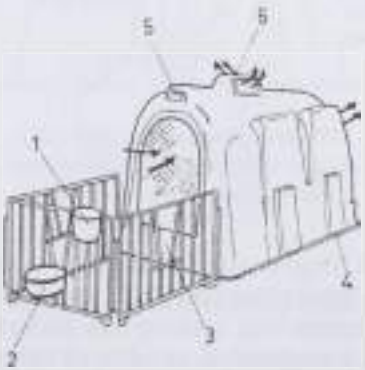
A borjúnevelés technológiája

A borjak takarmányozása

A borjak felnevelésének időtartama különböző szakaszokra bontható, amelyekben a takarmányozás jellege is jelentősen eltér egymástól. A borjak a születés utáni első időszakot a profilaktóriumban (elkülönítőben) töltik *(174. ábra)*, ahol néhány napig főcstejet (a leellett tehéntől kifejt tej) kapnak, majd egyedi ketrecekbe kerülnek, ahol pedig különböző komponensekből kevert, tejpor alapanyagú tápszert ihatnak. A főcstejet tőgymelegen, kézi eszközökkel osztják ki a ketrecek végén elhelyezett itatóedényekbe. A további nevelési időszakban először egyedi, majd csoportos ketrecekben tartják a borjakat, ahol már a ketrecek oldalára szerelt abrakosvályúból, abrakot illetve a szénarácsból szénát is fogyasztanak *(175. és 176. ábra)*.



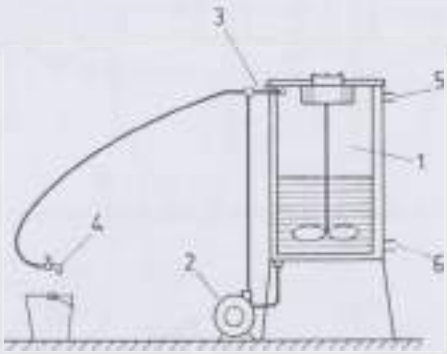
174. ábra. Egyedi ketrecek a profilaktóriumban



175. ábra. Egyedi ketrecek a szabadban
(*1* szopókás itató, *2* abrakos csésze, *3* nyílás a szénarácshoz, *4* rögzítő csavarok, *5* adattábla, *6* szellőzőnyílás)

176. ábra. Csoportos borjúnevelő ketrecek (mélyalmos és rácspadlós változat)

A borjak folyékony takarmányának kiosztása többféle módon lehetséges. A tápszert speciális keverőben készítjük elő. Ez lényegében kettősfalú tartály, amelyet melegvíz-köpeny vesz körül. Meleg víz és tejpor (tápszer) megfelelő arányú adagolásával az itatáshoz szükséges (34–37 °C) hőmérsékletű táp keverhető. Az ily módon előkészített tápszer vezetéken (tömlőn) juttatható ki a ketrecekhez *(177. ábra)*.

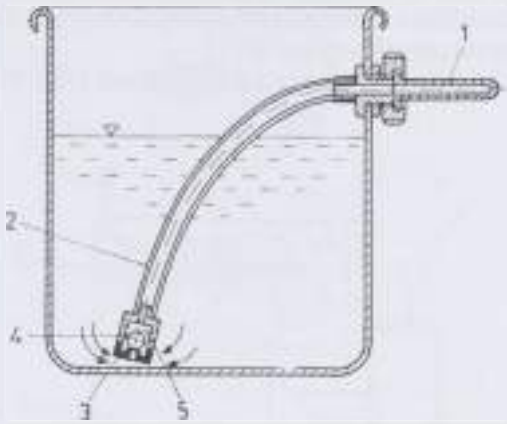


177. ábra. A tejpor bekeverése [27]
(*1* keverőtér, *2* kiadagoló szivattyú, *3* háromállású csap, *4* adagoló csap, *5* és *6* hűtővíz be- és kivezetése)

Az itatáshoz vödröket, vagy szopókás edényeket használnak. A szopókákkal ellátott edények kétféle változatban készülnek: szeleppel és szelep nélkül. Ha a szopóka az edény alsó részén van, szükség van szelepre. E megoldás előnye, hogy a borjak gyorsabban megtanulják az edények használatát, az edényben levő tej gravitációs nyomása segíti őket a szopásban [28].

Hátrányuk, hogy ha a szelep elromlik, a tej kicsöpög (durva hiba esetén kifolyik, és a padozatot szennyezi). Ha a szopókákat az edény felső részén helyezik

el, szelepekre nincs szükség, a szopóka gumitömlővel folytatódik, mely az edény aljára nyúlik. Ezeknél a borjak nehezebben tanulják meg a szopást, és az edényben levő tej felhabzik. A borjak a szívás előtt nyelvükkel összenyomják a szopókát, s ekkor a tej nagy intenzitással visszaáramlik az edénybe. Ha a szopóka csak részben telített tejjel, akkor a tejen átbuborékoló levegő okozza a habzást. Ha a szopókákhoz csatlakozó szívótömlő alsó részén golyós visszacsapó szelep van, megszűnik a habképződés. A szelepek csak a szopás irányába engedik át a tejet, visszaáramlás esetén lezárnak *(178. és 179. ábra)*.



178. ábra. Habzásgátló szeleppel ellátott szopókás itatóedény
(1 szopóka, 2 szívótömlő, 3 szelepház és szelepülék, 4 szelepgolyó, 5 szűrő)

179. ábra. A szopókás itatóedény használata

A szopókás itatóedényeket minden itatás után gondosan tisztogatni kell. A szelepeket szét kell szerelni és lúgos vízbe mártott kefével a lerakódott zsírmaradványokat el kell távolítani [28].

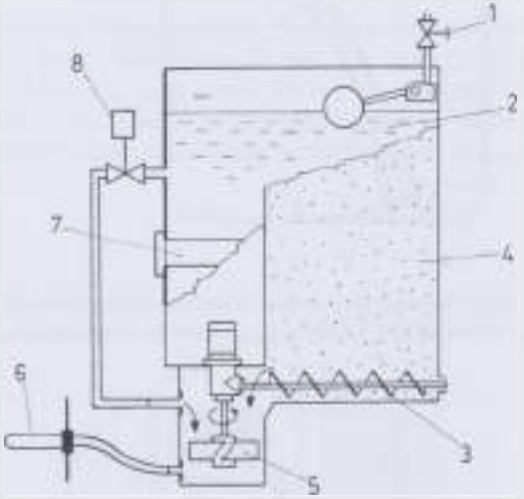
Borjúszoptató automaták

Elsősorban a hízó borjak takarmányozásához alkalmazzák a tápszeritató automatákat. A tejportároló tartályok egy-két napra elégséges tejpor befogadására alkalmasak. A készüléket vízvezetékre és villamos hálózatra csatlakoztatják. Az automata a fűtőpatronnal ~ 40 °C-ra melegíti a vizet, és a programja szerint beállított keverési arányban készíti el a folyékony tápszert.

Az itatóautomatákhoz csak olyan tejpor használható, amely vízben jól oldódik, nem habzik, és nem akadályozza az automata üzembiztos működését.

A hízlalásban használatos automatákból a borjak étvágyuk szerint tetszőlegesen (ad libitum) fogyaszthatják a tápszert.

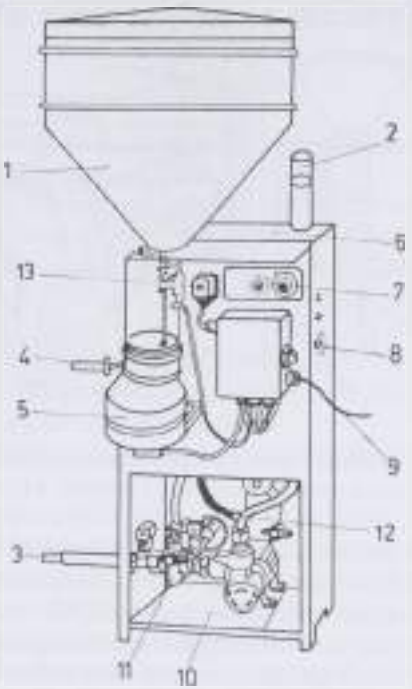
Az automaták a következő főbb egységekből állnak *(180. ábra)*.



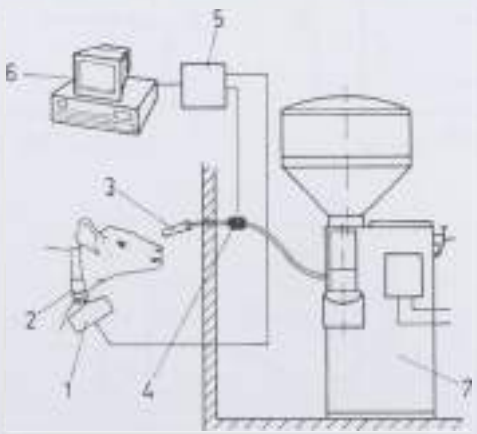
180. ábra. Itatóautomata elvi működési vázlata [79]
(*1* hálózati vízcsap, *2* vízmelegítő tartály, *3* tejporadagoló, *4* tejportartály, *5* keverőedény, *6* szopóka, *7* villamos fűtő patron, *8* vízadagoló villamos szelep)

A berendezés vezérlőegységein a tejpor és a víz keverési aránya beállítható. A keverőedénybe befolyó vízmennyiség állandó, de a beadagolandó tejpor mennyisége változtatható. A keverőegység programja akkor indul, ha a víz a megfelelő hőfokot eléri. Először a tejpor hullik a tartályba, majd a víz adagolásával egy időben bekapcsol a keverőegység is és a program szerint 3–5 percig kever. A szopókák vezetékei a keverőedény alsó részén végződnek.

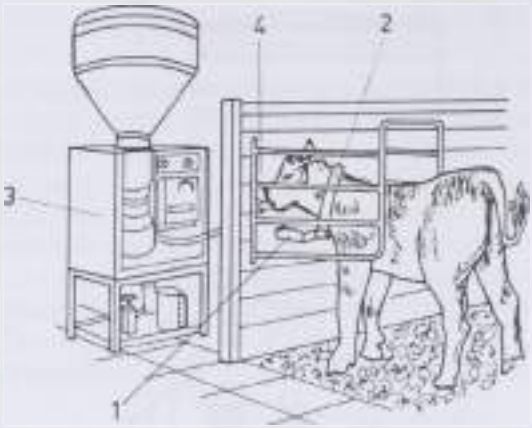
Az itatóautomaták a nyugat-európai farmergazdaságokban, széles körben elterjedtek. A farmerek előszeretettel használják, mivel a hétvégeken mentesülnek a borjak itatásával kapcsolatos munkától.



181. ábra. Italóautomata szerkezeti felépítésének vázlata
(*1* tejportartály, *2* vízszintellenőrző, *3* vízhálózat csatlakozója, *4* szopóka, *5* keverőedény, *6* víztartály a fűtőpatronnal, *7* hőfokszabályozó, *8* hőfokjelző lámpa, *9* villamos csatlakozó kábel, *10* tápszerszivattyú, *11* vízadagoló szelep, *12* tápszeradagoló szelep, *13* főkapcsoló)



182. ábra. Transponderes azonosítású PC-vezérlésű italóautomata elvi működési vázlata [98]
(*1* adó-vevő antenna, *2* transponder, *3* szopóka, *4* tápszeradagoló szelep, *5* vezérlőegység, *6* PC)



183. ábra. A PC-vezérlésű itatóautomata elhelyezése a borjúketreceknél
(*1* adó-vevő, *2* transponder a nyakszíjra szerelve, *3* szopóka, *4* tejporkeverő automata)

A tenyésztésre szánt borjak felnevelésénél a megfelelő ütemű tápszeradagolás tenyésztési igény. Ezért a tenyészborjak nevelésére használatos itatóautomaták már transponderes egyedi azonosításon alapuló, PC-vezérlésű üzemmódban is működtethetők. A borjak az előre meghatározott program szerinti mennyiségben és napszaki elosztásban juthatnak a számukra szükséges menyniységű és összetételű tápszerhez.

A sertések elhelyezése és takarmányozása

Elhelyezés

A sertéstartásban az eredményes munka fokmérője, hogy egy-egy kocától évente hány malacot tudunk nyerni, ill. felnevelni.

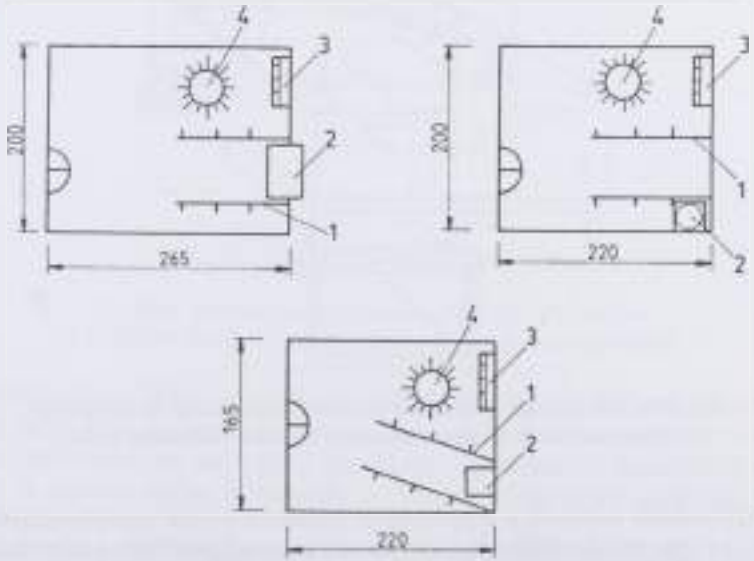
A sertések életének talán egyik legkritikusabb időszaka a fiaztatóépületben eltöltött idő. A megszületéstől kezdve, az első takarmány felvételén keresztül a választásig, a malacokat szinte egész fejlődésükre kiható külső hatások érik itt, és nem véletlen, hogy a felnevelés során a fiaztatóépületekben a legnagyobbak a veszteségek.

A kocákat a várható ellés előtt 3–5 nappal célszerű a fiaztatókutricákba helyezni. Az ellés előtt a fiaztatókutricában eltöltött idő alatt a kocák új környezetüket megszokják és így az ellés zavartalan.

A szoptatás időtartama az egyes rendszerekben eléggé eltérő, leggyakoribb a 28 nap.

A fiaztatóistállókban a tartási berendezéseknek kettős feladatot kell ellátniuk. Egyrészt a koca és a malac elhelyezését, a malacok agyonnyomás elleni védelmét, másrészt a berendezés nem akadályozhatja a fialáskor szükséges gondozói segítséget, beavatkozást. Ezért a mai gyakorlatban a kocaszorítóval, illetőleg az ún. malacvédő rácsokkal ellátott fiaztatókutricák terjedtek el. A malacvédő rácsok a fiaztatókutricát háromfelé bontják. A középső rész a kocatér.

A fiaztatókutrica az elléstől a választási korig (28 nap) az anyaállat és a malacok tartására szolgál *(184. ábra)*. Az anyaállatok mozgásának megkönnyíté-



184. ábra. Fiaztatókutricák különféle elrendezésben helytakarékossági szempontok szerint (*1* malacvédő rácsok, *2* etető és itató, *3* malacfűtő, *4* infralámpa)

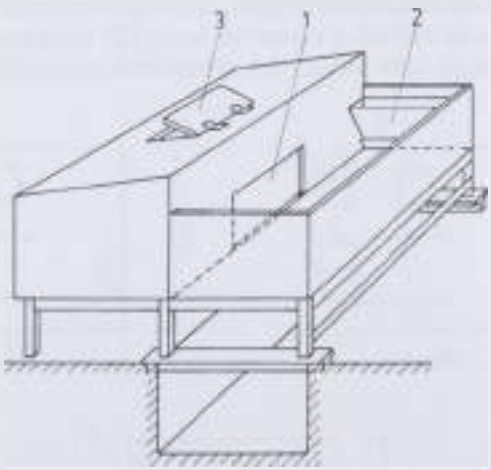
sére egyes változatoknál a kutrica áthajtó rendszerű. Választáskor a billenővályú és vályútartó nyitásával lehet az anyaállatot kiengedni. A szerkezet általában tűzihorganyzott acélcső, a válaszfal lehet eternit, műanyag, vagy horganyzott fémlemez.

A fiaztatókutrica alapterületének, méreteinek nagysága és elrendezése a koca általi meghatározottság mellett szoros összefüggésben van a malacelválasztás időpontjával és a malac-utónevelés helyével. Vagyis meghatározza, hogy a fiaztatókutrica fiaztatásra és malacnevelésre, vagy még a malacok választás utáni, ún. utónevelésére is megfelelő legyen-e. Ez az épületek kihasználtsága szempontjából jelentős tényező, hiszen a külön épületben történő malac-utónevelés férőhelyenként kevesebb épület-alapterületet igényel [86].

E technológiai gyakorlathoz a középen kialakított kocatérrel három részre osztott fiaztatókutricák megfelelőek.

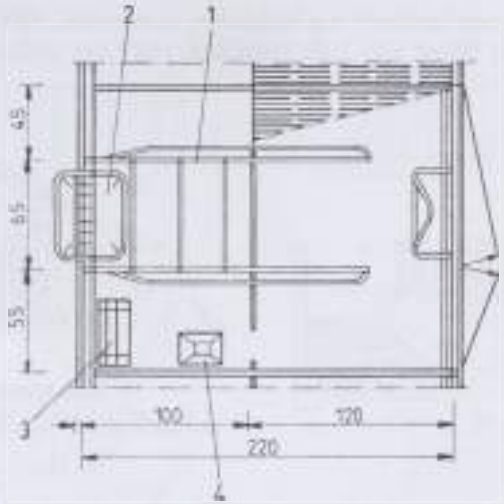
A fiaztatókutricák malactereit elválasztó határoloelemek szintén hézagmentes kiképzésűek, ami a malacok körüli légsebesség mérséklésének céljával van összefüggésben *(185. ábra)*. Tekintettel arra, hogy a falak mechanikai igénybevétele a malacok kis súlya miatt nem jelentős, az eternitlapok térelválasztónak megfelelőek [31].

Különösen fontos a fiaztatókutricák padlójának hőszigetelő képessége, mechanikai állapota és tisztán tarthatósága *(186. ábra)*.

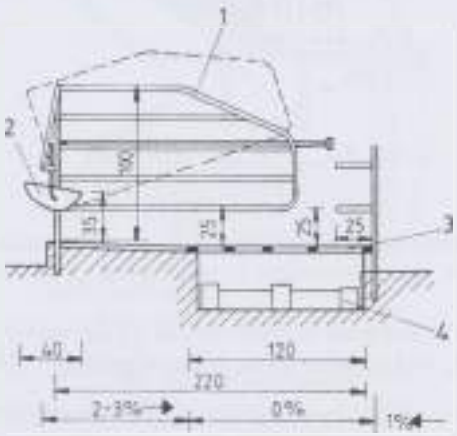


185. ábra. Zárt határoló felületekkel kialakított huzatmentes fiaztatókutrica
(*1* átjárás a malacok részére, *2* kocaetető és -itató, *3* ellenőrző nyílás)

A vemheskoca kutricák a tenyésztésre beállított kocák egyedi tartására, az ivarzás, a megtermékenyülés és a visszaivarzás megfigyelésére szolgálnak. Kivitelük az előzőknek megfelelő, a leggyakoribb méreteik: 2000×600×1000 mm *(187. és 188. ábra)*.



186. ábra. Fiaztatókutrica a hátsó részén rácspadlóval
(*1* malacvédő rácsok, *2* etető és itató, *3* malacetető, *4* infralámpa)

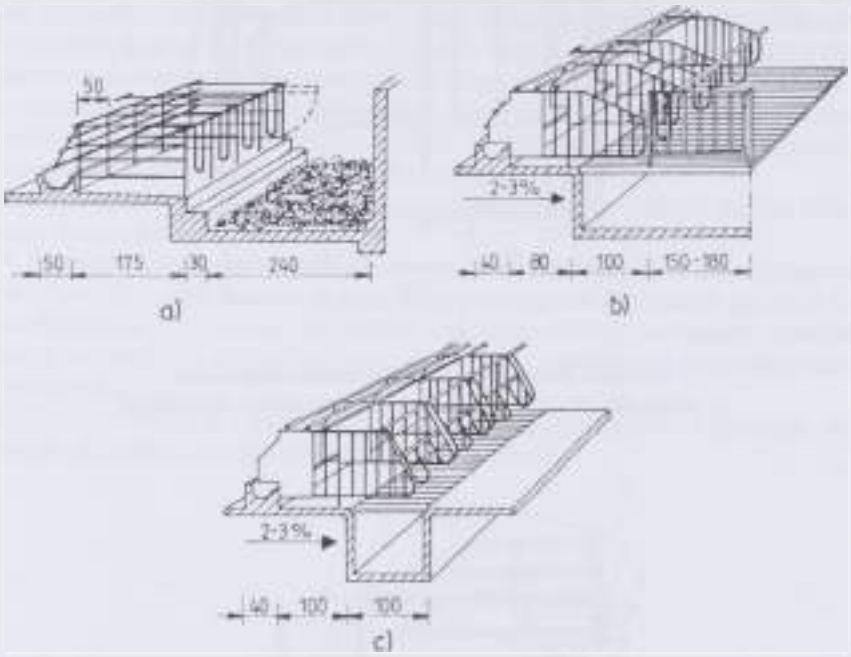


187. ábra. Vemheskoca kutrica emelhető elválasztó korláttal
(*1* elválasztó rácsok, *2* etető és itató, *3* trágyarács, *4* szárnyaslapát)

A hízlaló kutricákban a sertések eladási, 95–100 kg tömegig tarthatók. A vályú lehet fém, vasbeton (műanyag béléssel). A szerkezeti részek tűzihorganyzott acélcsőből és köracélból készülnek, az önitatókat rendszerint tartozékként a gyártók előre felszerelik. A kutrica fő méretei (gyakori példa) 4500×2000×900 mm.

Malacnevelő és előhízlaló kutricák a 28 napos korban leválasztott és 15-ös falkában, átlag 7 kg tömegű malacok utónevelésére szolgálnak. A malacok 30 kg

testtömeg elérése után kerülnek át a hizlaldába. A méretük: 3000×1200×900 mm. A kutricákon belül helyet kap 2 db szopókás, vagy egy csészés önitató és egy önetető.



188. ábra. Vemheskocák tartására szolgáló ketrecek (hátsó lezáró szerkezetekkel)
a) mélyalom, vagy szárnyaslapát, *b)*-nél 70%-ban, *c)*-nél 50%-ban rács)

A malac-utónevelő ketrecek *alapterületéül 25 kg/malac* utónevelési végsúlyig: 0,2–0,21 m²/fh, *36 kg/malac* utónevelési végsúlyig 0,24–0,25 m²/fh a megfelelő érték.

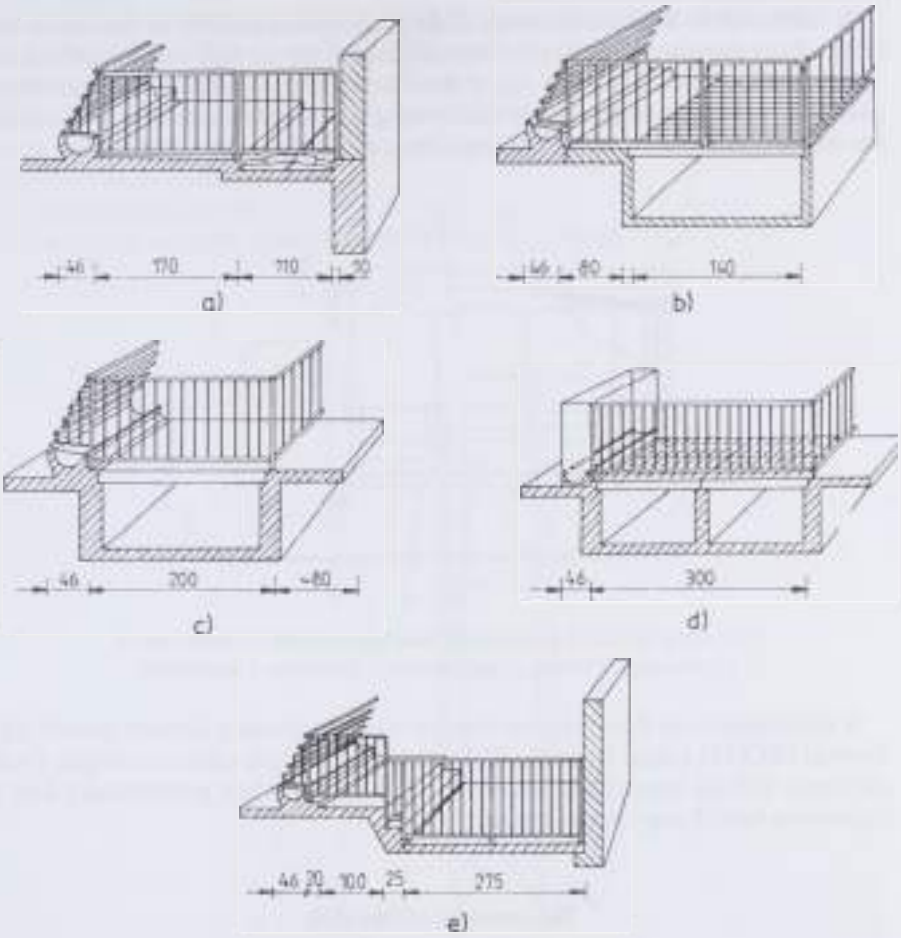
Etetés

A sertéstartás ún. abraktakarmány-igényes ágazat, amelyre a gabona alapanyagú abraktakarmányok felhasználása jellemző.

Etethetjük

- szárazon,
- nedvesítve vagy
- vízzel keverve, folyékony takarmány gyanánt.

E megoldások természetesen más-más műszaki berendezések üzemeltetését teszik szükségessé.



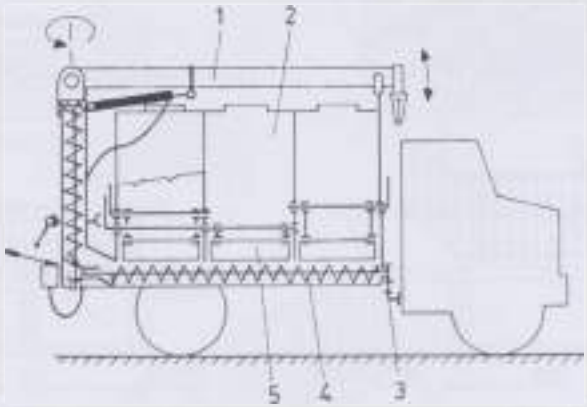
189. ábra. Hízlalókutricák
a) mechanikus trágyaeltávolítással, *b)* részleges rácspadló, *c)* előhizlaló kutrica teljes rácspadlóval, *d)* teljes rácspadló, trágyapince, *e)* mélyalmos kivitel

A takarmány istállóhoz szállítása

Az ömlesztett takarmány szállítására külön erre a célra kifejlesztett speciális szállító–töltő kocsikat alkalmaznak, melyek a felhasználás helyén előtároló tartályba töltik a takarmányt. Az üzemeltető alapgép szerint vontatott és önjáró, a töltő szerkezet szerint pneumatikus és mechanikus rendszerű takarmányszállító–töltő kocsikat különböztetünk meg.

A takarmányszállító–töltő kocsi szállítótérfogata 3–24 m^3, töltőmagassága 5–20 m, töltési teljesítménye 10–15 t/h értékek között változik.

A mechanikus ürítő szerkezettel ellátott takarmányszállító és feltöltő kocsi *(190. ábra)* tárolóterét több rekeszre osztották. Ezek az alsó részén zárható fenéknyílással kapcsolódnak a kocsi hossztengelyében végighaladó ürítőcsigához. A vízszintes csiga a ferde szállítócsigához csatlakozik, amely a csuklósan kapcsolható elemei révén szállítási vagy töltési helyzetbe állítható.



190. ábra. Mechanikus rendszerű takarmányszállító és feltöltő kocsi
(*1* töltőcsiga, *2* tartály, *3* hajtásátvitel, *4* ürítőcsiga, *5* fenékzáró)

A pneumatikus és fluid rendszereknél a raktér ürítésére a járműre szerelt légfúvóval (ROOT) keltett légáram, ill. az általa létrehozott vákuum szolgál. Csak olajkenés nélküli típusok használhatók, ellenkező esetben gondoskodni kell a légáramba kerülő olaj leválasztásáról [31].

Takarmány előtárolók

A takarmánykiosztás gépesítésének további fontos láncszeme az istállóhoz csatlakozó és több napi takarmány átmeneti befogadására méretezett ún. előtároló *(191. ábra)*. A tárolókba betöltött darcás-lisztes, vagy pellettált takarmány gravitációsan a tároló alján elhelyezett szállítócsigára kerül, amely az istállóban levő szállítóeszköz garatába, vagy közvetlen a kiosztó mérőelemekbe juttatja.

A hazai gyakorlatban a műanyag és a fém takarmány előtároló tartályok használata terjedt el. Fő részei: a lábazat, a kitárolókúp az ürítőcsigával, a hengeres tag, illetve tagok, és a fedél a töltő és levegő elvezető csövekkel.

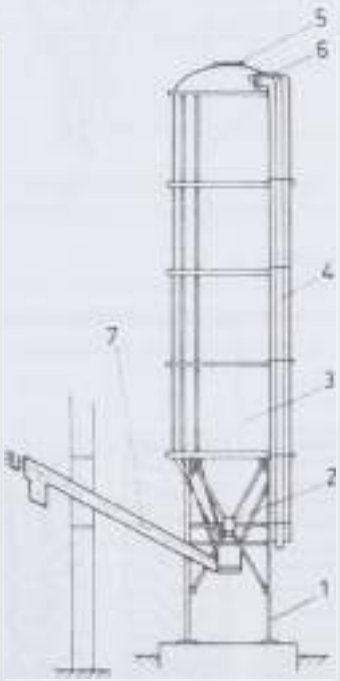
Az 5, 10, 15 és 20 m^3 térfogatú előtároló tartályok mechanikus vagy pneumatikus úton tölthetők fel, és csigás, ill. láncos betároló vonallal üríthetők.

A takarmánytárolók szerkezeti kialakításának fontos követelménye, hogy a takarmány ne boltozódjék, ne keletkezzen dugulás, amely zavarhatja a folyamatos üzemet. A boltozódás a kifolyócsonk helyes kialakításával kerülhető el. Ehhez figyelembe kell venni a tartály belső felületén ébredő súrlódást és az esetle-

ges páralecsapódást, amely az anyagot hozzátapasztja és megnöveli a súrlódási tényezőt (vastag rétegnél penészesedése is bekövetkezhet).

A tárolókból a szemcsés és a lisztes anyagok vagy ezek keverékeinek kifolyásával kapcsolatos törvényszerűségek számítással csak bonyolultan és a változók nagy száma miatt csak hozzávetőlegesen jellemezhetők. A tapasztalatok és a modellvizsgálatok szerint:

- tömegáramlásos és
- tölcséres kifolyás különböztethető meg *(192. ábra)*.

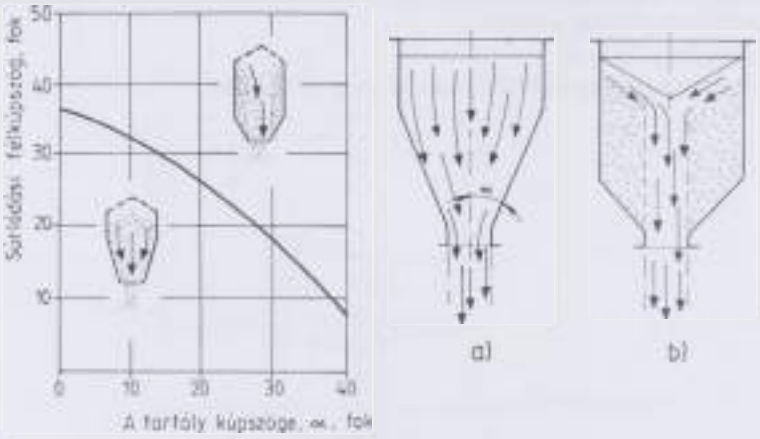


191. ábra. Előtároló
(*1* állvány, *2* kifolyókúp, *3* palást, *4* töltőcső, *5* búvónyílás, *6* levegő elvezető cső, *7* kitermelő csiga)

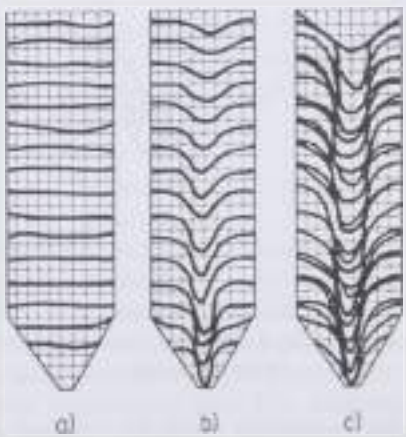
Az előbbivel a kisebb kúposságú tartálykiképzésnél számolhatunk. Ez az áramlási képe a teljes térfogatra kiterjedő anyagáramra utal. A nagyobb kúposságnál a tölcséres kifolyás a jellemző, amikor az anyag a tároló tengelyében áramlik, s utánfolyás van a felsőbb rétegből is *(193. ábra)*.

A tömegáramlás szerinti kifolyás az előnyösebb, mert kevésbé léphet fel szétosztályozódás, és az anyag a betöltés sorrendjének megfelelően ürül. Előnyös, hogy a garat aljához csatlakozó szállítócsiga hajtóműve a forgása révén mechanikus rezgéseket is gerjeszt, amelyek segítik a takarmány kifolyását és

mérséklik boltozódás kialakulását [31]. A kifolyás hatásossága tovább javítható a speciális garatkialakítással és csőbetétek, vagy hosszanti válaszfalak beépítésével *(194. ábra)*.

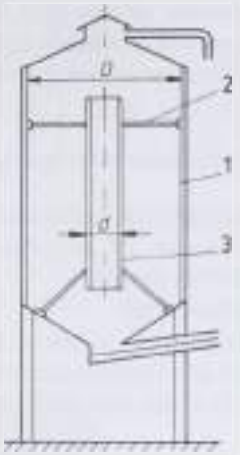


192. ábra. A kifolyás jellegét befolyásoló tényezők
a) tömegáramlásos, *b)* tölcséres



193. ábra. A tölcséres kifolyás kialakulásának folyamata [31]
a) nyugalmi állapot, *b)* és *c)* a folyamat előre haladása

A légszáraz dara vagy pellet szállításának, a tárolók ürítésének, valamint a velük kapcsolatos teljesítmény- és energetikai jellemzők meghatározásának tervezéséhez ismernünk kell ezen anyagok rézsűszögét és súrlódási viszonyaikat *(12. táblázat)*.



194. ábra. A kifolyás hatásfokát befolyásoló „csőbetét" beépítése ($D = 4 \ldots 5\,d$). (*1* külső köpeny, *2* támasztó bordák, *3* csőbetét)

12. táblázat. Az abraktakarmány súrlódási jellemzői

Megnevezés	Térfogattömeg, kg/m³	Rézsűszög, fok	Súrlódási felkúpszög, fok		
			alumínium-lemezen	acél-lemezen	faroszlemezen
Keveréktakarmány: A	500	41			
Keveréktakarmány: B	560	39	33–36	37–40	40–45
Pellet (átmérő 4 mm)	600	35	18–20	25–30	25–30

(A és B darvés-lisztes struktúra)

A száraz abraktakarmányok kiosztásának gépei

Szerkezeti felépítésük szerint beszélhetünk
- stabil,
- félstabil vagy
- mobil takarmány szállítókról.

Attól függően, hogy az etetés milyen módon történik, lehetnek vályút, vagy önetetőt feltöltő változatok.

A takarmánykiszállítás időbeni jellege szerint adagolt vagy pl. önetető esetén ún. *ad libitum* etetésről beszélhetünk. Az előbbinél az előre meghatározott takarmányozási program alapján csak az etetésenkénti mennyiséget adagolják ki, míg az utóbbinál egy, vagy akár több napra elegendő takarmányt töltenek az önetetőkbe, ahonnan az állatok az igényeik szerinti mennyiséget fogyaszthatják.

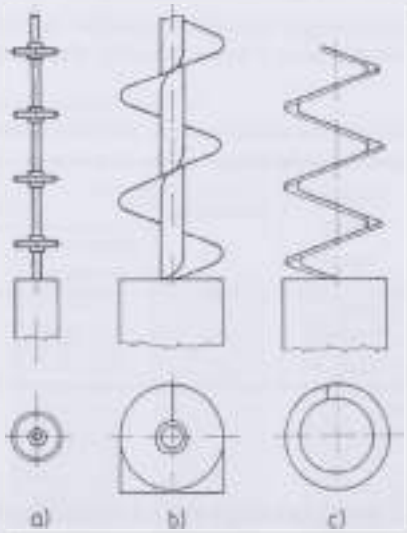
Az adagolt etetési módok további sajátos gépi berendezéseket is igényelnek. Ezek a különféle *adagolók, amelyek meghatározott, térfogat vagy tömeg szerinti mennyiséget mérnek ki a rekeszben levő állat, vagy állatcsoport* számára.

Stabil takarmányszállítók

A darcás vagy pelletált takarmányok szállítására és kiosztására használatos szállító elemek *a csigák és a láncok, ill. ezek különféle speciális változatai.*

A leggyakoribbak *(195. és 196. ábrák):*

- a leveles és a rugós szállító csigák,
- kaparó-korongos szállítók *(zárt csőben a lánctagokhoz, vagy acél-, ill. sodronykötélhez rögzített kör keresztmetszetű kaparóelemek),*
- kaparó láncok (nyitott, U-alakú csatornában vezetett speciális szállítóelemes láncok).

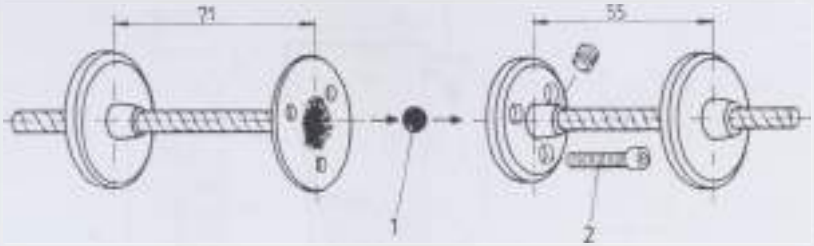


195. ábra. A leggyakoribb szállítóelemek
a) korongos lánc, vagy kötél, *b)* leveles csiga, *c)* rugós csiga

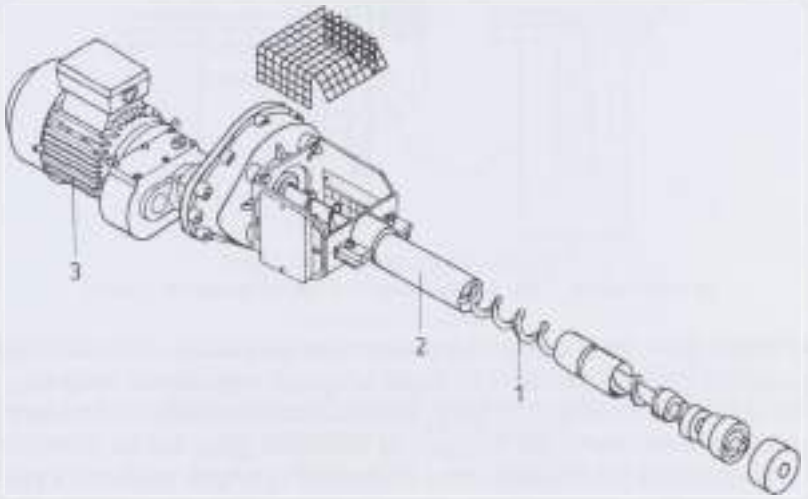
E szállítóegységeknél a max. beépítési hossz: 80–100 m, a csigák fordulatszáma 200–300 m^{-1}, a szállítóelemek haladási sebessége 0,1–0,2 ms^{-1}, a szükséges hajtóteljesítmény 0,75–1,5 kW, a szállító teljesítmény 1,0–2,0 $t\,h^{-1}$ *(197. ábra).*

Mobil berendezések

Legegyszerűbb az akkumulátorral vagy mozgó kábelről táplált elektromos hajtású kocsi, amely az istálló etetőútjain végighaladva, csigás kihordó segítségével folyamatosan feltölti az etetővályúkat.



196. ábra. A korongos kötél végtelenítése
(*1* acél golyó, *2* összekötő csavar)

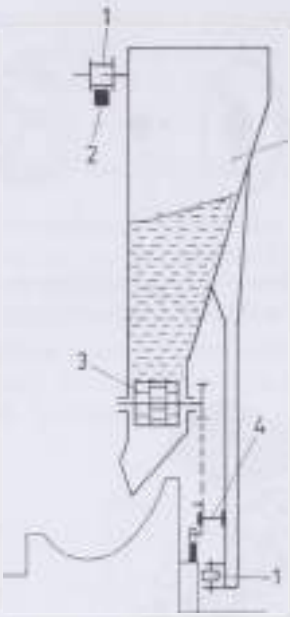


197. ábra. A rugós csiga meghajtása
(*1* csiga, *2* cső, *3* hajtómű)

Takarmányok kiadagolása

A mozgó takarmánykiosztó garat (5) a vályúk előtt beépített pályán (2) és görgőkön (1) halad, miközben a tartályból a kényszerhajtású cellás adagoló (3) szabályozható mennyiségben a vályúba juttatja a takarmányt. Az adagolószerkezetet (4) a vályú peremén elhelyezett ütközőcsapok is hajthatják. Az adag mértéke a csapok távolságának változtatásával szabályozható *(198. ábra)*.

Az ömlesztett dara vagy pellettált tápok térfogat vagy tömeg szerinti adagolóval oszthatók ki. Az előbbiek az egyszerűbb szerkezeti kialakíthatóságuk miatt jobban elterjedtek *(199. ábra)*. A tömeg szerint adagolók nagyobb adagolási pontosságot tesznek lehetővé, de a kivitelezésük drágább, és a karbantartással szembeni igényük is fokozottabb *(200. ábra)*.



198. ábra. Mozgó garat, darcés táphoz
(*1* vezető görgő, *2* sín, *3* cellás adagoló, *4* csapos lánckerék, *5* garat)

Az ábrák (199. ábra) szerinti különböző elvi megoldású – beépített szállító eszközökhöz csatlakoztatható – térfogati adagolók a gyakorlati adagolási pontossági igényeket általában kielégítik. Rendszerint a szállítóberendezéshez szervesen kapcsolt mérőtartályok térfogata az adagolási igény szerint változtatható.

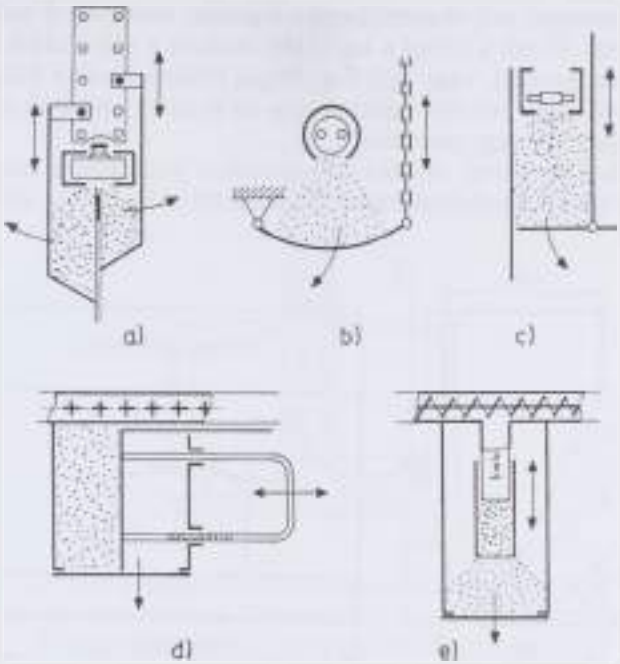
Az adagolóterek feltöltődése után a billenthető egységek rendszerint egyszerre elmozdíthatók, s így az összes adagoló azonos időpontban kiürül. Az ürítő egységeket motorhajtású sodronyhuzal vagy pneumatikus szervoberendezés is működtetheti.

A tömeg szerinti adagolók rendszerint tömegerő kiegyenlítődés alapján működnek. Ha a szállítószerkezet a beállított mennyiséggel feltölti az ejtőtartályt – létrejön a tömegerő kiegyenlítődés –, működésbe lép (lezár) az íves zárólap. Ezt követően drótköteles húzószerkezettel valamennyi adagoló egyszerre üríthető (200. ábra).

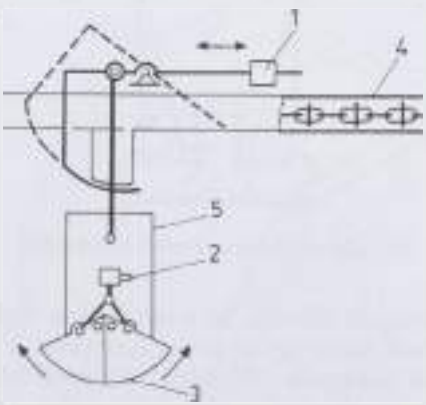
Önetetők

A sertéstartásban régóta használatos és közkedvelt berendezések. A garatjaikban több napi takarmány tárolható, s ezáltal a napi takarmányozási munka egyszerűsödik. Az alsó részüket az egyik, vagy mindkét oldalon vályúnak képezik ki.

A tárolóterekben a vályúkig nyúló pálcás vagy láncos boltozódásgátlók találhatók, amelyeket az állatok evés közben mozgatnak. Szerkezeti kialakításukat



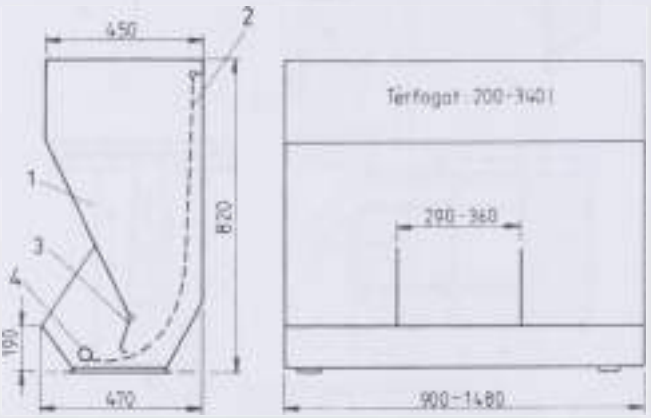
199. ábra. Adagolók
a) Kaparólánccos billenődobozos (Jabelmann) térfogati adagoló, *b)* Csigás íves billenőlemezes (Renner) térfogati adagoló, *c)* Kaparólánccos billenőlemezes (Big Dutchman) térfogati adagoló, *d)* Kötélkorongos tolólemezes (Bauer) térfogati adagoló, *e)* Csigás tolócsöves (teleszkópos, Funki) térfogati adagoló



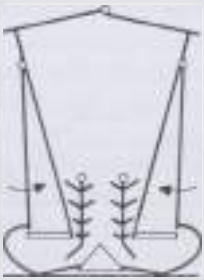
200. ábra. Tömeg szerinti adagoló
(*1* állítható kiegyenlítő tömeg, *2* ürítő huzal, *3* ürítő nyílás zárólemezek, *4* szállító cső, *5* adagoló tartály)

különös gondossággal kell végezni, hogy a kiszórási veszteségek csak jelentéktelenek legyenek. Ebből a célból a leginkább előnyös a vályú oldal visszahajló kialakítása (peremezése), vagy egy függőleges billenő zárólap beépítése. Készülhetnek fából, acéllemezből (újabban sav- és lúgálló), speciális műanyagból (pl. újrahasznosított), vagy eternitből.

Az önetetők kézi erővel zsákból, az épületben használható kézikocsikból, vagy beépített szállítóberendezésekkel tölthetők fel *(201. és 202. ábra)*.

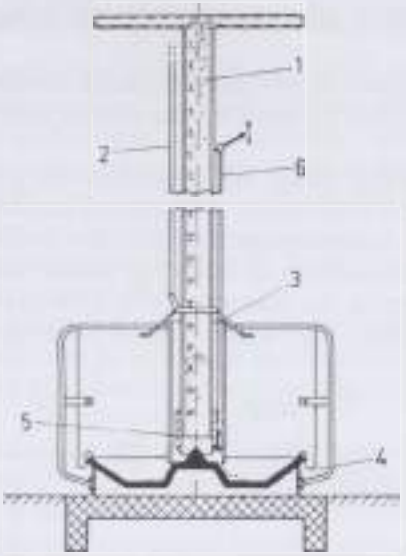


201. ábra. Egyszerű egyoldalas önetető és a főbb méretei
(*1* tartály, *2* boltozódásgátló lánc, *3* nyílás állító suber, *4* golyó)

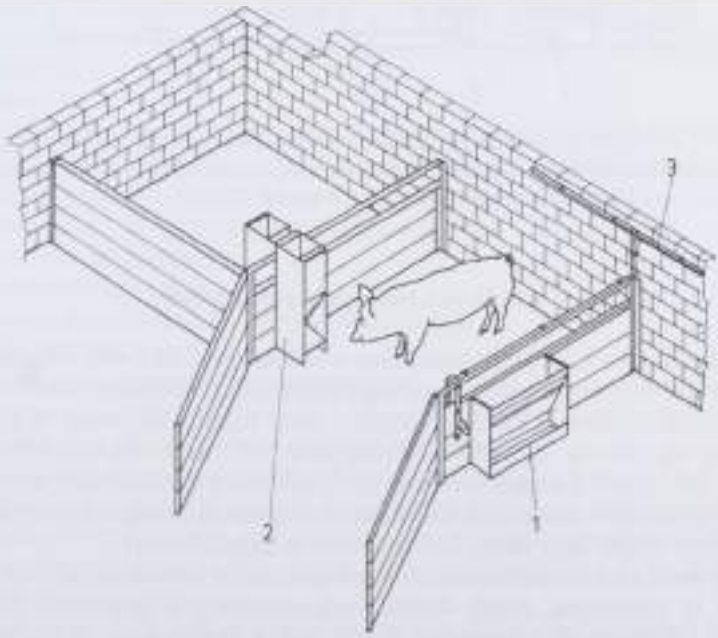


202. ábra. Kétoldalas önetető zárófedéllel

A gépi utántölthetőségnél előnyös, ha a tartályában legfeljebb fél, vagy egy napi szükséglet tárolható, mivel így az anyag nem veszi át a környezeti nedvességet, s ezáltal kevésbé boltozódik *(203. ábra)*. Az utánfolyó rés rendszerint állítható méretű, amelyen – az állat játékosságát kihasználva – vályúba nyúló golyós végű lánc (vagy egyéb hasonló célú elem) mozgatása segíti az anyag „kifolyását". A szabályozást úgy kell végezni, hogy a vályúban mindig kevés takarmány legyen, és ezáltal mérsékeltebb lesz a kiszórás, de az ún. luxus fogyasztás is.



203. ábra. Folyamatosan tölthető önetető aktív kifolyónyílással
(*1* tartályként funkcionáló töltőcső, *2* vízvezeték, *3* szopókás önitató, *4* kör alakú vályú, *5* mozgó kifolyó nyílás, *6* magasság, azaz rés állító rudazat)

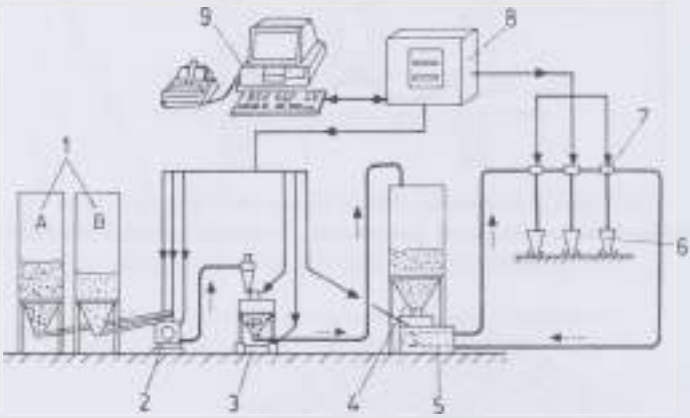


204. ábra. Az önetetők elhelyezése a kutricákon belül
(*1* csoportos önetető, *2* egyedi etető szopókás itatóval, *3* vízvezeték)

Az önetetők – főként az aktív utánfolyó résekkel szabályozható változatai – igen sokfélék.

Megfelelő rések hagyása és mozgatóelemek alkalmazása révén az önetetők darabosabb takarmányfélék pl. szem-csutka zúzalék (CCM) etetésére is alkalmasak *(204. ábra)*.

A számítógép vezérlésű száraz etetési rendszerben a szemes takarmányok először a darálóba jutnak *(205. ábra)*. A darálókból kerülnek a ciklonnal ellátott mérőegységre, amely a komponenseket egymás után továbbítja az A + B jelű tárolótartályba. Ehhez csatlakozik az istállókig vezető csigás, szállítókorongos vagy láncos szállítóegység. Az önetetők fölötti nyílászárókat ugyancsak a vezérlő irányítja az időtartam, vagy a térfogatáram meghatározása alapján.



205. ábra. Számítógéppel vezérelt száraztakarmány-etetési rendszer
(*1* A és B különféle takarmányok, *2* daráló, *3* mérleg és keverő, *4* garat, *5* szállítólánc, *6* etetők, *7* adagolók, *8* vezérlő, *9* PC)

A folyékony takarmányozás gépei

A sertéstartásban a folyékony takarmány a száraz abrak és a víz, valamint a körülményektől függően további egy-, vagy többféle, pl. nedvesen tartósított dara, szem, csutka, zúzalék (CCM), sovány tej, savó, húspép keveréke. A szilárd és folyékony alkotóknak legalább 1:3 arányúnak kell lennie. Az ennél sűrűbb takarmány már a csővezetékekben csak körülményesen továbbítható, mivel a szilárd – nem oldódó – komponensek könnyen ülepednek és dugulásokat okoznak. A kiosztásra mobil vagy stabil berendezések is használatosak.

A hízó sertések takarmányozására a szárítás nélkül tartósított (silózott) kukoricadarát is használják, amely 4–6% csutkazúzalékot is tartalmaz. Ebben az arányban jól értékesül a nyersrost és kedvező a húsminőség. A száraz tápok esetleg húspéppel komplettírozva mint nyirkos takarmányok, továbbá folyékony formában vízzel, sovány tejjel és savóval keverve is etethetők.

Mobil folyékony takarmánykiosztók

A mobil és stabil elemeket is reprezentáló változatnál folyékony takarmányt a telepi központi takarmányosában keverőtartályokban keverik össze, majd tartálykocsival szállítják az istállókig, ahol az istállók végénél a vályúk fölött kiépített elosztó csővezetékre csatlakoztatva a vályúkba szivattyúzzák.

A mobil kiosztók többnyire magajáró kocsik, amelyek rendelkeznek:

- a folyékony takarmány tartályával,
- az ülepedés megakadályozására szolgáló keverővel,
- a takarmányadagoló szivattyúval,
- a helyzetváltoztatáshoz és a működtetéshez szükséges motorral, illetve
- a vontatott kivitelűeknél az erőátviteli berendezéssel.

Egyes megoldások a közlekedőút két oldalán telepített vályúba egyidejűleg osztják a takarmányt.

A félstabil változatoknál az utókeverővel ellátott tartályos kocsik a kész keveréket szállítják az istállókhoz, de a tartályterük megfelelő kialakítása révén a keverék elkészítésére is alkalmasak lehetnek. Az istállóban a takarmány szétosztása a tartálykocsihoz csatlakoztatható beépített csővezeték útján történik.

Folyékony takarmányok kiosztása stabil berendezésekkel

A folyékony takarmányozás a következő fontosabb műveletekből áll:

- a keverés,
- a szállítás és
- a kiosztás.

A száraz dara, vagy táp a térfogat vagy a tömeg szerinti mérőberendezésről, a víz pedig folyadékmérőből, az előírt arányok szerint jut a tartályba. A víz betöltése mindig megelőzi a dara bemérését, miközben folyamatosan működtetni kell a homogenizáló keverőt. A homogenizáló lehet:

- keverőszivattyú, vagy
- propelleres keverő is.

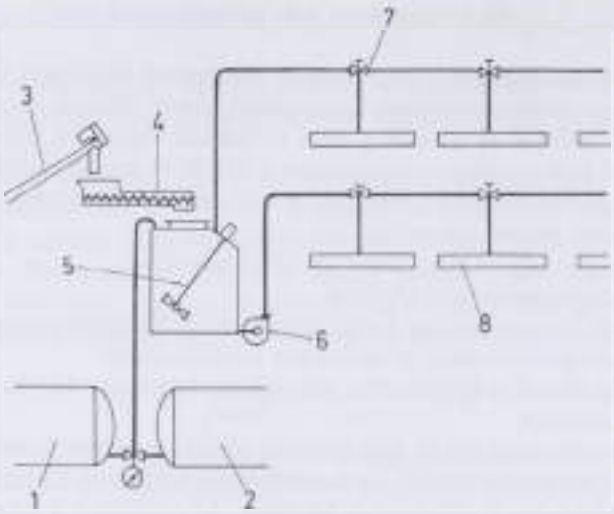
A keverék elszállítása szivattyúval valósul meg:

- körvezetéken, vagy
- szeleppel szakaszolt leágazó vezetékkel.

A takarmány keverésére szolgáló víz megfelelő (előírt) hőmérséklete miatt a hideg-, melegvíz ellátást biztosítani kell *(206. ábra)*.

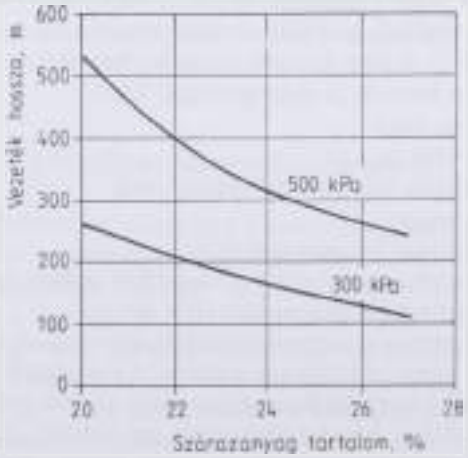
A folyékony takarmányszuszpenzió szállítására csak olyan szivattyúk alkalmasak, amelyek nem hajlamosak a dugulásra. A kisméretű és egyszerű szerkezetű csigás szivattyú a nagy fordulatszáma révén sűrűbb anyagok szállítására is alkalmas. Megfelelőek a két és négylapátos, egylépcsős, 0,2–0,3 MPa nyomású centrifugál-szivattyúk is.

A rendszerint az 50–100 mm belső átmérőjű műanyag csővezetékek használatosak. A méretük a szállítási távolságtól és a berendezés méreteitől függően választandó. Ha gyökérgumós takarmányt is etetnek, a csővezeték átmérőjét mére-



206. ábra. Folyékony takarmánykeverő és -szállító rendszer
(*1* hidegvíz, *2* melegvíz, *3* száraz táp szállító, *4* száraz táp adagoló, *5* keverő tartály propelleres keverővel, *6* szivattyú, *7* adagoló csapok, *8* etető vályúk)

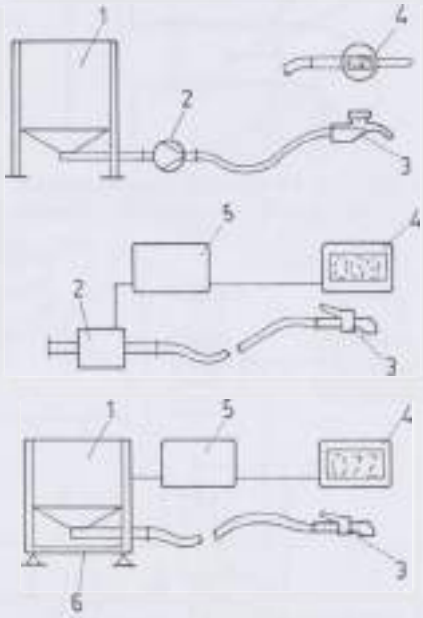
tezzük nagyobbra. Burgonya takarmányozásánál általában a 100 mm körüli csőátmérő javasolható. Néhány gyártó, nagy szállítási távolságok és viszkózus moslékok esetén forgódugattyús és csavarszivattyúkat is beépít *(207. ábra)*.



207. ábra. Csavarszivattyúkhoz kiépíthető csőhosszúság a szárazanyag tartalom függvényében
(Műanyag cső, $D = 75$ mm, takarmány:
lisztes darа, táp és víz, 300 és 500 kPa végnyomású csavarszivattyúk)

Az adagolás legegyszerűbb szerkezete a vályúba leágazó – kézi működtetésű tolózárral vagy csappal nyitható és zárható – vezeték. Az adagolás pontossága a kezelő személy tapasztaltságának függvénye.

A kéziesap után beiktatott, az átfolyó mennyiséget jelző dózismérővel már kellő pontosság érhető el *(208. ábra)*.

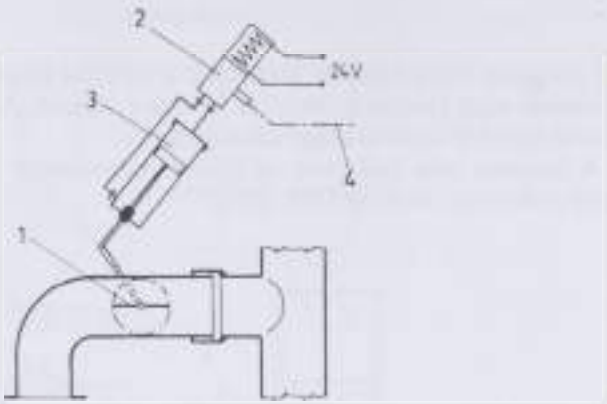


208. ábra. Folyékony takarmány mérési és adagolási lehetősége [98]
(*1* keverő tartályok, *2* átfolyásos mérőegységek, *3* adagoló csapok, *4* kijelző, érték megjelenítők, *5* vezérlő, jelátalakító elektronikák, *6* tömegmérés nyúlásmérő cellákkal)

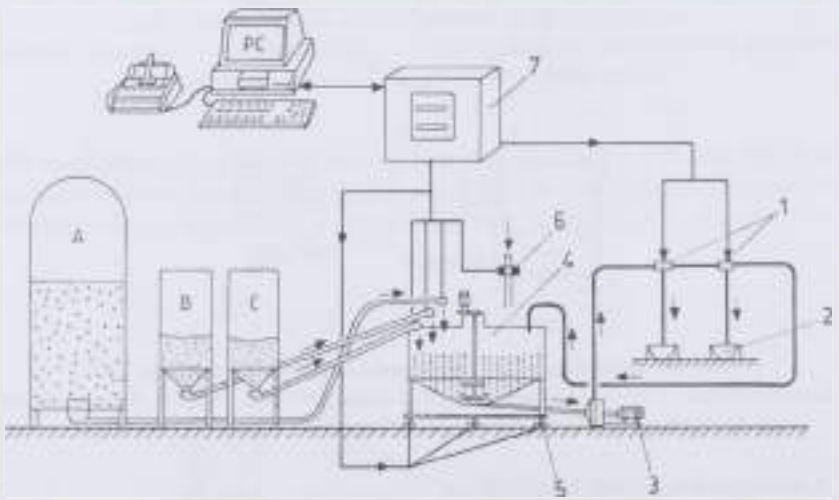
A kiadagoló-szelepek lehetnek:
- kézi kapcsolású központi szervó-rendszerűek, vagy
- elektronikus programkapcsolóval, automatikusan működtetett szervó kivitelek.

A szervo szelepeket törpefeszültséggel táplált elektropneumatikus munkaelem működteti *(209. ábra)*.

Nagy létszámú hizlalótelepeken gondot okoz a takarmány folyamatos, megfelelő összetételű és fertőzésmentes kiszállítása az istállókba, a vályúkba, illetve az etetőkbe. A *210. ábrán* a számítógéppel vezérelt folyékony takarmányozási rendszer modellje látható. A központi számítógép általános célú személyi számítógép is lehet, amelynek szükséges memóriakapacitása a telep méretétől tehető függővé. A központi számítógép a vezérlőegységhez csatlakozik. A vezérlőegység programozása és ellenőrzése a személyi számítógéppel lehetséges *(211. ábra)*.



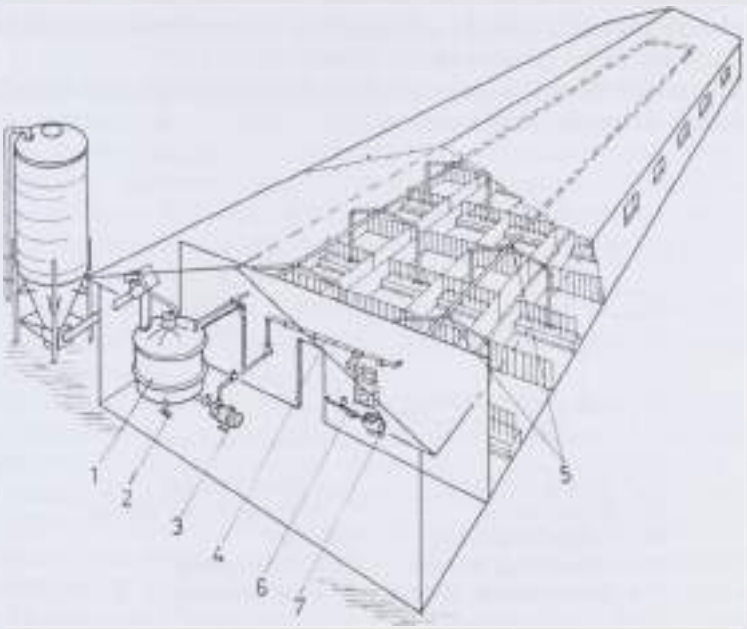
209. ábra. Távvezérlésű adagoló szelepek
(*1* elzáró szelep, *2* elektro-pneumatikus vezérlő szelep, *3* munkahenger, *4* sűrített levegő)



210. ábra. Számítógéppel vezérelt folyékony sertéstakarmányozási rendszer elvi felépítése
(*1* az elektro-pneumatikus működésű adagoló szelepek, *2* vályúk,
3 takarmányszivattyúk, *4* keverőtartály, *5* tenzometrikus mérőelemek, *6* vízadagoló,
7 vezérlőegység, A, B, C különféle takarmányok)

A vezérlő számítógéphez csatlakoznak a takarmánytárolók és – adagolók, a keverő-berendezések és az adagolószivattyúk. A keverő-berendezés elektrotenzometrikus mérlegen nyugszik. A program ismeri a meghatározott életkorú és testtömegű sertéscsoportok részére bekeverendő takarmányok mennyiségét. Az adagolóvezérlő irányítja az A, B és C takarmányféleségek beadagolását a keverőegységbe, és gondoskodik a megfelelő mennyiségű víz hozzáadagolásáról is. A program szerint – megfelelő keverési idő után – lép működésbe a szállítószi-

vattyú, amely az istállókban kiépített csővezetékben cirkuláltatja az elkészített takarmányt. A csővezetéken lévő szelepek a vezérlést ugyancsak a központi egységtől kapják. A szelepek működhetnek időtartam, illetve az átfolyó takarmány mennyisége alapján.



211. ábra. Számítógéppel vezérelt folyékony sertéstakarmányozású rendszer beépítési példája
(*1* keverő tartály, *2* mérőcella, *3* szivattyú,
4 csővezeték, *5* adagoló szelepek, *6* vezérlő processzor, *7* kompresszor)

A központi processzor 40–200 szelepet is működtethet a körvezetéken, de a segítségével egymás után akár többféle takarmánykeverék is összeállítható. A processzor regisztrálja a felhasznált nyersanyagokat és a szelepenként kiadagolt mennyiségeket.

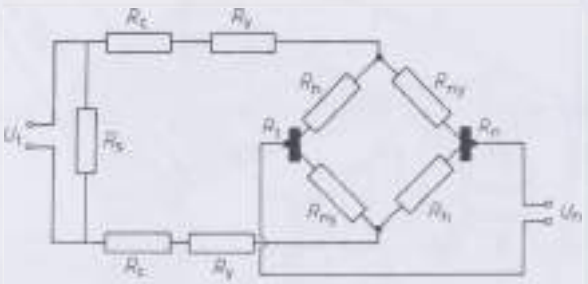
A rendszer az adatok kiértékelése végett PC-hez is csatlakoztatható és kiíróval is kiegészíthető. Ha a takarmányozást a PC-én optimalizálják, az adatok visszatáplálhatók a takarmányozó processzorba esetlegesen az adagok módosítása céljából.

A tartály alá helyezett mérőcellák elektronikus tömegmérést valósítanak meg. Az erőmérő cellákban a terhelő erő hatására bekövetkező deformáció mérésén alapszik a tartály tömegváltozásának a meghatározása. A cellákban kialakított deformálódó felületekre *nyúlásmérő bélyegek* vannak felragasztva, amelyek a terheléssel arányos deformáció hatására változtatják ellenállásukat. Az ellenállás változás a Wheatstone-hídban feszültséggé alakítható, s a differencia

erősítővel egységes feszültségtartományt képezhető. Ez a jel kerül az A/D konverter bemenetére. Az A/D konverter kimenetén már az eredmény bináris formában jelenik meg, amelyet a PC már fogadni képes.

Végülis a nyúlásmérő bélyegek a tömegerő okozta mechanikai deformációt alakítják át ellenállásváltozássá, amely (minimális nonlinearitástól és hiszterézis hibától eltekintve) arányos a terhelő tömegerővel. A mechanikai feszültség hatására beálló ellenállásváltozás a fém mikroszerkezetében lejátszódó átalakulás miatt következik be (piezorezisztív ellenállás).

A nyúlásmérő bélyegek anyaga általában konstatán, a jóságukat pedig a linearitásuk és a melegedésük jellemzi.



R_{-y} = Bélyeg, nyomott
R_c = Bélyeg, húzott
R_n = Nullpont kiegyenlítő
R_c = Cellatényező, állítható
R_t = Hőkompenzáló, állítható
R_y = Young modulus, hőkompenzáló, állítható
R_s = Söntt
U_h = Hídfeszültség
U_t = Tápfeszültség

212. ábra. Hídkapcsolás a kompenzálásokkal

A gyári cellák (ún. elektrotenzometrikus erőmérő cellák) általában négy nyúlásmérő bélyeget tartalmaznak teljes hídkapcsolásba kötve, így elkerülhető a félhíd-, vagy negyedhíd-kapcsolásból származó nonlinearitási hiba.

A maximális hídfeszültség érdekében a hídban átlósan helyezkednek el a nyomott és húzott bélyegpárok *(212. ábra)*.

A cella egyik fő paramétere a cellatényező, amely a névleges terhelés esetén, egységnyi hídtápfeszültség mellett mérhető hídfeszültséget adja meg.

A mérleg a takarmány komponensek bemérésére és a kiadagoló szelepek vezérlésére is alkalmas.

A folyékony takarmányozásnál, főként kukoricadara etetése esetén előfordulhat, hogy a vízben megduzzadt dara lerakódik az adagolószelepek elzáró elemeinek a felületén, és dugulást vagy tökéletlen zárást eredményez.

A csővezetékben a szállítás során a komponensek méret szerinti szétválhatnak, a nagyobb szemcsék leülepednek a csővezetékben. Az ezekből fakadó üzemzavarok a körvezetékként szerelt szállítócső időszakos átmosásával elháríthatók.

Baromfiak elhelyezése és takarmányozása

A baromfifélék közé a tyúk, a pulyka, a lúd, a kacsa és a gyöngytyúk tartozik. Mindegyik fajra jellemző, hogy koncentrált, táplálóanyagban gazdag takarmányellátást igényel.

Mindegyik faj nevelési és termelési eredményét a takarmányozása, az energia-, a fehérje- és az aminosav szükségletének kielégítése, továbbá az ásványi anyag- és vitaminellátása döntő módon befolyásolja.

A takarmányozás gyakorlatában rendelkezésre állnak energia-, ill. fehérjehordozó takarmányok, szintetikus aminosavak, ásványi anyagok, nyomelemek, vitaminok, ásványi anyag- és vitamin premixek, komplett premixek, gyógyszerek, különböző takarmányadalékok, amelyek szakszerű felhasználásával az egyes baromfifajok különböző korú és hasznosítású egyedeinek táplálóanyag igényét kielégíthetjük. A takarmányellátás módja szerint többféle takarmányozási módszert lehet alkalmazni.

A kis-, közép- és nagyméretű baromfiüzemek tulajdonosai a kívánt termelési színvonaltól függően, adottságaiknak megfelelően eltérő takarmányozási módszereket alkalmaznak.

A földterülettel nem rendelkező, belterjes, árutermelő baromfitartásra berendezkedő üzemek *intenzív baromfitakarmányozást* folytatnak. A takarmányt teljes egészében takarmánygyáraktól vásárolják, kizárólag teljesértékű baromfitápot etetnek. A földterülettel rendelkező farmergazdaságok igyekeznek az általuk megtermelt gazdasági takarmányokat közvetlenül hasznosítani, ezáltal takarmányozási költségeiket csökkenteni. Ezek *kombinált takarmányozási módszert* alkalmaznak, baromfitáp koncentrátumot vásárolnak és ezt saját keverőjükben összekeverik a rendelkezésükre álló gabonadarákkal. Így lényegében saját tápot gyártanak.

A baromfitápok általában 5–10 féle takarmány-alapanyagból és premixekből tevődnek össze. A nevelés során, a szakaszos fejlődésnek megfelelően más és más az állatok táplálóanyag igénye, ezért általában háromféle: *indító-, nevelő- és befejezőtápokat* gyártanak.

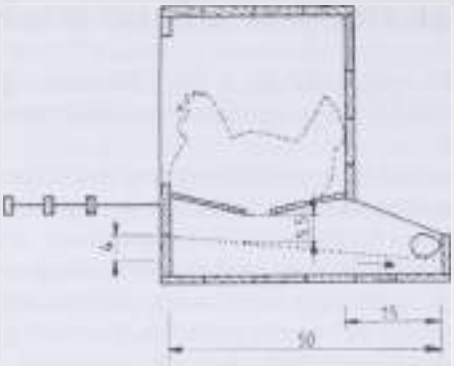
Tojás termelés

Tenyésztojás-termelés

A tenyésztojás-termelés a napi feladatok teljesítésében igen nagy pontosságot, figyelmet, a technológia előírásainak gondos betartását igényli.

Az eddigi tapasztalatok szerint legjobban beváltak az 1000 m² alapterületű tojóházak, melyek 90×12 m-es méretekben készülnek *(213. ábra)*.

A trágyaakna oldalfala készülhet téglából, vasbetonból vagy korrózióvédett fémből. Magassága a kaparótér padozatától az akna felső széléig mérve 60–70 cm. Fontos, hogy az ülőrészek kényelmes pihenőhelyei legyenek az állatoknak.



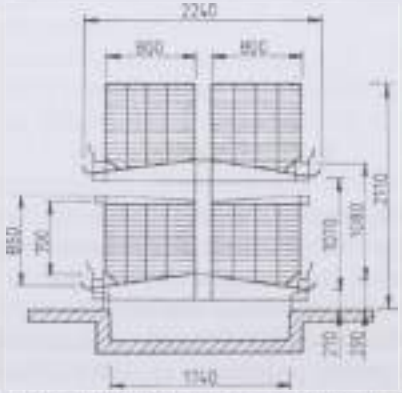
213. ábra. Egyedi tojófészek

A tenyészállományok részére egyedi tojófészkek szükségesek. Legjobban beváltak a kétemeletes, tizlyukas egységek, 40 cm-es lábbal, fordított tetővel, alul kettős, felül egyes ugróléccekkel. A jó, ha a kaparótérben az egyedi tojófészkek az istálló hosszanti fala mentén helyezkednek el.

A tojóházak berendezéséhez tartozik még a kotlásleszoktató, mely 30 cm-es lábakon álló, 200×100 cm alapterületű, dróthálós fenekű, 1 m magasságú, ajtóval ellátott ketrec [65].

A trágyaaknás tojóházakban vályús vagy a zárt csöves, felsőpályás rendszerű etetőberendezéseket alkalmaznak. Az itatóberendezések közül előnyösebbek a túlfolyós vályús rendszerek, a függesztett köritatóknál fontos a jó rögzítés.

Használnak *battériás rendszereket* is szülőpárok részére, amelyek a tojó típusú állatok részére beváltnak tekinthetők. A hús típusú (nehéz kakasok) főleg a lábak korai tönkremenése miatt – nem bírják ezt a tartási rendszert, a tojókkal viszont ott is kiváló eredmények érhetők el (mesterséges termékenyítés mellett). A szülőpárbattéria legfőbb előnye, hogy teljesen automatizálható, a tojásgyűjtés csak ebben a rendszerben gépesíthető. A tojás nem megy veszendőbe alomra, ill. rácsra tojás miatt és tiszta marad *(214. ábra)*.



214. ábra. Kétszintes szülőpárketrec (a méretek mm-ben értendők) [64]

A jó minőségű tojás jelentősebb hányadát tojóhibridekkel termelik nagy állománykoncentráció és munkatermelékenység mellett. A nagyüzemi feltételek megteremtése az árutojás-termeléshez jelentős beruházással jár, de a ráfordítások viszonylag hamar megtérülnek. A tartási és takarmányozási technológia maradéktalan betartásával az árutojás-termelés gazdaságos mind a nagyüzemekben, mind pedig háztáji feltételek között.

A tojóhibrideket tartó nagyüzemek túlnyomó többségében a kétfázisos tartási rendszer terjedt el. Napos kortól 8–20 hetes korig a növendékeket a nevelőházban tartják, majd a tojóházba telepítik át az állományt.

A nevelési módszerek közül két változat terjedt el:

– a mélyalmos és
– a ketreces csibenevelés.

A ketreces neveléssel 25 000–30 000, mélyalmos neveléssel csupán 10 000–15 000 növendéket gondoz egy személy. Azonos istálló-alapterületen ketreces neveléssel kétszer-háromszor annyi jérce nevelhető fel, mint a mélyalmos rendszerben. A tojóhibrid-nevelő házak technológiai berendezése megegyezik a tenyészcsibék és növendékek nevelésére használatosokkal.

A napos állatok etetésére a naposcsibe-szállító kartonokat használják, s kúpos itatókból itatnak. A második héten kell megkezdeni az áttérést a végleges etető- és itatóberendezésekre. Amikor az állomány már megtanulta az új berendezések használatát, csak akkor szabad a naposkori etetőket és itatókat az istállóból eltávolítani.

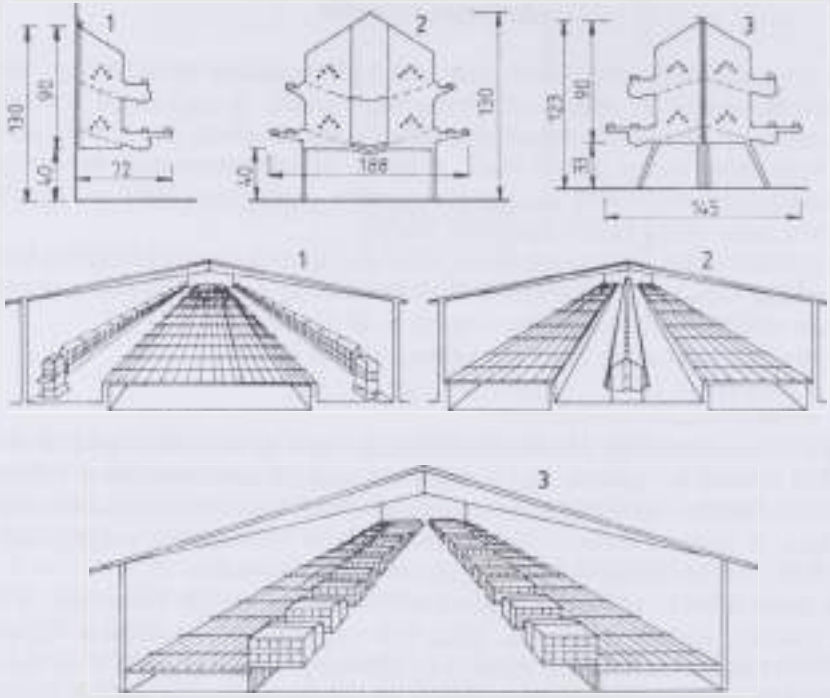
Technológiai berendezések (mélyalmos tyúktartás)

A 18–20 hetes korban tojóházba telepített jércék a tojástermelést közel azonos időben kezdik meg (22–23 hetes korban).

A *trágyaaknás* tojótyúktartás a legkisebb beruházást igénylő módszer *(215. ábra)*. Az istálló alapterületének 50–60%-át az épület hossztengelyében húzódó trágyaakna foglalja(ják) el. Ezt általában 60–70 cm magasra építik, és így a tojóidőszak 12–14 hónapja alatt termelt trágya elfér benne. Oldalfalát hézagosan rakott téglából alakítják ki, amelyet vasvázra helyezett drótfonatos ülőrácsok vagy rácspadlóelemek fednek. A tojóhibridek számára ez a tartási rendszer sokkal előnyösebb, mint a teljes mélyalmos tartás. A mélyalmos részt általában a trágyaakna két oldalán alakítják ki, alomanyagként búza- vagy rozsszalmát, gyaluforgácsot, esetleg kukoricacsutka-darát használnak [33].

A vályús kaparóláncos etető a trágyaakna felett húzódik. Ugyanitt vannak az itató berendezést is. A mélyalommal kombinált trágyaaknás tojóházakba 5 tojótyúkot telepítenek négyzetméterenként.

A teljes rácspadlós tartási rendszerben az istálló alapterülete jobban kihasználható, ugyanis 10–12 tojóhibrid telepíthető be négyzetméterenként.



215. ábra. Mélyalmos, trágyaaknás tartási rendszerű istállók
(*1* falmelletti tojófészkek, középső trágyakna, *2* középső tojófészkek, *3* kétoldali trágyaaknák és keresztirányú tojófészkek)

Gépi feltöltésű etetőberendezések

A gépi működésű etetőberendezések két csoportba sorolhatók:

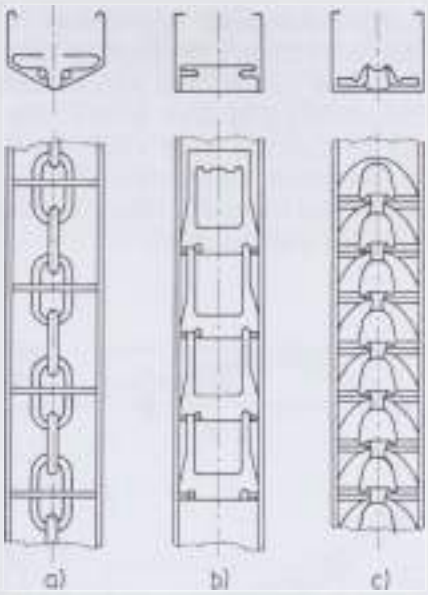
- a láncos–vályús és
- a zárt szállítócsöves kivitelek.

A láncos–vályús etetőberendezéseknél a takarmányszállító szerkezetek az etetővályúkban vannak elhelyezve *(216. ábra)*.

A beszállított takarmány közvetlenül az állatok elé kerül. A szállító szerkezet szemes-, vagy sajtolt láncból készül. A 3–6 m/min sebességgel haladó lánc tömege 0,8–1,3 kg/fm. A fm-enként kiszállított takarmány mennyisége a lánc tömegénél valamivel kisebb, vagy azzal azonos. A *218. ábra* a „láncos-vályús" etetőberendezés elterjedtebb szállító elemeit mutatja.

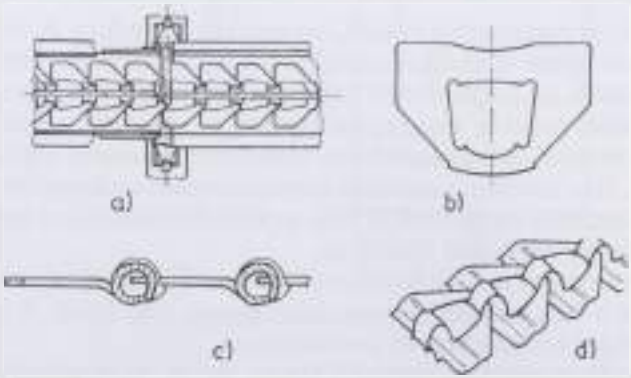
A téglalap alakban felállítható láncos–vályús etetőberendezés egy- és kétsoros kivitelben készül *(219. ábra)*. Fő részei:

- a hajtómű a takarmánytartállyal,
- az etetővályú a takarmányszállító lánccal, és
- a terelőkerekek.



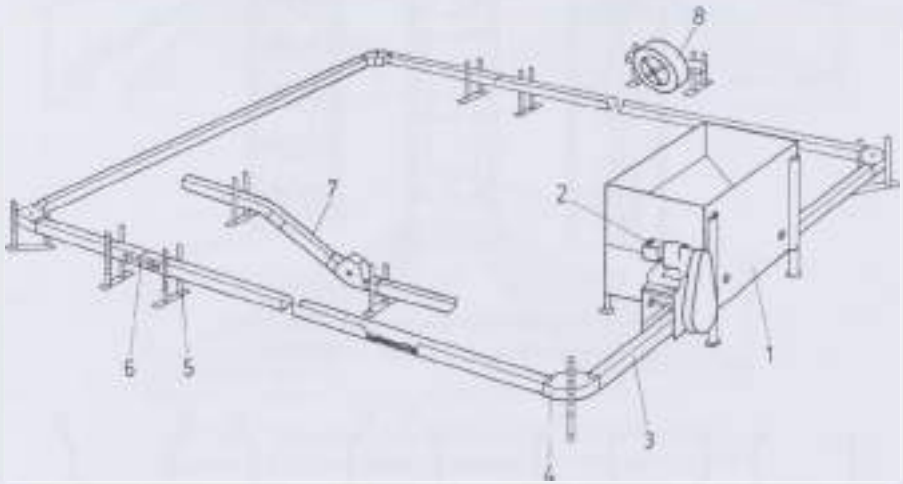
216. ábra. Etetővályúban elhelyezett szállítóláncok
a) Lohmann-lánc, *b)* SB-lánc, *c)* BD-lánc

217. ábra. Etetővályúk keresztmetszeti kialakítása



218. ábra. A sajtolt lánc szerkezeti felépítése
a) a vályúszakaszok összeillesztése, *b)* láncelem felülnézetben, *c)* a láncelemek egymásba fűzése, *d)* az összeszerelt lánc

A hajtómű fordulatszám-csökkentővel egybeépített villamos motorból áll, amely lánckerék közvetítésével hajtja a végtelenített takarmányszállító láncot. A villamos motor teljesítménye 0,25–0,5 kW. Az idomacéllal merevített acéllemezből készített takarmánytartály gúla alakú. A takarmányszállító lánc a tartály alján halad. A takarmány gravitációsan ömlik a láncra. A folyamatos takarmány utánfolyást a tartályban elhelyezett, a hajtómű által mozgatott boltozódásgátló biztosítja. A lánc által kiszállított takarmány rétegvastagsága a tartály oldalán, a lánc felett elhelyezett reteszszel szabályozható.



219. ábra. Vályús etetőberendezés elrendezése
(*1* tölő garat, *2* adagoló a hajtó motorral, *3* vályú, *4* fordító korong, *5* magasság állító, *6* vályúelemek csatlakoztatása, *7* szintbeni áthidaláshoz lánctereló, *8* tisztító rosta)

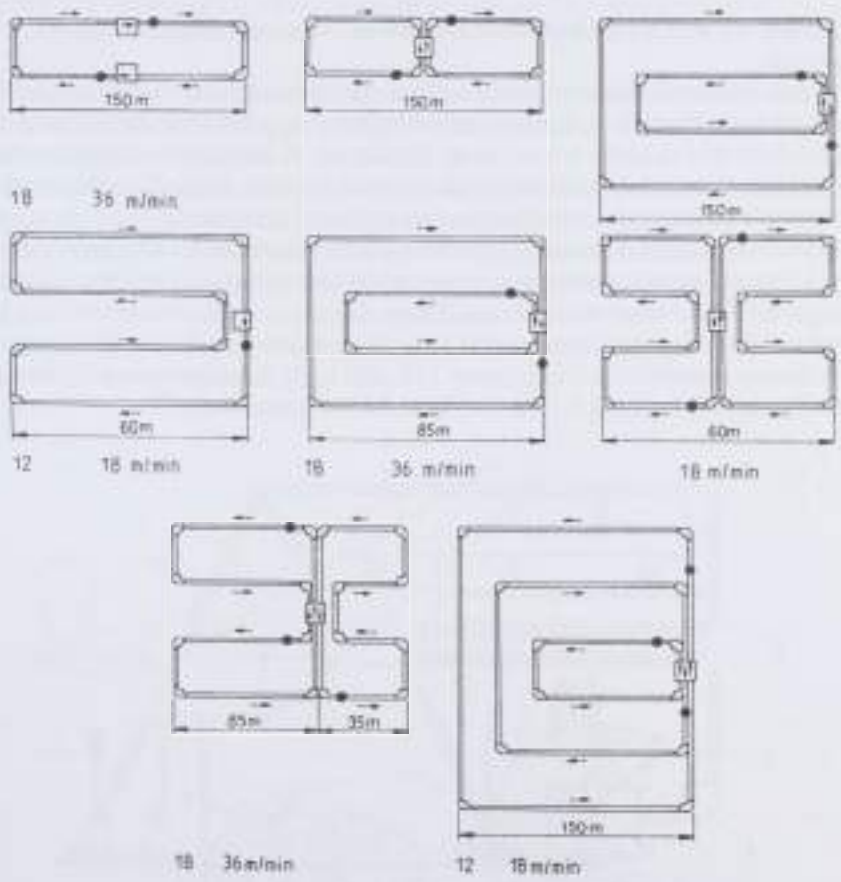
Az etetővályú vaslemezből készült, horganyzott kivitelben. A vályútagok lábakkal ellátott patent elemekkel csatlakoznak egymáshoz. Az etetővályú magassága állítható. Az acéllemezből sajtolással készített takarmányszállító lánc az etetővályúban halad és végig egyenletes rétegvastagságban feltölti az etetővályút takarmánnyal. A láncelemek már sajtoláskor egymásba kapcsolódnak. A végtelenítés, ill. a szétbontás speciális szerelőszerszám segítségével könnyen és gyorsan elvégezhető. Az etetővályú fölé, az állatok felülésének a megakadályozása miatt vékony acélhuzalt feszítenek.

Az etetőberendezés sarkain terelőkerekek vezetik a takarmányszállító láncot. A fordulóban a lánc mindkét oldalon vezetőperem alatt halad. A sarokterelők patent elemekkel csatlakoznak az etetővályúhoz.

A láncos–vályús etetőberendezésből száraz, dercés, vagy pelletált takarmány etethető. Csibenevelőkben és tojóházakban egyaránt alkalmazható. A vályúban levő takarmány rétegvastagsága 18–35 mm határok között tetszés szerint beállítható. A takarmánykiszórás a vályúban levő takarmányréteg vastagságától

függ. A 25 mm-es rétegvastagság esetén a kiszórás nem éri el a 2,5%-ot, 35 mm-es rétegvastagságnál viszont az 5–7%-ot is elérheti.

Az állatonként szükséges vályúhossz nagysága attól függ, hogy adagoljuk-e a takarmányt, vagy önetetőként üzemeltetjük-e a berendezést. Korlátozott, adagolt takarmányozás esetén jércenevelésnél, húshibrid szülőpároknál – minden állat részére külön etetőhelyet kell biztosítani, ami jércénként 8–9, kifejlett állatoknál 10–13 cm hosszú vályúoldalt jelent. Önetetőként való üzemeltetésnél brojlereknél 3–5, tojóhibridenként 6–8 cm vályúoldalt célszerű biztosítani *(220. ábra)*.



220. ábra. Az etetővályúk kiépítésének lehetőségei

Az etetőberendezés kézi, vagy automatikus vezérléssel üzemeltethető. Az etetőberendezést állománycsere alkalmával szét kell szerelni és csak az épület kitakarítása után, megfelelően fertőtlenítve szerelhető ismét össze.

Ebbe a csoportba azok az etetőberendezések sorolhatók, amelyeknél a takarmányszállító elem zárt csőben halad, a beszállított takarmány ejtőcsöveken keresztül, közvetve jut a kör alakú önetetőkbe, ill. az újabb megoldásoknál közvetlenül, a takarmányszállító csőre felfűzött köretetőkbe.

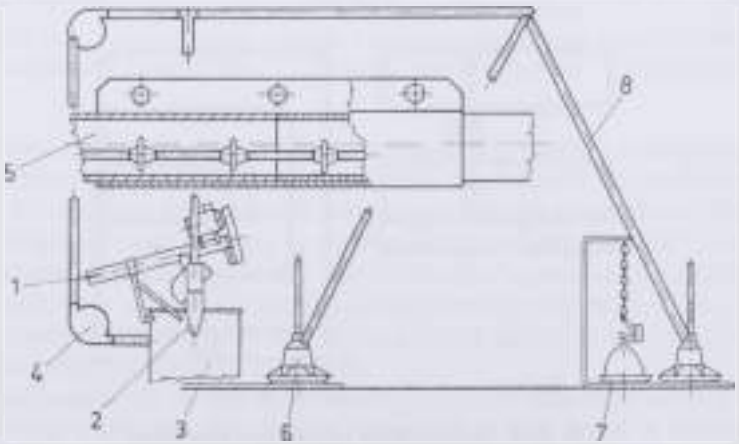
A takarmányszállítók lehetnek:
- korongos szemeslánc,
- korongos sodronykötél,
- leveles vagy rugós csigák (l. sertésetetőknél).

Ezeket az etetőberendezéseket zártcsöves, köretetős etetőberendezéseknek nevezzük.

A padozaton elhelyezett láncos–vályús etetőberendezések közismert hibája, hogy részekre bontják az épületet, és különösen nagyobb állománysűrűség esetén közlekedési akadályt képeznek az állatoknak. A zártcsöves–köretetős etetőberendezések ezt a hibát kiküszöbölik, további előnyük, hogy állománycsere alkalmával a takarmányszállító szerkezetet nem kell szétszerelni.

A sodronyköteles–korongos takarmányszállító szerkezettel felszerelt zártcsöves–köretetős etetőberendezés egysoros kivitelben készül *(221. ábra)*. A takarmányszállító szerkezet max. hossza 200 m. Fő részei: a takarmánytartály, a hajtómű, a takarmányszállító szerkezet az ejtőcsövekkel, és a köretetők.

A takarmányszállítási teljesítmény 150–300 kg/h. A berendezés az eltömődés veszélye nélkül legfeljebb 75%-os töltési fokkal üzemeltethető.



221. ábra. A sodronyköteles-korongos takarmányszállító szerkezet surrantós etetőöltő csövekkel
(*1* beszállító csiga a külső tárolóból, *2* garat töltő cső, *3* garat, *4* fordító korong, *5* korongos szállító kötél, *6* etető, *7* itató, *8* surrantó cső)

A köretetők űrtartalma 8–15 liter, átmérőjük kb. 40 cm, a vályú peremmagassága 8–10 cm. A függesztett vagy lábon álló köretetők magassága az állatok testméretének megfelelően állítható. Adagolt, korlátozott takarmányozás nem valósítható meg a berendezéssel. A 40 cm átmérőjű köretető 40–50 tyúknak, 80–100 növendékállatnak nyújt elegendő etetőteret.

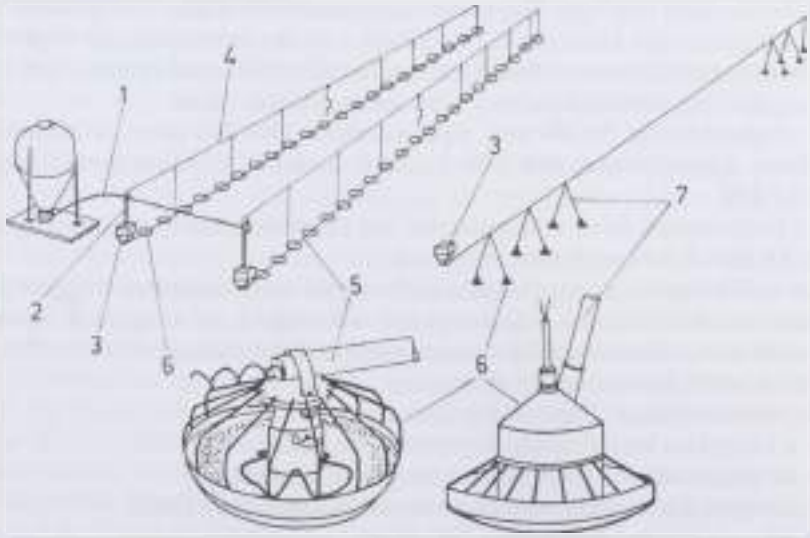
A takarmányszállító berendezést nyomógombos kapcsolóval lehet üzembe helyezni. Kikapcsolása a berendezés teljes feltöltése után, végálláskapcsoló segítségével automatikusan történik.

A leveles–csigás zártcsöves–köretetős berendezésnél a takarmányszállító szerkezet maximális hossza 90 m. Fő részei: a takarmány előtároló tartály, a takarmányszállító csiga a hajtóművel, és az ejtőcsövek a köretetőkkel.

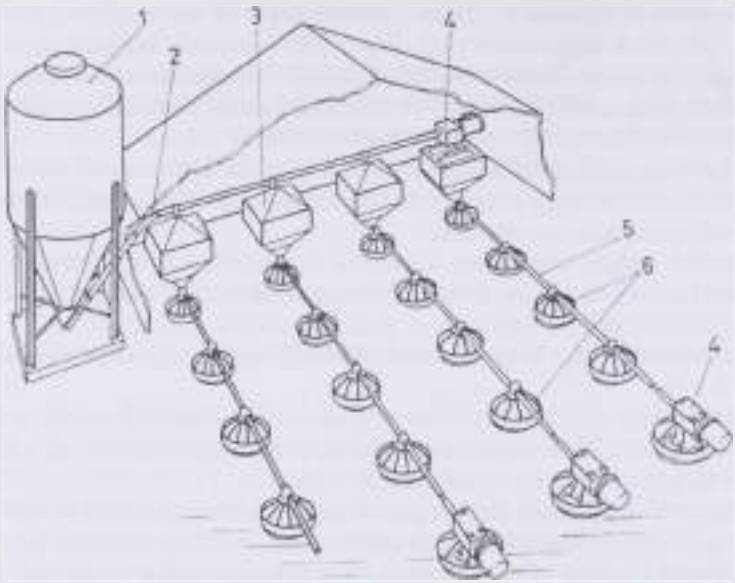
Takarmányszállítási teljesítménye 400–600 kg/h, teljesítményszükséglete 0,75–1,0 kW.

A rugós csigás etetővonal fő részei: a takarmány előtároló tartály, a betároló vonallal, a takarmánykiosztó etetőberendezés az adagolótartállyal, a hajtóművel és a függesztőszerkezet *(222. és 223. ábra).*

A 10–20 m^3 űrtartalmú, fém, vagy műanyag takarmány előtároló tartály alsó, kúpos részéhez csatlakozik az acélcsőből és acélhuzalból készített flexibilis takarmányszállító csiga. A csigát hajtóműves villamos motor működteti. A takarmánykiosztó berendezés hossza 70–90 m. A csiga átmérője 60–70 mm, fordulatszáma 150–200 mm^{-1}, takarmányszállítási teljesítménye 500–700 kg/h. A hajtómű teljesítményszükséglete 0,4–0,8 kW. A takarmánykiosztó etetőrész 3 m-es csőszakaszokból áll.



222. ábra. A függesztett, rugós csigás zártcsöves köretetős berendezés (elrendezés és kivitel) *(1* beszállító csiga a külső tárolóból, *2* garat töltő cső, *3* garat, *4* függesztő kötélzet, *5* rugós szállító csiga, *6* etető, *7* surrantó cső)



223. ábra. Többsoros rugós csigás zártcsöves köretetős berendezés (elrendezés)
(*1* külső tároló, *2* beszállító csiga a külső tárolóból,
3 garat, *4* motor és hajtómű, *5* rugós szállító csiga, *6* etető)

A takarmányszállító csőre felfűzött köretetők átmérője kb. 40, peremmagassága 8–10 cm. A mérlegre függesztett négyzetes hasáb alakú, alul gúlában végződő adagolótartály közvetlenül csatlakozik a takarmányszállító cső elejéhez. A takarmányszállító csőben elhelyezett, acélhuzalból készített rugós csigát a vonal végén elhelyezett hajtóműves villamos motor működteti.

A csiga átmérője 50–80 mm, fordulatszáma 150–200 min^{-1}, a takarmányszállítási teljesítménye 400–500 kg/h. A hajtómű teljesítményszükséglete 0,3–0,5 kW.

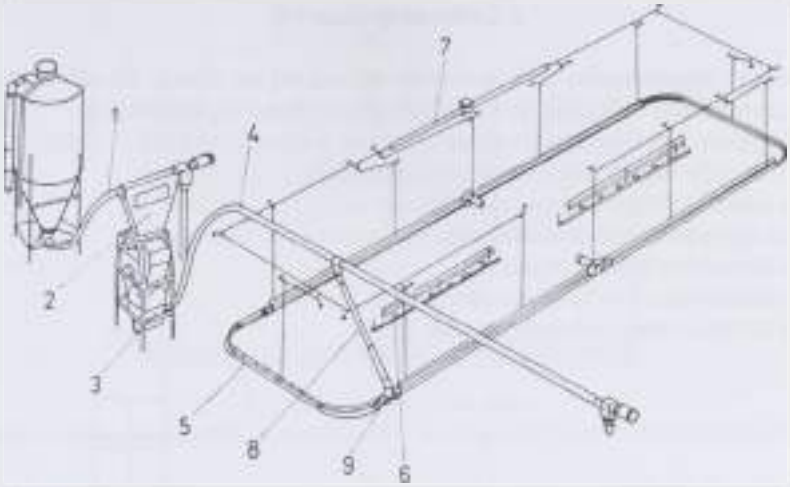
Az etetővonalak felett villanypásztor van kifeszítve, amely megakadályozza, hogy az állatok a berendezésre ráüljenek.

Az etetőberendezés magassága a kézi csörlős emelőberendezés segítségével tetszés szerint beállítható. Állományecsere alkalmával, az adagolótartályok leszerelése után, az etetővonalak a mennyezetig felhúzhatók, ezzel biztosítható az épületen belüli zavartalan járműforgalom.

Az etetőberendezés fontosabb jellemzői:

- a kiosztásra kerülő takarmány pontos bemérése,
- az összes köretetőbe egyszerre osztja ki a takarmányt,
- az egyes köretetőkbe azonos mennyiségű takarmány kerül,
- teljesen automatikus üzem *(224. ábra)*.

A betárolóvonal beindítását programóra végzi. A takarmány először az előtároló tartályhoz legközelebb levő adagoló tartályba jut. Amikor a mérleg érzékeli a beállított tömeget, a mérlegen elhelyezett mikrokapcsoló lezárja az adagoló-



224. ábra. Függesztett láncos etetők és függesztett itatók
(*1* beszállító csiga a külső tárolóból, *2* garat töltő-adagoló, *3* garat, *4* rugós szállító csiga, *5* függesztett láncos etető vályú, *6* függesztett itatók, *7* függesztő szerkezet, *8* garattöltő surrantó cső, *9* a szállítólánc adagoló tartálya)

tartály feletti elektromágneses pillangószelepet. Így a takarmány tovább halad a következő tartályba. Az utolsó tartály feltöltése után a mérlegen elhelyezett mikrokapcsoló leállítja a betárolóvonal villamos motorját.

Az adagolótartályok feltöltése után a programóra beindítja a takarmánykiosztó vonalak villamos motorjait.

A takarmányszállító cső kiürülését az adagolótartályban elhelyezett kapcsoló akadályozza meg. Ahogy a kifogy a takarmány, a kapcsoló kikapcsolja a meghajtó villamos motort. A tartály alján kb. 2 kg takarmány marad. A takarmánykiosztó berendezés leállítását az utolsó köretetőbe beépített mikrokapcsoló végzi. Az adagolótartályban levő kapcsoló és az utolsó köretetőiben lévő mikrokapcsoló soros kapcsolásban van.

Az etetőberendezésből száraz, dercés, vagy pelletált takarmány etethető. Csibenevelőkben és tojóházakban egyaránt alkalmazható. A köretetőnkénti takarmány mennyisége 0,5–1,2 kg értékek között tetszés szerint beállítható. A takarmánykiszóródás a kis takarmányadagok miatt nem éri el az 1,5%-ot [33].

A köretetőnként telepíthető állatok száma adagolt etetés esetén 20–30 db jérce, ill. 14–20 db tyúk, önetetőnként való üzemeltetésnél 70–100 db brojler, illetve 40–50 db tojóhibrid tyúk.

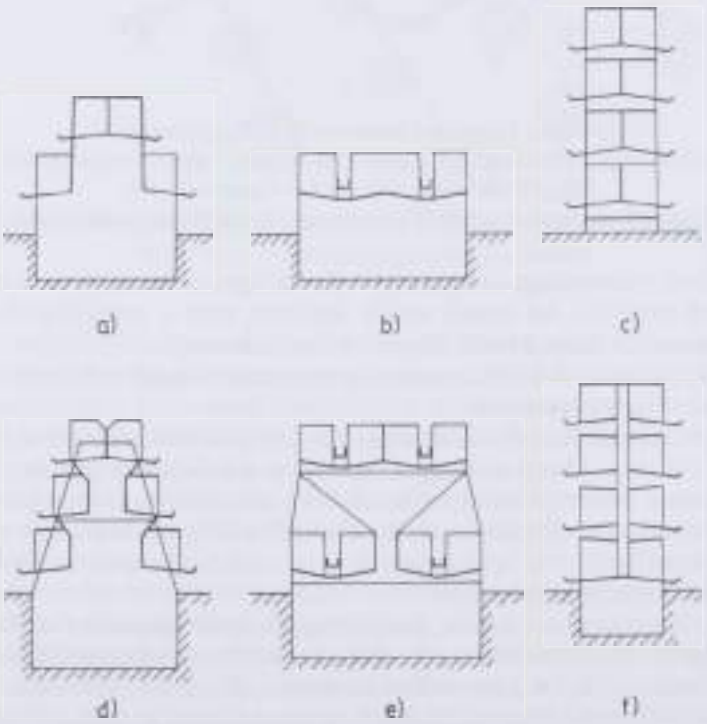
Az etetőkkel szemben fontos követelmény, hogy belőlük a takarmányt a csirkék ne tudják kiszórni. A kiszórt takarmány egyrészt takarmánypocsékolás, másrészt az állatok az alomból esetleg később elfogyasztják, és az könnyen bélgyulladást okoz. A csibék vályús, túlfolyós itatóból vagy súlyszelepes köritatóból itathatók. Mélyalmos nevelés esetén nevelőházakban, ahol a jércéket 18–20 hetes korig nevelik, a napos állomány betelepítési sűrűsége 9–10 naposjérce/m^2.

A ketreces tyúktartás

A ketreces tojástermelés több évtizedes múltra tekint vissza. Ez idő alatt több ketrecelrendezési rendszert és számtalan ketrectipust fejlesztettek ki.

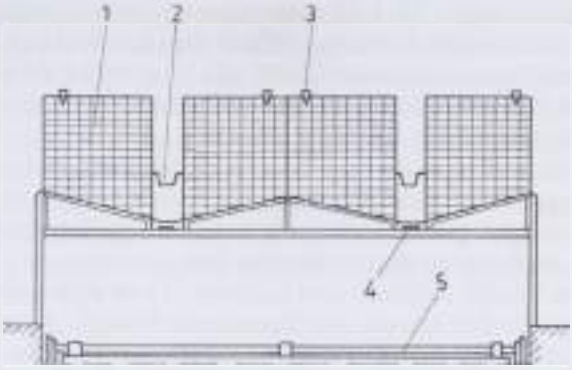
A legjelentősebb ketrecelrendezési formák a következők *(225. ábra)*:

- a lépcsős vagy kaliforniai ketrecelrendezés,
- a piramis formájú ketrecelrendezés,
- az egyszintes ketrecelrendezés,
- a kétszintes ketrecelrendezés,
- a többszintes (3–5) ketrecelrendezés,
- a kompakt ketrecelrendezés (24. ábra).



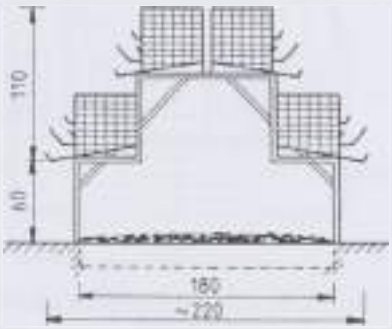
225. ábra. A baromfiketrecek főbb változatai
a) lépcsős-, *b)* egyszintes-, *c)* többszintes-, *d)* piramis kivitelű-, *e)* kétszintes-, *f)* kompakt ketrec

A FLAT DECK ketrecek egyszintesek *(226. ábra)*. A megközelítően 2 m^2 alapterületű ketrecegységbe 50–60 naposjércét telepítenek. A csibéket a ketrecben végighúzódó kaparóláncos vályús önetetőből vagy felsőpályás zártesőves (surrantós, köretetős) rendszerű etetőből etetik és csészés vagy súlyszelepes csepegőtetős itatókból itatják.



226. ábra. Az egyszintes ketrec
(*1* ketrec, *2* vályus láncos etető, *3* csepegtető itató, *4* tojásgyűjtő szalag, *5* trágyagyűjtő, kihúzó)

A lépcsős ketrecelrendezésnél a rekeszek kétszintes, lépcsőszerűen részben egymás felett vannak *(227. ábra)*. A ketrecsor szélessége háromszintes elrendezésnél 2,0–2,1 m. Egy m² épület alapterületre 14–16 db tyúk telepíthető.



227. ábra. Kétszintes lépcsős ketrec (méretek cm-ben)

Az egyszintes ketrecelrendezésnél a rekeszek egy síkban helyezkednek el. A ketrecsor négy rekeszvonalból áll. Az etetővályú és a tojásgyűjtő szalag két-két szemben fekvő rekeszvonal között található.

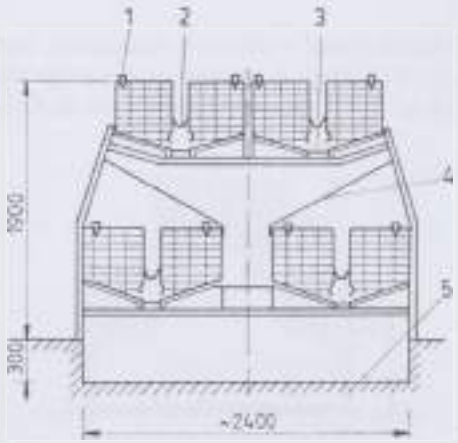
A kétszintes ketrecelrendezés lényegében két egymás fölé lépcsősen elhelyezett egyszintes ketrecből áll. A felső szintről lehulló trágyát a kihúzó lapát a két rekeszvonal közötti résen át a padozatban kiképzett trágyacsatornába kotorja. A ketrecsor szélessége 2,0–2,1, magassága 1,9–2,0, hossza 80–100 m *(228. ábra)*.

A többszintes (3–5) ketrecelrendezésnél az egymás feletti szintek közös hátlappal bíró, két rekeszvonalból állnak *(229. ábra)*. Az etető- és itatóvályúk a homloklapon elhelyezve találhatók. Az etetővályúk alatt található a tojásgyűjtő csatorna. A trágya minden szinten külön trágyacsatornába hullik, ahonnét többféle módon távolítható el [64].

A ketrecsor szélessége 1,25–1,35, magassága a szintek számától függően 1,8, 2,4 és 3, hossza a takarmánykiosztás módjától függően 40–80 m. A munkák zavartalan elvégzéséhez a ketrecsorok között 0,8–1,0 m széles folyosók szükségesek. Az elérhető állománysűrűség épület alapterület négyzetméterenként a szintek számától függően 22, 30, illetve 38 db tyúk.

A kompakt ketrecelrendezés hasonló a többszintes ketrecelrendezéshez, azzal a különbséggel, hogy a rekeszvonalak hátul osztottak, az egyes szintek fölött elhelyezett trágyalapokról a trágya itt hullik le a padozatban kiképzett trágyacsatornába, ahol esetleg egész évben tárolják.

A ketrecsorok közötti folyosók alatt helyezik el a levegőelszívó csatornákat, amelyek a trágyaaknából szívják el a szennyezett levegőt. A szellőztetés hatására a trágya nedvességtartalma az eredeti 75–80%-ról 35–40% – ra csökken és szervestrágyaszóró pótkocsival közvetlenül kiszórható a szántóföldre.



228. ábra. Kétszintes ketrec (méretek mm-ben)
(*1* csepegtető itató, *2* vályus láncos etető, *3* tojásgyűjtő szalag, *4* surranó lemez, *5* trágyagyűjtő)

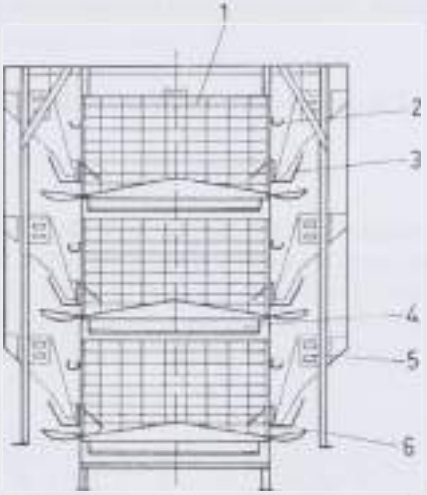
A ketrecsor szélessége 1,4–1,5, magassága a szintek számától függően 1,8, 2,4 és 3,0, hossza a takarmánykiosztás módjától függően 40–80 m. Egy „m" épület-alapterületre 18–26, illetve 34 db tyúk telepíthető. A nyugati országokban kiterjedten alkalmazzák.

A háromszintes nevelőketrecekbe a naposállományt a középső szintre telepítik *(229. ábra)*. Egy ketrecnek megközelítően 0,4 m^2 az alapterülete, mely általában 30 csibe elhelyezésére szolgál. 4–5 hetes korban a középső szintről az állományt széttelepítik úgy, hogy azonos létszám jusson mind a három ketrecszintre. A csirkék a vályúba a takarmányt a ketrecsorokon végigguruló etetőkocsiból automatikusan kapják.

A csibéket a középső soron a ketrecen belül levő csészés vagy súlyszelepes csepegő itatóból, a felső és alsó szinten súlyszelepes csepegő itatóval itatják. A csészés itatóban már a csibék betelepítésekor legyen ivóvíz, és abból minél

előbb megtanuljanak inni. Esetenként a csészés itatókban a víz nagyon felmelegszik és a naposcsibe nem iszik belőle eleget. Ilyenkor a csészés itatóban levő túlzottan meleg vizet ujjunkkal nyomjuk ki, és helyére engedjünk kevésbé meleg ivóvizet. A ketreces nevelés első napjaiban különös gonddal folyamatosan ellenőrizzük a vízellátást. Igen jelentős kieséseket okozhatnak ugyanis még a rövid ideig tartó ivóvízhiányok is.

Az ürülék a battériából a trágyafelfogó lemezre az egyszintes ketrecből a betonpadozatra hullik, ahonnan trágyakihúzó szánnal eltávolítható a trágyaaknába. Innen láncos keresztkihordó berendezés az ürüléket az istálló légterén kívülre szállítja.



229. ábra. Háromszintes ketrec
(*1* ketrec, *2* itató vályús, *3* etető vályú, *4* trágyagyűjtő, kihúzó, *5* takarmánykiosztó kocsi, *6* tojásvédő lemez)

A rekesz mélysége 40–45, szélessége 25–60, magassága hátul 35–40, elöl 42–46 cm. A fenékrács lejtése 15–20°-os. A határoló lapok lemezből, vagy ponthegesztett huzalrácsból készülnek. Nagyon fontos része a ketrecnek a fenékrács, amelynél a huzalátmérő 2–2,5 mm. A rácsosztás 25–50 mm, a 25 mm a lejtés irányába eső, felső huzalok, az 50 mm a lejtésre merőleges, alsó huzalok távolsága. A fenti értékektől való eltérés növeli a szennyezett tojás arányát. A fenékrácsnak rugalmasnak kell lennie. A merev rácson több a törött tojás, a behajló rácsnál a tojás nem gördül ki.

A fenékrács legalsó része tojásgyűjtő csatornának van kiképezve. A tojásgyűjtő csatorna feladata a tojás megóvása és a könnyű összegyűjthetőség biztosítása.

Az állatok berakását a rekeszekbe a homloklapon, vagy a felsőlapon kiképzett ajtón keresztül végzik. A homloklap rendszerint etetőrács is.

A kompackt ketreceknél az egyes ketrecszinteken összegyülő trágyát a takarmánykiosztó kocsira szerelt terelők; kotorják a ketrecsor alatti trágyacsatornába, ahonnét állomány csere alkalmával speciális csörlős lapát és rakodópálya s segítségével közvetlenül a szállító járműre, szerves trágyaszóró kocsira rakják.

A rekeszelemek korrózióvédelmét horganyzással, ritkábban műanyag bevonattal biztosítják.

Egy-egy rekeszbe a rekeszmérettől függően 2–8 db tyúkot telepítenek. A leggyakoribb a 3–5 db tyúk elhelyezése. A rekeszenkénti tyúkok száma, ha az egyéb feltételek biztosítottak, viszonylag kismértékben befolyásolja a teljesítményt. Döntő tényező viszont a tyúkonkénti rekesz alapterület és etetővályúhossz, amely 400 cm^2-nél, illetve 10 cm-nél kisebb nem lehet [33; 64].

Tojóketrecek kiegészítő berendezései

A takarmánykiosztás

Tojóketreceknél a takarmány kiosztás kocsis, vagy láncos rendszerű *(230. ábra)*.

A takarmánykiosztó kocsi a ketrec tetején elhelyezett sineken gördül végig, közben az etetővályúkba lenyúló tartályai a vályúkat feltöltik takarmánnyal. Nagyon fontos a vékony – 2–3 cm-es – rétegben történő egyenletes vályúfeltöltés, mert így a takarmánykiszórási veszteség minimális szintre csökkenthető.

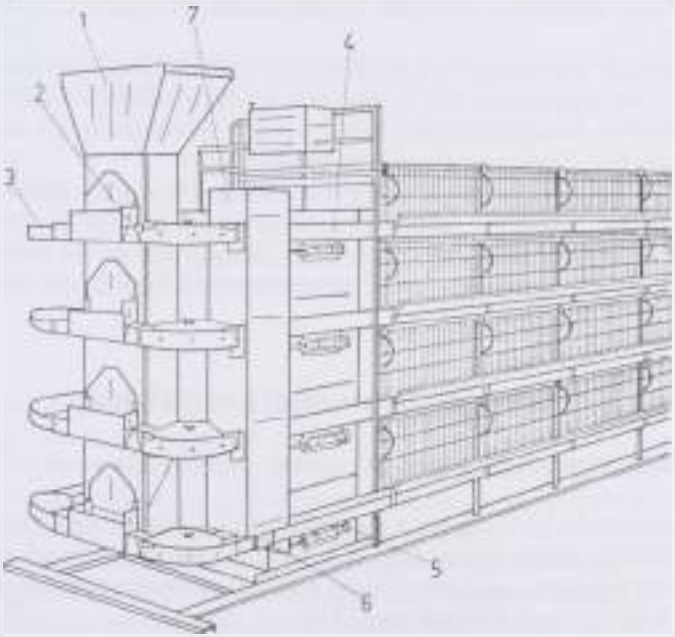
230. ábra. Takarmánykiosztó kocsi

A takarmánykiosztó kocsi tartályait a kezi nyomógombbal beindított betároló vonal tölti fel takarmánnyal. Az egymás feletti tartályokat ejtőcső köti össze,

így előbb az alsó tartályok telnek meg takarmánnyal. Az utolsó tartály feltöltésekor egy membránkapcsoló automatikusan leállítja a betároló vonalat.

A takarmánykiosztó kocsik általában sodronykötél vontatásúak. A kocsi haladási sebessége 4–12 m/min. A kocsi nyomógombbal, vagy programórával indítható, a leállítást végállláskapcsoló végzi automatikusan.

A láncos rendszerű takarmánykiosztásnál az etetővályúban haladó, az előzőekben már részletesen ismertetett végtelenített takarmányszállító lánc szállítja a takarmányt. A takarmánykiosztó berendezés takarmánytartálya és hajtóműve a ketrecsor végén van. A tartályt a automata kapcsolóval vezérelt betároló vonal tölti fel takarmánnyal. A takarmány rétegvastagsága a tartály oldalán lévő retesszel 15–40 mm határok között tetszés szerint beállítható. A tojóketreceken alkalmazott etetővályúk mélysége és szélessége 10–12 cm, kocsis takarmány kiosztás esetén 15–18 cm *(231. ábra)*.



231. ábra. Négyszintes ketrec és takarmánykiosztási rendszere
(*1* garat, *2* adagoló, *3* és *4* fordító koronggok,
5 etető lánc, *6* etető cső összekötése, *7* hajtóegységek)

Vízellátás

A vízellátást vályús vagy súlyszelepes itatók biztosítják. A „V" vagy „U" formájú itatóvályú a ketrec homloklapján az etetővályú felett, vagy két rekeszsor között helyezhető el. A vályú mélysége 5–7, szélessége 5–6 cm. Szerkezeti fel-

építése hasonló a padlóntartásnál ismertetett itatóvályúéval. Vízfelhasználása igen jelentős, tisztítása munkaigényes és kényelmetlen.

Szívesen alkalmazzák a súlyszelepes csepegtető itatókat, amelyek takarékos és higiénikus vízellátást biztosítanak.

Trágyaeltávolítás

Az egyszintes ketreceknél két ketrecsornak közös trágyaeltávolító berendezése van. Az egyik ketrecsor alatti trágyaszán munkamenetben, a másik üres menetben halad. A hajtómű a téglalap egyik rövid ágában van elhelyezve. A hajtómű fordulatszám-csökkentővel egybeépített 0,75–1,2 kW teljesítményű villamos motorból és kötélfeszítő szerkezetből áll.

A kétszintes ketrec trágyaeltávolító berendezése a trágyacsatornában haladó billenőlapátos, valamint a két szint között haladó „V" alakú billenőkéses trágyaszánból áll.

A többszintes ketreceknél a trágya minden szinten üveg, eternit, vagy horganyzott lemez trágyalapra hullik, amelyről V alakú, billenőkéssel ellátott szánok távolítják el. A trágyaszánok a ketrec egyik végére szállítják a trágyát és ott a keresztirányú szállítóberendezés csatornájába ejtik.

A pincés rendszernél a trágya az egyes ketrecsorok alól az istálló megemelt padlószintje alatt kiképzett, mintegy 2 m mély trágyatérbe hullik. Itt áramlik át a tojóház teljes szellőztetéséhez felhasznált levegő, ami az eredetileg 70%-os nedvességtartalmú trágyát 30–32°-os nedvességtartalomig előszárítja.

Pecsenyecsirke-nevelés és hizlalás

A baromfihús legnagyobb hányadát intenzív pecsenyecsirke-neveléssel állítják elő.

A pecsenyecsirke hizlalásakor a naposcsirkéből a lehető legrövidebb idő alatt kell ipari feldolgozásra, emberi fogyasztásra alkalmas, jó minőségű árut előállítani, a lehető leggazdaságosabb módon. Ezeknek a követelményeknek ma már kizárólag a húshibridek felelnek meg [33].

A pecsenyecsirke-nevelés igazán csak akkor lehet gazdaságos, ha az üzemben mindazokról a környezeti feltételekről folyamatosan gondoskodunk, amelyeket a nevelési technológiák foglalnak egységes rendszerbe, és amelyek lehetővé teszik a genetikai teljesítőképesség lehető legnagyobb mértékű kibontakoztatását.

A hizlalási idő napos kortól 7–8 hetes korig, azaz 49–56 napos korig tart. A hizlalás éves forgója, azaz egy üzemből egy év alatt vágásra leadott csoportok száma nyolchetes hizlalással 5,5, héthetes hizlalással 6,3–6,5. Rövidebb nevelési idő mellett jobb a takarmányértékesítés, többször van bevétel, kisebb végsúly esetén nagyobb az állatsűrűség, tehát jobb lehet a férőhely kihasználás.

Brojlerhizlalásnál az állománysűrűség a gazdaságosság döntő tényezője. A férőhely-kihasználás azonban csak addig hatékony, amíg a sűrűség növelése többletjövedelmet hoz. Vagyis: a megnövelt állatsűrűség révén (állat/m²) a hizlalási eredmények nem romlanak.

Gondoskodni kell tehát az egy állatra előírt etető- és itatótérről, légcseréről és a hizlalás végéig jó minőségű alomról. Befolyásolja a sűrűséget a hizlalási idő hossza is, mivel ettől függ a hizlalás végén az istállóban meglevő összes élősúly. A vázoltak alapján az állománysűrűség 25–30 kg/m²-ben határozható meg, mely 1,5 kg-os átlagsúlyú hizlalt állományban 17–20 brojlercsirkének felel meg négyzetméterenként.

A hizlalóház berendezése egyszerű, fontos, hogy az állatok számára mindenkor kényelmes pihenésre alkalmas hely álljon rendelkezésre.

A csirkehizlalás technológiai berendezései értelemszerűen megegyeznek a tojótartásban már ismertetettekkel.

Az etető-, itatóberendezések lehetnek vályúsok, függesztettek vagy ezek kombinációi.

A brojlerek számára a függesztett etető- és itatóberendezések az előnyösebbek a zavartalan mozgás, a „ráülés" elkerülése és a könnyű, gyors szabályozhatóság végett. 100 db brojler minimális etetőtér-szükséglete 2,5 m kétoldalas etetővályú vagy 2 db 40 cm átmérőjű köretető. Itatóból 1 m vályút vagy 1 db 40 cm átmérőjű, függesztett automata köritatót kell számítanunk 100 állatra. A hizlalóban kerülni kell minden olyan berendezés használatát, amely kemény ülőalkalmatosságot nyújt az állatnak, és így főleg a mell károsodásával rontja annak vágóértékét (mellhólyagosodás).

A ketreces rendszer összehasonlítása a mélyalmossal:

- nagyobb beruházást igényel,
- egy dolgozó kétszer-háromszor annyi állatot gondozhat,
- azonos alapterületű nevelőházban háromszor annyi állat helyezhető el,
- a parazitás fertőzések nem terjedhetnek tovább,
- az állomány megfigyelése, esetleges kezelése könnyebb,
- a battériában az állatok kevesebb takarmánnyal nevelhetők fel,
- a szellőztetés korrekt megoldása alapvető fontosságú.

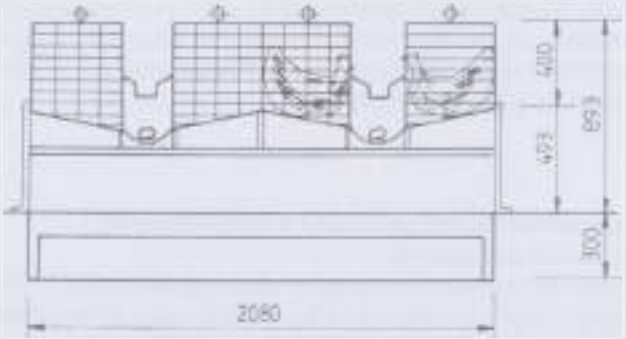
Végül a ketreces rendszerek előnyei: a kiváló takarmányértékesítés, a munka termelékenységének magas színvonala és a biztonságos állat-egészségügyi helyzet.

A baromfitartás speciális gépei

A tojásgyűjtés gépei

A **tenyésztojás** termelés során a tenyészbaromfik (tyúkok és kakasok) megfelelően kialakított ivararányú és létszámú csoportjait hozzák létre, a tojásokat a tojófészkekből a leggyakrabban kézzel gyűjtik, jelzéssel látják el, helyezik tojástálcára, majd tárolóba.

Az **árutojás** termelésében a tojások egyedi származási jelzése nem indokolt, a nagy tömegben előállított tojások gyűjtése, manipulálása, osztályozása gépesíthető. A mélyalmos és rácspadozatos tartásnál a tojófészkek elhelyezhetők a fal mellett, vagy az istálló közepén egy vagy több szinten. A gyűjtés történhet kézzel (az almon tojt tojások csak ilyen módon), vagy gyűjtőszalaggal. A ketrecés tojóházak tojásgyűjtési módja is lehet kézi vagy gépi. A ketrecek fenéklapja lejtéssel rendelkezik, így a tojások a gyűjtővályú felé gurulnak. A gyűjtőhely lehet a ketrecek külső oldalán (kézi és gépi eltávolításnál egyaránt), illetve két ketrecsor között belül (*back to back* ketrecek), ahonnan szalag szállítja ki a tojást a ketrecsor végére *(232. ábra)*.

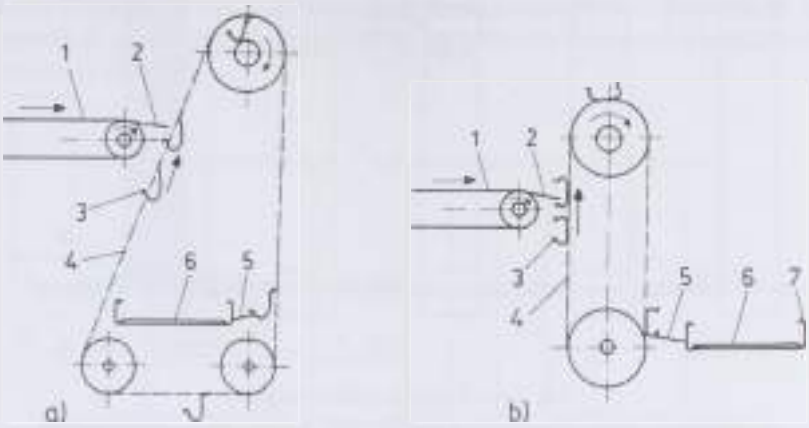


232. ábra. Középső tojásgyűjtő szalagok

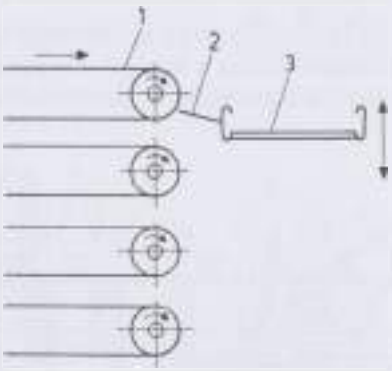
A gépi tojásgyűjtésnél a tojóketrec-szintenkénti tojáskihordó szalagok által kiszállított tojásokat tojásliftek viszik egy szintre (az alsó szint), ahonnan a keresztszalagok és tojásemelők a tojásgyűjtő asztalra továbbítják a gyűjtőtálcára helyezéshez. Több egymás melletti tojóházból is megoldható a tojások egy központi tojásgyűjtő térbe történő továbbítása.

A különböző szintekről a szalagokkal kiszállított tojást tojáselevátorok *(233. ábra)* vagy függőleges irányban állítható tojásgyűjtő szalag *(234. ábra)* gyűjti egy szintre. A szintek áthidalására pálcás ferde tojásszállító is használható *(235. ábra)* [39].

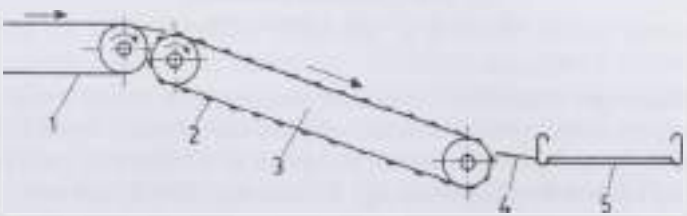
Az istállónkénti gyűjtés és központi csomagoló terembe való továbbítás vázlata az *236. ábrán* látható.



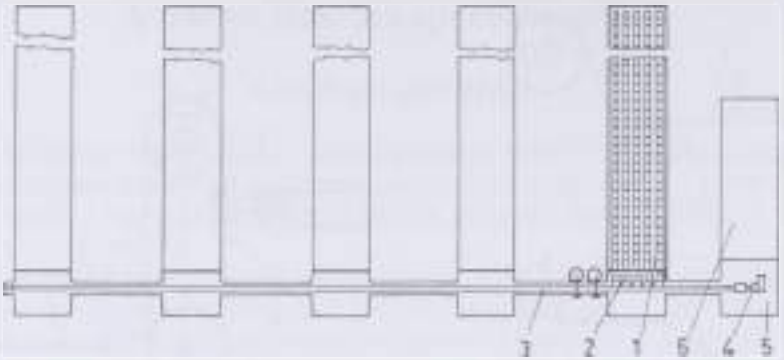
233. ábra. Tojáselevátorok: *a)* függő szállítókosaras, *b)* átforduló szállítókosaras
(*1* hosszú gyűjtő szalag, *2* tojás leadó,
3 szállító kosár, *4* lánc, *5* tojás leadó, *6* szalag, *7* védőperem)



234. ábra. Állítható gyűjtőszalag
(*1* ketrecsoronkénti szalag, *2* tojásleadó, *3* gyűjtőszalag)



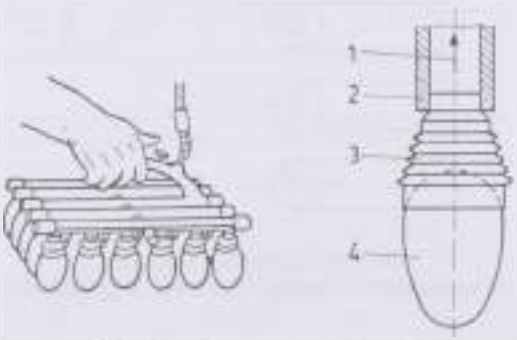
235. ábra. Pálcás ferde tojásszállító
(*1* hosszú tojásgyűjtő, *2* pálca, *3* ferde szállító, *4* tojás leadó, *5* szalag)



236. ábra. Központi tojáscsomagolás
(*1* ketrecek, *2* ferde tojásszállító, *3* keresztirányú tojásgyűjtő, *4* tojáscsomagoló, *5* csomagoló terem, *6* tároló tér)

Tojásosztályozó gépek

Az árutojások válogatása és osztályozása a gyűjtés után következik. A válogatás a héjtörés ellenőrzésén alapul. Ehhez a tálcáról a tojásokat pneumatikus tojáscmelővel *(237. ábra)* emeljük a gumigörgős lámpázóasztalra *(238. ábra)* [39].

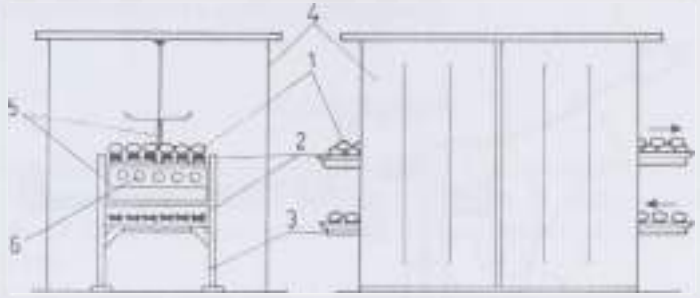


237. ábra. Pneumatikus tojáscmelő
(*1* vákuum, *2* szívócső, *3* gumiharang, *4* tojás)

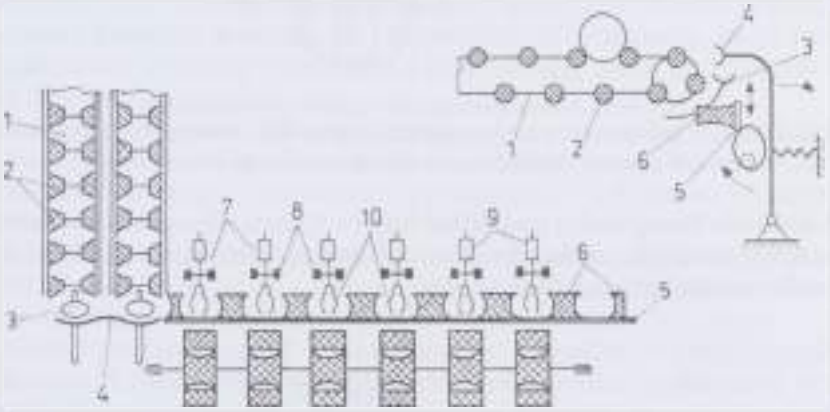
A gumiharangos vákuumos tojáscmelő szerkezetet a kezelő a tálcán levő tojásokra helyezi, majd gombnyomással vákuum alá helyezi a tapadókorongokat. A többsoros válogatóasztalon alulról világítják át a tojásokat, melyeket a görgők haladás közben megforgatnak, így a héjak repedése látható lesz.

A tojások tömeg szerinti **osztályozása** az egyenkénti mérlegelésen alapul, a tojás súlyereje rugóval vagy ellensúlyerővel kerül összevetésre. A tojásokat 4–6 csoportra osztályozzák, a mindenkori piaci igények szerint. Az osztályozóra a

tojások a lámpázóról kerülnek közvetlenül, vagy tojástálcáról helyezik az adagolóláncra. A gyakorlatban leginkább az egyenes továbbítású tojásosztályozót használják *(239. ábra)*.



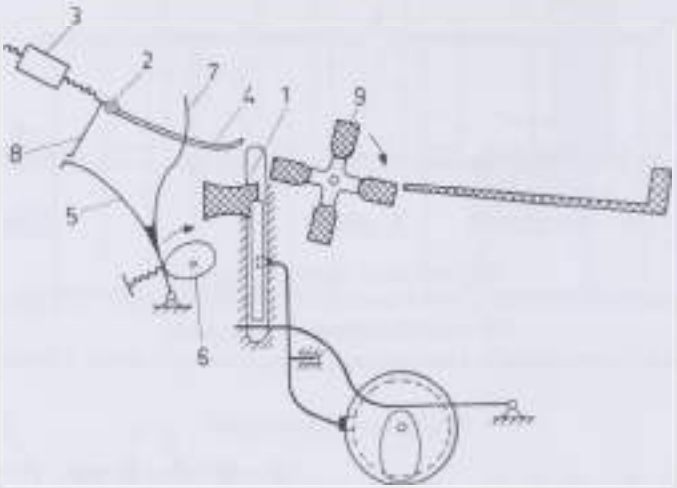
238. ábra. Gumigörgős lámpázóasztal
(1 tojások, *2* szállítógörgők, *3* vázszerkezet, *4* fényzáró sátor, *5* tükrök, *6* fénycsövek)



239. ábra. Tojásosztályozó (egyenes továbbítású)
(1 adagolólánc, *2* gumibütykök, *3* tojástartó állvány, *4* vezérelt ütköző, *5* hosszirányú továbbítólécen, *6* gumipárnák továbbítólécen, *7* mérleg, *8* mérlegtengely, *9* állítható súly, *10* mérlegvilla)

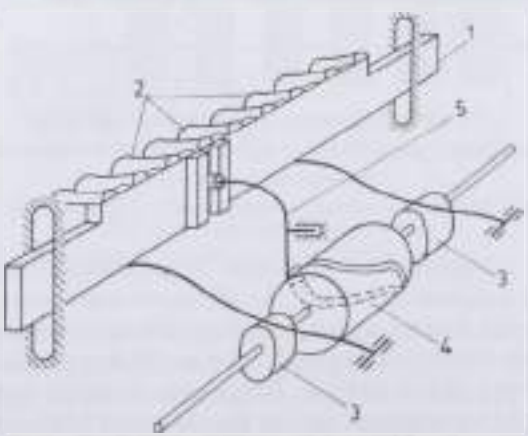
A tojások az adagolóláncon érkeznek, a gumibütykökön támaszkodnak mindaddig, amíg a tojástartóra esnek. Az állványon maradást a vezérelt ütköző segíti. Az állványról a tojást a hosszirányú továbbítólécemeli fel gumipárnáival. A gumipárnák közötti rés nagyobb, mint az állvány mérete. A továbbítólécmozgása függőleges síkban történik. Függőleges irányban megemeli a tojásokat, majd elmozdul vízszintesen, ezután függőlegesen lefelé (ekkor a tojásokat a mérlegvillára helyezi), végül a mozgásciklus vízszintesen zajlik visszafelé. A mérleg állítható súlyával az osztályhatárok változtathatók. A vezérlő excenter forgása közben lehetővé teszi a kilökő rugó elmozdulását, ha a mérleg ütköző

karja felszabaditja a rögzitőkart. Ha a tojás könnyebb a beállított értéknél, úgy a tojás, a mérleg és vele az ütköző is helyben marad. Az osztályozás tehát a nagy tömegtől halad a kisebb felé *(240. ábra)* [39].



240. ábra. A tojásosztályozó mérlegelő továbbító egysége
(*1* továbbítólánc gumipárnája, *2* mérlegtengely, *3* állítható súly, *4* mérlegvilla, *5* rögzitőkar, *6* vezérlő excenter, *7* kilökő rugó, *8* mérleg ütközőkarja, *9* tojásatemelő)

A beállított tömegértéket meghaladó tojást a tojásemelő továbbítja a tartótálcára. A tojástovábbító szerkezet vezérelt pályán való mozgatását az erre szolgáló mechanizmus biztosítja *(241. ábra)*.



241. ábra. A tojástovábbító mechanizmus
(*1* hosszirányú továbbítólécc, *2* továbbítólécc gumipármái, *3* excenterek, *4* kényszerpályás kulisszás dob, *5* görgős vezérlőkar)

A tojásosztályozó teljesítményéhez igazodóan 2 vagy 4 azonos tömegre állított mérleg van egymás mellett, így a továbbító mechanizmus 2 vagy 4 mérlegnyi távolságra szállítja az adott tojást. A tojásosztályozó tartalmazhat bélyegzőberendezést is, mely a szükséges jelzéssel látja el a tojásokat. Az osztályozott tojások végül csomagolva kerülnek forgalomba.

Keltetőgépek

A tenyésztojások a baromfitenyésztő telepről kartondobozokba csomagolva gondos szállítás után kerülnek a keltetőbe. Nagyobb távolságra való **szállítás** közben kb. 18 °C-os hőmérsékletről és 75–80%-os relatív páratartalomról gondoskodni kell.

A tojásokat tömeg, alak, sérülés alapján **válogatják,** fertőtlenítik (oldattal vagy gázzal), majd levegőn szárítják.

A megtermelt tojásokat keltetőgépbe rakásáig **tárolni** kell. Ehhez 7 napnál rövidebb tárolás esetén 18 °C-ot, 14 napos tároláshoz 16–17 °C-ot, ennél hosszabb tárolás alatt 10–11 °C-ot kell biztosítani. Tárolás alatt 75–80% relatív páratartalom a kívánatos. A tárolási idő a keltethetőséget befolyásolja, míg a 7 napos tárolás esetén várhatóan 80% körüli a keltethetőség, addig ez 20 napnál már csak 30%-os [21].

A **keltetési folyamat** lehet **egyszakaszos** (a tojás a kelésig ugyanabban a gépben marad, keléskor csak alátálcázás szükséges), vagy **kétszakaszos** (az előkeltetőből a tojások a kelés előtt – pattogzáskor – a bujtatóba, utókeltetőbe kerülnek).

A keltető épületen belül az egyes feladatok ellátására szolgáló helyiségek célszerű elhelyezése biztosítja a szennyeződés, fertőződés lehetőségének elkerülését, a munkák technológiai sorrend szerinti kapcsolódását *(242. ábra)*.

A keltetés során megfelelő **mikroklímát** kell biztosítani és a tojást forgatni is szükséges. A fizikai tényezők (hőmérséklet, páratartalom, szellőztetés) és mechanikai tényezők (forgatás) együttes hatására az embrió megfelelően fejlődik és a fajra jellemző időpontban kikel. A kelésig többször átvilágítással ellenőrzik az embrió állapotát. A keltetőgépekre vonatkozó technológiai előírásokat tájékoztató jelleggel az *13. táblázat* tartalmazza. A megadott jellemzők a keltetési folyamat alatt, annak meghatározott fázisában tovább módosíthatók.

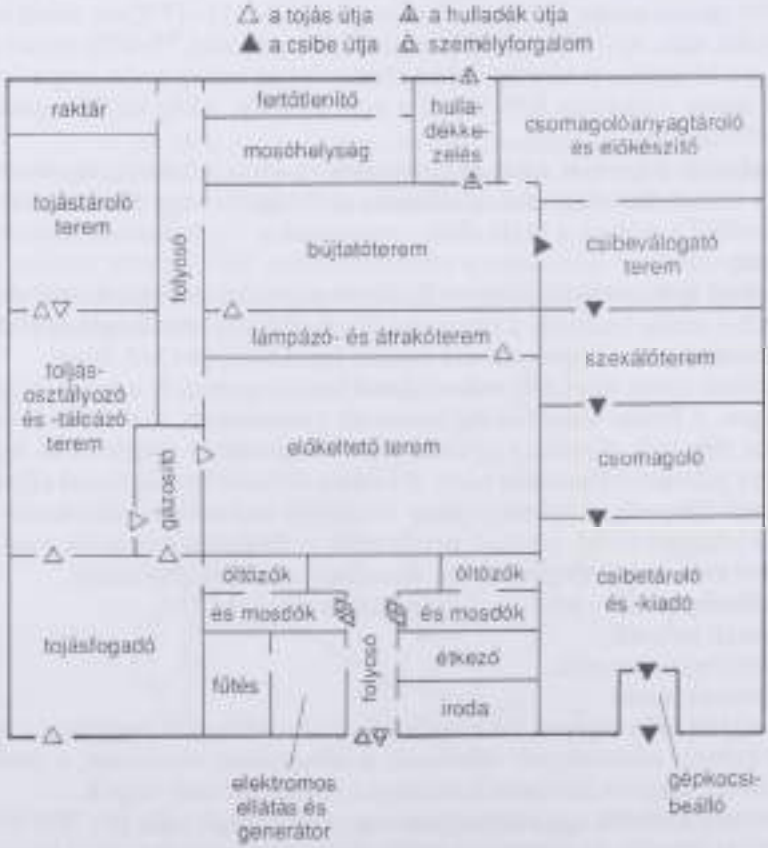
A **keltetőgépeket** a következő csoportokba soroljuk:
- asztali keltetők,
- szekrényes keltetők,
- termes keltetők.

Az **asztali keltetőgépek** kis kapacitásúak (30–900 tojás), nagyrészt a természetes keltetés körülményeit utánozzák, a hőmérséklet eloszlásuk, a párásítás, szellőztetés, forgatás feladatait kezdetleges módon (kézzel) végzik.

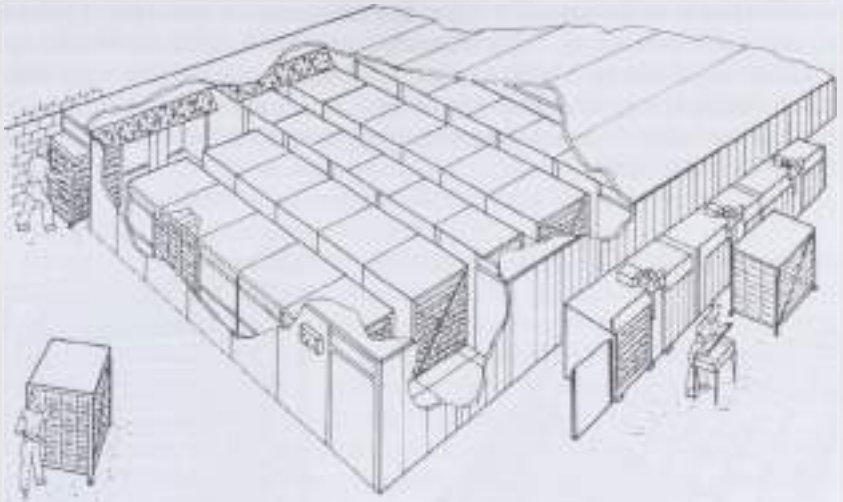
A **termes keltetők** egy helyiségben nagy mennyiségű tojás (kb. 300 000 db) keltetését célozzák. Az egyenletes hőmérséklet, páratartalom és friss levegő optimálisan, minden tojás számára nehezen biztosítható *(243. ábra)* [68].

13. táblázat. Keltetőgépek technológiai előírásai légkeveréses keltetőgépekre a bujtatásig

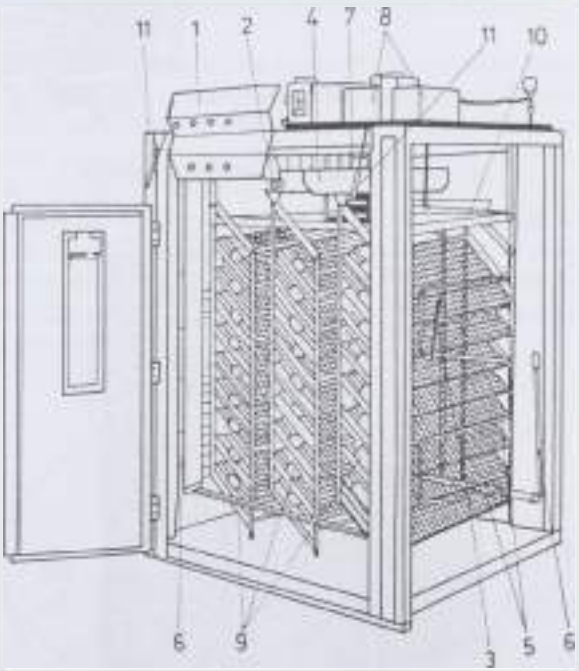
Megnevezés	Keltetési idő, (nap)	Hőmérséklet, °C	Páratartalom %	Hűtés			Permetezés 40 °C-os vízzel	Forgatás
				hányadik naptól	naponta hányszor	időtartama, min.		
Tyúk	21	37,8–36,9	75–60	7. 13.	12	10–15 15–20	–	2 óránként
Pulyka	28	37,8–37,2	75–60	9. 17.	12	10–15 15–20	minden hűtés után	2 óránként
Kacsa	28	37,8–37,4	70–55	4. 14.	12	3–7 10–25	minden hűtés után	2 óránként
Lúd	30	37,8–37,2	70–57	4. 11. 20.	122	2–3 10–20 20–30	minden hűtés után	2 óránként + kézi 180°-os



242. ábra. A keltető helyiségeinek elrendezési vázlata

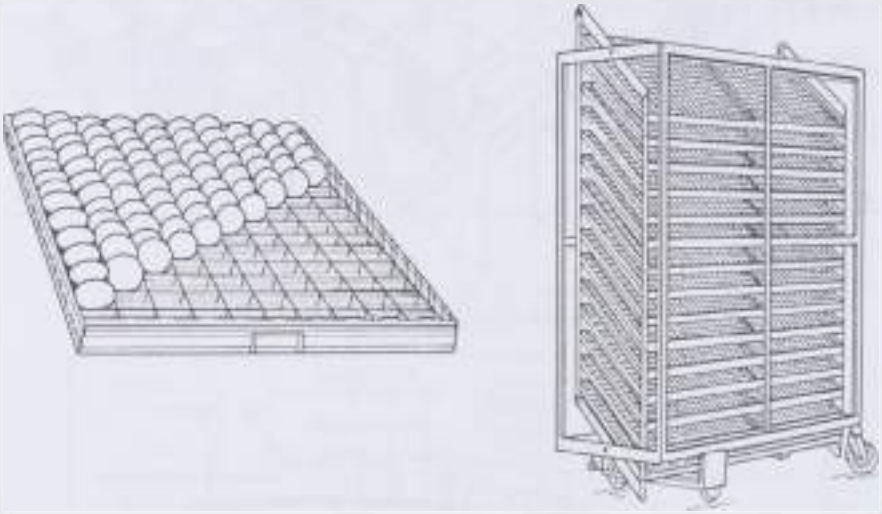


243. ábra. Termes keltető



244. ábra. Szekrényes keltetőgép
(*1* vezérlőtábla, *2* kontakt szárazhőmérők, *3* kontakt nedveshőmérő, *4* szellőztető légcsavar, *5* hűtő, *6* fűtésellenállások, *7* előfűtés-ellenállás, *8* nedvesítő, *9* tálcák, *10* automata fordító, *11* szellőzésszabályozó)

A **szekrényes keltetőgépek** a leginkább alkalmasak a keltetéshez szükséges körülményeket biztosítani. Tojásbefogadó kapacitásuk 1200-tól 80 000-ig terjed, általában 10 000 és 20 000 közötti. A tojásokat keltetőtálcán vagy bújtatótálcán helyezik el, egy tálcán kb. 150 db-ot. A tálcák egymás fölé kerülnek vagy a szekrénybe beépített tartószerkezetre, vagy a szekrénybe betolható kocsikra *(244., 245. és 246. ábra)*.



243. ábra. Tálcatartó és kocsi előkeltetéshez

246. ábra. Tálcakocsi bujtatáshoz

A szekrényes keltetőkben ventilátoros légkeverés valósul meg, mely biztosítja az egyenletes hőmérsékletet és a légcserét.

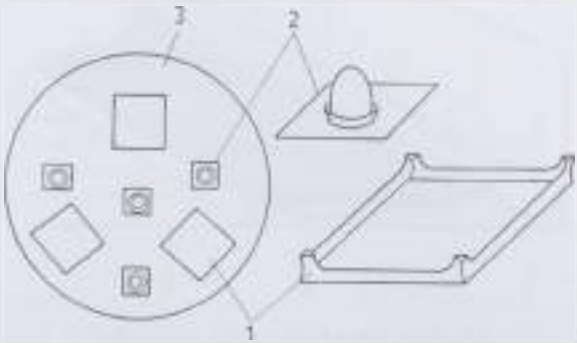
A **fűtés** a ventilátor fölött vagy mögött a hátsó falon van elhelyezve, történhet melegvizes radiátorral, vagy ami ma a leggyakoribb, feketén sugárzó elektromos fűtőelemmel. A fűtés szabályozása teljesen automatikus membrános vagy kontakthőmérős, ill. elektronikus vezérlésű, szűk határokon belül tartja a hőmérsékletet. A beszívott friss levegőt a ventilátor a fűtőtestekre irányítja, párával keveri, majd így kerül a tojások közé.

A **páratartalom** biztosításához párologtató tálca, csörgedeztető csészesor, fűtött gőzelőállító vagy forgó tárcsasor illetve **permetezés** jön számításba. A páratartalom száraz-nedves hőmérő összevetése elvén, illetve elektronikus úton érzékelve szabályozható. A hűtéshez hidegvíz-cirkuláltató csőrendszert használnak, vagy egyszerűen a terem levegőjének beszívásával oldható meg a feladat. Az egyes gépekben CO_2 érzékelő is található [33].

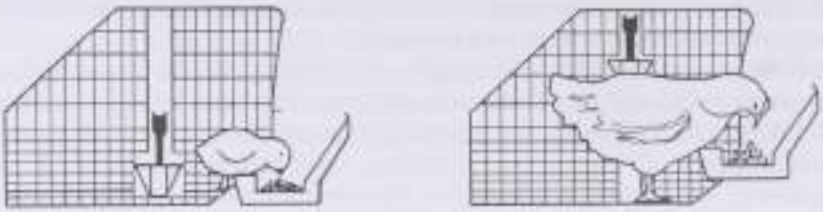
A tojástálcákat a vízszintestől ±45°-os szögben 1–3 óránként programozottan forgatja a gép (bujtatás alatt nincs forgatás). A keltetőgépek teljes automatizálása beépített mikroszámítógépekkel történik.

Egyéb eszközök a baromfitartásban

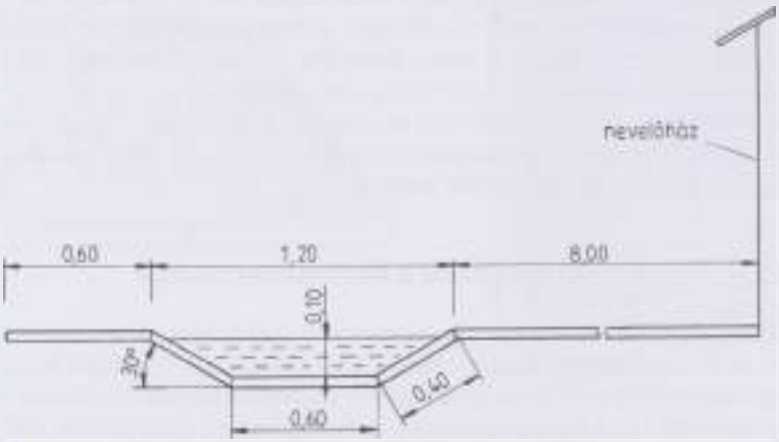
A baromfitartásban használnak olyan egyszerű eszközöket, berendezéseket is, melyek az állatok korai életszakaszában szükségesek, vagy bizonyos baromfifaj (pl. vízi szárnyasok) tartásához kötődnek. A **naposbaromfiak** tartásához **mélyalmos** rendszerben az alom minőségére, tisztaságára kell nagy gondot fordítani, melyet a csibék betelepítése előtt felfűtenek. A csibéket hullámpapírból vagy műanyagból készült ún. csibegyűrűvel (60 cm magas) fogják körbe, melynek átmérője 2,5–3 m. Ez a terület kezdetben 250–300 db csibe befogadására alkalmas, a csibék növekedésével a gyűrű tágítható. A csibegyűrűn belül 2–3 vákuumos itatót és etetőként 3 db szállító kartondobozt helyeznek el, melynek oldalfalát 3 cm magasra csökkentik *(247. ábra)*.



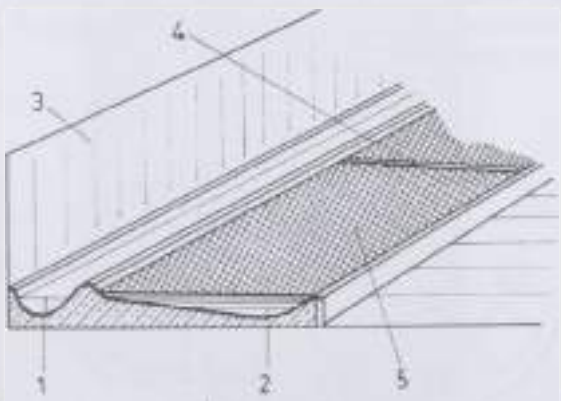
247. ábra. Naposcsibék etető- és itató-berendezésének elhelyezése
(*1* kivágott kartonetető, *2* naposcsibe-itató alátéttel, *3* hullámpapír keritő)



248. ábra. Ketreces csibetartás



249. ábra. Fürösztőcsatorna kacsák előneveléséhez (méretek m-ben)



250. ábra. Beton itatócsatorna vízgyűjtővel
(*1* itatócsatorna, *2* vízgyűjtő csatorna, *3* betonsimítás 30 cm magasan, *4* merevítő vaspálca, *5* drótszövet)

Az infralámpák biztosítják a kb. 32 °C-os hőmérsékletet. A hőmérsékletigény állatfajonként és életkoronként változó. Az infralámpák felemelésével a hőmérséklet csökkenthető.

Ketreces nevelésnél a csibe növekedésével változó hőmérséklet és helyigény biztosítása mellett meg kell oldani az itató és etető-berendezések megfelelő magasságú, elérhető elhelyezését *(248. ábra)*. A naposbaromfi csak akkor találja meg a vizet és a takarmányt, ha hozzá közel van elhelyezve. A napospulykák számára gyakori az etetőszerkezet fénycsalogatóval való kiegészítése is [33].

A **víziszárnyasok** részére a 11. naptól kezdődően **fürösztőcsatornát** is biztosítanak, mely a kifutóhoz csatlakozik, elhelyezését, méretét a *249. ábra* tartalmazza.

A kacsák itatásához túlfolyós beton itatócsatorna felel meg, mely mellé mélyalmos tartásban drótszövettel fedett vízgyűjtő csatornát építenek (az alom elnedvesedésének csökkentése céljából *(250. ábra)*.

251. ábra. Beton úsztatócsatorna pecsenyekacsák számára (mérték m-ben)

A kacsák a 19. naptól utónevelőbe kerülnek, ahol természetes vagy mesterséges vízfelület szolgál az úsztatáshoz. A mesterséges csatornában *(251. ábra)* a vizet naponta cserélni kell. Az **úsztatócsatorna** felületeinek tervezésekor 20–25 kacsa/m² értékkel számolunk.

A legeltetés gépi berendezései

A legelők használata

A tavaszi legeltetés kezdete az egységnyi területen termelt fű mennyiségétől, magasságától és a talaj szikkadtságától függ. Egy kifejlett szarvasmarha általában – ha csak legelőn él – naponta 50–60 kg füvet fogyaszt.

Az elfogyasztott fű mennyisége a következő tényezőktől függ:

- a legelő növényi összetételétől,
- a növények magasságától és fejlettségétől,
- a növényzet víz- és szárazanyagarányától,
- az időjárási viszonyoktól,
- az állatok fajától, korától és nemétől,
- a kiegészítő takarmány mennyiségétől és minőségétől,
- az itatóvíz mennyiségétől és hőmérsékletétől.

A gyepek gazdaságos hasznosításához meg kell teremteni a szükséges műszaki feltételeket, azaz:

- a megfelelő felhajtóútrendszert,
- a karámokat és pihenőhelyeket,
- a legeltetéshez kialakított fejőteret és fejési segédeszközöket,
- a jó minőségű ivóvizet, a legeltetés minden időszakában, lehetőleg önitatókból.

A legeltetés módjai

A legeltetési mód a megtermelt fű legeltetési technikáját jelenti.

Szabad legeltetés

Szakaszos (szakaszváltó) legeltetés

Lényege, hogy a legelőterületet mesterséges vagy természetes határokkal elválasztják. A szakaszos legeltetésnél azonban még mindig nagy a tiprási veszteség, a fű magasságától függően általában 20–50%. Szakaszos legeltetés mellett viszont már jól használható az elektromos kerítés. Szakszerű működtetésével jelentősen csökkenthető a tiprási veszteség.

Adagolt (porciós) legeltetés

Az adagolt legeltetési mód szakszerű alkalmazása jól kielégíti a követelményeket. Előnyei:

- az állatok naponta egyszer vagy többször friss gyepet legelhetnek,
- a tiprási veszteség nem éri el a 10%-ot,

– a legelő állatoknak nem áll módjukban a válogatás, így nem romlik le a legelő növényzete,
– a gyepek ápolása és kezelése gépekkel szakszerűen végezhető.

A szakaszok alakja és nagysága összefügg a legeltetési móddal, de függvénye az állatok számának vagy a tehenészeti telep tartási, technológiai rendszerének. Az adagolt legeltetés feltételezi az elektromos kerítés használatát.

A műveleti egységekre alapozott legelőváltó

A legelőt állandó kerítéssel veszik körül és e körülhatárolt területen elektromos kerítést (villanypásztort, villamos karámot) üzemeltetnek. A műveleti egységeken belül fél- vagy több napi adagolással sávosan is legeltethetnek.

A több szakaszból álló legelő adott egységet – a legelő jószág két-három órai vagy egynapi takarmányszükségletének megfelelően – kisebb területekre osztják. Az elektromos kerítés huzalát a szakaszok hosszanti oldalain rögzítik. Egy kifejlett szarvasmarha naponta átlagosan 60 kg zöld füvet igényel (a taprási veszteségeket beszámítva).

Sávosan adagolt legeltetés

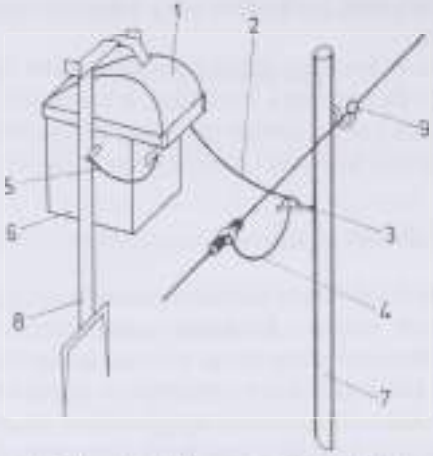
Az állatok 600–800 mm-es sávokban jutnak a fűhöz. A sávoknak olyan szélesnek kell lenniük, hogy a mozgatható karámhuzal mellett az egész súlya elférjen. Egy állatra 1,0–1,5 m-es sávszakasz jut. A sávos legeltetés jár a legkisebb taprási veszteséggel. Értéke általában 6–9%. A sávos legeltetés alapvető technológiai berendezése az elektromos kerítés.

Elektromos kerítés (villanypásztor)

A következő főbb részekből áll *(252. ábra)*:
– impulzusgerjesztő készülék (tápegység),
– áramforrás,
– földelés (földelővezeték),
– kerítéshuzal,
– szigetelők,
– kerítésoszlopok,
– egyéb tartozékok (villámhárító, gördülőkocsi stb.).

Impulzusgerjesztő készülék

Az impulzusgerjesztő készülék a villamos hálózat váltakozó feszültségét vagy a különféle telepek egyenfeszültségét nagy feszültségimpulzusokká alakítja át. A készülék fémes kapcsolatban áll a kerítés jó vezetőképességű fémhuzalával,



252. ábra. Az elektromos kerítés felépítése
(*1* impulzusgerjesztő, *2* összekötő vezeték, *3* villámhárító, *4* összekötő vezeték, *5* földelővezeték, *6* áramforrás, *7* kerítésoszlop, *8* készülektartó oszlop (egyben földelés), *9* szigetelőcsigák)

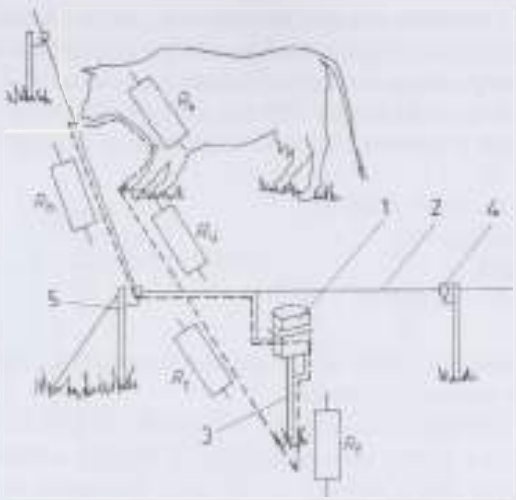
amelyet a földtől, illetve a kerítésoszlopoktól gondosan elszigeteltek. Az általa kibocsátott feszültségimpulzusok az egész kerítéshosszon jelentkeznek a huzal és a föld között. A földpotenciálon, azaz a talajon álló állat a kerítést érintve, a feszültségimpulzusok miatt áramütést kap, ugyanis az élő szervezet az impulzusgerjesztővel, a kerítéshuzallal és a földdel zárt villamos kört alkot *(253. ábra)*. Az impulzusgerjesztő készülékek a tápláló áramforrás szerint a következők lehetnek:

- telepes készülékek,
- hálózati készülékek,
- hálózati telepes készülékek,
- napelemes, telepes készülékek.

Az árammegszakítás szempontjából mechanikus és elektromos megszakítású készülékek ismeretesek. Működési elvük szerint váltakozó áramú, induktív, kondenzátoros, érintésre működő és több kerítést vezérlő készülékek terjedtek el. Az utóbbi helyett újabban nagy teljesítményű hálózati készülékeket alkalmaznak, amelyek vezérlőegység nélkül akár 10 kerítésrendszert is üzemben tartanak.

Tekintet nélkül az áramforrásra és az impulzusgerjesztő készülékek működési elvére, valamennyi megoldástól megkívánjuk, hogy

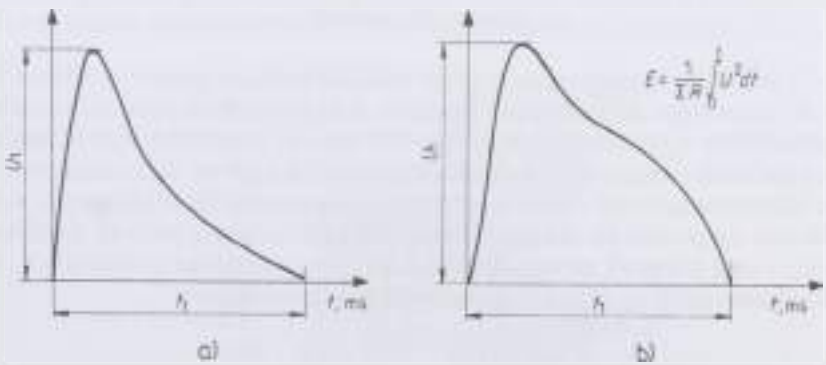
- a készülék üresjárási impulzus-csúcsfeszültsége, a legeltetni kívánt állatoktól függően, a kerítésen 2000–10 000 V legyen,
- a készülék – a legeltetni kívánt állatoktól függően – 0,75–1,25 másodpercenként adjon egy 0,001–0,1 s hosszúságú feszültségimpulzust,
- 500 Ω ellenálláson keresztül a kerítés legtávolabbi pontján se csökkenjen az áramimpulzus csúcsértéke 100 mA alá (300 mA a megengedett legnagyobb érték),



253. ábra. A feszültségimpulzusok hatására létrejövő zárt villamos áramkör (R_e húzal, R_t állat, R_c átmeneti ellenállás, R talaj, R_f földelés), (*1* impulzusgerjesztő, *2* kerítéshuzal, *3* földelés, *4* szigetelő, *5* kerítésoszlop)

– az egy impulzus alatt leadható töltésmennyiség legnagyobb értéke: 2,5 mAs legyen. Jóval kisebb nem lehet, mert jelentősen csökken az áramütésből származó riasztó hatás.

A feszültségimpulzus alakja fiziológiai okokból lényeges. Más élettani hatásokat vált ki ugyanis egy hosszabb ideig tartó, de kisebb maximális csúcsértékű, mint egy rövid, de nagy csúcsértékű áramimpulzus *(254. ábra)*.



254. ábra. Feszültségimpulzus
a) kisebb, *b)* nagyobb energiatartalommal

Az elektromos kerítésekre vonatkozó szabványok előírják a legfontosabb műszaki követelményeket. Az értékek megadásakor nem térnek ki az egyes állatfajokra, viszont az átfolyó áram az érzendő állatokra különbözőképpen hat. A kor-

szerű készülékekkel szemben ma már követelmény, hogy a kerítésre kimenő feszültség értéke változtatható legyen. Nedves időben az állatok nedves testfelületének jobb a vezetőképessége, érzékenyebbek az áramütésekre. Ilyenkor a kimenőfeszültséget célszerű csökkenteni. 300 mA csúcsáramerősség és 2,5 mAs töltésmennyiség mellett a kerítésre kimenő feszültség az őrzendő állatok szerint:

- ló 2000–3000 V,
- növendék marha 4000–5000 V,
- fejőstehén 5000 V,
- sertés 5000–6000 V,
- juh, kecske 8000–10 000 V.

Az előírt és kívánatos értékek az elektromos kerítések üzembiztos működésének legfontosabb műszaki jellemzői.

A berendezés feszültségimpulzusainak lefolyását, alakját és csúcsértékét jelentősen befolyásolja a kerítés hossza, huzalának anyaga, a huzalok összeerősítése, a szigetelőcsigák alakja, anyaga, az időjárási viszonyok és a huzal föld feletti magassága stb.

Az impulzusgerjesztő készülékek egy impulzusa által leadott árammennyiség (töltésmennyiség) a legjellemzőbb élettani adat. Ez határozza meg az élő szervezetre gyakorolt veszélyességet, de egyben a riasztás mértékét is. A szabványokban meghatározott 2,5 mAs érték nagy őrzési biztonságot nyújt. Túllépése – egyéb tényezőkkel párosulva – az állatok időleges görcsös bénulását okozhatja. Tapasztalatok szerint ez leggyakrabban akkor fordulhat elő, ha az impulzusgerjesztő földelése jó, a szigetelők hibátlanok, a legelőterület talaja és főként az állatok teste a kimerültség vagy csapadék miatt nedves.

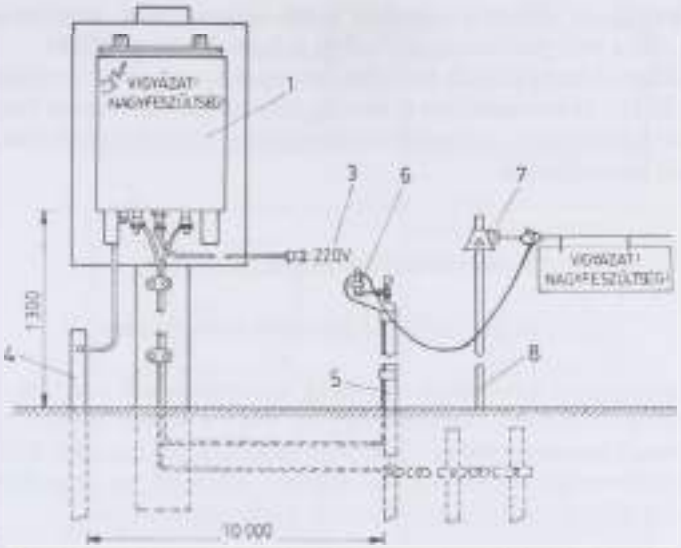
Telepes készülékek

A 8–12 cellás légdepolarizációs teleppel működő impulzusgerjesztő 1000–1500 órán át biztonságos őrzést tesznek lehetővé. A hagyományos ólom akkumulátoros készülékek egyszeri töltésével 300–400 órán át üzemelnek megbízhatóan.

A kombinált energia ellátású impulzusgerjesztők 12 V-os akkumulátorról, illetve hálózati adapterrel 220 V-os hálózatról üzemeltethetők. A hálózatról automatikusan megoldott az akkumulátorok feltöltése is. Ha a hálózati feszültség bármily okból kimarad, az impulzusgerjesztő nem szünteti be a működését, mivel az akkumulátor továbbra is szolgáltatja a tápfeszültséget.

Hálózati készülékek

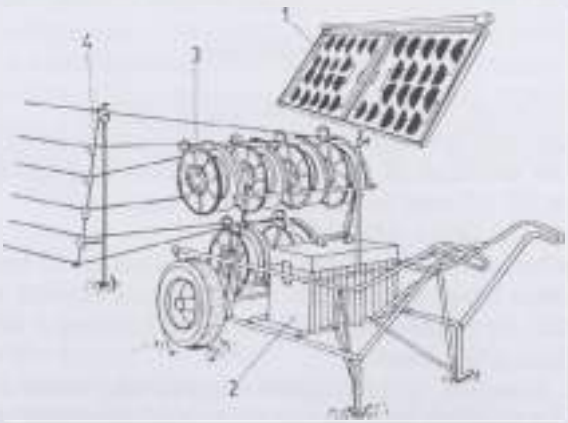
220 ± 20 V-os, 50 Hz-es hálózati feszültségre kapcsolhatók. Nagy kiterjedésű legelőkön, szántók és erdők határain használhatók a leggazdaságosabban. A készüléknek több nagyfeszültségű kivezetése is van, amelyekre 10–15 km hosszú huzal hálózat kapcsolható *(255. ábra)*.



255. ábra. Nagy teljesítményű hálózati impulzusgerjesztő készülék és telepítése [52]
(*1* impulzusgerjesztő, *2* tartóoszlop, *3* hálózati csatlakozó, *4* földelés, *5* a villámhárító földelése, *6* szigetelő, *7* villámhárító-szikraköz, *8* kerítésoszlop)

Napelemes impulzusgerjesztők

Felépítésük alapjában hasonlít a hálózati és a telepes készülékekéhez. A 0,15–0,4 m² felületű napelemük az impulzusgerjesztő készülék felett helyezkedik el. Aktív felületét délkeleti irányba célszerű állítani. A napfény hatására a napelemben keletkező áram a készülékben elhelyezett feszültségelosztóhoz folyik *(256. ábra)*.



256. ábra. Nagy teljesítményű napelemes – telepes impulzusgerjesztő
(*1* napelem, *2* telep és impulzusgerjesztő, *3* csévetestek, *4* kerítésoszlop és huzalok)

Tiszta, napfényes időben a napelem árama elégséges az impulzusgerjesztő táplálására, sőt a vele párhuzamosan kötött akkumulátort is feltölti.

Borult időben a szolgáltatott áram kisebb, mint amennyi az üzemeltetéséhez szükséges. Ekkor az akkumulátor árama segíti a hatásos üzemmód fenntartását. A napelemes készülékek – a legeltetés időszakában – külső áramforrás igénybevétele nélkül használhatók.

Az elektromos kerítések telepítése

Az impulzusgerjesztő készülékek elhelyezése

Az impulzusgerjesztő készülékeket mindig oszlopokra kell szerelni. Így elkerülhető, hogy a földpotenciálon levő tárgyak vagy a fű kapcsolatba kerüljön a nagyfeszültségű kivezetésekkel. A készülék tartóoszlopát legalább 500 mm-re a földbe kell süllyeszteni – egyrészt a jó rögzítés, másrészt, ha az oszlop a földelés szerepét is ellátja – a földelési ellenállás csökkentése végett.

A földelés

A nagy földelési ellenállás hatására a feszültség csúcsok kisebbek. A legtöbb telepes készülék tartóoszlopa egyben földelővezeték is. Ha a tartóoszlop erre nem alkalmas, külön földelőt kell telepíteni. Ez lehet egy 20–30 mm átmérőjű, hegyes végű acélcső, 500–700 mm mélyen a földbe szúrva (ekkor 140–160 Ω átmeneti ellenállással lehet számolni. Földelésre nedves, agyagos talajokon igen jó, viszont száraz homokban és a kavicsos talajokon 5–10-szer nagyobb lehet az ellenállás, amely a talaj beöntözésével csökkenthető.

A kerítéshuzal

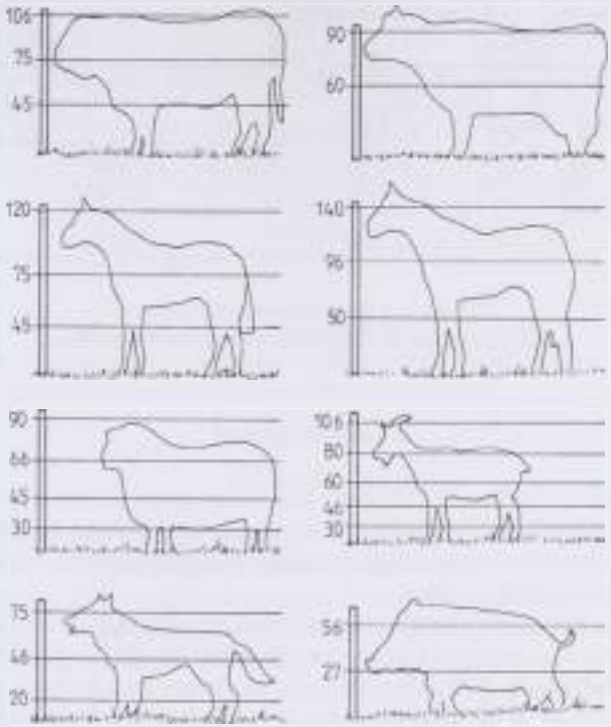
Alapvető követelmény, hogy vezetőképessége jó legyen.

Néhány használatos huzalfajta ellenállása és kilométertömege a következő:

- horganyzott acélhuzal (∅ 2,5 mm) 22–24 Ω/km 37,5 kg/km,
- alumínium (∅ 2,5 mm) 6–8 Ω/km 10,4 kg/km,
- szögesdrót 22,0 Ω/km 100–130 kg/km,
- fémszálbefonású műanyag-huzalok 12–24 Ω/km 11–13 kg/km.

A bonyolultnak látszó kerítésrendszerben fontos a huzalok helyzetének helyes kiválasztása. Az állandó és a területet övező kerítéseket célszerű legalább két huzallal ellátni *(257. ábra)*.

A kiszáradt, homokos, szikes legelőn a száraz talaj rossz vezetőképessége miatt csökken az áramütés mértéke és egyben a riasztóképesség. Ezért az ilyen területek kerítéseit két vagy több huzallal célszerű telepíteni. E villanypásztor jellegzetessége, hogy a huzalok közül az egyiket az impulzusgerjesztő földpo-



257. ábra. Különféle állatoknál a huzalok ajánlott elhelyezése (a méretek cm-ben)

tenciál kivezetésére kötik. A két huzal közötti áramütés – a jó vezetőképesség miatt – igen hatásos, és minden időszakban állandó. Ezért hasonló megoldásokat alkalmaznak a juhok és sertések legeltetésekor is. Az állandó kerítések ilyen jellegű kialakítása növeli a berendezés üzembiztosságát, és a földelés hatásossága kevésbé befolyásolja a működést. A magas füszálak is csak rövid időre tudják földelni a vezetékszakaszokat. Ha a vezetékhez egyszerre ér két füszál, az érintkezési pontokon kiszáradnak és vezetőképességük ezzel megszűnik.

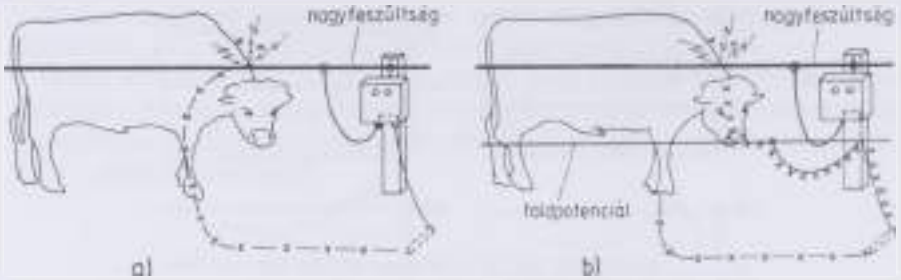
A földpotenciálon levő huzalokat is célszerű szigetelőcsigákon elhelyezni. Így ugyanis egyszerű átkötéssel – szükség szerint – nagyfeszültség alá is helyezhetők *(258. ábra)*.

A szigetelők

Feladatuk kettős:

- a huzal tartása és
- a huzal földtől való gondos elszigetelése.

Általában keramikus anyagból vagy műanyagból készülnek. Felületi ellenállásuk nedves állapotban sem lehet kisebb 1500 Ω-nál. A kialakításuk aszerint változik, hogy milyen oszlopra szerelik.

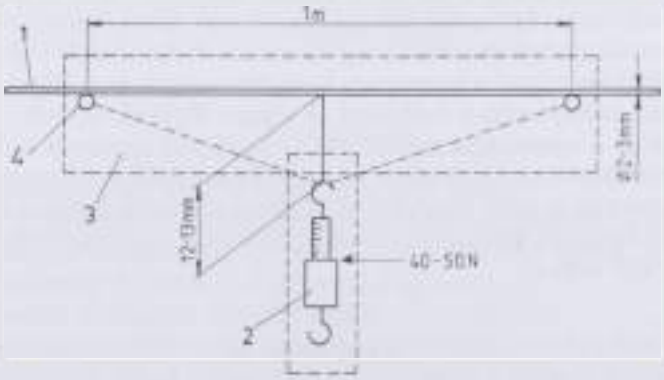


258. ábra. A kerítéshuzalok elhelyezése
a) hagyományos, *b)* földpotenciálú huzallal kiegészítve

A kerítésoszlopok

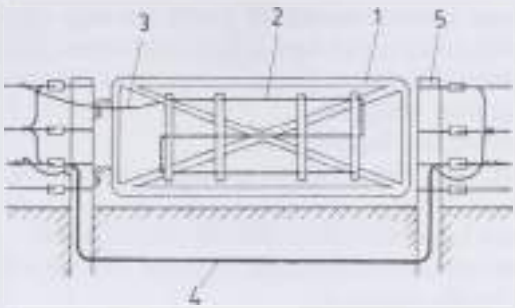
Igen előnyösek a rugalmas és időjárás álló üvegszállal erősített műanyag kerítésoszlopok. A gyakran áttelepítendő kerítések oszlopaival szemben követelmény, hogy súlyuk ne legyen nagy, de mégis nagy mechanikai szilárdsággal és rugalmassággal rendelkezzenek.

Igen fontos körülmény az állandó kerítéseken elhelyezett huzalok kifeszítésének erőssége. A szabadban húzódó vezetékeken 60–80 °C-os hőfokkülönbségek is előfordulhatnak. 500 m hosszú acél- vagy rézvezeték tágulása, illetve rövidülése 0,4–0,6 m. A túl szorosra kifeszített vezetékek a nagy hidegben elpattanhatnak. A laza vezetékek a nyári melegben megnyúlva egymáshoz érhetnek, esetleg kiakadnak a szigetelőcsigákból *(259. ábra)*.



259. ábra. A huzalfeszesség mérése
(1 huzal, *2* rugós mérleg, *3* deszka alaplap, *4* szeg)

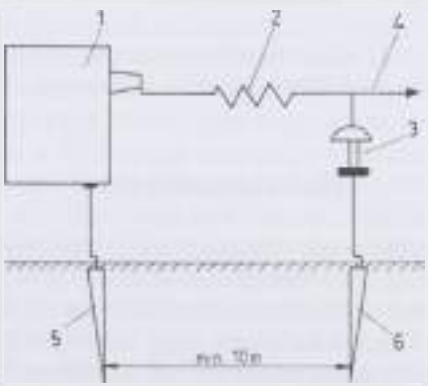
Gyakorlati tapasztalatok alapján ajánlható, hogy pl. 2–3 mm átmérőjű, horganyzott acélhuzal középső belógása egy méteres távolságban alátámasztva 40–50 N erő hatására 10–15 mm legyen *(260. ábra)*.



260. ábra. Acélvázas kapu feszültség alá helyezése
(*1* kapu, *2* kerítéshuzal, *3* nagyfeszültségű csatlakozóvezeték, *4* földbe fektetett nagyfeszültségű kábel, *5* kerítésoszlop)

Villámvédelem

Az elektromos kerítés környezetében levő élőlények életének biztonsága érdekében a kerítés villámvédelméről is gondoskodni kell. A legjobb megoldást a fojtótekercsel ellátott szikraköz nyújtja. A szikraközt a készülékkel párhuzamosan, a huzal és a készülékföldelés között helyezik el. A szikraköz „átütésekor" a fojtott áram azonnal a föld felé távozik *(261. ábra)*.



261. ábra. A villámhárító elvi felépítése
(*1* impulzusgerjesztő, *2* fojtótekercs, *3* szikraköz, *4* kerítés huzal, *5* készülékföldelés, *6* villámhárító földelés)

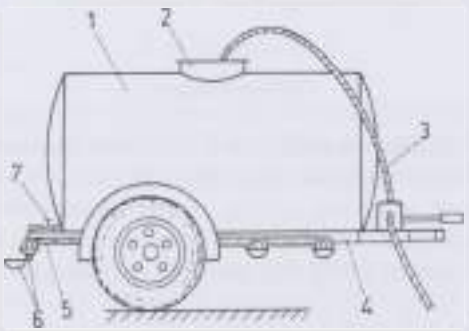
Legelőkön használatos itatóberendezések

A legelő állatok bőséges és folyamatos ivóvízellátása elsőrendű termelési követelmény. Fontos, hogy az ivóvíz fertőzésmentes és lehetőleg 14–16 °C hőmérsékletű legyen. A naponta kijáró állatoknál számosállatonként átlagosan 45 li-

ter/nap, az állandóan kinttartózkodóknál 60–70 liter/nap vízzel kell számolni. Ezektől az értékektől jelentős eltérések is mutatkozhatnak, mivel az állatok vízfogyasztását sok tényező befolyásolja, pl. a napi itatások száma, a fű vegetációs vize, az időjárás, az állat fajtája stb.

Víznyerési lehetőségek a legelőn [52]:

- a sekély ásott, vagy fúrt kutakból robbanómotoros, vagy villanymotoros szivattyúkkal,
- mélyebb fúrású kutakból villanymotoros szivattyúkkal,
- legelőterületet behálózó csővezeték (a major fúrt kútjától földbe fektetett acél vagy polietilén csövön át),
- vízszállító és -itató tartálykocsikból *(262. ábra)*.



262. ábra. Vízszállító és itató tankkocsi
(*1* tartály, *2* bővónyílás, *3* feltöltőtömlő, *4* alváz, *5* csővezeték, *6* itatók, *7* elzárócsap)

Vízhúzó szélmotor

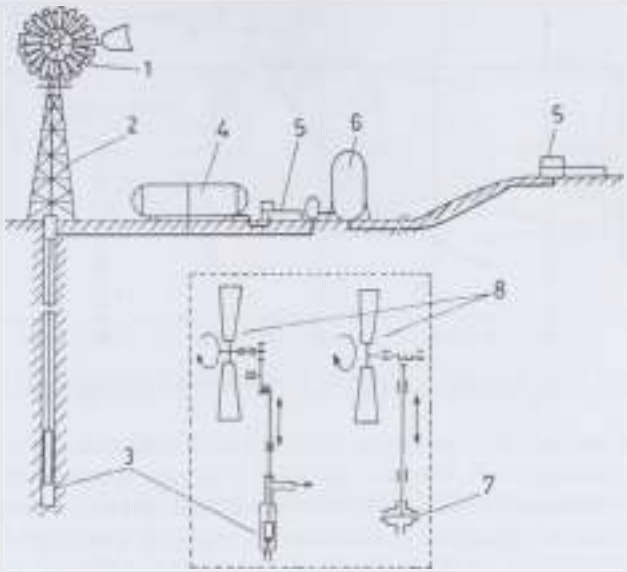
A föld számos országában a településektől távoli legelőterületeken ma is alkalmazzák a különféle vízhúzó szélmotorokat. Általában 2–4 m átmérőjű szélkerék a 10–14 m magas, háromlábú rácsszerkezetű állványon függőleges síkban helyezkedik el. A kerék forgását kulisszás, vagy forgattyús hajtómű alakítja át alternáló mozgássá. A függőleges síkban mozgó dugattyúrúd lökete 100–300 mm. A csőkútba helyezett 60–120 mm belső átmérőjű dugattyús szivattyú vízemelő magassága 10–40 m *(263. ábra)*.

A dugattyú telepítési mélysége függ:

- a kút vízhozamától és
- a víz nívó talajszinttől mért mélységétől.

A 40–60 liter/min vízhozamú kutakban elégséges, ha a dugattyú 2–3 m-rel van a vízszint alatt.

Kisebb vízhozam esetén a dugattyút célszerű 5–10 m-rel kell a víztükör alá telepíteni, hogy a gyorsabb forgásnál jelentkező nagyobb mennyiségű víz kiemelésekor sem tudjon a szívóoldali rendszer „belevegősödni".



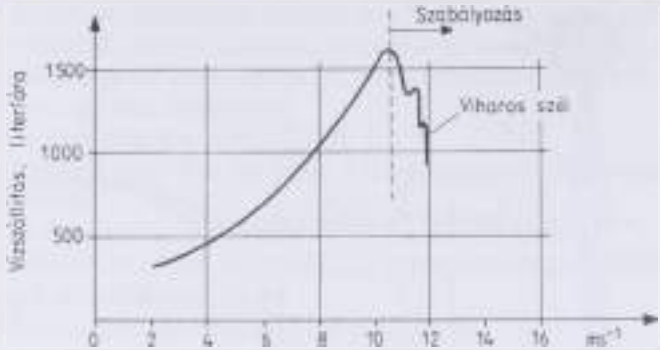
263. ábra. Legelőterületen felépíthető vízházó szélmotor és tartozékai (*1* lapátkerék, *2* állványzat, *3* dugattyús szivattyú, *4* nyitott tároló tartály, *5* úszószelepes vályús itatók, *6* hidrofor tartály, *7* membrán szivattyú, *8* forgattyús hajtóművek)

A sűrű, ún. amerikai lapátozású szélmotorok már igen enyhe szélben (2,2 m/s) is elindulnak. Ha a légmozgás sebessége eléri a 10–11 m/s-ot, önmagukat „leszabályozzák", szélirányba fordulnak a lapátkerék forgási síkjával, és megvédik a szerkezetet a túlpörgés nagy centrifugális ereje okozta mechanikus deformációktól. Gyenge szélben a szélenergia maximális kihasználása céljából a kerék teljes átmérőjével automatikusan az uralkodó szél irányába fordul. A lapátkeréken létrejövő szélerő támadási pontja és a hajtómű függőleges forgás pontjának távolsága által meghatározott erőkarral képzett nyomaték ereje ugyanis olyképpen helyezkedik hat, hogy az említett nagyobb szélsebességnél a kereket, az iránytartó farok (sárkány) stabilizáló erejével ütközve fokozatosan a szélirányba állítja a kerék forgási síkját. Ezzel a szélkerékre ható ereje a minimumra csökken. Viharos szélben tehát a szélkerék nem működik teljes kapacitással. A viharos széllökések szüneteiben viszont folytatja működését, mivel a 10 m/s-nál kisebb szélben ismét – automatikusan – a szélirányba áll [138].

A szélmotorok működése felügyeletet nem igényel. Karbantartásuk – évente egy-két alkalommal – a csúszófelületek olajozásából, ill. zsírozásából áll.

A szélgép légsebesség függvényében mérhető vízházó teljesítőképességet a *264. ábra* jelleggörbéje szemlélteti. Az ábráról leolvasható a „leszabályozási" szakaszban mért vízházási teljesítőképesség csökkenése is.

A legelőterületekre telepített szélmotorok mellé 10–20 m^3-es tárolótartályokat is felépítenek azzal a céllal, hogy szélcsendes napokon is vízhez jusson a gép közelében legelő állatcsoport.



264. ábra. A vízhúzó teljesítmény a szélsebesség függvényében [138]

A vízhúzó szélmotor üzemeltetése a tartálykocsis szállításhoz viszonyítva egyértelműen gazdaságos. A benzin-, illetve a villamos motoros megoldásokkal szemben már vitatható. A villamos szivattyúkkal szemben csak akkor, ha a legelőterületre a villamos hálózatot két kilométernél nagyobb távolságra kell kiépíteni.

A tehenek gépi fejése a legelőn

A tehénállomány legelőn való gépi fejésének az észak-európai országokban hagyományai vannak. A berendezések vontatható és helyhez kötött kivitelben is készülnek.

A vontatható fejőberendezés követi az állatok legeltetési helyeit, néhány naponként telepítik új helyre. Sajtáros és tejvezetékes legelői fejőberendezések ismeretesek.

A berendezések a következő főbb egységekből állnak:

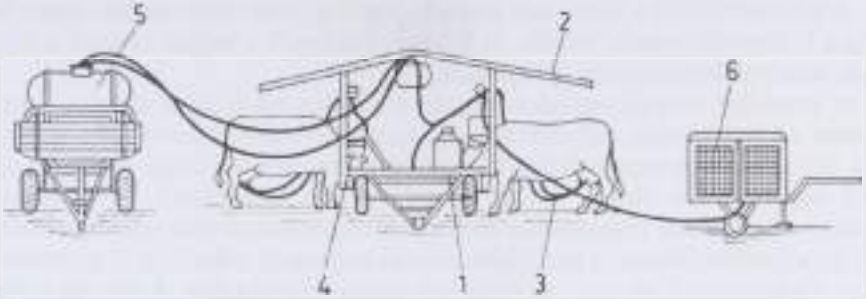
- alváz,
- vákuumszivattyú és vákuumhálózat,
- fejőkészülékek (sajtárok),
- abraktároló szekrény,
- abrakoscsészék (önitatók).

A fejőberendezés működési rendszerét tekintve teljesen megegyezik az istálló-tejvezetékes megoldással.

A párhuzamos rendszerű fejőállásokban a tehenek a fűvön állnak, ezért célszerű gyakoribb áttelepítésük. A platós fejőkocsikat a taposási károk megszüntetése érdekében fejlesztették ki. Fejés közben a tehenek a platón állnak, amelyre a rézsűs felhajtón (vagy lépcsőn) jutnak fel *(265. ábra)*.

A legelőn végrehajtott fejés vízszükséglete 20–30 liter/tehén (a fejőberendezés mosása, tőgymosás és a tejszállító tank tisztítása). A nagy hatású tisztítószerekkel a mosás meleg víz nélkül is elvégezhető.

A legelői fejéshez legalkalmasabb a dízelmotoros vákuumszivattyú. A motor, világítási célokra 150–200 W teljesítményű (12 V-os) áramfejlesztőt is meghajt.

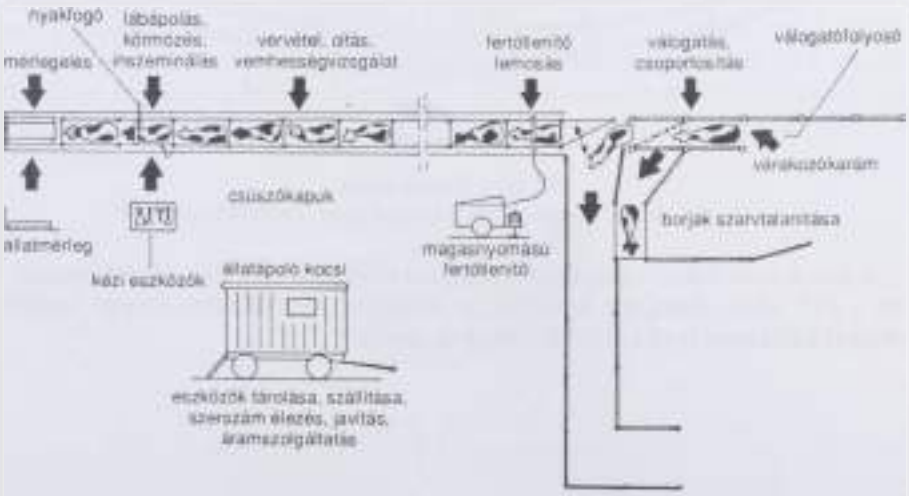


265. ábra. Párhuzamos (paralel) legelői fejőberendezés
(*1* alváz, *2* tető, *3* fejőkészülék,
4 abrakos csésze, *5* tejgyűjtő tartály, *6* vákuumszolgáltató gépcsoport)

Az állatok kezelése a legelőn

A kötetlen és a legeltetéses tartás nagy tervszerűséget és szervezettséget igényel a telepek üzemeltetőitől.

Tervszerűen ütemezve kell a kezeléseket elvégezni, mint pl. a védőoltásokat, a vérvételeket, a vemhességvizsgálatot, a külső és belső élősködők (paraziták) elleni védekezéseket, a lábvég és csülőkszaru ápolását. Hogy e feladatok megfelelő termelékenységgel, balesetveszély nélkül legyenek elvégezhetők, speciális kezelőegységek szükségesek, amelyeket a legelőközpontokba vagy a legelőterületek melletti majorokba telepítenek *(266. ábra).*



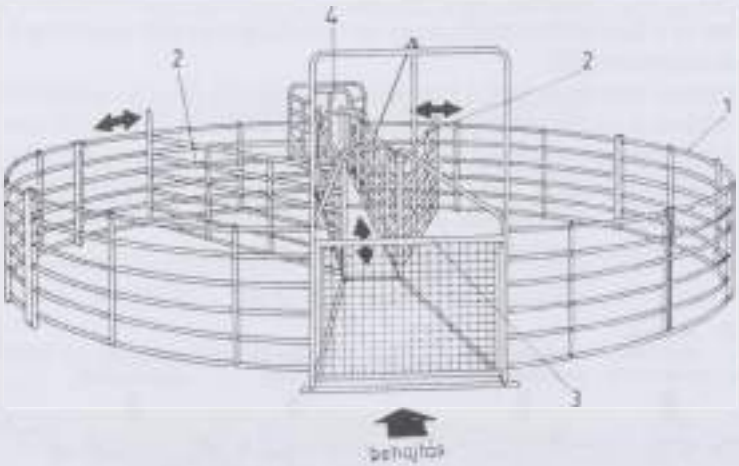
266. ábra. Komplex kezelőegység

A legelőterületről a kezelendő tehéncsoportot a várakozókarámba, onnan pedig a válogatófolyosóba terelik. Itt különválaszthatók a borjak és azok a tehenek, amelyek kezelést nem igényelnek.

A kezelésre szoruló egyedek először a fertőtlenítő–lemosó állásba jutnak. Ennek a teknő szerűen mélyített betonpadozatát fertőtlenítőszeres oldattal töltik fel. Az állást vegyszerszóró fúvókákkal felszerelt csőkeret veszi körül, amelyhez nagynyomású mosó-, illetve fertőtlenítőgép kapcsolódik. A csőkeretet néhány alkalommal végighúzzák az álláson, miközben az állat teljes testfelületét éri a fertőtlenítőszer. A kezelőállásokat csúszókapuk választják el egymástól, ahol elvégezhető a vérvétel, az oltás és a vemhességvizsgálat. A folyosó utolsó előtti állását nyakfogó kerettel szerelték fel a körmözés és az inszeminálás segítésére. Az itt lévő talpmérleggel az állatok testtömege gyorsan meghatározható [52].

A válogatófolyosó kijelölt szakaszában a borjak szarvtalanítása is megoldható.

A berendezésben 3–5 munkással naponta 100–200 tehén komplex kezelése végezhető el.



267. ábra. Szorító karám
(*1* karám oldal, *2* szorító rácsok, *3* bejárati kapu, *4* kezelő folyosó)

A juhok kezelésére, válogatására szolgáló kör alakú szorító karámot szemlélteti a *267. ábra.* Behajtást követően az állatokat a két oldalsó mozgó szorító rácsal a középen lévő kezelő folyosóhoz terelik.

Fejés

A gépi fejés élettani alapjai

Laktáció alatt az emlősállat mindazon életnevékenységét értjük, amelyek a szervezetben a tejtermelés megindulása és annak folyamatosságának biztosítása érdekében lejátszódnak.

A tejtermelés élettani alapismereteit más szakkönyv tartalmazza (l. Rudas P.: Állatorvosi élettan, 1994), amelyben a tejmirigy kialakulása (mammogenesis), a tejtermelés megindulása (lactogenesis), a tejszekréció fenntartása (galactopoesis), a tejbeáramlás (ejectio) élettani és főleg neurohormonális viszonyai részletesen le vannak írva. Jelen fejezetben az anyag megértéséhez szükséges mértékben kívánjuk az élettani alapokat ismertetni.

Tejképződés

A tej a tőgynegyedekben az epithel – ún. tejtermelő – mirigyhám sejtekben képződik. A tőgy állományának fő részét a mirigyállomány alkotja, amelynek szerkezete szőlőfürthöz hasonló. A mirigy végkamrákból (alveolusok) tejelvezető csatornák erednek, ezek később nagyobb átmérőjű tejutakba, majd a tejutak a tejmedencébe torkollnak. A tejmedence a bimbómedencében és a kisebb átmérőjű bimbócsatornában folytatódik. A bimbócsatorna alsó részén záróizom van, amely összehúzódásával a tej kifolyását megakadályozza *(268., 269. és 270. ábrák)*.

268. ábra. A tőgy és a tőgynegyedek
(*1* tőgynegyedek, *2* tőgybimbók)

269. ábra. A tőgynegyed felépítése
(*1* alveolus, *2* tejcsatornák, *3* tőgymedence, *4* bimbómedence, *5* bimbóalap (bázis), *6* bimbócsatorna)

270. ábra. Alveolusok

A tehén tőgyében 20–100 milliárd alveolus van. A tőgynek gazdag a vérellátása és bőséges a nyirokérhálózata.

A tőgyet sűrű hálózatban idegek szövik át, emiatt a tőgy igen érzékeny szerv. A tőgyet ért durva behatás és a tőgy sérülése miatt keletkezett fájdalom a tejtermelést gátolja.

A tejtermelő sejtekben képződik, és a végtömlőkben gyűlik össze a tej.

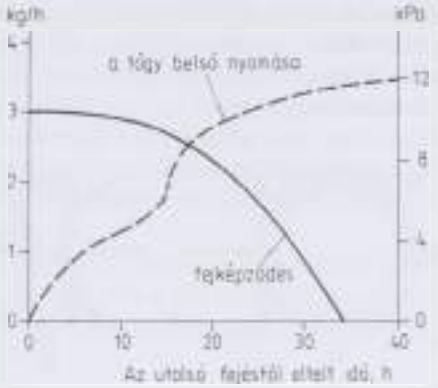
A tejtermelő sejtek hormon hatására a vérből átvett anyagokból állítják elő a tej sajátos alkotórészeit: a tejzsírt, a tejfehérjét, a tejcukrot. A vitaminokat, egyes fehérjéket, ásványi sókat, a tejtermelő sejtek szintén a vérből veszik át.

A termelt tej a végtömlőből kivezető járatokon át a kisebb, majd a nagyobb tejcsatornákba, és végül a tejmedencébe kerül. A tejutak, a tejmedencével együtt a tőgy tejtároló rendszerét alkotják. A két fejés közötti időben folyamatosan képződő tej először a végtömlőket tölti meg, majd egyre nagyobb hányada jut a tároló rendszerbe.

Nagy tejhozamú teheneknél a képződött tej 1/3–2/5-e található a tejmedencékben fejés előtt. A képződött tej a tőgy telítődésével egyre nagyobb nyomást gyakorol a tejtermelő sejtekre és a tejutak falában levő nyomásérzékelő idegvégződésekre. Így részben a tej keltette nyomás következtében, részben idegi és hormonális hatásra a tejelválasztás csökken, majd meg is szűnik; csak

akkor indulhat meg újra, ha a tej a tejutakból kiürül, a tejtermelő sejtekre ható nyomás megszűnik *(271. ábra)*.

A tej termelődése annál erőteljesebb, minél kisebb a nyomás a tőgyben. Fejés közben csökken, fejés után pedig megszűnik a tejnyomás.



271. ábra. A tejképződés és a tőgy belső nyomása a fejést követő időszakban (K. Rabold, 1974)

Tejleadás

A tejleadás szopásnál vagy fejésnél idegi és hormonális hatásra következik be, amelynek lényegében több szakasza különböztethető meg:

- A külső ingerek felvétele: tőgybimbókra ható mechanikus és hőbehatás, látásinger (pl. a fejő fehér köpenyének látása), szag, továbbá hanginger (pl. a fejőedények, a fejőgép zöreje) stb.
- Az ingerek idegpályán való bejutása a gerincvelőbe és az agyba. Az agyban (az agyfüggelékben) az ingerület kiváltja az oxitocin hormon beömlését a vérbe.
- A kialakuló reflex eredményeképpen a tejutak kitágulnak, a tej beömlik a tejmedencébe.
- Az oxitocin az inger keletkezésétől számított mintegy 40 másodperc alatt a véráram útján a tőgybe jut.
- Az oxitocin hatására az alveolusokat körülvevő myoepithel sejtek, ún. kosársejtek és a tőgyben levő simaizomelemek összehúzódásuk révén a tejet a tejmedencébe préselik, ahonnan az kifejhető *(272. ábra)*.

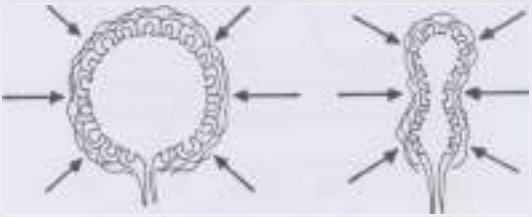
A tejleadási reflex veleszületett, az akarattól független, ún. feltétlen reflex. A képződött tej kifejéséhez a feltétlen tejleadási reflex hatása nélkülözhetetlen.

Az oxitocin a szervezetben mintegy 6–8 perc alatt elbomlik. A fejést úgy kell szervezni, megvalósítani, hogy az még az oxitocin elbomlása előtt befejeződjék. A tejleadást azonban nem minden pozitív inger váltja ki. Közülük azok eredményeznek tejleadást, amelyeket a fejés rendszeresen azonnal követ. Fon-

tos, hogy meghatározott sorrendben kövessék egymást. A tejleadás egyetlen észlelt jelenség, vagy több együttes inger hatására is bekövetkezhet.

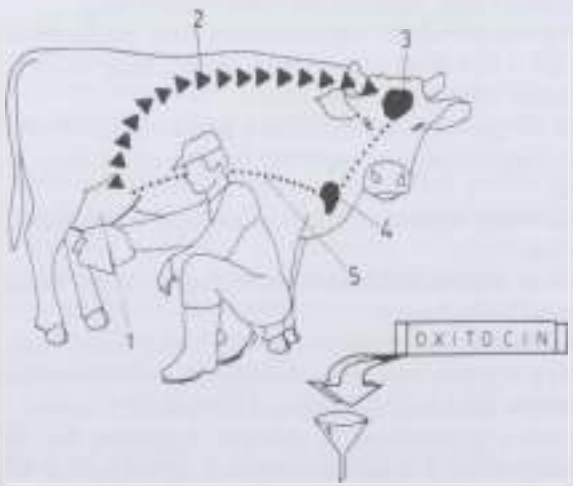
A tejleadást elősegítő főbb ingerek:

- a fejő megpillantása,
- a fejőgép és a vákuumszivattyú hangjai,
- a fejőgép megpillantása,
- a tőgymosás és masszázs,
- az első tejsugarak kifejése,
- a fejőkelyhek felhelyezése.



272. ábra. Az oxitocinhormon összehúzódásra kényszeríti az alveolus izomsejtjeit
a) tejjel telített alveolus, *b)* összehúzódott alveolus

Figyelni kell azonban arra, hogy ezek a hatások állandóan meghatározott sorrendben kövessék egymást *(273. ábra)*. A vérbe jutó oxitocin mennyiségét a fejés előtti szakszerű tőgyelőkészítés megnöveli.



273. ábra. Az oxitocinhormon kiváltásában legjelentősebb szerepe a kézzel végzett stimuláló hatásnak van, az inger az agyra hat és a hipofízis által termelt hormon a véráramba, az alveolusokhoz jut
(*1* tőgy, *2* idegrendszer, *3* agy és hipofízis, *4* szív, *5* véráram)

A tejáramlás sajátosságai

Az alveolusokban és kis tejcsatornákban lévő tej a kapilláris hatás következtében magától nem ürül ki. Ehhez szükséges az oxitocin kosársejtekre gyakorolt hatása.

Az oxitocin hatás kb. 6–8 perces időtartama alatt a tej nem egyenletesen nyerhető a tőgyből. A tej kiáramlásának mértéke (azaz a fejési sebesség) az első három percben lehet a legnagyobb, majd fokozatosan csökken. Ugyanis minél nagyobb a tőgyben lévő nyomás, annál nagyobb lehet a tej kiáramlásának sebessége.

A tőgy ürülésével a belső nyomás fokozatosan csökken. A tej kiáramlásának mértékét egy adott tehénnél befolyásolja tőgyének szerkezete is. Minél nagyobb a bimbócsatorna rugalmassága, tágulékonysága és a záróizom nyitási keresztmetszete, annál könnyebben és rövidebb idő alatt tud ugyanaz a tejmennyiség a tőgyből kifolyni.

Még a tökéletes kifejés után is marad tej a tőgyben, amely az egyszeri fejés alkalmával nyert tej mintegy 5%-a. Ez az állandóan (minden fejés után) visszamaradó tej – rezidual tej – csak különleges eljárással fejhető ki és nem befolyásolja a tejképződést [66].

A tej visszatartása

Már említettük, hogy az oxitocin a szervezetben 6–8 perc alatt elbomlik. A fejést ezért úgy kell végezni, hogy az még az oxitocin elbomlása előtt befejeződjék, mert a tehén a továbbiakban a tejet visszatartja.

Ellentétes inger hatására termelődött adrenalin közömbösíti az oxitocint (ilyen pl. az állat bántalmazása).

Megszűnik a tejleadás akkor is, ha a tehenet a fejés alatt szokatlan, zavaró (negatív) ingerek (ütés, rúgás, kiabálás, hideg víz stb.) érik. E negatív ingerek hatására egy másik hormon, az adrenalin kerül a vérbe, amely egyrészt érszűkítő hatású, másrészt az oxitocint elbontja, hatástalanítja.

Ha a tehenet a fejésre nem a megszokott helyes módon, nem a megszokott sorrendben vagy időben készítik elő, az oxitocin termelés meg sem indul, vagy nem teljes a hatása. Ilyenkor a tehén a tejet visszatartja, vagy a teljes tejmennyiség egy része nem fejhető ki. Ellentétes ingerek hatására termelődött adrenalin meggátolja, hogy a tej az alveolusokból és a tejjáratokból kiáramoljon (pl. különféle zajok).

Nem ritka eset, hogy a tehén nem adja le a tejet, ha ivarzik. Ilyenkor az állat nyugtalan, egyes ingerekre érzéketlen. A tejleadás a megfelelő ingerek hiányában elmarad, a tehén nem fejhető ki.

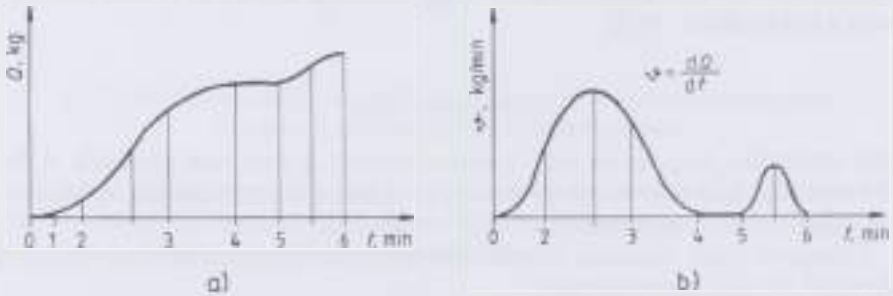
Fejési karakterisztika

A tejleadás fiziológiai tényezők által szabályozott folyamata, ill. időbeli változása jól követhető a fejési karakterisztika segítségével *(274. ábra)*. Regisztrálóműszerrel felvehető jelleggörbe, amely a kifejt tej tömegét az idő függvényében

mutatja. A karakterisztika alakja egyedenként eltérő, azonban minden esetben hasonló jelleget mutat. Főbb szakaszai:

- 0–1 a tejleadás kezdete,
- 1–2 növekvő tejleadás,
- 2–3 intenzív tejleadás,
- 3–4 csökkenő tejleadás,
- 4–5 üresfejés,
- 5–6 utófejés.

Jellemző lehet továbbá a fejési karakterisztika grafikus differenciálásával nyerhető görbe *(274. ábra)*, amely a tejleadási sebesség változását mutatja a fejési idő folyamán. A két görbe egybevetéséből kitűnik, hogy a tej túlnyomó részét viszonylag rövid idő alatt, az intenzív tejleadási szakaszban nyerjük, s a csúcsérték szabja meg a gép kívánt áteresztőképességét.



274. ábra. Fejési karakterisztika [125]
a) a regisztrálóműszerrel felvett, *b)* a grafikus differenciálással nyert görbe

A jelleggörbék elemzése nélkülözhetetlen a szelekciós munkában is, például a gépi fejésre alkalmas egyedek kiválasztásában.

A tőgy jellemzőinek meghatározásához tőgynegyedenként kell ismernünk a tejleadási jellemzőket. A gépi fejés fontos feltétele ugyanis az arányos tőgyfelépítés, vagyis ne legyen túlzottan nagy eltérés az első és a hátsó tőgyfelek között.

Tenyésztési célokból különböző tőgynegyedvizsgáló (tőgynegyedfejő) berendezéseket is kifejlesztettek.

A fejőberendezések felépítése

A fejőgép működési elve

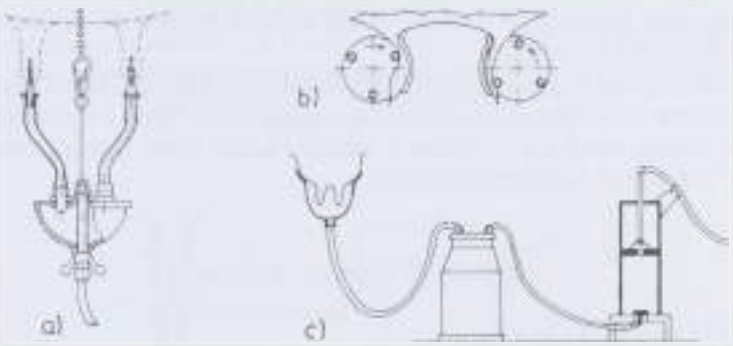
A fejőgépek megalkotásához az emberek azon felismerése vezetett, hogy technikai eszközökkel, megfelelő mechanizmusok felhasználásával a tőgy tejmedencéjében és a nagyobb keresztmetszetű tejjáratainban lévő tej kinyerhető.

Már időszámításunk előtt az egyiptomnak is kísérleteztek a bimbócsatornába helyezett vékony csővecskékkel (szalmaszálakkal), amelyeken át a tőgyben lévő tej nagy részét ki is nyerték.

Az első fejőgépek egyike ilyen elven működő gép volt, amelyet 1836-ban, az USA-ban szabadalmaztattak. E fejési módot mai szóhasználattal a bimbócsatorna katéterezésének nevezhetjük. A későbbiekben ezt az elvet korszerűsíteni igyekeztek, de a gyakori bimbócsatorna sérülés és a fertőződés átvitele miatt széles körben nem terjedt el. A századfordulós táján a fejlesztők figyelme, a kézi fejésnél kialakult mozgásokat utánzó működési elv felé irányult.

Ilyen volt a „bütykőstáresás" fejőgép, amely a bimbómedencéből préselte ki a tejet. A gépnek nehézkes volt a kezelése, sok tej maradt vissza a tőgyben, minden tőgybimbóhoz nem felelt meg és sérüléseket is okozott. Már az 1900-as évek táján tájöttek arra, hogy a tőgybimbók végénél létrehozott légritkítás (vákuum) hatására a tej hatékonyabban kinyerhető.

Az első légritkításos fejőkészülékek „kalaphoz" hasonlítottak, amelyeket az egész tőgyre helyeztek fel. A tőgyek eltérő mérete és az alacsony hatásfok miatt ez a géptípus nem tudott elterjedni. Az első és a maihoz is hasonló fejőgépeket 1902-ben Angliában (Hulbert és Marc) szerkesztették. Ezzel egyidőben az USA-ban Giles is hasonló elvek alapján készítette el az első fejőgépét. A fejlesztők a kalapszerű fejőkészüléket a tőgy felépítésének megfelelően négy részre osztották, és ezzel létrejöttek a fejőkelyhek. Ezek a fejőkelyhek még csőszerű szerkezetek voltak. A mai fejőgépekkel megegyező géptípusok az 1920-as évektől léteznek, miután a csőszerű fejőkelyheket két különálló térre osztották, és pulzátorokkal szerelték fel.



275. ábra. Példák a korabeli fejőgép fejlesztési irányokra és megoldásokra
a) a bimbók katéterezése, *b)* bütykős-táresás eljárás, *c)* ún. szívó fejőgép

Az első fejőgép megalkotásán fáradozó konstruktőrök, vagy a kézi fejést, vagy a borjú szopását utánzó eszközök létrehozására törekedtek. A kézi fejéskor az ujjak szorításával préselik ki a tejet a tőgybimbóból *(275. ábra)*.

A gépi fejéssel kapcsolatos fejlesztések alapvető célja olyan gépek létrehozása volt, amelyek:

- a tőgyben levő tejet a lehető legrövidebb időn belül,
- a lehető legteljesebb mértékben kiürítik, miközben
- nem okoznak sérüléseket a tőgyön és nem befolyásolják a tej minőségét sem.

Ilyen gépek csak ideális feltételekhez hozhatók létre.

Ehhez a tehénállománynak azonos fejéstechnikai paraméterekkel kellene rendelkeznie (azonos formájú és méretű tőgyek, valamint bimbóátmérők, azonos kapacitású tőgynegyedek stb.). A fejés szempontjából ideális tehenet lehet találni, de ideális állományt nem. Azon túlmenően, hogy a tehenek tőgyalakulása, a külső hatásokkal szembeni ellenálló képessége eltérő, az idegrendszerük

(vérmérsékletük) is egyidejűleg változó. Mivel a fejés idegi–hormonális folyamatok láncolatára épül, a gépek kialakításánál ezeket is számításba kell venni. Tehenektől a tejnyerés legtökéletesebb módja a borjú szopása. A fejőgép működése megközelíti a borjú szopását, de attól sok tekintetben eltér.

A borjú szopás közben a szájában vákuumot létesít, és ugyanakkor a nyelvével, valamint a szájpadlásával a bimbóra – a tövétől a végéig – nyomóhatást fejt ki. E két tényező a korszerű fejőgépnél is szerepet játszik, habár mindkét tényező eltérő mértékben. A borjú szája által kifejtett hőhatás a fejőgépeknél hiányzik. Ezt figyelembe véve mondhatjuk, hogy a fejőgép stimuláló-képességének hátránya (a borjúval szemben) csak a tőgy jobb előkészítésével, a fejés előtti koncentráltabb ingerhatásokkal ellensúlyozható. A hatékony gépi fejés fontos tényezője a tőgy jó előkészítése.

A gépeknél elmaradó hőhatás az előkészítés idején a megfelelő hőmérsékletű tőgymosó vízzel részben pótolható. A tőgyelőkészítés után, a fejési folyamatban a borjúszopást ideálisnak tekintve a vákuum és a fejőgumi nyomkodó hatása a leglényegesebb ingerképző tényező. E két tényező a korszerű fejőberendezéseknél egymással összefügg.

Mindkét tényező alapja a fejés céljából létrehozott vákuum, ami a tőgybimbó környezetében és a tőgybimbó végénél is megtalálható. Mind a nyomkodó, mechanikus hatást, mind a szívóhatást a vákuum hozza létre. A pulzátorokat is a fejéshez létrehozott vákuum működteti.

A fejőgépek alapvető egységei

– Fejőkészülék(ek) és a
– vákuumszolgáltató gépcsoport (annak vezetékei és szerelvényei).

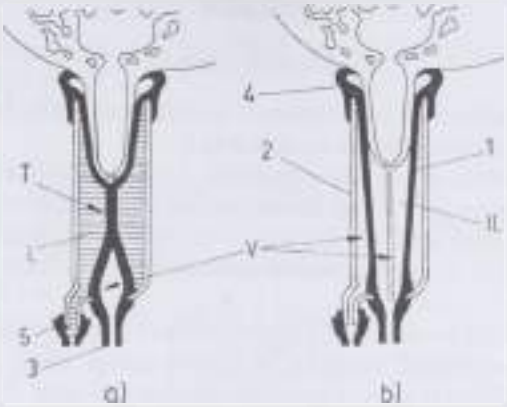
A mai fejőgépekre jellemző kétterű fejőkelyhek egyik része a tőgybimbóra illeszkedő kehelybe szerelt rugalmas fejőgumi, másik része a fémből vagy műanyagból készült kehely *(276. ábra)*.

A fejőkehelyben két különálló tér van:
– a fejőgumi belső tere, ahová fejéskor a bimbó kerül (II),
– a falközötti tér, melyet a fejőgumi külső fala és a kehely belső fala határol (I).

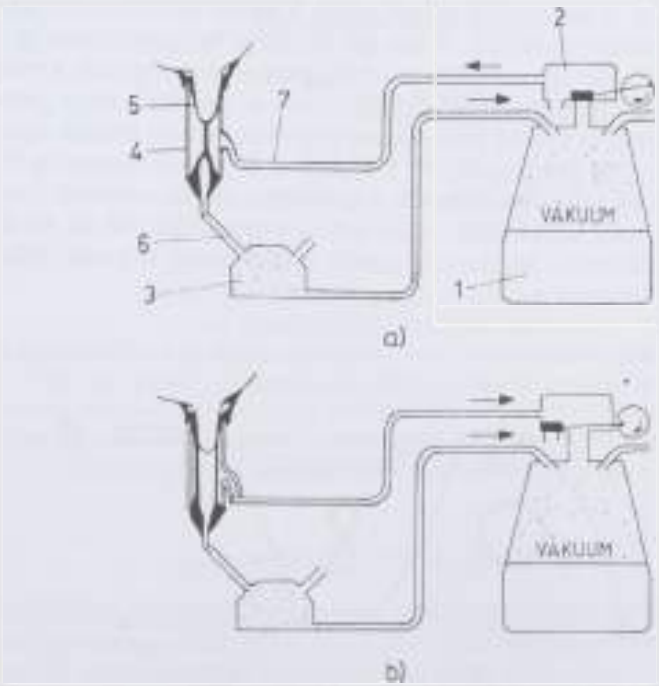
Mindkét térhez egy-egy kisebb átmérőjű gumitömlő csatlakozik. A belső tér a rövid tejtömlőkön át a tejgyűjtő kollektorral áll kapcsolatban. A falközötti térből vezető tömlő pedig a pulzátorhoz vezet. A fejőgumi belső tere kétütemű fejőgépeknél állandó vákuum alatt van. A vákuumot, azaz a légritkítást a vákuumszivattyú hozza létre. A vákuumszivattyú a légüstön és csővezetékeken át csatlakozik a sajtárhoz *(277. ábra)*.

A vákuum nagyságát és közel állandó értékét vákuumszabályozó szelepek biztosítják.

A vákuum felnyitja a bimbócsatornákat és a tej a bimbócsatornákból kifolyik a fejőgumik tőgybimbó alatti belső terébe, más szóval az állandó vákuumú térbe. Innen a rövid tejtömlőkön keresztül a kollektorba, majd pedig a hosszú tejtömlőn át a sajtárba érkezik.



276. ábra. A kétterű fejőkészülék
a) szoritási ütemrész, *b)* szivási ütemrész
(*I.* atmoszférikus nyomású levegő, *V* vákuum, *I.* falközöni, vagy változó vákuumú tér, *II.* belső, vagy állandó vákuumú tér, *1* fejőgumi, *2* fejőkehely, *3* rövid tejtömlő, *4* masszáló fej, *5* rövid pulzáló tömlő)



277. ábra. A kétterű fejőkészülékkel ellátott sajtáros fejőgép elvi felépítése [121]
(*1* sajtár, *2* pulzátor, *3* kollektor, *4* fejőkehely, *5* fejőgumi, *6* rövid tejtömlő, *7* pulzátortömlő, *8* sajtárfedél, *a)* szoritási ütemrész, *b)* szivási ütemrész)

A pulzátor

Működése és szerepe

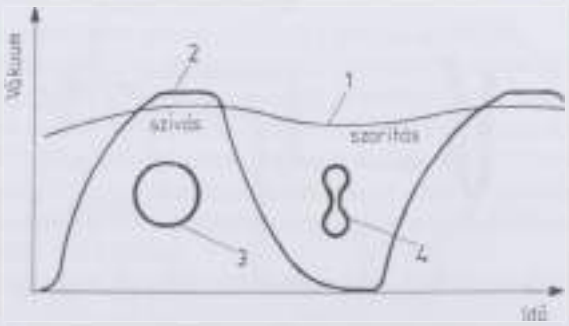
A sajtár összeköttetésben áll a pulzátorral. A sematikus ábrán bemutatott kétterű fejőgépen a pulzátornak három nyílása van.

Az egyik a sajtárhoz, azaz a vákuumtérhez, a másik a fejőkelyhek fal közötti teréhez, a harmadik pedig a külső atmoszferikus nyomású levegőhöz csatlakozik. A pulzátorban levő tolattyú, dugattyú vagy membrán (gumilap), hol a sajtárt, hol pedig a külső levegőhöz vezető nyílást kapcsolja össze a fejőkehely fal közötti terével.

Ha a sajtárhoz, azaz a vákuumhoz vezető nyílás van nyitva, akkor a fal közötti térből kiszívódik a levegő, s mind a fal közötti térben, mind a fejőgumi belső terében, azaz a fejőtérben azonos mértékű vákuum jön létre. A fejőgumi ebben az állapotban hengeres, azaz kifeszített helyzetben van (tekintve, hogy mindkét oldalán azonos nyomóerő uralkodik). Ezt az állapotot a gyakorlatban „szívó ütemrésznek" nevezzük.

Amikor a pulzátor a vákuum útját elzárja és kinyitja a külső levegő furatát, akkor a külső levegő a fal közötti térbe áramlik. A sajtár felé nem tud áramlani, mivel ez a furat már el van zárva. A fejőgumi belső terében állandó a vákuum (általában 50 kPa), a fal közötti térben pedig a külső levegővel megegyező atmoszferikus nyomás uralkodik. A két tér között a nyomáskülönbség tehát 50 kPa (0,5 Bar, ill. 380 Hgmm). Mivel a fal közötti térben nagyobb a nyomás, a fejőgumi laposra összepréselődik. Ezt nevezzük a „szorító", vagy „nyomó" ütemrésznek. A szívó és szorító ütemrész ad egy teljes pulzáló ütemet, azaz egy fejési elemi ciklust. A szorítóütemben a fejőgumi a bimbócsatornát is összenyomja és ezért a tej kifolyása szünetel. A pulzátor a szívási-szorítási állapotot percenként 45–60-szor hozza létre, azaz a pulzátor ütemszáma 45, ill. 60 min^{-1}.

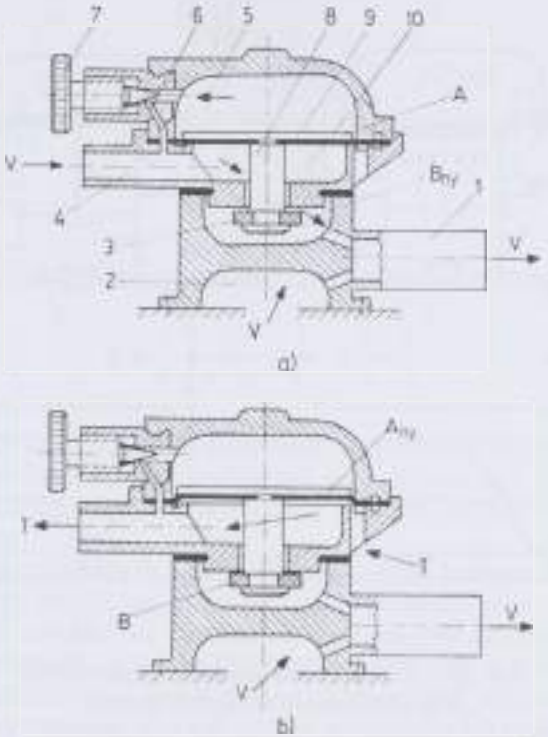
Bármilyen pulzátorról is legyen szó, mindig az ismertetett folyamat játszódik le *(278. ábra)*.



278. ábra. A kétterű fejőkehely nyomásviszonyai
1 a tőgybimbó végénél a fejővákuum vonala, *2* a falközötti térben a pulzáló vákuum vonala,
3 a szívási ütemrészben hengeresre tágul a gumi,
4 a szorítási ütemrészben a gumi összelapul, összezáródik

A pneumatikus vezérlésű pulzátor

Egyszerű kivitelű pneumatikus vezérlésű, ún. membránpulzátor szerkezeti felépítését szemlélteti a *279. ábra.*

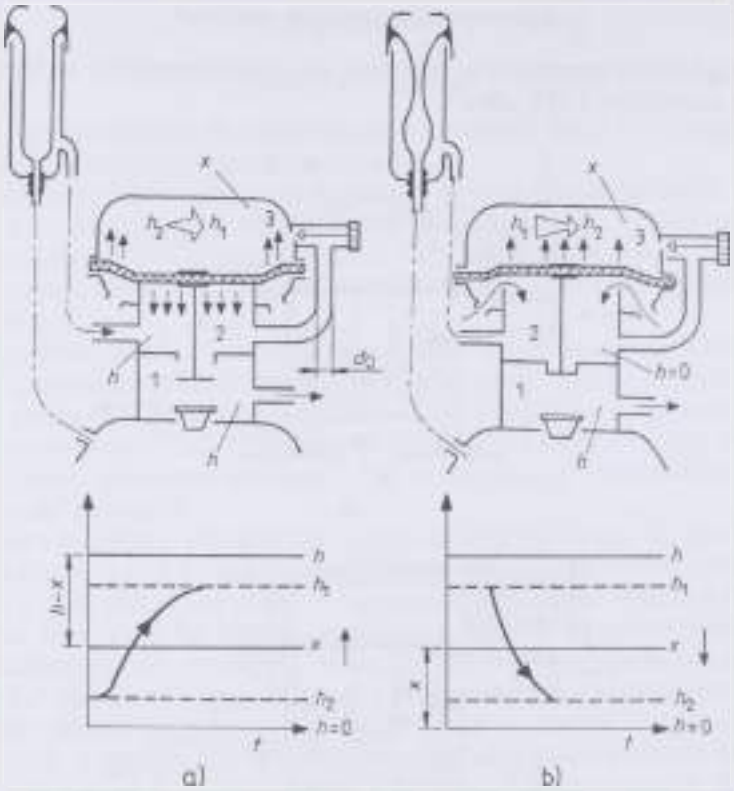


279. ábra. A membránpulzátor szerkezeti felépítése
a) szívási ütemrész, *b)* szoritási ütemrész
(*1* csatlakozó csonk a vákuum vezetékhez, *2* a sajtóhoz csatlakozó állandó vákuumú tér, *3* alsó szeleptanyér, *4* hosszú pulzáló ütemű csatlakozó, *5* szabályzó (vezérlő tér), *6* légcsatorna a szabályzó és változó nyomású tér között, *7* fojtószelep (szabályzó csavar), *8* szeleptest, *9* membrán, *10* változó nyomású kamra, *A* a membrán zárva, A_{ny} a membrán nyitva, *B* a szelep zárva, B_{ny} a szelep nyitva, *T* atmoszférikus levegő, *V* vákuum)

A membránpulzátor munkafolyamata

A fentebbi membránpulzátor szívó- és nyomóütemét egyszerűsített vázlat segítségével tanulmányozzuk *(280. ábra).* Az egyes tereket – számokkal jelölve – a következő elnevezésekkel különböztetjük meg:

1 állandóvákuum-kamra,
2 váltakozóvákuum-kamra,
3 szabályozókamra.



280. ábra. A membránpulzátor működési vázlata [79]
a) szívási ütemrész, *b)* szorítási ütemrész

Szíváskor a 2 kamrát a membrán felülről lezárja, következésképpen az általa működtetett tányérszelep nyit. Az állandó vákuum tehát az 1 és 2 kamrában, valamint a sajtárban egyaránt érvényesül, ill. a bal oldali csőcsonkon (és az itt nem jelzett kollektoron) átterjed a fejőcsészék pulzálóterébe. A sajtárban uralkodó vákuum a fejőgumik belső terében érvényesül.

A szabályozókamrában (3) uralkodó pillanatnyi vákuumot jelöljük x-szel. A váltakozóvákuum-kamrában (2) uralkodó vákuum a d_0 átmérőjű furaton és a szabályozócsavarral állítható nyíláson keresztül közvetlen összeköttetésben áll a szabályozókamrával. Ezért közöttük nyomáskiegyenlítődés indul meg. A szabályozókamrában uralkodó x vákuum tehát h_2-ről fokozatosan h_1-re nő.

A nyomásviszonyokat – vázlatosan – az ábra alsó része szemlélteti. A szabályozókamra pillanatnyi x vákuumát tekintve, a 2 kamra keresztmetszetének megfelelő membrán-felületen a nyomáskülönbség $h - x$. A gyakorlatban a szabályozókamrában a vákuum értéke sohasem éri el a $h = 0$, ill. h értéket, hanem h_2 és h_1 között változik. Oka, hogy a membrán és a szelep együttes súlya, valamint a membrán külső, körgyűrű alakú felületére ható $h = 0$ légköri nyomás

is szerepet játszik a kiegyenlítődésben. Ezért a nyomás kiegyenlítődéséhez h_2, ill. h_1 értékű vákuum elegendő.

A nyomáskiegyenlítődés időbeli lefolyása Koroljev (1972) szerint a következő egyenlettel írható le:

$$\frac{dx}{dt} = k_1(h - x).$$

A változók szerint szétválasztva, és rendezve az egyenletet, felírható:

$$dt = \frac{1}{k_1}\frac{dx}{h - x}.$$

Integrálva h_2 és h_1 határok között, a szabályozókamrában a nyomáskiegyenlítődés:

$$t_1 = \frac{1}{k_1}\int_{h_2}^{h_1}\frac{dx}{h - x} = \frac{1}{k_1}\ln\frac{h - h_2}{h - h_1},$$

idő alatt játszódik le. Ez egyben a szívóütem időtartama, amely tehát a h hálózati vákuum, a szabályozókamrában előálló h_1 és h_2 vákuum, ill. k_1 tényező függvénye. A nyomáskiegyenlítődés folyamán az áramlási viszonyokat ez utóbbival vettük figyelembe.

A nyomáskiegyenlítődés és a külső légköri nyomás hatására a membrán felemelkedik. Az így előálló helyzetben, a szorítóütemben (b) az 1 kamrában továbbra is állandó vákuum, a 2 kamrában pedig – mivel a membrán megnyitotta a levegő beáramlásának útját – légköri nyomás uralkodik. A d_6 furaton át fellépő nyomáskiegyenlítődés a $h_1 \rightarrow h_2$ vákuumcsökkenéssel játszódik le. Amint a szabályozókamra vákuuma eléri a h_2 értéket, a membrán két oldalán bekövetkezik a kiegyenlítődés és a membrán újra zár. Ezzel a kiindulási helyzet áll vissza. A folyamat tehát az előbb elmondottak szerint önműködően ismétlődik.

A vákuumviszonyokat figyelembe véve a (b) ábra részlet alapján felírható:

$$\frac{dx}{dt} = k_2 x.$$

A változókat szétválasztva:

$$dt = \frac{1}{k_2}\frac{dx}{x},$$

amelyből h_1, h_2 határozók közötti integrálással a másik jellegzetes helyzet, a szorítóütem időigénye határozható meg:

$$t_2 = \frac{1}{k_2}\ln\frac{h_1}{h_2}.$$

Koroljev a következő összefüggések szerint pontosabban jellemzi a viszonyokat:

$$t_1 = \frac{V}{(76-h)k_p} \ln\left(\Psi_1 \frac{h-h_2}{h-h_1}\right), \text{ ill.}$$

$$t_2 = \frac{V}{76k_p} \ln\left(\Psi_2 \frac{h_1}{h_2}\right),$$

ahol: V a szabályozókamra térfogata,
k_p áramlási ellenállás-tényező (a szelepek és furatok kialakításától függ),
Ψ_1, Ψ_2 a membrán rugalmasságától függő együttható,
h_1 és h_2 értékét a szelepek felületének egymáshoz való viszonya határozza meg.

A membránpulzátorok szívási és szorítási ütemének arányát tehát számos tényező befolyásolja, közöttük a hálózati vákuum értéke, ill. azok az áramlási viszonyok, amelyek a kiegyenlítődés során fellépnek. A d_0 kiegyenlítő furat keresztmetszetének a kúpos tűszeleppel való beállításával a szükséges ütemszám viszonylag egyszerű módon szabályozható.

A fejés alatt a hálózati vákuum változhat, s a vákuumingadozás a pulzátorok működésére is hat. Emiatt a pneumatikus pulzátorok hátránya, hogy a hálózati vákuum változására a beállított pulzusszám módosul (ezzel együtt a t_1 és t_2 aránya is).

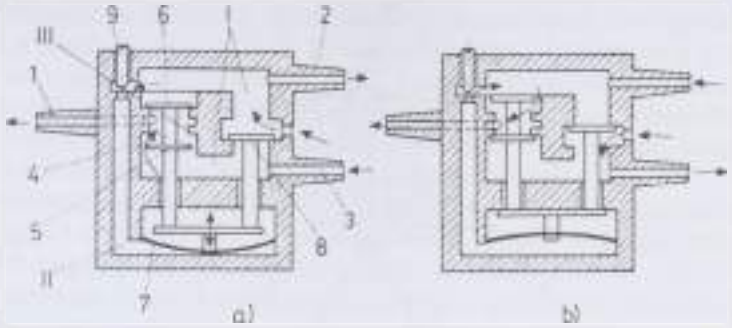
Kettős működésű pneumatikus pulzátorok

A fejőgépek jelentős részénél aszinkron működésű (iker) pulzátorok üzemelnek. Ismétlődően két fejőcsészében egyidejűleg szívás, a másik kettőben pedig szorítóütem lép fel. Munkafolyamata lényegében a kézi fejés technikáját utánozza, amely szerint a fejő felváltva egyik, ill. másik kezével préseli ki a tejet a tőgybimbóból. A működést membrán pulzátoron mutatjuk be a *281. ábrán.*

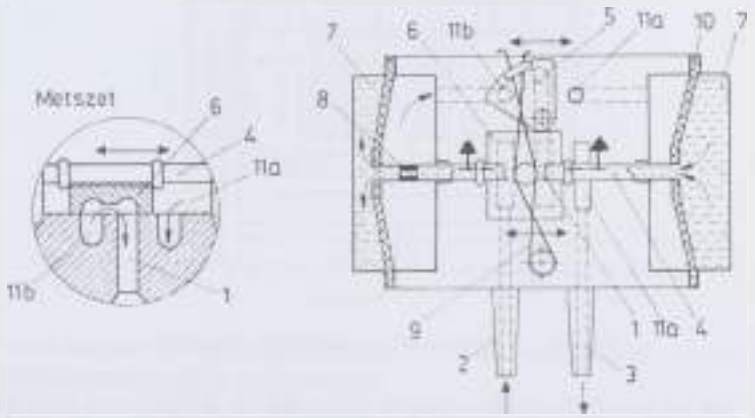
Sajátságos szerkezetű membránpulzátor működési elvét szemlélteti a *282. ábra* (Alfa–Laval hidro-pulzátor). Működése közben a zárt térben levő folyadék a két membrán és zárófedél határolta kamrák között az összekötő rudazat furatán ide-oda áramlik. Mivel a rendszerben lévő folyadék viszkozitása a hőmérséklettől – a körülményeket figyelembe véve – gyakorlatilag függetlenül állandó, ezért a lengő rendszer frekvenciája, vagyis a pulzusszám is állandó (kevésbé érzékeny a hálózati vákuumra, és érzéketlen a levegő állapotváltozására).

Elektromágneses pulzátorok

Működésük lényege, hogy a törpefeszültségű (12 V, 24 V) egyenáramú áramforrásról táplált elektromágnes a gerjesztőkör zárásakor felemel, az áramkör

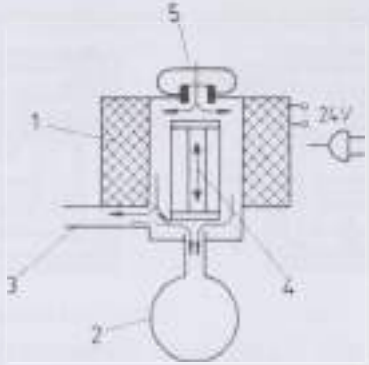


281. ábra. Kettősműködésű membránpulzátor
a) a membrán pozíciója szívás ütemben, *b)* a membrán pozíciója szorító ütemben
I változó vákuumú tér, *II* szabályzó tér, *III* állandó vákuumú tér
(*1* vákuum hálózat, ill. sajtár csatlakozó, *2* jobboldali hosszú pulzáló tömlő, *3* baloldali hosszú pulzáló tömlő, *4* szelepszár, *5* szelep, *6* szelep, *7* membrán, *8* szelep, *9* szabályozó csavar)

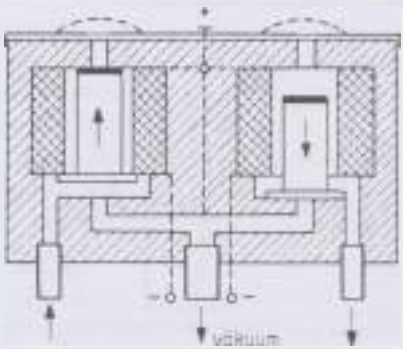


282. ábra. Kettősműködésű hidraulikus membránpulzátor
(*1* vákuum hálózat, ill. sajtár csatlakozó csőcsonk, *2* jobboldali hosszú pulzáló tömlő, *3* baloldali hosszú pulzáló tömlő, *4* szelepszár, *5* rugóütnő-váltó nyelv, *6* csúszó szelep, *7* folyadék, *8* fojtó furat, *9* váltó rugó, *10* membrán, *11a* és *11b* a jobb- és a baloldal átömlő csatornái, ill. az atmoszférikus levegő beömlő nyílásai)

megszakításával pedig visszaejt egy lágyvas szelepet *(283. ábra)*. Ezzel szabaddá teszi a nyomáskiegyenlítéshez megfelelő nyílást. Kettős működésű (iker) változatban is készül *(284. ábra)*, amelynél az egyik a jobboldali, vagy hátsó, a másik a baloldali, vagy az első tőgynegyedekhez kapcsolódik. Előnye, hogy a szívás és szorítás ütemének aránya és a pulzus szám a villamos vezérlő egységgel tetszőlegesen módosítható (a teljes pulzátor-, vagy az egyes oldalak vonatkozásában is). Ennek révén a gép alkalmazkodik, pl. a hátsó tőgynegyedek nagyobb tejmennyiségéhez.



283. ábra. A villamos pulzátor elvi működése
(*1* tekercs, *2* vákuumvezeték, *3* csatlakozó a fejőcsészék falközötti teréhez, *4* vasmag, ill. szelep, *5* a beáramló levegő szűrője)



284. ábra. Kettősműködésű (iker) villamos pulzátor

A szívási és szorítási időket százalékosan szokták kifejezni. A mai pulzátoroknál az 50–75%-os szívási ütemrész jellemző. Magától értetődik, hogyha a szívási ütemrészt növeljük, akkor a bimbócsatorna hosszabb ideig nyitva van, tehát azok a fejőgépek, melyek szívási ütemrésze hosszabb, gyorsabban fejnek.

A gyorsfejőgépek szívási ütemrészének hossza a 75%-ot is eléri. A kutatások azonban azt igazolták, hogy 65%-nál hosszabb szívási ütemrész már káros, mivel a tejnek nincs elég ideje a tőgymedencéből a bimbómedencébe átfolyni és a hosszú szívási szakaszon a tőgybimbóban a nyálkahártya szívása miatt vérpangás is létrejöhet. A pulzátorok egy-egy perc alatt – amint már említettük – 45–60 ütemet hoznak létre. Az ütemszám összefügg a szívási-szorítási ütemrészek hosszával. Azoknál a pulzátoroknál, amelyeknél a szívási ütemrész 60–65%-ot is elér, percenként kb. 60 ütemet alkalmaznak. Amennyiben 50% a szívási ütemrész, tapasztalat szerint jó eredmény a percenkénti 45–50 pulzussal érhető el. A hosszabb szívási ütemrésznél jelentkező bimbóvégi vérpangás nagyobb pulzusszámmal kompenzálható. A gyárakban a pulzátorokat a legkedve-

zőbb ütemszámra állítják be, így az felel meg leginkább az illető fejőberendezéseknél a biológiai és fiziológiai követelményeknek. A pulzátort a szabályozócsavarral mindig a gyárilag előírt pulzusszámra kell beállítani. Azon módosítani csak a gyártó által megadott tartományban ajánlatos. Az állítható ütemszámú pulzátoroknál is csak akkor kell állítást végezni, ha tapasztalható, hogy valamilyen ok következtében a pulzátor ütemszáma az előírttól eltér.

A falközötti térben a pulzátor vezérelte nyomásváltozást megfelelő műszer segítségével regisztrálva a pulzusdiagramhoz jutunk. A görbét szabványban rögzített megállapodás szerint szakaszokra osztják *(285. ábra)*. (Jelölések: *a* átmenet szívásra, *b* szívás, *c* átmenet szorításra, *d* szorítás. Az értékeiket %-osan a szabvány értelmezi.)

285. ábra. A pulzátor mérésénél ellenőrzött pulzátor jelleggörbe szakaszok a vákuum nagyságát és a %-os pulzusciklus arányokat tekintve (ISO szerint)

A pulzusdiagram alakját a pulzátor szerkezeti sajátosságai (pl. a levegőt átbocsátó keresztmetszetek) is befolyásolják.

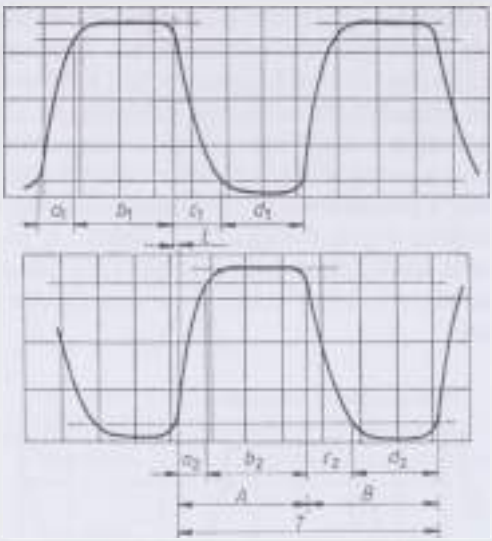
Módosul a diagram, ha a pulzátorhoz kapcsolódó tér térfogata (pl. ha egy pulzátorfélhez két fejőkehely helyett négyet csatlakoztatnak), vagy a vákuumszint változik. A „szögletes" pulzusdiagramú pulzátorhoz kapcsolódó fejőgumik igen gyorsan nyitnak és zárnak *(286. ábra)*.

A pulzátorokra ható tényezők

A pneumatikus vezérlésű pulzátoroknál a vákuumcsökkenés hatására, mind a szívási ütemarány, mind az ütemszám változik. A vákuum csökkenésével a pulzátorok egyre lassabban járnak.

A villamos vezérlésű pulzátorok a legelőnyösebbek, mivel paramétereiket a fejőgép és a környezet kevésbé befolyásolja.

A tehén első tőgyfelében, a tőgy alakjától függően eltérő mértékben, kevesebb tej van, mint a hátsó tőgyfélben. Aszimmetrikus tőgykapacitás esetén a fe-



286. ábra. A kettősműködésű pulzátor két oldalának egyidejű mérése és értékelése

jókészülék pulzátorát célszerű úgy beállítani, hogy a hátsó tőgynegyedek több tejéhez nagyobb szívási-szorítási arányt biztosítunk (pl.: első tőgynegyed 50:50, hátsó 60:40).

Szimmetrikus pulzálás mellett az első tőgynegyedek korábban kiürülnek, mint a hátulsók. Ekkor az első tőgynegyedeknél üresfejés (vakfejés) van. Ezt nevezik *relatív vakfejésnek*.

A szívási ütemrész hosszának növelése fokozza a fejési sebességet, és az állományban növeli a tőgygyulladások számát, ill. annak valószínűségét. A szívási ütemarány tőgyterhelés szempontjából ajánlott értéke 50–60%. A gyakorlatban, üzem közben a pulzusszám nem térhet el ±3 pulzus/percnél nagyobb értékkel a pulzátor névleges (gyárilag javasolt és beállított) pulzusszámától. A szívási arány megengedett legnagyobb eltérése ±5%.

A pulzátor jelleggörbe jelei, azok értelmezése és értékelése:

A ciklus ideje: $T_c = a + b + c + d$, s.

A pulzus szám: $f = \frac{60}{c}$, min^{-1}.

A szívási ütem aránya: $M = \frac{a+b}{T}100$, %, ill.

kettősműködésű pulzátornál: $M_1 = \frac{a_1+b_1}{T}100$, %, ill.

$$M_2 = \frac{a_2 + b_2}{T} 100, \ \%.$$

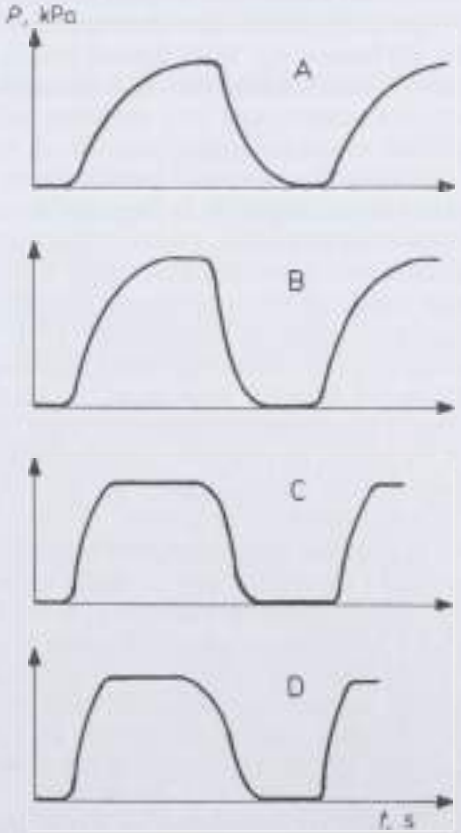
A két oldal eltérése (limping): $L = M_1 - M_2 = \frac{a_1 + b_1 + a_2 + b_2}{T} 100, \ \%.$

A nyitási arány (open): $O = \frac{a}{T} 100, \ \%.$

A zárási arány (closed): $C = \frac{c}{T} 100, \ \%.$

Az atmoszférikus nyomás aránya: $A = \frac{d}{T} 100, \ \%.$

Az L maximális értéke legfeljebb 3% lehet.



287. ábra. Különféle formájú pulrátor jelleggörbék

A bemutatott metszékekkel a pulzátor jelleggörbék jobban leírhatók, jellemezhetők, mint az egyszerű szívási-szorítási ütemarány, és a pulzus szám megadásával.

A pulzátor jelleggörbék igen sokféle formában léteznek. A *287. ábrán* látható görbék közül az A és a B a kíméletesen fejő (kisebb fejési sebességet produkáló), a C a gyors és drasztikus, a D pedig a gyors, de a kíméletesebb működésű gépekre jellemző [123].

A fejési vákuum

A fejési vákuum hatása a fejési sebességre

A tőgybimbó csatornáján keresztül áramló tej mennyiségét a nyomáskülönbség nagysága, a szívási idő hossza, a tőgybimbó csatornájának keresztmetszete és néhány, a folyadékáramlással kapcsolatos tényező határozza meg.

A nyomáskülönbségre a tőgybimbó alatti térben uralkodó vákuum nagysága a mérvadó. A szívási idő hosszát egy fejési ütemen belül a pulzátor működése szabja meg. A tőgybimbó csatornájának tényleges keresztmetszetét több körülmény is befolyásolja. A keresztmetszet és a záróizom működése tehenenként változó, s az örökölhető tulajdonságokhoz tartozik. A záróizom nyitásához meghatározható – a tehénegyedre jellemző – értékű vákuum szükséges. Ha a vákuum éppen a kritikus értéknél nagyobb, és „legyőzi" a záróizom ellenállását, akkor a tőgybimbó csatornája megnyílik, a tej áramlása megkezdődik. A csatorna tényleges keresztmetszetét a továbbiakban, azaz a fejés során a vákuum nagysága befolyásolja, ennek mértéke a záróizmok szöveti szerkezetével, rugalmasságával és „ellenálló képességével" kapcsolatos [121].

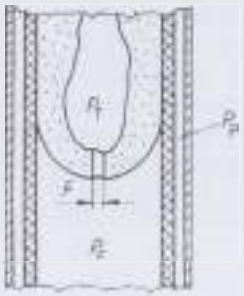
A bimbóból kiáramló tej jellemzésére és a mennyiségének meghatározására a megfelelő folyadékáramlási képletek alkalmasak, de alkalmazásuknál figyelembe kell venni, hogy a tőgybimbó élő szervezet része, amelynél az izomzat rugalmas reagálásán túlmenően más hatások is hozzájárulnak az átömlő csatorna hatásos keresztmetszetének kialakulásához. Az élő szervezet reakcióit, az izomtónus változását előidézhetik olyan hatások, (félelem, helyi ingerlés stb.) amelyek végső soron az átáramló keresztmetszetet megváltoztathatják.

A tejtérben közvetlenül a tőgybimbó alatt uralkodó vákuum több ok miatt is eltér a vákuumszivattyú által létrehozott vákuumtól, és értéke a pulzátor működésének következtében a fejőgumi mozgásának hatására is változik. A tőgybimbóra ható vákuum időbeli lefolyása változó, értéke matematikai úton nem követhető, csak mérésekkel, időbeni regisztrálásával határozható meg. Mindezek fenntartásával első közelítésben a tőgybimbó nyílását kis csövecskének foghatjuk fel, amelyen keresztül az áramlás létrejön a két nyomás különbségének megfelelően *(288. ábra)*.

Az időegység alatt átömlő tejmennyiséget az alábbi általános összefüggés fejezi ki:

$$V = c \cdot F \cdot r, \text{ cm}^3/\text{min},$$

ahol: V az időegység alatt átáramló tejmennyiség, cm³/min,
c a kifolyási sebesség, cm/min,
F a tőgybimbó nyílásának keresztmetszete, cm²,
r a hatásos szívási idő aránya.



288. ábra. A tőgybimbó végén kialakuló nyomásviszonyok

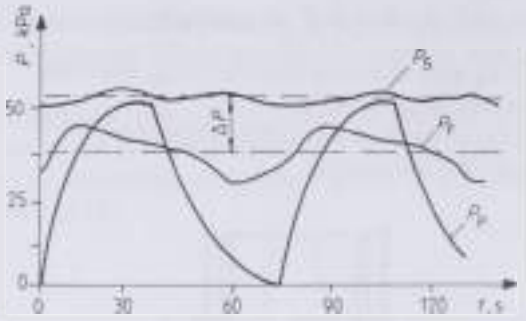
A jelenségek leírására, ill. a kifolyási sebesség meghatározására jellemző az alábbi összefüggés:

$$c = \varphi \sqrt{\frac{2(P_T - P_v)}{\rho}}, \text{ cm/s},$$

ahol: φ a kifolyási együttható,
ρ a tej sűrűsége, g/cm³,
P_t nyomás a tőgybimbó gyűjtőterében, N/cm²,
P_v nyomás (vákuum a fejőkehely tejterében a tőgybimbó alatt, N/cm².

A képletek a tej kifolyásának alapjelenségét elméletileg jellemzik. A valóságban azonban a képletben szereplő értékek, a nyomás (P_v és P_t), a kifolyási keresztmetszet (F) és a hatásos szívás aránya (φ) a lejátszódó jelenségeknek megfelelően az időben az üzemi viszonyoknak megfelelően módosulnak, változnak. Ezért az alapvető összefüggéseken túlmenően részletesebb elemzés is szükséges a lejátszódó folyamatok tanulmányozására *(289. ábra)*.

A fejőgumi belső terének vákuuma (P_v) periodikusan ingadozik a pulzátor által keltett ütemezésnek megfelelően. A P_t vákuum a gumi zárásakor elméletileg megegyezik a tőgybimbó gyűjtőterében uralkodó nyomással. Teljes nyitás esetén a P_v értéke elméletileg a rendszerben uralkodó – légszivattyú által keltett – vákuum lenne, a fellépő veszteségek miatt ez azonban alacsonyabb vákuumot jelent. A P_t értéke több, elsősorban a gép konstrukciójától függő tényező hatására alakul ki. A P_v vákuumgörbe a fejőgép egyes ütemeiben jellegben azonos lefolyást mutat. Egy ütemen belül alakulása azonban több tényező függvényeként alakul ki, s a tényezők változtatásával módosul [120].



289. ábra. A fejőkehely két terében és a fejősajtárban kialakuló vákuum időbeni változása (P_T tőgybimbó alatti belső tér vákuuma, P_P pulzátor vákuum a fejőgumi és a fejőhüvely közötti térben, P_S fejősajtár vagy tejvezeték vákuuma, ΔP a tej áramoltatása hatására bekövetkező átlagos nyomásveszteség)

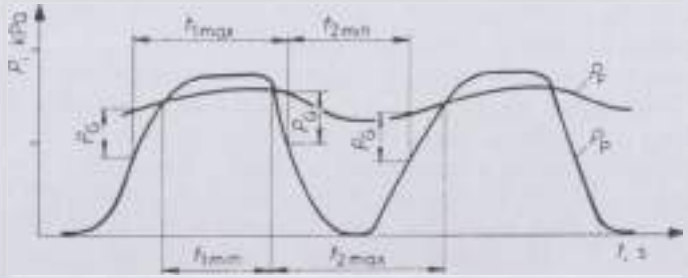
A bimbócsatorna nyitásához szükséges vákuum

A fejőgumi mozgása, nyitása és záródása a fejőkehely falközötti terének és a fejőgumi tejterének nyomásviszonyától függ. A fejőgumi akkor nyit, ha a P_T értékéhez közelít a falközötti térben uralkodó vákuum P_P értéke. Nyitott állapotban van tehát a gumi, ha

$$P_T \leq (P_P + P_G),$$

ahol: P_G a gumi rugalmas feszítettségéből eredő „nyomás".

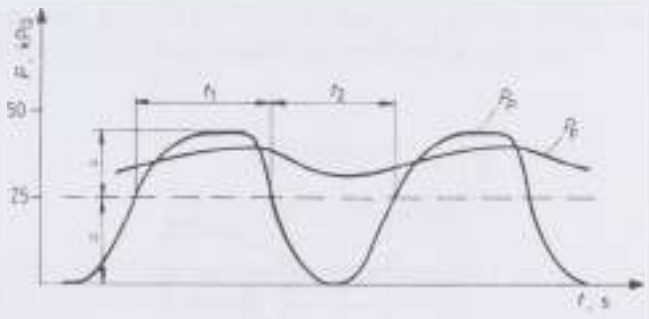
A P_G értéke a gumi alakjától, rugalmasságától és a gumi előfeszítésének mértékétől függően 0,5–5,0 kPa lehet. Tekintettel arra, hogy a P_T és P_P értéke a fejés során változik, az időbeni lefolyást a pulzátor munkadiagramja és fejési vákuum jellemzik, ezért a nyitás és zárás pillanatát műszeresen felvett diagramból grafikus úton határozhatjuk meg *(290. ábra)*.



290. ábra. A szívási és szorítási üteműrészek meghatározása

A tényleges t_1 és t_2 értékek meghatározásához figyelembe kell venni a tőgybimbó nyílásának viselkedését is (jelöléseket l. az előző ábrán)

A tőgybimbó nyílása a záróizmok hatására zárt állapotban van. A vákuum (P_F) növekedése során eléri a kritikus értéket, amikor a bimbócsatorna megnyílik és a tej átömlése kezdetét veszi. Növekvő P_F értékeknél ezután nyílás keresztmetszete egyre növekszik egészen a második kritikus értékig, amikor eléri a „teljes" értékét. A P_F vákuumot tovább növelve a keresztmetszet már csak igen kis mértékben növekszik – gyakorlatilag állandó értékű marad. A bimbócsatorna teljes nyitása általában 20–23 kPa-nál történik. A nyitás kezdetéhez szükséges vákuum értéke nagyrészt az adott tehén egyedi jellemzője. Nagy egyedi szórás mellett 5–15 kPa közötti átlagértékek adódnak. A t_1 és t_2 értékek, azaz az ütemarányok teljesen pontos megállapítása ezért aligha látszik lehetségesnek. A gyakorlatban ezért bevezetett és elfogadott módszer, hogy a P_{max} érték felezőjénél húzott vízszintes vonal metszéspontjai és az ott kapott t_1 és t_2 értékek %-os aránya *(291. ábra)*.



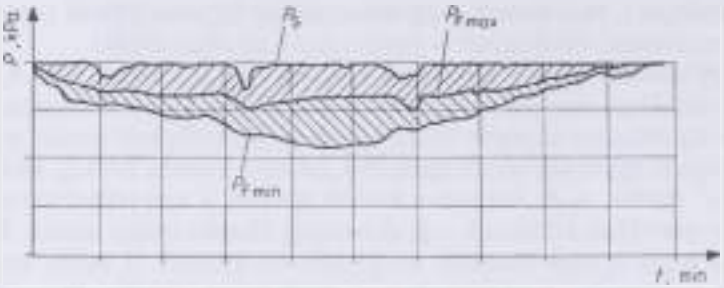
291. ábra. A szívási és szorítási ütemrészek leggyakoribb jellemzése

A fentieket összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a fejésnél lejátszódó folyamatok elméletileg jól közelíthetők és jellemezhetők. A műszaki tényezők és a biológiai jellemzők kölcsönhatásainak ismerete lehetővé teszi a fejési folyamat szabályozását és automatizálhatóságát.

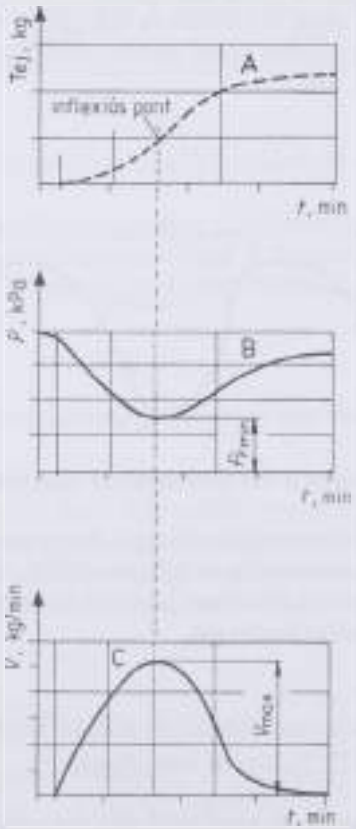
A vákuumcsökkenés és a fejési sebesség közötti összefüggés

A tejfolyás az általa okozott vákuumcsökkenés összefügg, s ez a fejőberendezések működésére és kialakítására nagymértékben jellemző. A fejési jelleggörbe és a tőgybimbó végénél kialakuló vákuumszint együttesen regisztrálható, s a két érték között összefüggés mutatható ki.

Az ábrán a teljes fejési periódusban regisztrált vákuumértékek láthatók. A tejvezetékben uralkodó (P_S) vákuum átlagértékénél a tőgybimbók végénél kialakuló vákuum maximuma (P_{Fmax}) és minimum (P_{Fmin}) is kisebb *(292. ábra)*.



292. ábra. A teljes fejés folyamán regisztrált nyomásviszonyok



293. ábra. A fejési karakterisztika (A), a fejővákuum (P_v) átlagai (B), és a fejési sebesség (C) egy teljes fejési periódusban

A teljes fejési idő értékelés után, a fejési jelleggörbével való együttes ábrázolás *(293. ábra)* érzékelteti a tőgybimbók végén mért vákuum, ill. a tejfolyás sebessége közötti kapcsolatot [90].

A fejővákuum (B görbe) és a fejési sebesség együttes ábrázolásából kitűnik, hogy a tőgybimbók végénél teljes értékű vákuum csak a fejés kezdetén és a végén hathat. A vákuum fokozatosan csökken mindaddig, amíg a fejési sebesség nő. A legkisebb fejési vákuum a legnagyobb fejési sebességnél mérhető.

A gyakorlatban a fejési jelleggörbe emelkedő szakasza hosszabb egyenes, tehát a fejési sebesség egy meghatározott szinten állandósul. E jelenség létrejöttének okai:

- A fejőkészülék vezetékeiben már a lehetséges legnagyobb tejáramlás előtt olyan mértékű áramlási veszteségek jelentkeznek, hogy a bimbócsatorna a csökkenő nyomáskülönbség miatt nem nyílik nagyobbra, ill. egy meghatározott szinten a nyílás nagysága állandósul. Példaképpen néhány ok:
  - a tejtömlők keresztmetszete kicsi, nagyok az áramlási veszteségek,
  - túl sok az iránytörés, nagyok a leválási veszteségek,
  - nagyok a tej felemeléséből adódó veszteségek.
- A bimbócsatorna nem képes nagyobbra nyílni (lehet egyedi tulajdonság, de sérülésekből vagy betegségekből fakadóan a bimbócsatorna záró izomzatának elfáradása, funkciózavara, rugalmasságának elvesztése is).

A konstruktőrök feladata az áramlási veszteségek mérséklése, hogy e tényezők ne korlátozzák a tehenek meglévő genetikai képességeit.

A fejőgumi

Szerepe a gépi fejésben

A fejőgumi *(294. ábra)* leglényegesebb tulajdonságai:

- mérete és alakja *(295. ábra)*,
- rugalmassága,
- keménysége,
- felületének minősége (simasága).

A fejőgumi mérete és alakja, átmérője, vagy a masszálófej formája egymással összefügg. A kisebb átmérőjű gumi rövidebb is lehet, ami egyben rövidebb fejőcsészét is kíván. Az ilyen gumikat pl. a kisebb bimbóval rendelkező üszőállomány, vagy pl. a holstein–fríz tehénállomány fejésére használják.

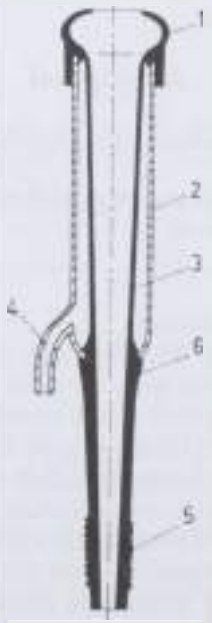
Ebből következik, hogy a fejőgumi átmérőjét és hosszúságát a fajtára jellemző tőgybimbó mérete alapján kell megválasztani. Fontos szabály, hogy a tehénállományhoz az a fejőgumi felel meg, amely a felrakás után csak a bimbó mintegy *kétharmad* részét foglalja magába, „nem nyeli el az egész bimbót".

A gumi egyéb jellemzőinek elemzésére részben visszatérünk. Annyit mindenesetre célszerű szem előtt tartani, hogy a fejőgumival szemben igen összetett követelményrendszer érvényes, amelynek kielégítésével a legjobb minőségű gumi alkalmazható. A fejőgumival szemben támasztott további követelmények (a teljesség igénye nélkül):

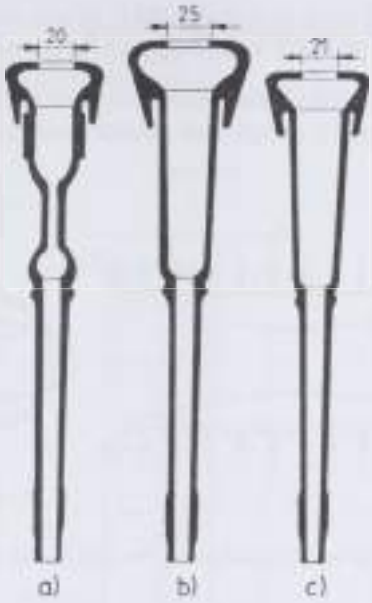
- nagy hőtűrés (100 °C);
- sav-, lúg- és zsírállóság mellett nagy mechanikai igénybevételek tűrése (2–3 millió hajlítás hajszálrepedés megjelenése nélkül);

- elasztikusan kövesse a bimbók formáját, de maradandó alakváltozást ne szenvedjen;
- a felülete 40–50 Shore keménységnél ne legyen nagyobb;
- álljon ellen a tisztító eszközök, pl. a kefe keményebb sörtéinek;
- felülete olyan sima legyen, hogy szennyező anyagok ne tudjanak megtapadni.

A fejőkelyhek és fejőgumik méreteinek is összhangban kell lennie. Ha a gumi a szükségesnél nagyobb, akkor a szoritási ütemben nem képes teljesen összelapulni, ill. összelapulva „kifli" alakot vesz fel és deformálja a tőgy bimbócsatornáját. Ekkor a bimbók záróizomzata károsodik, de a fájdalomérzet miatt több a visszamaradó tej is. A gumik felső részén található úgynevezett „masszálófej", „gallér" szerepe kettős: stimulálja a tőgy bázisánál lévő receptorokat, de főképpen a fejőkészülékek tőgyön való fennmaradását, azaz tapadását segíti elő. A rugalmas fejőgumik a bimbókhoz jól illeszkednek, jól követik a pulzáló vákuum által előidézett nyomásokat. A rugalmasabb gumik tartósabbak és könnyebben szerelhetők. A túlságosan nagy erővel kifeszített fejőgumi nem képes tökéletesen összezáródni és kevésbé védi a bimbó felületét [140].



294. ábra. A fejőgumi a fejőkehelyben.
(*1* masszálófej, *2* kehely, *3* a gumi működő része (hengeres, vagy hosszában kúpos, a keresztmetszete kör, de speciális esetekben különféle formájú is lehet – négyszög, sokszög, ovális stb.), *4* a rövid pulzáló tömlő csatlakozási csőcsonkja, *5* a rövid tejtömlő (ill. egybevulkanizált, ún. monoblokk fejőgumiknál a fejőgumi) kollektorhoz csatlakozó része, *6* a csésze és a gumi csatlakozási pontja. (két részből álló gumiknál az ellenőrző tölcsér helye))



295. ábra. Különböző méretű fejőgumik
a) felcsúszását megakadályozó, *b)* nagyméretű kúpos, *c)* kisméretű kúpos, felső részen kör keresztmetszetű, alsó részen ovális kisméretű gumi

A gumik deformációja statikus állapotban

A gumik deformációjának kezdete jó közelítéssel számítható. Meghatározásához használható összefüggés [141]:

$$\Delta p_{kr} = \frac{E\delta^3}{4\left(1-\mu^2\right)\frac{D_k^2}{2}}, \text{ kPa},$$

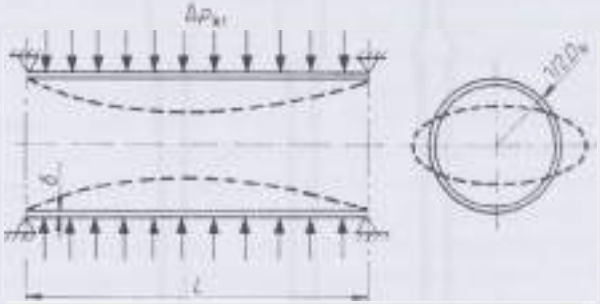
ahol: D_k a gumi középátmérője, mm,
E a rugalmassági modulus, kPa,
μ a Poisson tényező,
δ a gumi falvastagsága, mm.

A számításokhoz alkalmazható modell a *299. ábrán* látható.
A modell alkalmazásának feltételei:

- legyen $\frac{L}{0{,}5D} \geq 8$ és
- legyen a gumi hengeres.

Fejőgumiknál (szélső értékeknél), pl.: $\frac{13}{1{,}25} \geq 8$.

A speciális kivitelű gumiktól eltekintve a hengereseknél, ill. az 1–2%-os kúpossággal rendelkezőknél, a vizsgálatok szerint mindegyik típus ellipszisre torzult *(296. ábra)*.



296. ábra. A számításokhoz használt modell [141]

Példa a modell alkalmazhatóságára:

$d = 27$ mm; $\delta = 2$ mm;
45 Sh° keménységű guminál: $E = 2{,}1$ MPa;
$d_k = d - \delta = 27 - 2 = 25$ mm.

A számítás után kapott érték
$\Delta p_k = 2{,}86$ kPa.

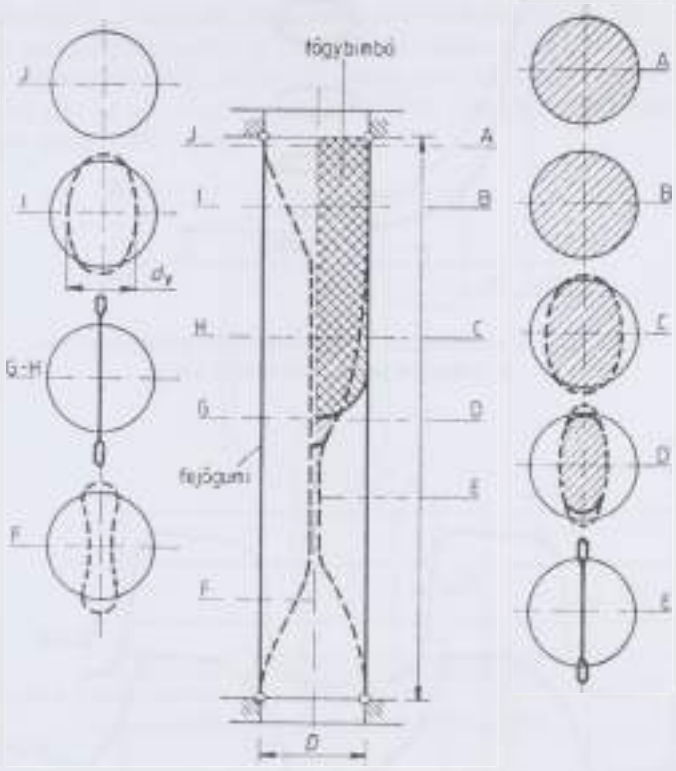
A *297. ábrán* a fejőgumit hosszanti és keresztmetszetben is látható. A bal oldali metszékek az üresjárati helyzetre jellemzőek (a fejőgumi teljes hosszában szabadon mozoghat), a jobb oldaliak az üzemállapotra vonatkoznak, amikor a tőgybimbó a fejőgumiba nyúlik. A metszetek egy-egy hosszmenti keresztirányú síkban szemléltetik a deformációk mértékét.

A gumiátmérő deformációját a nyomáskülönbség függvényében az ábra szemlélteti. A kritikus nyomáskülönbség (p_k) eléréséig deformáció nem jön létre. E határérték után a gumi már igen kis nyomáskülönbség változás hatására is igen nagy sebességgel ellipszis alakúra deformálódik *(298. ábra)*.

A D_s érték gyakorlatilag az ellipszis kis átmérőjét jelzi. A D_s és a hozzá tartozó p_s érték azon pontban van, amikor a gumi deformációja az ellipszistől kezd eltérni és fokozatosan piskóta alakot vesz fel. Ezt követően nagy nyomáskülönbség hatására is csak igen jelentéktelen deformáció jön létre. A tej kifolyás folyamatában a deformációnak nincs jelentősége, mivel a bimbócsatorna lezáródása a rövid meredek szakaszon megtörténik.

A fejőgumi kétirányú deformációja során a hiszterézis hatás megfigyelhető. A hiszterézis hatás a középátmérőnél a vastagabb falú és keményebb gumiknál

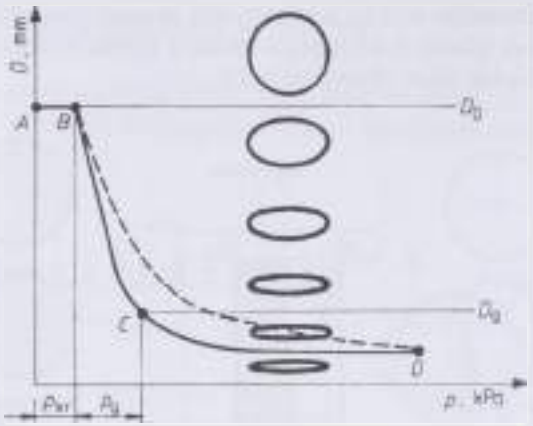
0,5–0,7 kPa különbséget tesz ki, a vékonyfalú és nagy átmérőjű gumiknál csupán 0,1–0,2 kPa-ra tehető. A hiszterézis hatása a fejésre a többi paraméter jóval jelentősebb befolyása miatt elhanyagolható.



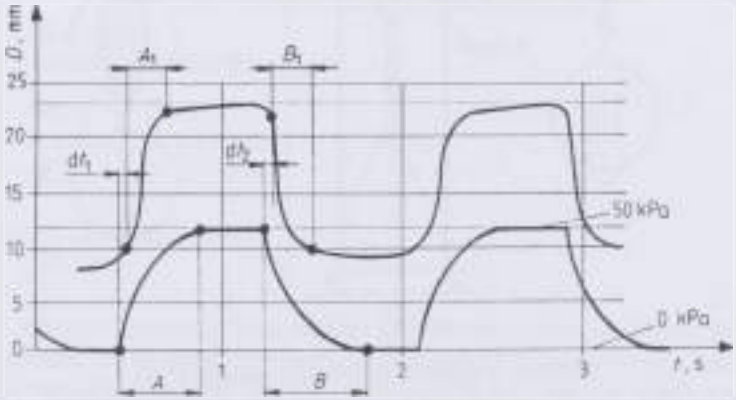
297. ábra. A fejőgumi deformációs modellje [141]
A, B, C, D és E metszősíkok a tőgyhimbó és gumi deformációját jelzik; az F, G, H, I és J metszősíkok a gumi deformációját jelzik üresjáratban

Fejés közben az átmenetnél a gumi mozgási ideje (a gumi átmérőváltozás) igen kicsi, jóval rövidebb, mint a vákuum változás ideje *(299. ábra)*. Az A és B idők a vákuumnál mindig nagyobbak, mint az A_1 és B_1 idők a gumi átmérőjénél, vagyis a gumimozgás mindig lassúbb, mint a vákuumváltozás sebessége. A gumi teljes átmérőváltozása a vékonyfalú és rövid átmeneti szakaszokkal rendelkező pulzátoroknál gyakran 0,01–0,06 s idő alatt jön létre.

A fejőgumi mozgási diagramja módosul, ha a fejőgumi belső terében a fejővákuum pulzátor csúcsvákuumánál kisebb, ami természetes is hiszen a fejővákuum az áramlási ellenállások miatt állandóan váltok, tehát az elméletihez képest a fejési idő alatt a szívási ütemarány módosul (a vákuumcsökkenés hatására általában növekszik). Végül is a fejőgumik módosítják a pulzátorok által létrehozott szívási-szorítási ütemarányokat.



298. ábra. Gumideformáció a nyomáskülönbség függvényében
(a szaggatott vonal a hiszterézist jelzi)



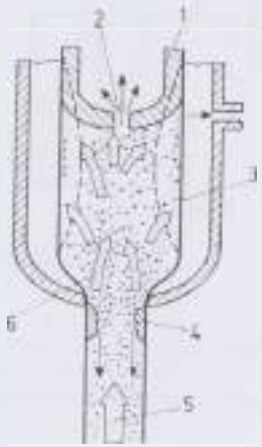
299. ábra. A pulzátor jelleggörbe és a fejőgumi mozgási diagramja,
ha a fejőgumi belső terében a fejővákuum pulzátor csúcsvákuumával azonos [140]
(dt_1 és dt_2 a p_v által meghatározott „késést" jelenti)

A fejőgumi mozgásának hatásai

Alapvetően konstrukciós feladat is, hogy a fejőberendezés ne legyen a fertőzések (tőgygyulladás), terjesztője *(300. ábra)*.

Általában a fejőberendezés működési rendszeréből adódóan a fertőző visszaáramlás (pl. ködszerű permet, vagy aeroszol formájában) a szívási ütemre való átmenetnél jöhet létre, amikor a fejőgumi az összezárt (lapított) állapotából hengeres alakra vált. Ekkor a tőgybimbó alatti gyors tágulás szívóhatása a kollektor irányából visszaáramlást idéz elő.

A Q nagyságú térfogatnövekedés a szoritásból szívásra történő átmenetnél v_s sebességgel áll elő a tőgybimbó alatti térben, miközben a hengeresre tágulo gumi falának megjelölt pontja v_g sebességgel mozog. A v_g és v_s sebességértékek között nyilvánvaló összefüggés van. Azon fejőgumiknál, amelyeknél a gumi tágulási sebessége (v_g) nagyobb, nagyobb v_s sebességek jönnek létre, vagyis az aeroszolok áramlási sebessége is nagyobb. A sebesség értékére nyilvánvalóan hat a rövid tejtömlő belső átmérője (d), a fejőgumi belső átmérője (D), valamint a tőgybimbó (H) és a fejőkehely (L) hosszának különbségéből adódó (bimbó alatti) légtér mérete *(301. ábra)*.



300. ábra. A fertőzés mechanizmusa [137]
(*1* tőgybimbó, *2* bimbócsatorna, *3* fejőgumi, *4* tejcsepp, *5* visszaáramló levegő, aerosol, *6* a szétporlasztott tejcsepp áramlási iránya)

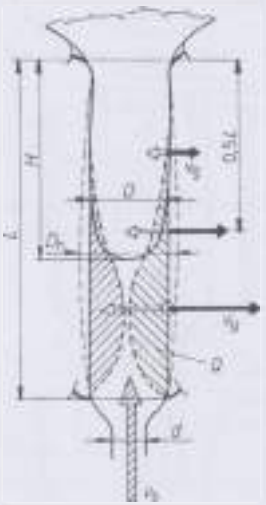
Az egyes paraméterek várható hatása az aeroszol sebességére (v_s) jó közelítéssel számítható (Tóth 1984):

$$v_s = \frac{(L-H)\left(\frac{D^2\pi}{4} - d_g\sqrt{\frac{(D\pi)^2}{2} - d_g^2\pi^2}\right)dt^{-1}}{\frac{d^2\pi}{4}}\varphi_s \text{ (mm/s)}$$

ahol: L a fejőgumi hossza, mm,
H a tőgybimbó benyúlása a fejőgumiba, mm,
$d_g = v_g dt$ = a gumi pillanatnyi deformációjának értéke, mm,
D a fejőgumi belső átmérője szívó ütemben, teljes nyitott állapotban, mm,
d a rövid tejtömlő belső átmérője, mm,
φ áramlási tényező.

A v_s értéke előnyös, ha kicsi. A gyakorlatban 60–120 mm/s a leggyakoribb.

A szokásos 200 mm hosszú rövid tejtömlőknél, a v_s – 100 mm/s értékénél a kollektorban levő levegő molekula két pulzálási ciklus alatt elérheti a bimbó alatti teret. A nagy mozgási sebességnél a rövid tejtömlő belső falán a kollektor irányába mozgó tejcseppeket a levegő szétporlasztja és „visszalöki" a bimbó irányába. Tehát azok a fejőberendezések, amelyek pulzátora a fejőgumit igen gyors mozgásra kényszeríti és kicsi a rövid tejvezeték átmérője, a tőgyfertőzési veszély fokozottabb.



301. ábra. Visszaáramlási jellemzők a fejőguminál [136]

Az L és a D értéke korlátozott mértékben csökkenthető, de a tehénállománytól függ (annak sajátossága). A d értéke legfeljebb 18 mm lehet, nagyobb átmérőnek a gumi elasztikussága szab határt.

A Δr a pulzátorokkal befolyásolható, de a fejés közbeni változását a két tér nyomáskülönbségének változása határozza meg, a hosszabb átmenet a visszaáramlás szempontjából előnyös.

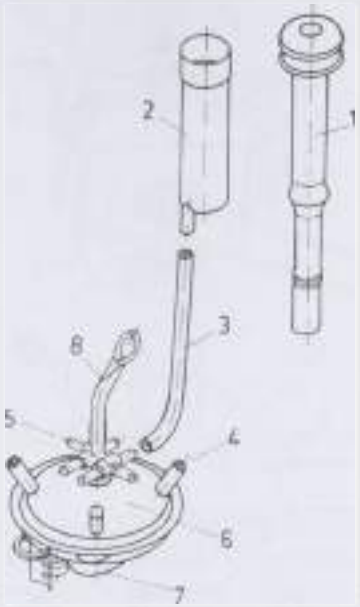
A kollektor

A négy tőgynegyedből fejt tejet a kollektor gyűjti össze *(302. ábra)*. Akkora térfogatúnak kell lennie, hogy a szívási ütemben a négy tőgynegyedből együttesen kifejt tejmennyiség a kollektorban elférjen, de az ne telítődjön.

A kollektoroknál további két alapvető típust különböztethetünk meg:

- az önműködő szelepes és
- a csapos vagy a tömlőzáras kivitelűt.

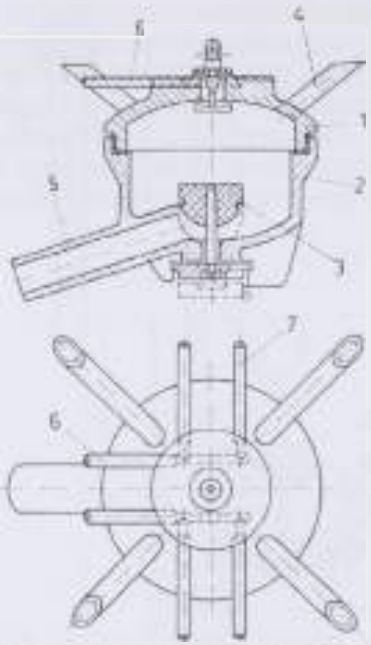
Az önműködő szelepes kollektorok a gépleesés esetén azonnal lezárnak és megakadályozzák, hogy szennyeződés kerüljön a fejőgépbe *(303. ábra)*.



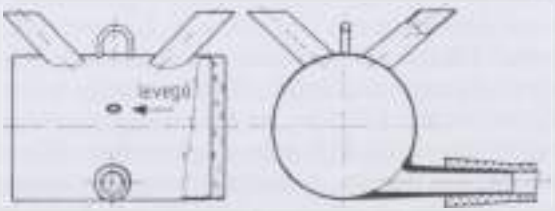
302. ábra. A fejőkészülék felépítése, a kollektor elhelyezkedése
(*1* fejőgumi, *2* kehely, *3* rövid pulzáló tömlő, *4* rövid tejtömlő csonk, *5* pulzátor- és rövid pulzáló tömlő csatlakozások, *6* kollektor fedél, *7* kollektor alsórész, *8* függesztő szem)

A tehénállományok tejelési és fejési teljesítményének növekedésével együttesen a kollektorok térfogata is jelentősen nagyobbodott. A napjainkban gyártott kollektorok űrtartalma már 150–400 cm^3. Ez azért szükséges, mert ha a négy tőgynegyedből kifolyó tej nem fér el a kollektorban, akkor telítődik, s a tőgybimbó vége a kifejt tejben „fürdik". Tekintve, hogy a kollektorban keveredik a négy tőgynegyedből kifejt tej, az egészséges tőgynegyedet az esetleg fertőzött tőgynegyed teje még a fejés alatt megfertőzheti. A kollektor a fejőgép legnehezebben tisztogatható része. A rosszul tisztogatott, szennyezett kollektor a tejet is szennyezi, de a tőgyre is átviszi a fertőzéseket. Azért, hogy a kollektorból a tej minél gyorsabban a sajtár vagy tejvezetékek irányába áramoljon, a kollektorok oldalán 0,2–1,2 mm átmérőjű furat van *(304. ábra)*. A furaton percenként 5–15 liter levegő beáramlásának a tej gyors eltávolításán túl vákuumkiegyenlítő szerepe is van. De a hatásuk még jelentősebb az ún. „aszinkron" ütemű gépeknél, amelyeknél ugyanazon időben az egyik fejőkehelyparban szívó, a másikban szorító ütem van. A levegőbevezetés akadályozza, ill. mérsékli egyik oldalról a másik oldalra, a tőgybimbók végéhez a tej átáramlását. A szinkron vagy aszinkron működést a kollektorfedélen lévő elosztó kialakítása határozza meg. Az ismeretes megoldásokat a *305. ábra* szemlélteti.

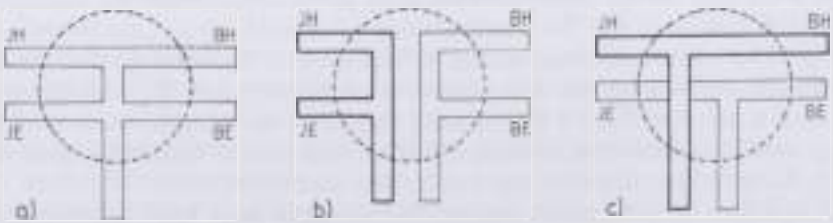
A kollektor kivitelezésénél alapvető követelmény, hogy belső falai simák legyenek, éles sarkokat (réseket) ne tartalmazzanak, és az időszakos kézi tisztítás miatt, könnyen szét-, valamint összeszerelhető legyenek.



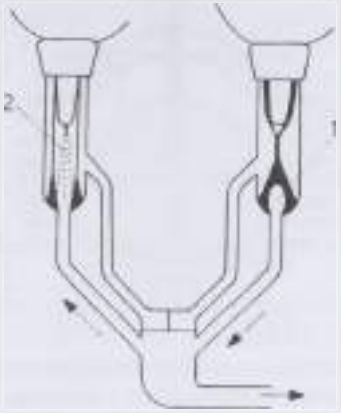
303. ábra. A szelepes kollektor felépítése
(*1* kollektor felsőrész, *2* kollektor alsórész, *3* kollektorcsap, *4* rövid tejtömlők csőcsonkjai, *5* hosszú tejvezeték csőcsonkja, *6* pulzátor csatlakozó csőcsonkjai, *7* rövid pulzátortömlők csőcsonkjai)



304. ábra. Hengeres szelep nélküli kollektor
(a tömlőzár a hosszú tejtömlőn van, a légbevezető nyílás egyszerű furat)



305. ábra. A pulzátor elosztó lehetséges változatai
a) szinkron, *b)* aszinkron, *c)* aszinkron az első és a hátsó tőgynegyedek vonatkozásában



306. ábra. Az aszinkron gépek kollektorában a tej áramlása (*1* szorító ütem, *2* szívó ütem)

A kollektor elvezető csonkjának belső átmérője általában 13,5–18,0 mm. A bevezető csonkok belső átmérőjének növelése révén csökken a bimbóirányú áramlás (tej, spray, levegő) sebessége. A kollektorok átlátszó, műanyagból készülő részein a tejfolyás megindulása és csökkenése jól megfigyelhető *(306. ábra).*

Vákuumszivattyúk

A fejőberendezések légtechnikai jellemzői

Az 1970-es évek végéig gyártott fejőberendezéseknél legfőbb hiba az volt, hogy a vákuumszivattyúk légszállító teljesítménye és a szabályozó szelepek szabályozó képessége nem volt összhangban, de ehhez nem vették figyelembe, sem a fejőkészülékek számát, sem az alkalmazott munkamódszert.

Vákuumstabilizáció szempontjából az a fejőberendezés jó, melyben a vákuumingadozás nem nagyobb 3–4 kPa-nál, az ingadozás ideje pedig nem hosszabb 4 s-nál.

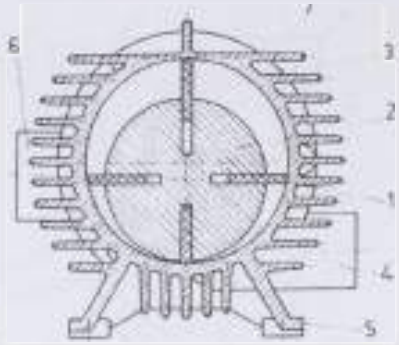
E két tényezővel kapcsolatban a hazai ajánlat – igazodva hasonló külföldi előírásokhoz – a következő:

- maximális vákuumingadozás ±3 kPa,
- maximális nyomásingadozási idő 4 s.

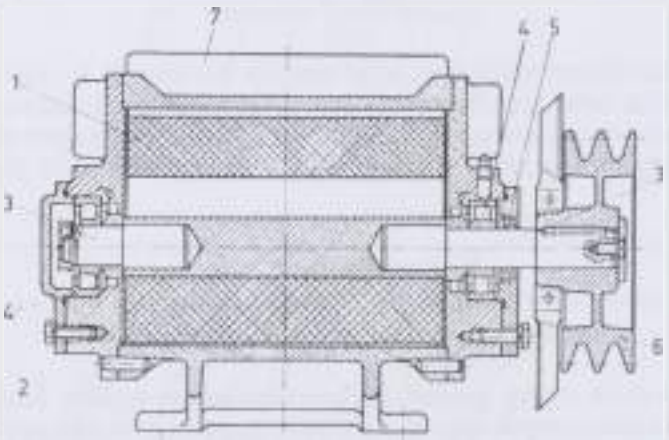
A témakör további elemzéséhez meg kell ismerni a fejőberendezések légtechnikai jellemzőit.

A fejővákuum előállításához:

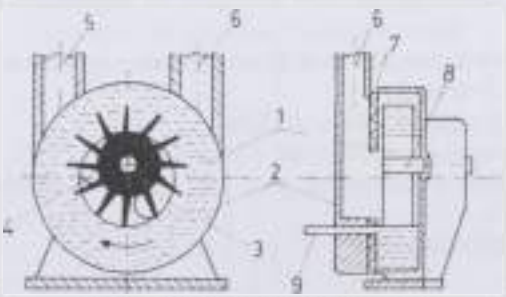
- dugattyús-,
- rotációs csúszólapátos-, *(307., 308. ábrák)*
- forgódugattyús- *(309. ábra)* és
- vízgyűrűs *(310. ábra)* vákuumszivattyúk használatosak.



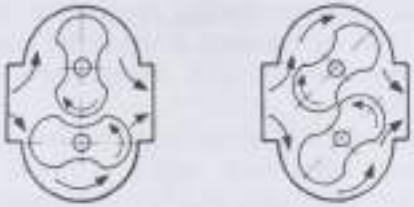
307. ábra. Rotációs csúszólapátos vákuumszivattyú felépítése
(*1* lapátok, *2* forgórész, *3* állórész (ház), *4* szívóoldal, *5* rögzítő talpazat, *6* nyomóoldal, *7* hűtőbordák)



308. ábra. Rotációs csúszólapátos vákuumszivattyú hosszmetszete, csapágyazása
(*1* ház, *2* zárófedél, egyben csapágyház, *3* tengelyek, *4* csapágyak, *5* csapágyfedél, *6* ékszíjtárcsa, *7* hűtőlapátok)



309. ábra. Vízgyűrűs vákuumszivattyú
(*1* excentrikusan elhelyezett lapátkerék, *2* ház, *3* szívónyílás, *4* kipufogó nyílás, *5* kipufogó csőcsonk, *6* szívó csőcsonk, *7* betétlemez, *8* tengely, *9* vízbevezető nyílás)



310. ábra. Forgódugattyús vákuumszivattyú

Ma még leggyakrabban a rotációs rendszerű vákuumszivattyúkat használják. Főként környezetvédelmi okokból lehet számítani a vízgyűrűs típusok elterjedésére (zajtalanok és nincs olajkipufogás).

A rotációs vákuumszivattyú:

- az álló- és
- a forgórészből áll.

Az állórészben csapágyazott forgórész excentrikus elrendezésű. A forgás következtében a lapátok, valamint a forgó- és az állórész által bezárt térfogat csökken. Az összesűrített levegő a kipufogó oldalán távozik el.

A vákuumszivattyúk légszállító teljesítménye

A vákuumszivattyúk üzemét általában az alábbi kritériumokkal jellemzik *(311. ábra)*:

- a kipufogó oldali nyomással,
- az elérhető végvákuummal,
- az elszívási sebességével, illetve az üzemi vákuumon szállított légmennyiséggel.

311. ábra. Vákuumszivattyú jelleggörbe
(*A* pont max. légszállítás, *B* pont légszállítás a munkapontun (üzemi tartományban), *C* pont az elérhető végvákuum)

A fejőberendezések vákuumtechnikai értelemben „durva" vákuumtartományban üzemelnek (50%-os vákuum). A légszállító teljesítményt – az üzemi vákuumon – légköri nyomású levegőre vonatkoztatva adják meg, általában m³/h-ban, vagy l/min-ban.

A fejőberendezésekhez alkalmazott vákuumszivattyúnál a katalógusban általában a B jellemzőt adják meg, vagyis az üzemi vákuumon szállított légmennyiséget. (Pl. egy adott típus 50 kPa-os vákuumon 1640 l/min levegőt szállít.)

A vákuumszivattyú méretezése

A lapátok közötti térfogatváltozás a rotor forgása nyomán:

$$V = V_{max} - V_{min} = 2eDL \sin\frac{\beta}{2},$$

ahol: L a rotor hossza.

Az időegységre jutó levegőszállítás arányos a rotor Z számú lapátja létesítette térfogatváltozással *(312. ábra)*. Felírható tehát:

$$V = \Delta V Z \frac{\omega}{2\pi}, \text{ ill.}$$

$$V = \frac{1}{\pi} eDLZ\omega \sin\frac{\beta}{2}, \qquad \text{m}^3/\text{s}.$$

Ha a lapátok száma $Z = 4$-re választjuk:

$$V = 0{,}90eDL\omega, \qquad \text{m}^3/\text{s}.$$

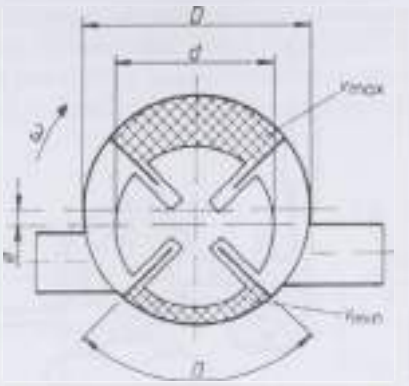
A tényleges levegőszállítás (az összefüggés alapján) normál állapotú levegőre a következőképpen számítható:

$$Q = 0{,}90eDL\omega \frac{p_l - h}{p_0} \eta_v, \qquad \text{m}^3/\text{s}$$

ahol: p_0 a légköri nyomás, kPa,
h a vákuum értéke, kPa,
η_v a volumetrikus hatásfok; értéke a konstrukciós jellemzőktől és a szerkezeti méretektől függően 0,5–0,8.

A szivattyú hajtásához szükséges nyomaték:

$$M = heDL, \qquad \text{kNm}.$$



312. ábra. A csúszólapátos vákuumszivattyú jellemző méretei

ahol: h a vákuum, kPa,
e az excentricitás, m,
D a sztátor belső átmérője, m,
L rotor hossza, m.

A hajtás teljesítményigénye (az összefüggés figyelembevételével):

$$P = \frac{M\omega}{\eta}, \quad \text{kW},$$

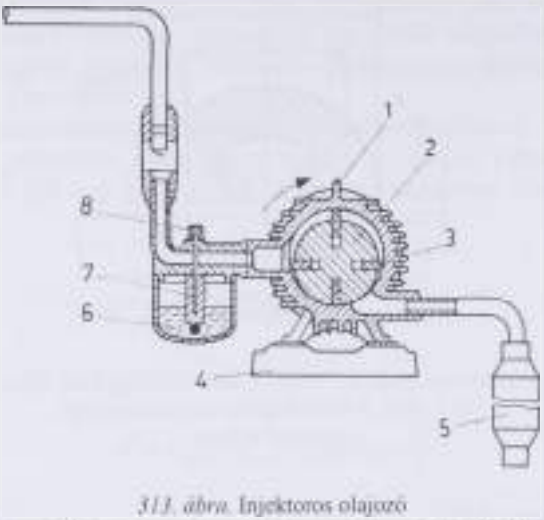
ahol: η a vákuumszivattyú mechanikai hatásfoka (értéke 0,75–0,85-re vehető).

A szivattyúk kenése

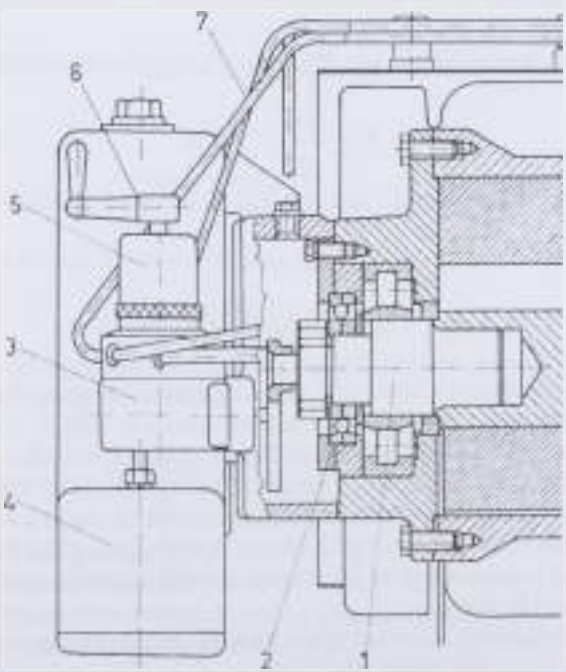
Többféle olajozó rendszer ismeretes, de a leggyakoribb az injektoros kivitel. A szívócsonk alatt zárt edényt helyeznek el, amelyet olajjal töltenek fel. Az edényből vékony cső vezet a szívócsonkba. A vákuum hatására a keskeny csövön át az olaj a szívócsonkba jut. A beszivott levegő az olajat szétporlasztja. Az olajos levegőkeverékből az olaj lecsapódik a lapátokon, majd a centrifugális erő az állórész falára kényszeríti és így a csúszó felületek megfelelő kenést kapnak. A beáramló olaj mennyiségét az injektoros olajozó szabályozócsavarjával lehet megváltoztatni *(313. ábra)*.

A szabályozó tűszelep a bevezető cső nyílását csökkenti vagy növeli. A túlságosan sok olaj pazarlást jelent. Ha kevés az olaj, akkor a lapátok gyorsabban kopnak, jobban melegszik a szivattyú és nagyobb az energiafogyasztás is.

A kényszerolajzású vákuumszivattyúk olajfelhasználása igen kiszámított és takarékosak. A nagyobb számú alkatrész miatt drágábbak *(314. ábra)*.

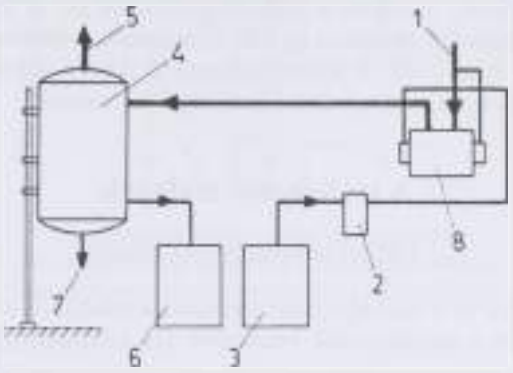


313. ábra. Injektoros olajozó
(*1* vákuumszivattyú (ház), *2* forgórész, *3* lapát, *4* gépalap, *5* kiömlőoldal, *6* olajtartály, *7* olajcső, *8* szabályozócsavar a tűszeleppel)

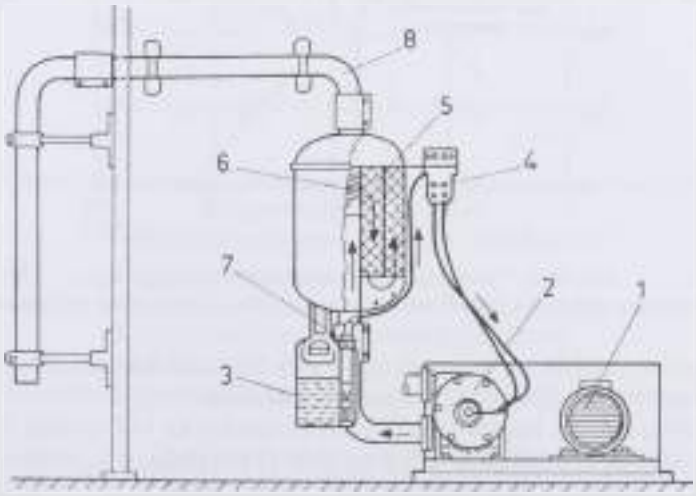


314. ábra. Kényszerolajzású vákuumszivattyú
(*1* tengely és forgórész, *2* fogaskerekek, *3* olajszivattyú, *4* olajtartály, *5* elosztó és mennyiségszabályozó, *6* szabályozó kar, *7* olajzó vezetékek)

A kipufogó oldalon a lecsapódott olajat célszerű felfogni *(315. és 316. ábrák)* és szűrés után ismételten felhasználni. Ezzel elkerülhető a környezet szennyezése és gazdaságosabbá tehetjük az üzemeltetést a kevesebb olajfelhasználás révén. Egyes kiviteleknél a kenőolaj 95–97%-a felfogható, és ismét felhasználható.



315. ábra. Olajfelfogóval ellátott vákuumszivattyú
(1 szivattyú szívóoldala és a csapágyakhoz vezető olajozó csövek, *2* olaj szivattyú és szűrő, *3* olajtartály, *4* a kipufogás oldali légtartály, *5* kipufogó, *6* a lecsapódott olajat összegyűjtő tartály, *7* kondenzvíz leeresztő csapja, *8* a vákuumszivattyú)



316. ábra. Olajfelfogó és visszanyerő rendszer
(1 szivattyú motor, *2* szivattyú, *3* olajtároló, *4* olajozó (cseppképező), *5* kipufogó dob (hangtompító és olajkondenzáló rácsszerkezet), *6* hangtompító visszacsapó szelep, *7* a kicsapódott olaj felfogása és visszavezetése az olajtárolóba, *8* kipufogó cső)

Az olajokkal szemben kettős a követelmény:

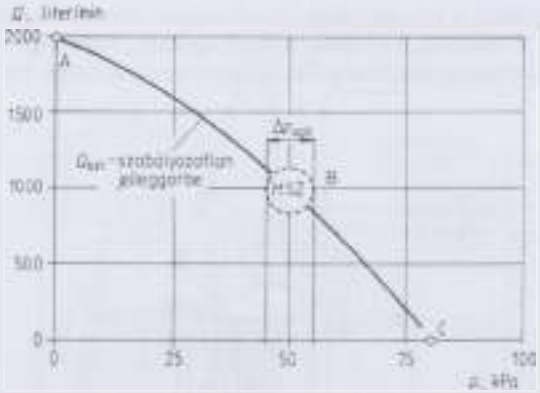
- hőtűrőknek kell lenniük, mivel a vákuumszivattyúk 60–90 °C-os hőmérsékleten dolgoznak,
- csak alacsony dermedéspontú olajok használhatók, amelyek biztonságos indítást tesznek lehetővé hideg téli reggeleken is.

A kokszosodásra kevésbé hajlamos univerzális motorolajok jól használhatók. Jól megfelelnek azok, amelyek a személygépkocsikhoz is használatosak (téli–nyári olajok). Minden esetben a gyártó előírásának betartása ajánlott a hosszabb élettartam érdekében. A kisebb szivattyúk közül néhány típus olajzást nem igényel. Ezek rotorjaiban önkenő grafitlapátok vannak.

A szabályozó szelepek

A fejési vákuum szabályozása

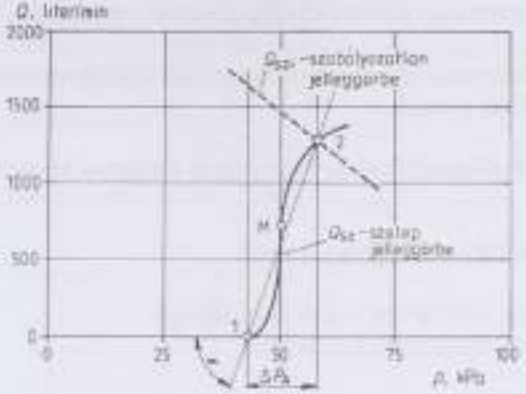
A vákuumszivattyú és a szabályozószelep mérési adataiból szerkesztett karakterisztikák alapján a szabályozási viszonyok jól áttekinthetők (*317., 318.* és *319. ábrák*).



317. ábra. Vákuumszivattyú szabályozatlan jelleggörbéje
(p_{sz} a legkisebb megadózást jelentő munkatartomány, MSZ a jelleggörbe munkaszakasza)

A két görbe eredőjét – a szivattyú és a szelep légszállításának különbségeként megszerkesztve – az *320.* és *321. ábrák* szemléltetik.

Az ábrákon látható, hogy a szabályozási tartomány az 1–2. pontok közé esik. A szabályozás az 1. pontban a szelep nyitásával kezdődik, a 2. pontban viszont már a teljes légmennyiség a szabályozószelepen át áramlik be (üresjárás). E tartományban a görbék közötti, illetve a szabályozott szakasz alatti függőleges metszékek a fejőkészülékek – és a tömítetlenségek – levegőfogyasztásának (Q_s) és a szabályozási levegő mennyiségének összegét jelentik (Q_{sz}), az adott üzemállapotban [137].



318. ábra. Szabályozó szelep jelleggörbéje
(*M* a munkapont, *1* a szelep nyitásának kezdete, *2* a teljes nyitás állapota, *α* a szabályozási tartományban az átlagos meredekséget jellemző szög)

319. ábra. Vákuumszivattyú szabályozatlan jelleggörbéje és a szabályozó szelep jelleggörbéje együtt ábrázolva
(*1* a szelep nyitásának kezdete, *2* a teljes nyitás állapota)

A fejési rendszer légtechnikai összetevői

A vákuumszivattyúk által szállított légmennyiség az alábbi módon oszlik meg:

$$Q_A = Q_B + Q_C + Q_D + Q_E + \sum_{i=1}^{n} Q_{EKi} + \sum_{i=1}^{n} Q_{Ei} + Q_{ei}, \qquad \text{l/min},$$

ahol: Q_A a vákuumszivattyú összes légszállítása (100%),
Q_B a vákuumvezeték résveszteségei (csapok, armatúrák, egyéb szerelvények),

Q_C a tejvezetékek résveszteségei (csapok, armatúrák, egyéb szerelvények),
Q_D a tejelválasztó és erősítő pulzátorának légfogyasztása (ha van),
Q_E tejszállító-levegő,

$\sum_{i=1}^{n} Q_{EK_i}$ a fejőkészülékek kollektorán át beáramló levegő,

$\sum_{i=1}^{n} Q_{P_i}$ a pulzátorok légfogyasztása,

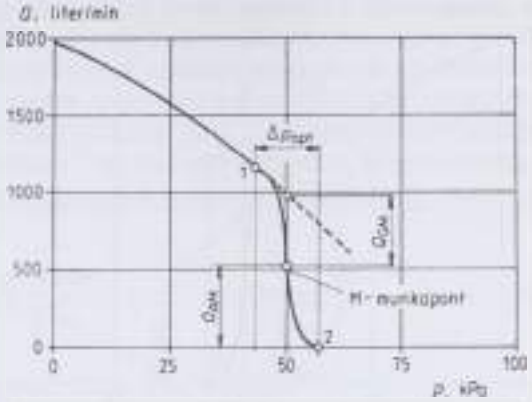
Q_G tartalék, más néven szabályozó levegő,
i a működő fejőkészülékek száma.

A fenti tényezők értékei – tejvezetékes fejőberendezésnél 100 férőhelyes istállóban – általában hibátlanul üzemelő készülékeknél: Q_B az összes légszállítás a Q_A 3–4%-a; Q_C az összes légszállítás Q_A 3–6%-a.

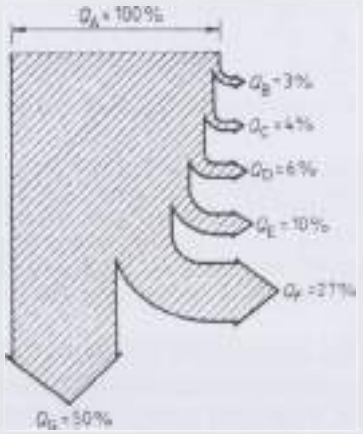
320. ábra. A vákuumrendszer szabályozott jelleggörbéje
(Q_A a fejőegységből beáramló levegő, ha a szelep teljesen zárt, egyben a szelep nyitásának kezdete (1. pont), Q_C a szelepen beáramló levegő üresjárásban, a szelep teljes nyitása esetén (2. pont))

Így pl. a p_{AM} a munkapontban a pillanatnyi vákuumhoz tartozó Q_{AM} metszék, tehát nem más, mint a tömítetlenségből adódó résveszteség, a tejszállításhoz szükséges levegő, a fejőkészülékek levegőfogyasztása stb. A jelleggörbe feletti metszék viszont a szelepen beáramló (Q_{GM}) szabályozólevegőt jelenti.

A fejés kezdeti szakaszán, amikor a készülékeket még nem csatlakozatták a berendezésre, az összes légmennyiség a szabályozó szelepeken át áramlik a szivattyúhoz (Q_G). Ahogy a fejőkészülékeket egymás után a berendezésre kapcsolják, mind kevesebb és kevesebb levegő áramlik a szelepeken át, ezzel egyidejűleg a vákuum értéke fokozatosan csökken (lásd *320., 321., 322.* és *323. ábrákat*).

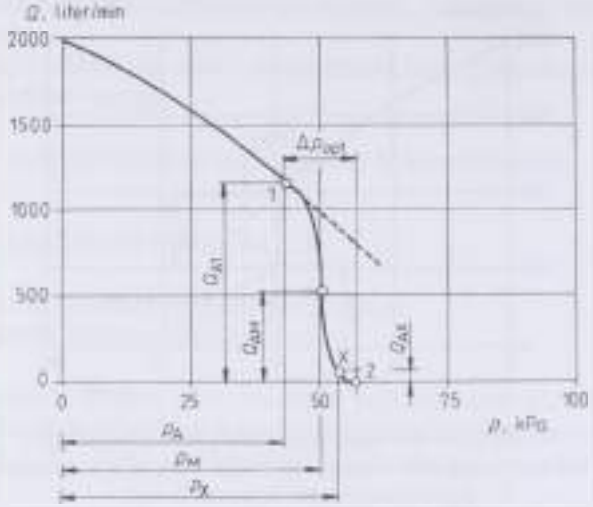


321. ábra. A vákuumszivattyú szabályozott jelleggörbéje
(Q_{AM} a szelepen beáramló levegő, ha a fejőegység a fejési vákuumon a munkapontban dolgozik, Q_{AM} a fejőegységből beáramló levegő, ha a fejőegység a fejési vákuumon a munkapontban dolgozik)



322. ábra. A légszállítás megoszlása a fejőegység egyes részei között [137] (lásd a fentebbi felsorolást), az ábrán $Q_F = Q_{FA} + Q_{FL}$

Ha egy adott fejőberendezésnél pl. a fejőkészülékek használata előtt a rendszerben p_X (pl. 52 kPa) vákuum uralkodik (X pont), és Q_{AX} levegő kerül a rendszerbe (résveszteségek). A p_M (50 kPa) üzemi vákuumon már az összes fejőkészülék üzemel, melyek Q_{AM} légmennyiséget használnak fel, Q_{GM} levegő pedig a szelepen keresztül áramlik a rendszerbe. Valamilyen rendellenesség esetén (pl. fejőkészülék leesik) levegő jut a rendszerbe, tehát a Q_{AM} egészen a Q_A-ig növekedhet (azon túl is de jóval nagyobb vákuumesést eredményezve) és a szelepen $Q_G = 0$ levegő áramlik át, s a vákuum 47 KPa-ra esik vissza. Az összes vákuumingadozás 52–47 = 5 kPa volt.



323. ábra. A vákuumrendszer szabályozott jelleggörbéje és a szabályozás folyamata (p_A-ról a p_X tartományban)

A szabályozó szelepek jellemzői

A légfogyasztásban bekövetkező változás hatását a vákuum változásának mértékére, a szabályozott görbeszakasz, ill. a szelep jelleggörbéjének meredeksége határozza meg *(324. ábra)*.

$\Delta p_A \ll \Delta p_B$, tehát az adott szivattyúhoz és légfogyasztáshoz az A szelep a megfelelő, annak ellenére, hogy a B szelep nagyobb teljesítményű (nagyobb a szabályozási tartománya).

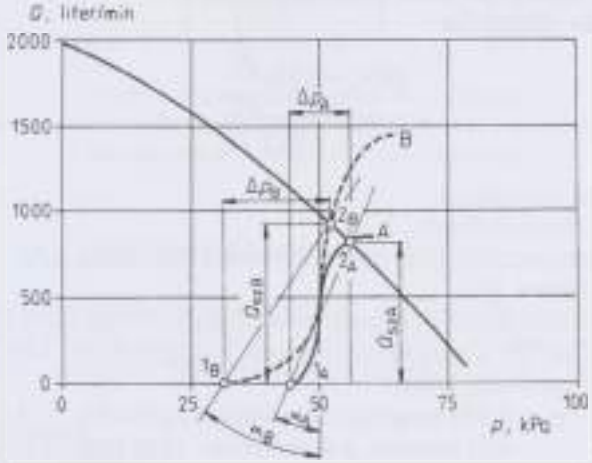
Helyesen méretezett vákuumhálózat és szabályozórendszer esetében a névleges üzemállapot – a Δp megengedett vákuumingadozás tartományában – az eredő karakterisztika középső, szakaszán helyezkedik el, s a szabályozólevegő kellő aránya (50-50%, a szabályozott karakterisztika alatti és feletti metszék) (vö. *323. ábra*) megfelelő biztonsági tartalékot jelent a légszállításban.

Rendellenességek pl. fejőkelyhek leesése, vagy több fejőkészülék egyidejű felhelyezése esetén, a nagyobb légfogyasztás hatására csökken a vákuum, ezért a szabályozó szelep jobban lezár, és ismét megnő a vákuum.

Belátható, hogy minél nagyobb a szelepkarakterisztikára jellemző α iránytangense, ill. a szabályozott karakterisztika meredeksége, annál kisebb vákuumingadozás jön létre a rendszer légfogyasztásában bekövetkező eltérés hatására.

Ha célul tűzzük ki, hogy az ingadozás mértékét csökkentsük, akkor az adott vákuumszivattyúkhoz nagyobb meredekségű jelleggörbékkel rendelkező szabályozó szelepet alkalmazunk, s ezáltal a szivattyúk „szabályozott" jelleggörbéje is nagy meredekségű lesz.

Ha olyan nagymennyiségű levegő áramlik a vákuumtérbe, melynek hatására a szabályozó szelep teljesen lezár, a vákuum rohamos mértékű csökkenése következik be, a szabályozott szakaszt elhagyja, és az üzem kis meredekséggel rendelkező jelleggörbe szakaszon stabilizálódik. Itt kis légmennyiség-változásokhoz nagy nyomáscsökkenés járul, és ezért igen nagy az ingadozás. A berendezések „légtartalékát" úgy kell megválasztani, hogy a legnagyobb rendellenesség vagy maximális készülék kapcsolási egyidejűség esetén se záródjon a szabályozó szelep.



324. ábra. A és B szelep eltérő karakterisztikájának hatása
(Δp, az A szelep szabályozási tartománya, Δp_B a B szelep szabályozási tartománya, Q_{cA} az A szelepen beáramló levegő a teljes nyitásnál, Q_{cB} a B szelepen beáramló levegő a teljes nyitásnál, 1_A és 1_B a szelepek lezárt állapota)

Ha elfogadjuk a vákuumingadozás kritériumaira tett javaslatot, akkor a meredekségnek akkorának kell lennie, hogy a fejés teljes szakaszában a szivattyú jelleggörbéjének szabályozott szakasza a szabályozási tartományba essen.

Így a vákuumszivattyú összes légszállításának kihasználása esetén sem lesz nagyobb vákuumingadozás, mint a kritikus érték.

A szelep jelleggörbe átlagos meredeksége:

$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{\kappa Q_G}{\Delta p_A}, \qquad \text{l/min/kPa},$$

ahol: Q_G a szelepen átáramló max. légmennyiség (teljes nyitás) (l/min),
Δp_A a szabályozási intervallum (3,5 kPa),
$\mathrm{tg}\alpha$ a szabályozási tartományba eső szelep jelleggörbe átlagos meredeksége (l/min/kPa).
κ bizonytalansági tényező, értéke 0,8–0,9 (a szelepek nyitási és teljes nyitási szakaszán tapasztalható beragadások és lengések miatt).

A vákuumingadozás oka és jellege

A fejőberendezéseknél alkalmazott légüst szerepe:
- a vákuum ingadozás csökkentése,
- a tisztítófolyadék felfogása.

A légüst térfogata megszabja az ingadozás mértékét, ami fontos a fejőkészülékek áthelyezésénél, leesésénél, vagy a sajtárok leszívásának idején, amikor nagymennyiségű levegő áramlik a rendszerbe. A nagy térfogat hátránya viszont, hogy az ingadozás időtartamát megnöveli.

Az ingadozás időtartama:

$$t = \frac{60(V_1 - V_2)\ln\frac{p_1}{p_2}}{(Q_0 - Q_A)}, \quad \text{s},$$

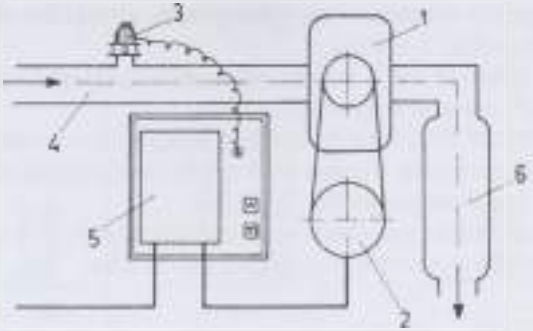
ahol: V_1 légüst térfogata, l,
V_2 csőhálózat térfogata, l,
p_1 a vákuumszabályozás tartományának felső határa, kPa,
p_2 alsó határa, kPa,
Q_0 a vákuumszivattyú légszállítása névleges üzemi vákuumon, l/min,
Q_A a különféle részegységek összes légfogyasztása, azaz a szükséges légmennyiség, l/min.
$\Delta p = p_1 - p_2 = 6$ kPa megengedett vákuumingadozást és 4 s szabályozási időt betartva, a szabályozó-, vagy tartaléklevegő $Q_0 - Q_A = Q_G$ értékét meghatározhatjuk:

$$Q_G = \frac{60(V_1 + V_2)\ln\frac{p_1}{p_2}}{t} \quad \text{l/min.}$$

Az összefüggésben szereplő V_1 és V_2 értékeket különféle tényezők szabják meg. Pl. V_2 értéknél a csőhálózat hossza adott, de az átmérő is körülhatárolt, mivel tisztítása folyadékáramlással történik, és ha a tisztítás hatékonyságát, azaz a folyadékáramlás intenzitását növelni kívánjuk, az átmérőt csökkenteni kell. A kisebb csőátmérő viszont növeli a légszállítás veszteségeit, különösen ha a vezeték belül elszennyeződik. A légüst térfogatának minimális értékét a tisztítás alkalmával áteáramlott folyadékmennyiség is befolyásolja. A szabályozás időtényezőjének csökkentése érdekében is célszerűbb a lehetséges minimális értékeket alkalmazni.

Vákuumszint szabályozása a meghajtó motor fordulatszám szabályozásával

Csak forgódugattyús szivattyúkkal valósítható meg. Az elvi felépítés a *325. ábrán* látható. Nagyobb a kezdeti beruházási költségük, de a beruházás a közel 50%-os energia megtakarítással 2–3 év alatt megtérül. A ROOT szivattyúk élettartama, megfelelő és gondos légszűrés esetén 15–20 év.



325. ábra. A szabályozó rendszer elvi felépítése
(*1* szivattyú, *2* változtatható fordulatszámú villamos motor, *3* nyomásérzékelő, *4* vákuumvezeték, *5* frekvencia váltó, *6* kipufogó)

Vákuumcsökkenést okozó tényezők

A tejvezetékes fejőberendezéseknél a tejet az istálló fejési helyéről a tejkezelő helyiségbe csővezetéken át szállítják. A tejvezetékek áramlási ellenállásai – a fejőkészülékben jelentkező vákuumcsökkenésen túl – további vákuumcsökkenést okoznak [137].

Ezek a veszteségek

- a vezetékek hosszától,
- a vezetékek átmérőjétől,
- a vezetékekben jelentkező iránytörések számától és jellegétől *(14. táblázat)*,
- az időegység alatt átáramló tej mennyiségétől, és
- a szállító levegő mennyiségétől függnek *(326. ábra)*.

p vákuum a szivattyúknál,

$p - p_2$ a vákuumvezeték és szerelvényeinek ellenállási veszteségei (max. megengedett: 1–2 kPa),

14. táblázat. Korrekciós tényezők a tejgyűjtő vezetékek szerelvényeinél az egyenértékű csőhosszúságra

Szerelvények	Egyenértékű csőhosszúság, m		
	25 mm	30–32 mm	40 mm
	belső átmérőjű méreteknél		
90°-os irányváltozás	2–2,5	1,5–2	1–1,5
40°-os irányváltozás	1–1,5	0,5–1	0,5
Emelkedő szakasz, maximálisan 1,3 m-es szintkülönbség	4–6	5–8	nem alkalmazható

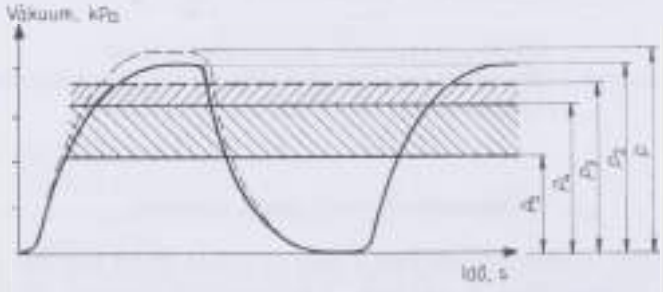
Megjegyzés: A csővezetékben percenként átáramló tejmennyiség 8–12 l.

$p_2 + p_3$ a tejgyűjtő vezeték és szerelvényeinek ellenállási veszteségei (max. megengedett: 1–2 kPa),

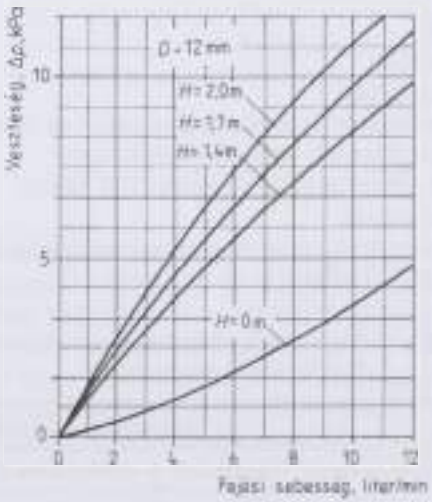
$p_3 + p_4$ a tej felemeléséből fakadó vákuum veszteség (max. megengedett: 2–4 kPa, az alsó tejelvezetésnél: 0),

$p_4 + p_5$ a kollektor és a rajta bevezetett levegő okozta vákuum csökkenés, hosszú tejvezeték a benne lévő egyéb szerelvények ellenállási veszteségei (max. megengedett: 3–5 kPa),

$p - p_4$ maximálisan megengedett alsó tejelvezetésnél: 7,0 kPa, a hagyományos istálló tejvezetékes gépeknél 10–12 kPa.



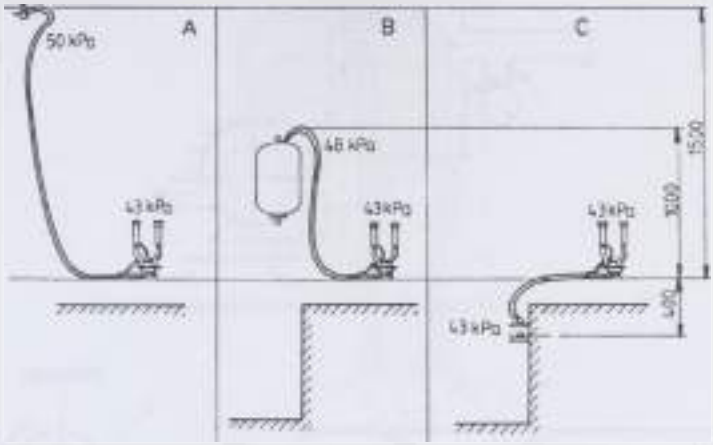
326. ábra. A főbb vákuumveszteségek



327. ábra. A tej felemeléséből (*H*) és fejés sebességéből (a tejáram okozta) adódó veszteségek (12 mm belső átmérőjű hosszú tejvezeték esetén)

A fejőkészülékek kialakításával, a paraméterek helyes megválasztásával és megfelelő szereléssel a veszteségek optimálisra csökkenthetők néhány ilyen lehetőség:

– a vezetékek átmérőinek növelése,

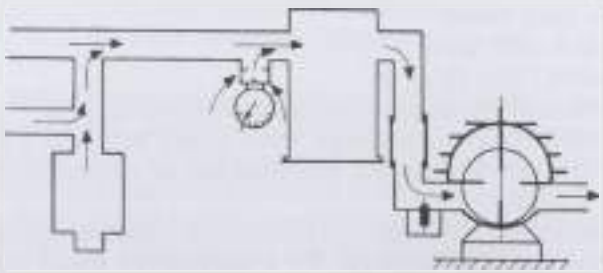


328. ábra. A tej felemeléséből (H = 1300, 1000 és –400 mm) adódó veszteségek mérséklésének elrendezés által adódó lehetőségei, amely a fejési vákuum csökkentését eredményezi
A hagyományos istállói vezetékes gépek, *B* fejőállás tejmérő rekeszderrel, *C* padozat szintjénél alacsonyabban elhelyezett gyűjtővezeték (ún. California-rendszer)

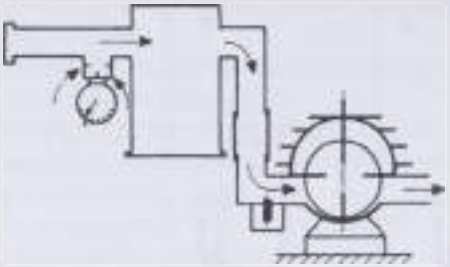
- az utak fölötti áthidalások megszüntetése,
- az iránytörések számának csökkentése,
- a gravitációs rendszerű (275/c ábra) tejelvezetés megvalósítása stb.

A légtechnikai tényezők ellenőrzése

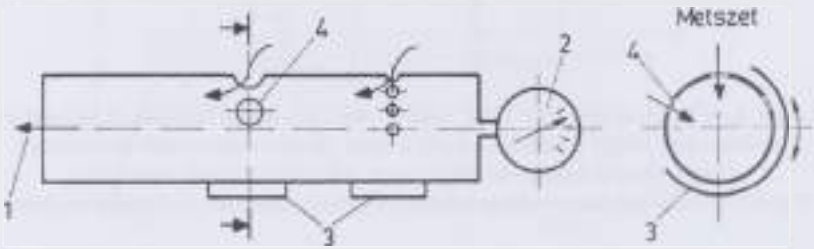
Az előbbi paraméterek ismeretében a fejőberendezések üzeme használatuk során ellenőrizhető. A legfontosabb az összes légszállítás és a tartalék levegő mennyiségének meghatározása. A *329. ábra* az összes, a *330. ábra* a tartalék légmennyiség meghatározásának módszerét szemlélteti. A mérésekhez speciális légmennyiségmérők használhatók. Egy ilyen készülék elvi sémáját a *331. ábra* szemlélteti. A kalibrált furatok nyitásával és zárásával az üzemi vákuumszint beállítható és a furatok számából a légszállítás meghatározható.



329. ábra. A szivattyú légszállításának meghatározása



330. ábra. A tartalék (szabályozó) légmennyiség meghatározása



331. ábra. A fejőgépeknél használatos légmennyiségmérő elvi felépítése
(*1* csatlakozás a mérési pontra, *2* vákuummérő, *3* csúszó szabályzó felgyűrűk, *4* kalibrált légbevezető furatok)

Amennyiben a berendezés összes légszállítása a mérés szerint megfelelő, viszont a tartalék levegő tényleges mennyisége a kívánatosnál kisebb, felül kell vizsgálni a berendezést, pl. hol vannak tömítetlenségek, ill. hol van valamilyen hiba folytán rendellenesen nagy légfogyasztás.

A vákuumszivattyúk légszállításának csökkenését a természetes kopás mellett gyakran az ékszíj csúszása okozza.

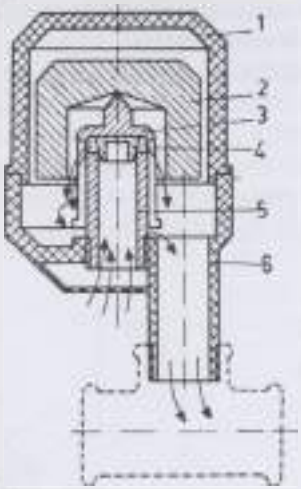
Szabályozószelepek felépítése

A fejőberendezés belső tereiben a vákuum állandó értékét a szabályozó szelepek biztosítják. Ezek típusai:

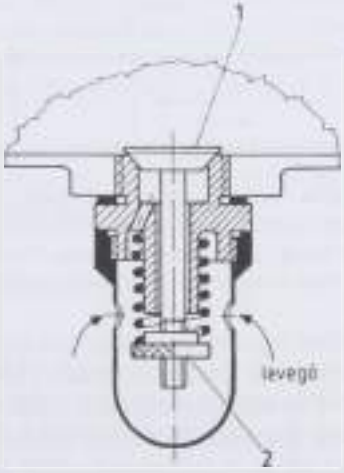
- súlyterhelésű *(332. ábra)*,
- rugóterhelésű *(333. ábra)*, és
- szervo-rendszerű membrános vákuumszabályozó szelepek.

A rugóterhelésű szabályozószelepek szabályozási tartománya a rugó előfeszítésének mértékével változtatható. Erre általában az ellenanyával ellátott szabályozócsavar szolgál.

A szervo-rendszerű szabályozó érzékelőszelepe a nyomásváltozást a membrános szabályozószelephez közvetíti. Ez a nagyméretű kúpos zárótestet működtetve változtatja a rendszer légszállítását *(334. ábra)*.



332. ábra. Súlyterhelésű szabályozószelep
(*1* fedél, *2* súly, *3* szelepvezető, *4* szelep, *5* szelepülék, *6* szelepház)



333. ábra. Rugóterhelésű szabályozószelep
(*1* szelep és szelepülék, *2* állító csavar és a rugó)

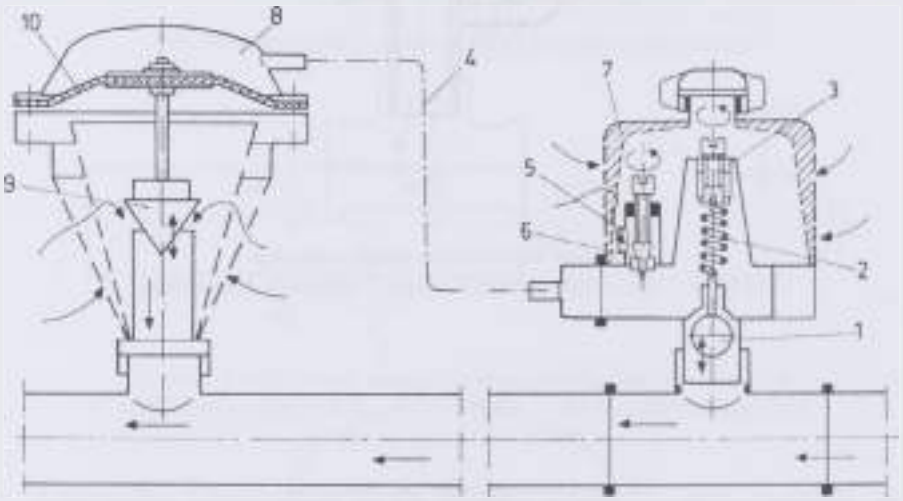
A szervo szabályozószelepek karakterisztikái, összevetve a hagyományos súlyterhelésű szeleppel, jóval meredekebbek (érzékenyebben szabályoznak).

A jobboldali érzékelő vezérlő rugójának feszítésével és a tűszeleppel lehet a vezérlőtérben a fejési rendszerre jellemző kívánt vákuumszintet beállítani. Az érzékelőtől vékony cső (4) vezet a szabályozószelep vezérlőkamrájához, amely a pillanatnyi vákuum értéke alapján emeli vagy süllyeszti a kúpos zárótestet. A nagy átmérőjű kúpos zárótest a nagy felületű, nagy erő kifejtésre alkalmas

membrán segítségével nyit vagy zár, ill. lebeg, s ezáltal a légköri levegő nagy keresztmetszeten kerül a vákuumtérbe.

A bemutatott különféle szabályozó szelepek közül a „szervo" rendszerűek a vákuum 35–50 kPa közötti értéktartományában jól állíthatók.

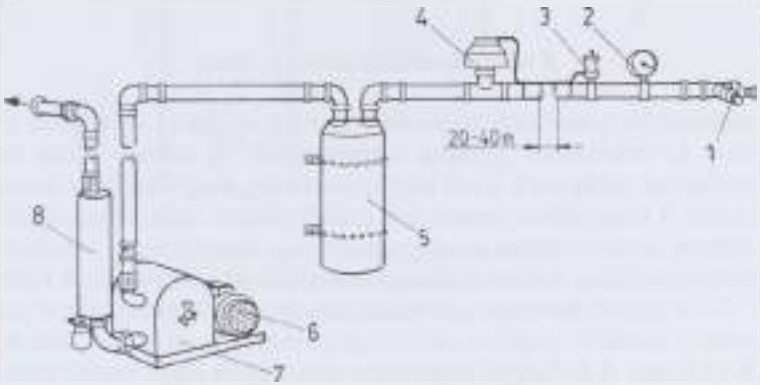
E szabályozók érzékenysége (szabályozási tartománya) ±2 kPa, a szabályozási veszteségük (a szabályozáshoz felhasznált légmennyiség) 30–40 l/min 1000 l/min légátbocsátásra vonatkoztatva. A szabályozó szelep összes vesztesége nem lehet több a névleges légszállítás 2–5%-ánál.



334. ábra. Szervo-rendszerű szabályozó szelep
(1 vezérlő szelep, *2* vezérlő rugó, *3* vákuumszint állító csavar, *4* csatlakozó vezeték, *5* az atmoszférikus (légköri) levegő bevezetése, *6* tűszelep, *7* levegőszűrő, *8* vezérlőkamra, *9* kúpos zárótest, vagy szeleptest, *10* szeleptestet működtető membrán)

A fejőgépek fejlesztésében tapasztalható irányzat a vákuumrendszer túlméretezése. Célja a vákuumszivattyúk légszállításának, illetve a csőhálózat keresztmetszetének növelésével a nyomásingadozások csökkentése. A nagy keresztmetszetű vákuumvezetékek áramlási ellenállása minimális, és jelentős térfogatuk egyben kiegyenlítő hatású is. A fejőberendezések többségénél a különböző nyomásesések, áramlási veszteségek miatt fejés közben jelentősen csökken a tőgy alatti vákuum és általában csak az üresjárásban éri el a kívánt értéket. Az áramlási keresztmetszetek növelésével, illetve a veszteségek csökkentésével viszont még alacsonyabb névleges vákuum beállítása esetén is megfelelő értékű vákuum biztosítható a tőgybimbó alatti tejtérben. A takarékosan, illetve alulméretezett rendszerben viszont az 50 kPa névleges értékű vákuum – fejés közben – a tőgybimbó alatt 35–40 kPa-ra is csökken. A fejés végén, a tejfolyás megszűntével viszont a névleges vákuum áll elő és túlzottan igénybe veszi a tőgybimbót. Ezért előnyös a túlméretezett vezetékek és vákuumszivattyú, illetve az alacsonyabb pl. 40–42 kPa névleges vákuum alkalmazása.

A teljes rendszer vákuumellátásának egyensúlya érdekében a gyártók a vákuumszivattyúk légszállításához és a fejési rendszer sajátosságaihoz megfelelő szabályozó szelepeket szállítanak. Ezeket a gyártók előírásai szerint megjelölt helyekre kell beépíteni *(335. ábra)*.



335. ábra. A vákuumszolgáltató gépegység és tartozékainak a beépítési sorrendje (a szabályozó szelep beépítési helye) az egyszerű kivitelű fejőberendezéseknél
(*1* a különféle fogyasztók csatlakozó szerelvényei (pulzátorok, tejleválasztó stb.), *2* vákuummérő óra, *3* szabályozó egység érzékelője, *4* szabályozó szelep, *5* kondenzvíz felfogó-, illetve kiegyenlítő légüst, *6* meghajtó motor, *7* szivattyú, *8* kapufogó és olajfelfogó)

A fejési rendszer bővítése esetén szükséges lehet két, esetleg több szelep szerelésére. Fontos, hogy a szelepek egymástól minél távolabb legyenek, mivel az ütköztetett légáramlat energiaveszteséget okoz.

Vákuummérők

A fejőberendezéseknél főként a Burdon-csöves manométereket alkalmazzák a vákuum mérésére. Csak akkor mutatnak pontos értéket, ha nem szennyezettek és függőlegesen vannak beállítva. A gyártók az üzemi vákuumtartományt a

15. táblázat. A vákuum mértékegységei és az átszámítások

kPa	Hgmm, Torr	Hginch	kp/cm²
10	75	3	0,1
20	150	6	0,2
30	225	9	0,3
40	300	12	0,4
50	375	15	0,5

mérőórákon jelölik (megvastagított, vagy piros vonalakkal). Magyarországra a világ számos országából szállítanak fejőberendezéseket, s ezért előfordul, hogy a mérőn is más és más mértékegységek találhatók *(15. táblázat)*.

A vákuummérő skáláján a 20–80 kPa tartományban, legalább 2 kPa-onkénti beosztás a szabvány előírása.

A vákuumhálózat szennyeződése

A vákuumhálózat a beáramló tejgőzök, valamint az istálló légterében levő por lerakódása következtében gyorsan szennyeződik. A csövek falára lerakódó szennyeződések csökkentik a cső keresztmetszetét, megnövelik az áramlási ellenállásokat. A bonyolultan szerelt, sok csőkönyökkel, csőkötéssel ellátott fejőberendezések szennyeződése jóval gyorsabb és a tisztogatásuk is nehézkesebb. A vákuumvezetékeket folyadék átáramoltatásával lehet tisztítani. A tisztításhoz 60–70 °C-os mosófolyadékot kell használni. A légüst űrtartalmánál 20–25%-kal kevesebb tisztítófolyadékot célszerű átszivatni (ha 20 literes, akkor legfeljebb 15–16 litert). A fejőgépek mosásához alkalmazott lúgos bázisú mosószerek erre a célra is jól megfelelnek. A koncentráció 4–6%-os legyen.

A rendszer tiszta vizes átöblítése után – nyitott fejőcsap-állások mellett – 15–20 perces levegő átáramoltatásával a csőben maradt vízmaradványokat is kiszáradnak.

A fejőberendezések építésének, beszerelésének, üzembe helyezésének és üzemeltetésének szabályait hazai és nemzetközi ajánlásokban foglalták össze. Ezeket A fejési rendszerek c. fejezetben soroljuk fel.

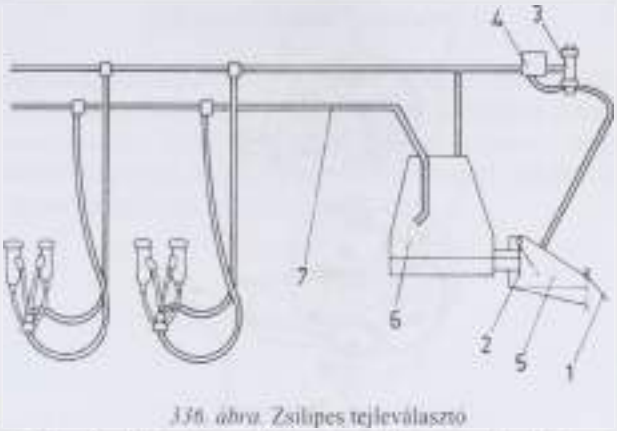
Tejleválasztók

A fejési rendszerek tárgyalása előtt lényeges megismerni a tejvezetékes fejőberendezések egyik fontos elemét a tejleválasztót. Ebben megy végbe a tej és a tejszállító levegő különválasztása. Kétféle tejleválasztó típust különböztetünk meg:

- zsilipes (szelepes), és
- szivattyús.

A zsilipes tejleválasztó

A régebben alkalmazott szerkezet működtetését a vezérlő és az erősítő pulzátor biztosítja. A tejleválasztó edénybe érkező tej a zsilipkamrába akkor áramlik át, amikor az erősítő pulzátor a kamra terét vákuum alá helyezi, illetve a kamrából akkor folyik ki, amikor az erősítő pulzátor légköri nyomású levegővel tölti fel. A leválasztott tej mennyisége az erősítő pulzátor ütemszámának változtatásával szükség esetén szabályozható *(336. ábra)*.

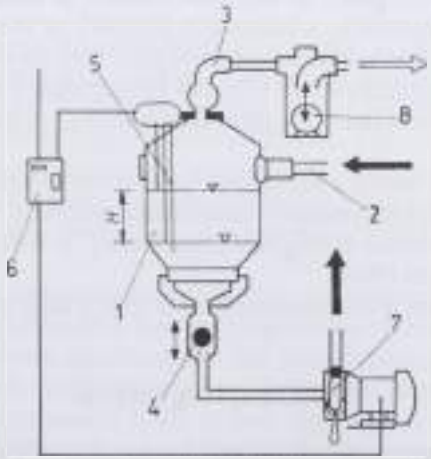


336. ábra. Zsilipes tejleválasztó
(*1–2* szelepek, *3* erősítőpulzátor, *4* vezérlőpulzátor, *5* zsilipkamra, *6* állandó vákuumú gyűjtőedény, *7* tejvezeték)

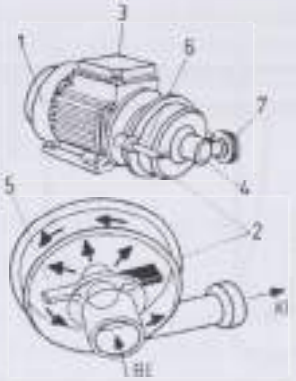
Szivattyús tejleválasztó

A leválasztó edénybe beérkező tej mennyiségét villamos elektródák vagy más jelfogók (mágnes az úszóban, Reed relé a tartó csőben stb.) érzékelik. Amikor a tej pl. a legfelső elektródát éri, a leválasztóedényhez csatlakozó centrifugális rendszerű tejszivattyú bekapcsol és a tejet kiszívja, majd a hűtőtároló edénybe továbbítja *(337. és 338. ábra)*

A tej visszaáramlását a szivattyú előtt vagy mögött elhelyezkedő visszacsapó szelep akadályozza meg.



337. ábra. Szivattyús tejleválasztó, biztonsági folyadékleválasztóval
(*1* gyűjtőedény, *2* tejvezeték, *3* vákuumvezeték, *4* visszacsapó szelep, *5* szintérzékelők, *6* villamos kapcsoló, *7* villamos motor és szivattyú, *8* folyadékzár)



338. ábra. Tejszivattyú
(*1* villamos motor, *2* szivattyú ház, *3* villamos csatlakozóház, *4* szívó csonk, *5* forgórész, *6* a szivattyúház rögzítő csavarja, *7* nyomócsonk)

A régebben használt zsilipes (pneumatikus) tejleválasztók hátránya a jelentős légfogyasztásuk mellett az, hogy periodikus vákuumingadozást is okoztak.

Tejvezetékes fejőberendezéseknél és fejőállásoknál a tejleválasztók és a vákuumhálózat közé ún. biztonsági folyadékleválasztót is elhelyeznek (337. ábra 8. tétel).

Ha a tejleválasztó meghibásodik (annak szelepei vagy szivattyúja) és tejjel töltődik fel, a „folyadékzár" akadályozza meg, hogy a tej a vákuumhálózatba áramoljon, esetleg a vákuumszivattyúig is eljusson. A vákuumszivattyúk előtti légtartályok is nyújtanak némi biztonságot, de csak a szivattyúkat védik.

A folyadékleválasztóban rendszerint gömb alakú úszó helyezkedik el.

Ha a tejleválasztó megtelik és folyadék áramlik át (akár mosás, akár fejés alatt) a folyadékleválasztókba, a beáramlott folyadék az úszót fölemeli, s mindaddig emeli, amíg a vákuumhálózat csőcsonkját el nem éri és a vákuumhálózatot le nem zárja. Így megakadályozza a folyadék beáramlását a vákuumvezetékekbe.

A lezárásakor a fejővákuum megszűnik, s a fejő(k) is azonnal észreveszi(k) a hibát.

Megfelelő szerelés esetén a biztonsági folyadékleválasztóban csapódnak le a meleg tejből vagy mosófolyadékból felszabadult gőzök is. Fejés után a biztonsági folyadékleválasztóban összegyűlt „csapadékot" le kell engedni, vagy automata víztelenítővel kell ellátni.

E folyadékleválasztó a vákuumvezetéket is védi a túlzott szennyeződéstől.

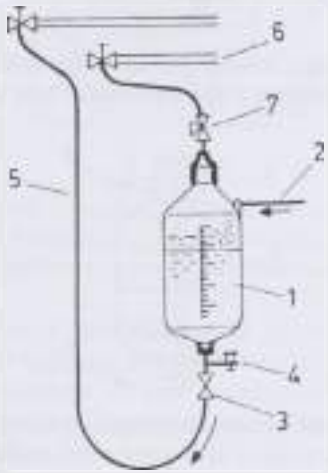
Tejmennyiségmérők

A tej mennyiségének meghatározása a fejésnél

A fejés során nem mellőzhető a tej mérése, amelyre különböző tejmennyiség mérők használatosak.

Tejmérő ballon (rekorder)

Fejőállásokban korábban a 25–32 kg tej befogadására alkalmas üveg ballonokat használtak. A fejőállásokban minden egyes fejőkészülékhez mérőtartály csatlakozik, s az edényen lévő kalibrált skáláról a tej mennyisége leolvasható *(339. ábra)*. A felszínen képződő habréteg ugyan nehézséget okozhat a tejnívó leolvasásban, de pontosságuk így is elfogadható.



339. ábra. Tejmérő rekorder térfogatméréssel
(*1* üveg ballon, *2* tej érkezése a fejőkészüléktől, *3* tejcsap, *4* mintavevő nyílás, *5* csatlakozás a tejvezetékhez, *6* vákuumvezeték)

A rekorderek tömegmérésre alkalmas változatban is készülnek *(340. ábra)*. Ekkor a felfüggesztésük elektrotenzometrikus elven működő mérőelemre (nyúlásmérő cellára) történik. A tömegnövekedés okozta deformáció hatására, azzal arányosan a nyúlásmérő bélyeg villamos ellenállása a tömegváltozással arányosan változik. A pillanatértékeket a mérőegység összegezi is, így a fejt tej mennyiségét kapjuk. E módszer alkalmas a fejési görbe automatikus regisztrálására is. Ugyan e célra az ultrahangos szintmérővel ellátott mérőballon is alkalmas *(341. ábra)*.

Az úszó permanens mágnese a tej szintjének, azaz mennyiségének változásával, magával viszi a csőben lévő lágyvas magot. Ultrahanggal ennek távolságát, azaz a szintváltozást méri, ami arányos a fejt tej mennyiségével.

A rekorder ürítése és ezt követően az újabb fejéshez vákuum alá helyezése, a tejminta vétele stb. a csatlakozó elzáró csapok segítségével végezhető, ami nyilvánvalóan a fejőktől időt és figyelmet követel, de automatizálható is.

A tejmérő rekorderek hátránya, hogy nehezen tisztíthatók, fizikailag sérülékenyek és meglehetősen drágák. Helyettesítésükre a gyártók a különböző működési elvű és átfolyórendszerű tejmennyiségmérőket fejlesztettek ki.

340. ábra. Tömegmérés tejmérő rekorderrel
(*1* nyúlásmérő cella, *2* tej érkezése a fejőkészüléktől, *3* üveg ballon, *4* a tej elvezetése)

341. ábra. Tejmérő rekorder ultrahangos szintmérővel felszerelve
(*1* üveg ballon, *2* tej érkezése a fejőkészüléktől,
3 ultrahang adó és visszaverődés érzékelő, *4* úszó permanens mágnessel,
5 műanyag cső a belsejében lágyvas maggal, *6* a tej elvezetése)

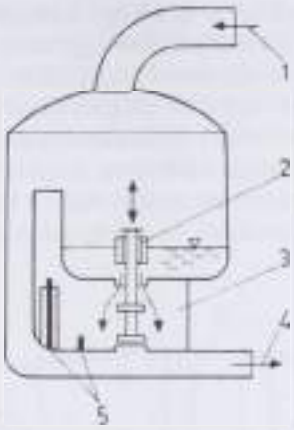
Az egyedi tejmennyiségmérőknél az alábbi működési elvek nyernek alkalmazást:

- a rendszeren átáramló tejjel arányos tömegű, vagy térfogatú részmennyiséget mérve, majd átengedve a tényleges mennyiség számlálása és összegezése,
- az áramló mennyiségből meghatározott részarányt összegyűjtve következtetni lehet az összes mennyiségre,
- a tej tömegáramának folyamatos, vagy szakaszos mérése és összegzése,
- a fejőgépből elfolyó tej tömegáramának mérése, az ismert keresztmetszeten átáramló tej sebességének meghatározásával, amikor is a tejmennyiség a sebesség és a keresztmetszet szorzatából számítható, ill. összegezhető.

Folyamatos mérésére és összegzésére alkalmas mérőkészülékek

A készülékek azon az elven működnek, hogy az áramló tejmennyiség egy részének térfogatát mérik, majd azt a rendszerbe továbbengedik. A mért adagok számából és mennyiségéből lehet következtetni az összes mennyiségre.

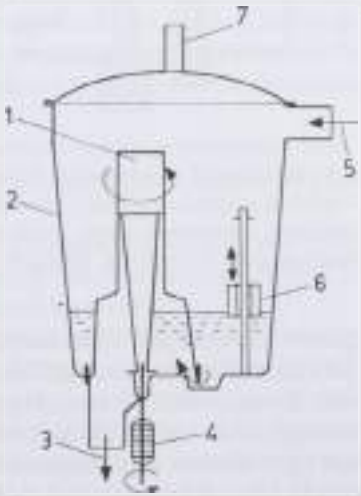
Az egykamrás mérőkészülék működési elvét a *342. ábra* szemlélteti.



342. ábra. Az egykamrás tejmérő elvi felépítése
(*1* tejfolyás a fejőkészülékből, *2* elektromágnes, *3* mérőkamra, *4* tejfolyás a tejvezetékbe, *5* elektródák)

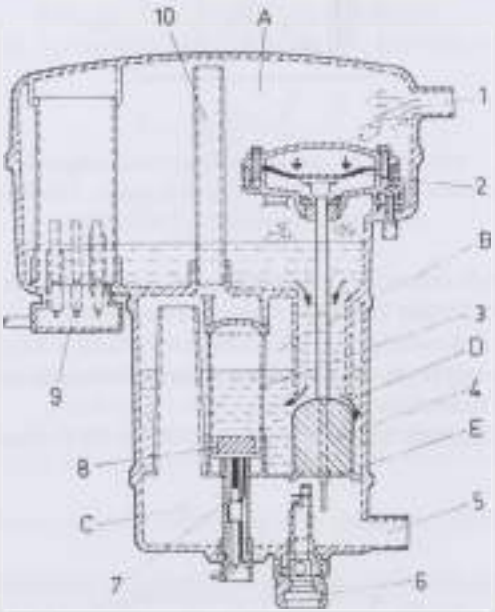
A fejőkészülékből érkező tej a mérőkamrába jut, amelyben a folyadék alsó és felső szintjét elektródapár érzékeli. A mérőkamra feltöltődésekor záródó áramkör működteti az elektromágnest, s a kettős szelep üríti a mérőkamrát és egyben lépteti a számláló egységet. Egyidejűleg a szelep emelt helyzetében zárja a tej beáramlását a mérőkamrába.

A többkamrás készülék működési elvét a *343. és 344. ábrák* mutatják.



343. ábra. A forgócellás többkamrás tejmérő elvi felépítése
(*1* kamrás mérő, *2* ház, *3* tej kifolyása a tejvezetékbe, *4* léptető villamos hajtómotor, *5* tejfolyás a fejőkészülékből, *6* úszós nívókapcsoló, *7* mosóvezeték)

A fejőkészüléktől érkező tej a mérő egy körcikk keresztmetszetű kamráját tölti fel folyamatosan, a folyadékszintet egy úszós nívókapcsoló érzékeli. A kamra feltöltődése után a nívókapcsoló működteti a léptetőmotort, amely egy osztással átfordítja azt és az egyszeri adag tejmennyiség a tejvezetékbe ürül. A cellaürítések számát (regisztrálva) meghatározza a kifejt tej mennyiségét. E készülékeknél előfordulhat, hogy különösen intenzív tejfolyás esetén nem tökéletes a mérőkamrába érkező tej elválasztása a levegőtől. Ez a mérőműszer térfogatának növelésével javítható és ez egyben a vákuumstabilitást is kedvezően befolyásolja.

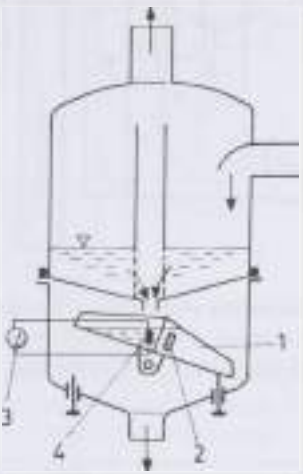


344. ábra. Többkamrás tejmérő elvi felépítése
(*A* felső kamra, *B* mérőkamra, *C* alsó kamra, *D* felső szelepnyílás, *E* alsó szelepnyílás, *1* tejfolyás a fejőkészülékből, *2* membrán, *3* úszó, *4* szelep, *5* tej kifolyása a tejvezetékbe, *6* mintavevő nyílás, *7* villamos mikrokapcsoló, *8* állandó mágnes, *9* érintkezők, *10* légtőcső)

A tej a hosszú tejvezetékből (1) az A jelű felső kamrába érkezik és a D jelű szelepnyíláson át jut a B jelű kamrába, ahol összegyűlik, mivel az E jelű szelepnyílás lezárt állapotban van. A megemelkedő tejoszlop miatt az alsó részén állandó mágnest hordozó úszó (8) elszakad a mikrokapcsolótól, amely ekkor rövidzárást hoz létre és kinyit egy villamos légszelepet, ami vákuum alá helyezi a membrán (2) fölötti légteret és a hozzá kapcsolt szelep (4) fölfelé elmozdul. Ekkor a tej a szelepnyíláson (E) át a C kamrába folyik, illetve a tejgyűjtő vezetékbe távozik. A szelep mindaddig zárva marad (D ülék), amíg az A kamra érzékelői (9) a megnövekedett tejnívó miatt rövidzárási jelet nem szolgáltatnak a vil-

lamos légszelepnek, s membrán (2) felfelé el nem mozdul. Ezzel a ciklus ismétlődik. Az állandó vákuum a mindig nyitott légzőcső (10) által biztosított. Az úszós vezérlésű jeladó (7) pontossága a tejhab képződésre kevésbé érzékeny és a mérési szakaszban nincs tej utánfolyás, ezért a műszer kiváló pontosságú.

A billenőmérleg *(345. ábra)* tömegmérést valósít meg.



345. ábra. Billenőmérleg elvén működő tejmérő vázlata
(*1* billenőedény, *2* mágnes, *3* érzékelő, *4* számláló egység)

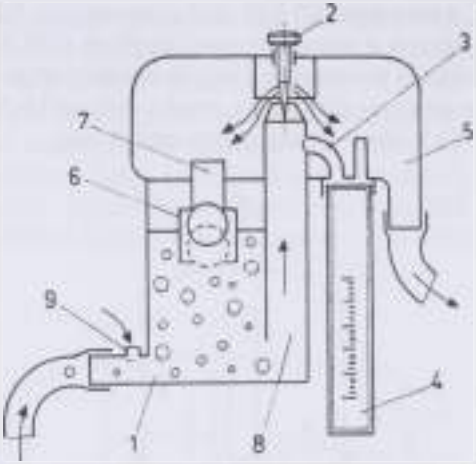
A mérőkészülékbe érkező tej keskeny résen át folyik a billenő edénybe. Az egyik oldal feltöltődése után az edény átbillen, s a tej ezzel egyidejűleg kifolyik. Az ürítési ciklusok számát szilárdtest érzékelő továbbítja a számláló egységhez. A mérési pontosságát befolyásolja a tejfolyás intenzitása.

Az arányosság elvén működő mérőkészülékek

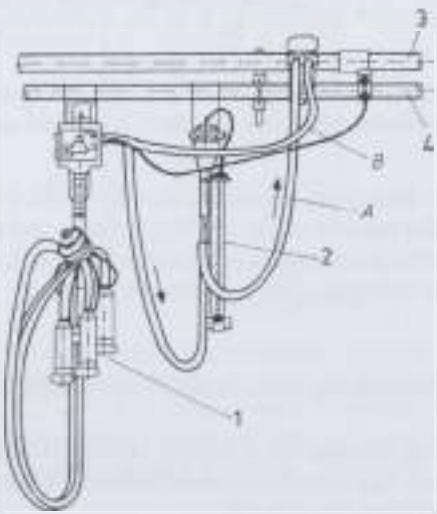
Az e csoportba tartozó készülékek a hosszú tejtömlőn átfolyó tejmennyiséget úgy mérik, hogy annak egy részét nyomáskülönbség felhasználásával, vagy ütközőfelület alkalmazásával elválasztják.

A nyomáskülönbség felhasználásával működő műszert szemlélteti a *346. ábra.*

A készüléknél a hosszú tejtömlőn érkező tej–levegő keverék az úszóval ellátott fogadókamrába jut. Itt megtörténik a levegőelválasztás, majd amikor az úszó (6) zárja a légzőcső nyílását, a tej a függőleges elrendezésű csőszakaszon (8) a készülék felső terébe áramlik. A felmenő csővezetéket egy állítható tűszelep (2) részben lezárja, így a tej egy része (1%) a nyomásemelkedés hatására a mérőhengerbe (4), míg a többi mennyiség a tejvezetékbe (5) áramlik. A mérőhenger 100 g-os osztásonként 30–35 kg tejmennyiség leolvasását teszi lehetővé. Vizsgálatok alapján a készülék fogadókamrájának ürítéséhez szüksé-



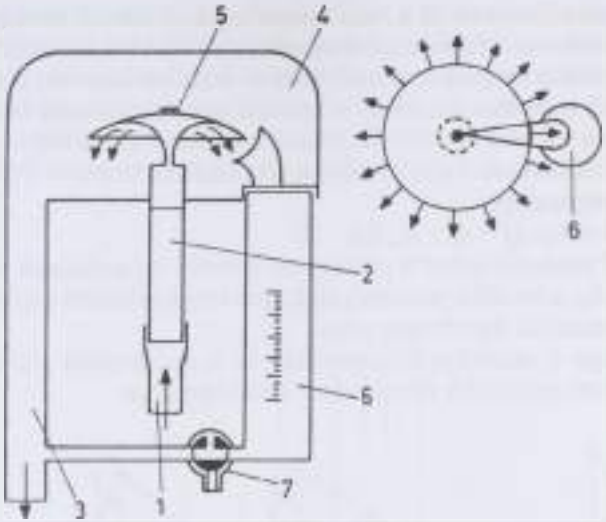
346. ábra. Nyomáskülönbség elvén működő tejmérő működési vázlata
(*1* fogadókamra, *2* állítható tűszelep, *3* furat, *4* mérőhenger, *5* elvezető kamra, *6* úszó, *7* légző cső, *8* mérőcső, *9* légbevezető furat)



347. ábra. Nyomáskülönbség elvén működő tejmérő elhelyezése
(*1* fejőegység, *2* műszer, *3* tejvezeték, *4* vákuum vezeték)

ges 2 l/min járulékos levegőbeeresztés a tej áramlási sebességcsökkenését eredményezi, mely különösen a nagy tejhozamú és nagy tejleadóképességű állatok fejésekor zavarólag hat. Elhelyezésre példa a *347. ábra*.

Az arányos tejelvétel ütközőfelület felhasználásával is megoldható. Több fejőgéptípusnál is alkalmazzák ezt a megoldást, főként időközi ellenőrző mérésekre (Milcoscop). A működési elvet a *348. ábra* szemlélteti.



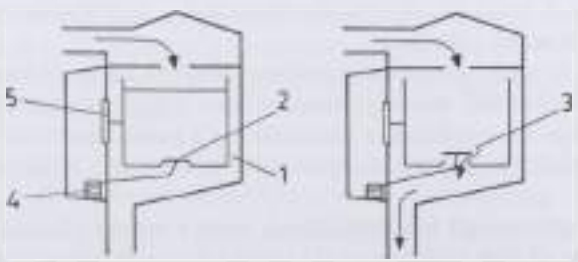
348. ábra. Ütközőfelület felhasználásával működő készülék elvi vázlata
(*1* kollektorból, mérőcső, *3* tejelvezető cső, *4* felső kamra, *5* ütközőfelület, *6* mérőtartály, *7* ürítő és mintavevő csap)

Az ütközőfelület (5) egy szektora a radiális irányban lefelé haladó tejfilm meghatározott mennyiségét (1%) a mérőtartályba (6) vezeti.

Szakaszos tömegmérés elvén működő mérőkészülék

A legpontosabb mérési eredményeket adják a korábban bemutatott tömegmérésen alapuló (elektro-tenzometrikus érzékelővel mérő) mérőballonos rendszerek. Ezek hiányossága a nagy térfogat miatti nehézkes tisztíthatóság.

Kisebb mérőtérfogattal szakaszos üzemet valósít meg a *349. ábra* szerinti kivitelű kamrás tömegmérő (Alfa Laval).



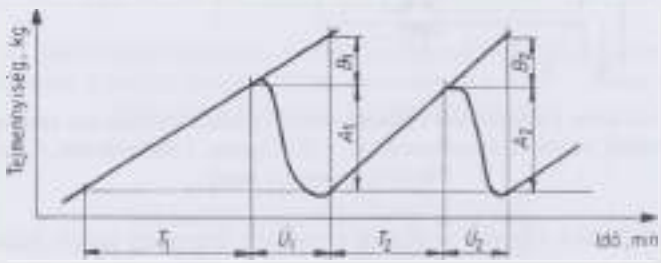
349. ábra. Kamrás tömegmérés elvén működő tejmérő
(*1* kamra, *2* szelep, *3* mérőkamra, *4* szelepműködtető elektromágnes, *5* nyúlásmérő bélyeg)

A tejvezetékből érkező tej a mérőcsészébe jut. A mérési periódusban az alsó szelep (3) zárva van. Megfelelő tömeg elérését követően a tenzós érzékelő jelet szolgáltat a szelep mágnes kapcsolójának és a szelep kinyílik, s a tej átfolyik a gyűjtővezeték irányába. Az edény kiürülését ismételt parancs követi, amikor a szelep lezár és a ciklus ismétlődik. Mivel a tej utánfolyása folyamatos a nyitott szelepállási időszakban befolyó tejet a rendszerhez kapcsolt PC kalkulálja és adja meg a végösszeget.

A fejt összes tej: $Q = A_n + B_n$, kg.

Az A és B mennyiségeket a processzor korábbi tapasztalatok alapján kalkulálja, mégpedig a korábbi próbamérések által meghatározott algoritmus szerint, de a fejési intenzitás figyelembe véve.

Hiányossága a nehézkes tisztíthatóság és a nyúlásmérő (érzékelő) sérülékenysége miatti gyakoribb ellenőrzések szükségessége.



350. ábra. Mérés folyamata a kamrás tömegmérővel
(T_1 és T_2 a nyúlásmérő működési ideje, U_1 és U_2 a tej hozzáfolyás, ill. a szelep nyitvatartási ideje, A_1 és A_2 a nyúlásmérő által érzékelt mennyiségek, B_1 és B_2 a szelep nyitvatartási idején hozzáfolyt és a processzor által hozzáadott tejmennyiség)

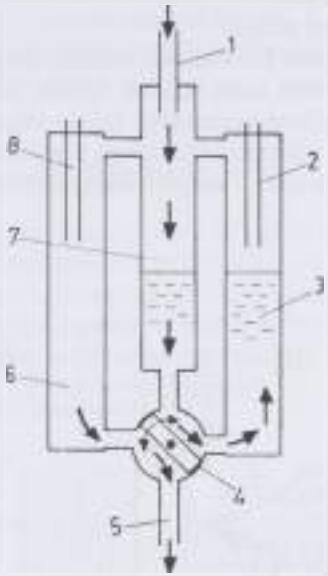
A kamrás mérőműszerek *(350. ábra)* beiktatása rontja a cirkulációs rendszerű a tisztításának hatékonyságát, mivel a tisztítás egyik fő tényezője, a tisztítóanyag kellő áramlási intenzitása mérséklődik. A kisebb átmérőjű csövekben a mechanikus hatást, a turbulenciája révén az áramló folyadék is biztosítja. A mérőegységek alkalmazásával bekövetkező térfogatnövekedés miatt a mosófolyadék sebessége oly mértékben csökken, hogy az említett mechanikus tisztítóhatás megszűnik. A hatékonyság csökkenését csak a tisztítószer koncentrációjának fokozásával lehet mérsékelni.

A *351. ábra* szerinti műszer ezt a hátrányt részben kiküszöbölni úgy, hogy az alkalmazott mérőkamrák átmérője közel azonos a fejőkészülék csővezetékével, így a tisztítófolyadék mechanikus tisztítóhatása a mérőműszerben is megmarad.

A három csőből álló egység középső csövébe érkezik a fejőkészülékből a kifejt tej (7).

Itt jelentős mennyiségű hab is található, ezért e csövet a habkamrának is nevezhetjük. Innét az alsó váltószelep (4) állásának megfelelően jobb vagy bal oldalra folyik át a tej. A mérőcsövekben (6 és 7) a tej felszínén kevés hab van, mivel az átáramlás a folyadék alsó részéről történik. Az átáramlás mindaddig foly-

tatódik, amíg a mérőcsőben lévő érintkezőpárt a folyadék el nem éri (2 és 8). Ekkor az érintkező rövidre zár, és a mérőegység, illetve a számláló villamos impulzust kap. A processzor elvégzi a számlálási funkciót, de utasítást is ad az alsó szelep pozíciójának megváltoztatására. A váltást követően az érintkező alatti tej a hosszú tejtömlő (5) folytatásaként a gyűjtőcsőbe áramlik át, miközben a mérés a másik oldali mérőcsőben folytatódik.



351. ábra. Hazai fejlesztésű mérőműszer
(*1* betömlő cső, *2* és *8* szintérzékelők, *3* és *6* mérőcellák, *4* váltószelep, *5* kifolyócsonk, *7* habkamra)

A mosáshoz a mikroprocesszornak külön programja van. A vezérlő ekkor a folyadékbeérkezés intenzitásától függetlenül percenként 10–15 alkalommal váltja át a szelep a jobb, illetve a bal mérőcsövek irányába. Így a tisztítófolyadék a mérőcsövekben mindkét irányban kifejti mechanikus tisztító hatását is. A szelepváltás előnye, hogy nem marad a tisztogatás szempontjából „Árnyékolt felület", mely minden más tejmérőnél szinte kivétel nélkül megtalálható. Árnyékolt felületek azok, amelyek közvetlenül nem esnek a tisztítófolyadék áramlásának irányába, és az áramlási zugokban a tisztítófolyadéknak semmiféle mechanikus hatás nem érvényesül.

Spirál kondenzátor fegyverzetes tejmennyiség mérő és érzékelő

A készülék az üvegcsőben adott pillanatban lévő folyadék mennyiségét méri. Mivel a levegő és a tej relatív dielektromos állandója között nagyságrendi elté-

rés van, ezért az üvegcső kapacitását a folyadék kitöltöttsége és elhelyezkedése határozza meg [124].

Az üvegcső kitöltöttsége és a kapacitás között szoros statisztikai összefüggés van. Az összefüggést a jelfeldolgozó egység táblázatos formában „ismeri".

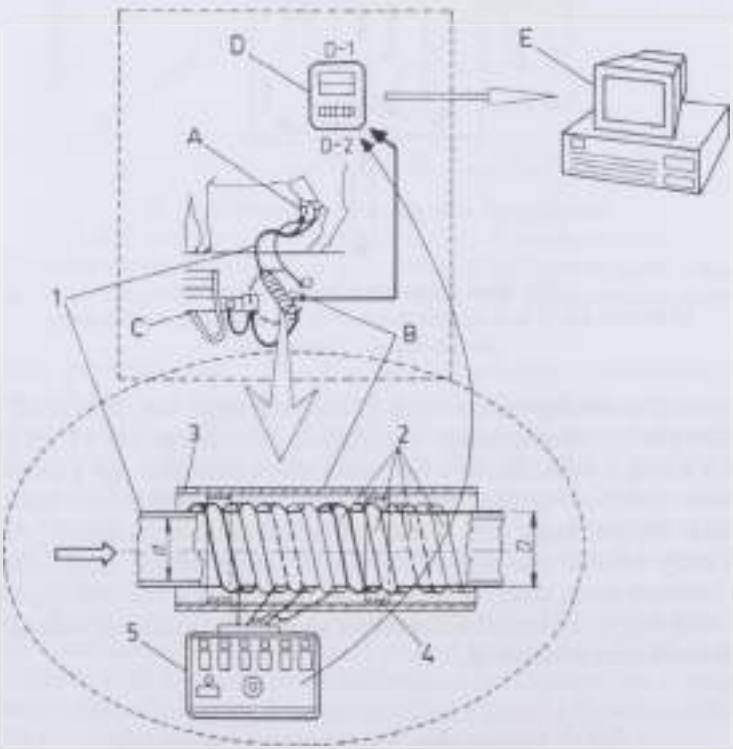
Az összefüggést befolyásoló tényezők:

- a folyadék vezetőképessége,
- a folyadék hőmérséklete,
- a folyadék és a levegő aránya,
- az áramlási paraméterek (csővezeték mérete, üvegcső térbeli elhelyezése).

Mivel a fenti paraméterek szűk határok között változnak, a készülékkel a gyakorlat számára elfogadható pontosságú mérés végezhető.

A készülék felépítésére jellemző *(352. ábra)*, hogy elvileg három egységből áll:

- kapacitív érzékelő (üvegcső, megfelelően kialakított fegyverzetekkel),
- oszcillátor és
- jelfeldolgozó.



352. ábra. Spirál kondenzátor fegyverzetes tejmennyiség mérő és érzékelő (az érzékelő kivitele és elhelyezése a fejőegységnél)
(*A* fejőkészülék, *B* érzékelő, *C* tejgyűjtő, *D* műszer, *E* személyi számítógép, *1* tejvezeték, *2* spirális kondenzátor fegyverzetek, *3* árnyékolás, *4* távtartó gyűrűk, *5* R/C panel)

Az érzékelő a nagy stabilitású oszcillátor C tagja. A mérő frekvencia a kapacitás értékétől függően 1,2 MHz–1,8 MHz között változik, melyet egy frekvenciaosztóval 300–450 Hz-re osztunk le.

Ennek a frekvenciának a periódusidejét dolgozza fel a jelfeldolgozó egység.

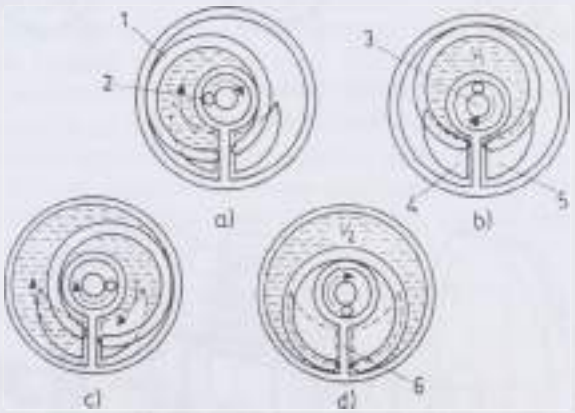
A jelfeldolgozó egység a bemenetére kerülő négyszögjel periódusidejét (300–450 Hz) méri. A mért érték és az érzékelőben lévő folyadék mennyisége közötti összefüggést a jelfeldolgozó táblázata tartalmazza. A táblázatot a gyakorlati mérések statisztikai feldolgozásával készül.

A mért értékekhez tartozó, táblázatból kiolvasott értékek összege az átáramlott folyadék mennyiségével arányos.

Gyűrűdugattyús tejmérő

A nagyobb tejmennyiség mérésére, például az istálló vagy telep napi termelésének meghatározására használatosak a gyűrűdugattyús és az oválkerekes térfogatmérők. A gyűrűdugattyús térfogatmérő *(353. ábra)* működése a következő:

A mérendő tej a beömlőnyíláson (4) át érkezik a készülékbe és kitölti a V_1 térfogatú mérőkamrát. Közben a folyadék nyomásának engedve a gyűrűdugattyú az ábra szerinti „a"-ból a „b" helyzetbe fordul.



353. ábra. Gyűrűdugattyús tejmérő
a) a feltöltődés folyamata, *b)* megtelt a V_1 mérőkamra, *c)* a V_1 térfogat kiürülése és V_2 feltöltődése, *d)* tej a V_2 mérőkamrában
(*1* gyűrűdugattyú, *2* hajtó fogaskerék, *3* hajtott (számláló) fogaskerék, *4* beömlőnyílás, *5* kiömlőnyílás, *6* ház)

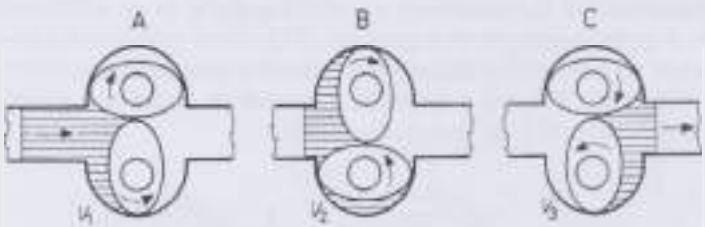
A folytonosan beáramló tej nyomása a dugattyút (1) az óramutató járásának megfelelően továbbforgatja (c-be) mindaddig, amíg a kiömlőnyílás (5) szabaddá nem válik. A V_1 térfogatú tej így a kifolyónyíláson át távozik. Végül a folyadéknyomás alsó helyzetébe tolja a gyűrűt (d), de ekkor a tej a már a V_2 térfogatú kamrát tölti ki.

A gyűrűnek ily módon létrejött oszcilláló mozgása számlálószerkezetet működtet, amelyet mágneses tengelykapcsoló hajt. A gyűrűhöz csatlakozó belső mágnes a mérőtéren kívül elhelyezett külső mágnest, ill. a hozzákapcsolt óraszerkezetet hozza működésbe. Mellőzhető tehát a mérőedénybe nyúló tengely és csapágy, amelyek részint az ébredő súrlódási erők miatt okoznának bizonytalanságot, részint higiéniai szempontból volnának hátrányosak.

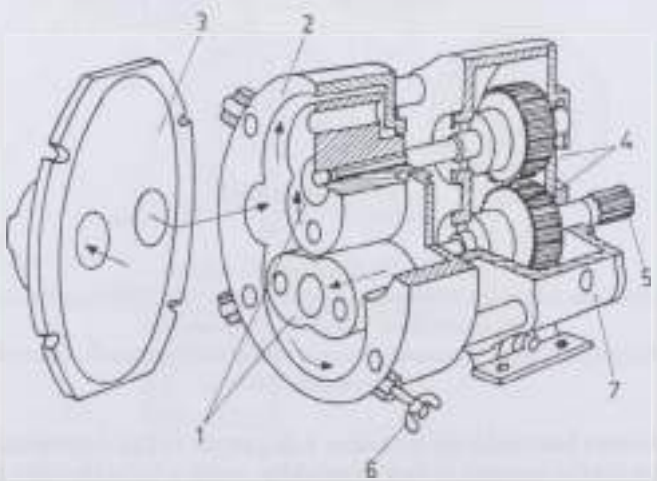
Valamennyi tejjel érintkező alkatrész krómozott acélból, ill. élelmiszer higiéniai szempontból kifogástalan műanyagból készül. Az alaposabb tisztítás céljára a mérőszerkezet egyszerű módon szét- és összeszerelhető.

A térfogatmérés elvét alkalmazzák az oválkerekes tejmérőknél is *(354. és 355. ábrák)*.

A tej a homloklapon lévő bemeneti nyíláson érkezik és az oválkerekek (1) másik oldalán lévő kimeneti csonkon távozik el. A kerekek között fogaskerék kényszerkapcsolat van, s ezek kimenetéről történik a számláló meghajtása is.



354. ábra. Oválkerekes tejmérő
(A, B, és C a mérés ciklusai)



355. ábra. Az oválkerekes tejmérő felépítése
(*1* egymással szembeforgó mérőkerekek, *2* ház, *3* fedél, fogaskerékpár, *4* fogaskerékpár, *5* a számlálóhoz kimenő tengely, *6* fedélrögzítő csavar, *7* fogaskerék szekrény)

A laktációs görbéket az egyedi ellenőrző fejések eredményei alapján határozzák meg.

Automatizált rendszerekben a tejmérőhöz kapcsolt számítógép rögzíti az adott tehénre vonatkozó fejési eredményeket. A PC a mérés eredményét a fejést követően azonnal összehasonlítja az aktuális (pl. a legutolsó 6–7 nap átlagos) eredménnyel, és amennyiben jelentős az eltérés (pl. 20%), akkor a tehén adattárolóján, mint „problémás egyedet" a gép megjelöli (figyelmeztető jelzés a telep vezetője részére). A tejmennyiség mérése a tenyésztéshez szükséges adatok felvételén túl, a napi abrak meghatározásához is fontos, de bizonyos egészségügyi problémákra is felhívja a figyelmet.

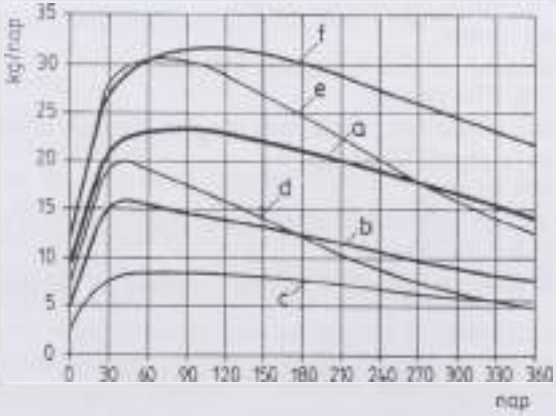
A fejőházi PC az összes egyednél mért tejmennyiséget összeadja és az eredményt a fejést követően közli a központi számítógéppel, ami egyenlő a telepen termelt összes tejjel.

Hazai vizsgálatok szerint az egyedi tejmérésekből összeadott és a ténylegesen fejt tejmennyiség közötti eltérés 0 ± 2% körül van.

Ha nincs rendellenesség, akkor a takarmányozás korrigálását a várható és a tényleges laktációs görbe alapján kell elvégezni.

A várható tejtermelés a mérési adatokra illesztett függvények [126] alapján a későbbi időszakra, vagy a következő laktációkban előre is prognosztizálható. A 305–350 napos laktáció alatt felvett napi fejések alapján képződő 600–650 adatból, a hagyományosan végzett 20–24 ellenőrző fejés adataival szemben, igen pontos laktációs görbék rajzolhatók fel *(356. ábra)*.

Ha 30 naponként egyszeri befejést végzünk, akkor meg van a valószínűsége annak, hogy a befejés éppen a problémás napokra esik. Egy ilyen alkalommal felvett mérési adat torzíthatja a laktációs termelést, a görbe lefutását, de hibás



356. ábra. Egyedi és telepi szinten meghatározott laktációs görbék
a) a telepi laktációs termelés, *b)* ... *f)* az egyedi laktációs jelleggörbék

utasítás is készülhet, ha az ilyenkor felvett adatot a következő időszakra teljesítmény szerinti etetésre is fölhasználják. A negatív eltérés alul-takarmányozást, a pozitív pedig adott egyednél luxusfogyasztást eredményezhet.

A laktációs görbe általában az adott egyedre jellemző tulajdonság, de módosulhat a tartástechnológia, az istállózás és a takarmányozás hatására. Ezért azt javasolják, hogy egy-egy laktáció után egyedenként is célszerű meghatározni a korrigált laktációs görbét.

A központi egység a tejtermelést két irányból is figyeli:
- az előző napok termelésének átlagához és
- a várható laktációs termeléshez viszonyítva.

Napi tejtermelésben az előző napok átlagához viszonyított eltérés még normálisnak tekinthető, ha nem haladja meg a 20%-ot. A laktációs görbék matematikai összefüggéssel jól meghatározhatók. A telepi szinten fölvett átlagos laktációs görbéhez (80–100 tehén átlaga) az egyedi görbék igen nagy szórást mutatnak.

A laktációs görbék értékeléséhez használható összefüggés (USA kutatások alapján):

$$Q = x^a e^{b+cx}, \quad \text{kg},$$

ahol: Q az adott napon várható tejtermelés (kg),
x a laktáció egy adott napja (1-től a laktáció végéig),
a, b és c az egyedekre jellemző (az első laktációs termelés alapján kapott), de a laktációk során változó állandók.

A fejéshez kapcsolódó automatizálás

A gépi fejésnél a hagyományos és klasszikus értelemben a következő alapműveletek ismeretesek:
- tőgymosás 40–45 °C-os langyos vízzel,
- tőgy szárazra törlése,
- a tőgy ellenőrzése, az első tejsugarak kifejése,
- a fejőkészülék felhelyezése,
- a fejőkészülék eligazítása, a tejfolyás megindulásának ellenőrzése,
- gépi utófejés (a géptől függően),
- a fejőkészülék levétele,
- a tőgy és a kifejés mértékének ellenőrzése (esetleg kézi utócsepegtetés),
- a bimbóvégi fertőtlenítés.

A cél ezen műveletek legteljesebb mérvű és minőségű automatizálása [135].

A tőgy automatikus tisztítása

Az előkészítő állásokban (vagy az elővárakozóban) permetező szórófejekkel, alulról és/vagy oldalról a tőgyekre irányított vízsugarakkal lehet a tőgytisztítást

elvégezni *(357. ábra)*. A vízsugár csupán a sár-, ürülék-, alomszennyeződés durvább alkotóinak eltávolítására alkalmasak. Tehát nem helyettesíti a fejőállásokban végzett gondos tőgytisztítást.

357. ábra. A tőgy automatikus tisztítása
(előkészítő állásban)
(*1* bejárati kapu, *2* kijárati kapu, *3* vízsugaras tisztító egység)

A fejőkészülékek automatikus levétele, a vakfejés mérséklése

A fejőállásokban a fejők napi 6–8 órát dolgoznak. Munkatani vizsgálatokban kimutatták, hogy a fentebbi műveletekből következő többirányú koncentrálás miatt már a harmadik munkaóra után csökken a figyelmük, s romlik a munkájuk minősége. Automaták segítségével a fejők elfáradása csak később következik be.

Vakfejésről akkor beszélhetünk, ha a működő fejőkészülék a tőgyön van (a tőgybimbót vákuum és pulzálás éri), de tejfolyás nincs.

Bekövetkezhet:

– a fejés kezdetén,
– a fejés közben és
– a fejés végén egyaránt.

A fejés végén, ha a tej csak egy-két tőgybimbóból „ködözik", a többinél nincs tejfolyás, akkor részleges vakfejésről beszélünk. Egyes nem automatizált gépeknél a tejfolyás megszűnését (a vakfejést) a lámpa kigyulladása jelzi. A lámpa felvillanását észlelve a fejőnek azonnal be kell avatkoznia, és szükség szerint el kell végezni a gépi utófejést, majd a géplevételt.

A hosszan tartó vakfejést csak azok az automaták szüntetik meg, amelyek a csökkenő tejfolyást követően mintegy 20–30 másodperc múlva automatikusan leveszik a fejőkészüléket a tőgyről.

A hosszú vakfejések hatására – szinte észrevétlenül – laktációról laktációra romlik a fejhetőség, a tőgybimbók egyre terjedelmesebbek lesznek és a bim-

bőcsatornák záróizmai elvesztik rugalmasságukat, rosszul zárnak, vagy nem tudnak kellőképpen megnyílni. Tehát a vakfejés káros hatása nem azonnal jelentkezik, nem mindig okoz tömeges tőgygyulladást.

A leemelő automaták a kialakításuktól függően többféle feladatot is elláthatnak:

- tartják a pulzátort és a hosszú tejtömlőt,
- pozicionálják a fejőkészülék helyzetét a tőgyhöz viszonyítva,
- elvégzik az utófejést,
- érzékelik a tejfolyást és jelzik a fejők részére,
- elzárják a fejővákuumot és
- leveszik, majd
- kiindulási helyzetbe állítják a fejőkészüléket.

A készüléklevevők részei a következők:

- tejfolyásérzékelő,
- készüléktartó kar, és/vagy húzókötél,
- fejővákuum elzáró,
- vezérlő egység,
- munkahengerek, és
- mágnes-szelepek.

A készüléklevevők előnye a vakfejés mérséklésében mellett a fejési teljesítmény növekedésében is jelentkezik. Fejőházi fejésnél a készüléklevevőkkel 20–50%-kal nő a fejők teljesítménye, s a karos levevőkkel javul a kifejés mértéke.

Húzóköteles fejőkészülék leemelők

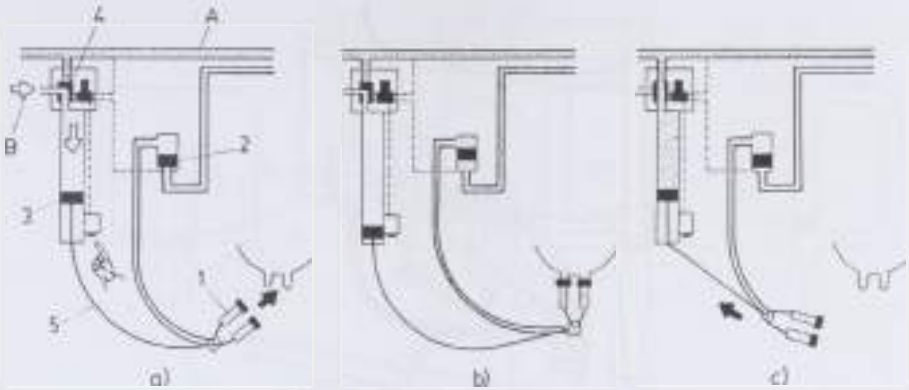
A készülékeket a *358.*, a *359.* és a *360. ábrákon* láthatjuk.

A fejőkészülék levevőket leginkább a halszálkás, a polygon és az autótandem fejőberendezéseknél alkalmazzák. Ez utóbbi két fejési rendszernél a készüléklevevők a fejőberendezések nélkülözhetetlen részei. A polygon fejőállásoknál a fejő munkájának jobb szervezhetősége, az autótandemeknél pedig a tehenek szabályos, automatikus ki- és beengedése teszi szükségessé a készülékelevevők használatát.

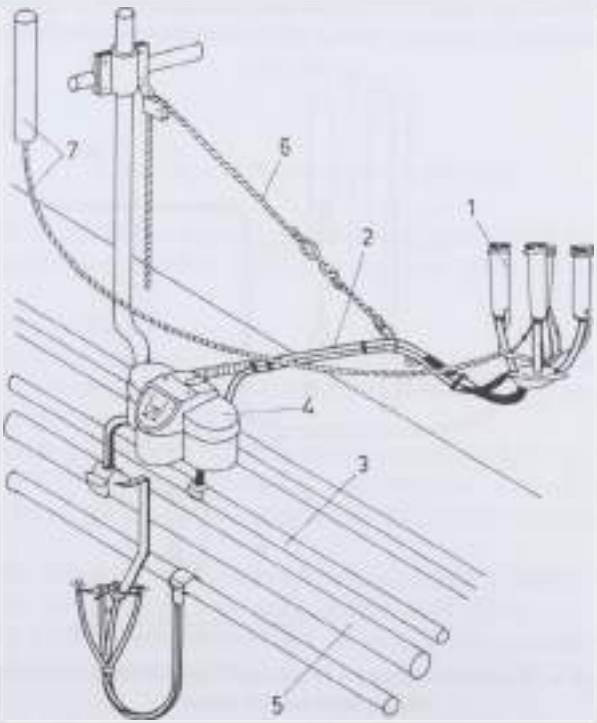
A tartómechanizmus a fejőkészülék húzási irányának beállítására szolgál, s a tökéletes tőgykiürülést segíti *(361. ábra)*.

Vannak olyan tehénegyedek is, amelyek a „tejleeresztést" a tőgyelőkészítés és a fejőkészülék felhelyezését követő egy perc után sem kezdik meg, még akkor sem, ha a tőgy előkészítése megfelelő volt. Ezért fontos, hogy – a készülékfelhelyezés után a tejfolyás elmaradása esetén – a készüléklevétel 2,0–2,5 perces késleltetésre legyen beállítva. Ebben az intervallumban a tejfolyás megindulhat és automatikus üzemmód jöjjön létre.

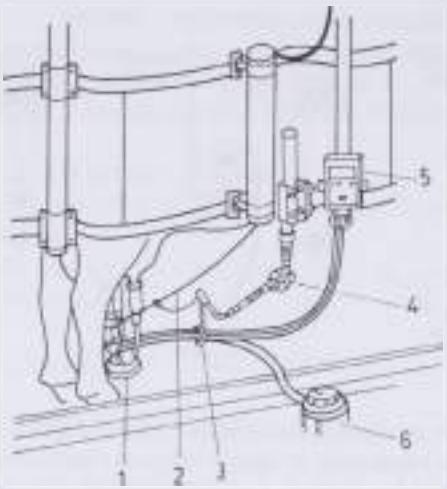
A tejfolyásérzékelők érzékenysége: 0,2–0,3 kg/min-os fejési sebesség *(362. ábra)*.



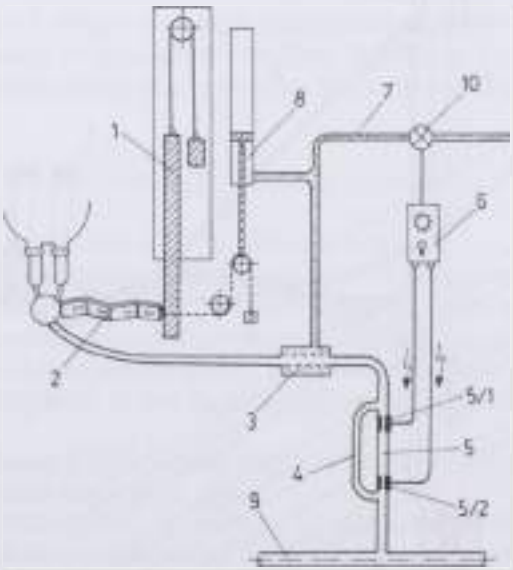
358. ábra. Húzókötéles fejőkészülék leemelő működési fázisai
a) fejőkészülék felhelyezése, *b)* fejés, *c)* befejezés a fejőkészülék levétele,
(*1* fejőkészülék, *2* ászós tejfolyás érzékelő, *3* pneumatikus munkahenger, *4* villamos légszelep, *5* húzókötél, *A* vákuum, *B* légköri levegő)



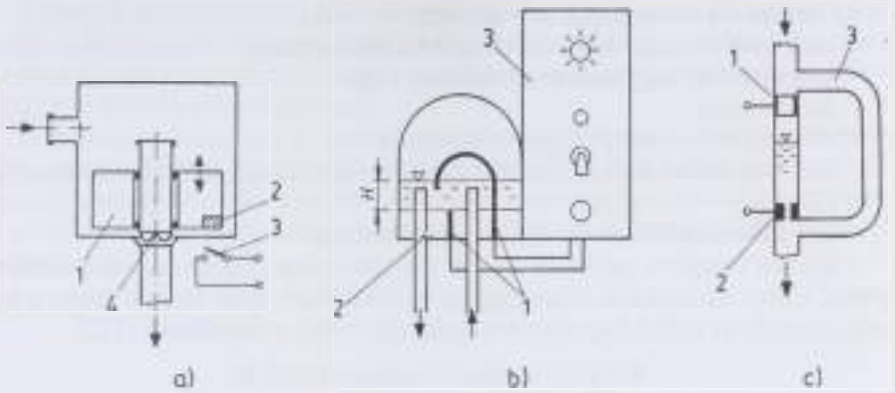
359. ábra. Húzókötéles fejőkészülék leemelő, pozicionáló mechanizmussal kombinálva
(*1* fejőkészülék, *2* pozicionáló kar, *3* vákuum vezeték, *4* ászós tejfolyás érzékelő és vezérlő, *5* tejvezeték, *6* pozicionáló kötél, *7* pneumatikus munkahenger)



360. ábra. Húzókötéles fejőkészülék leemelő, pozicionáló mechanizmussal, halszálkás fejőállásba beépítve
(*1* fejőkészülék, *2* húzókötél és pneumatikus munkahenger, *3* függesztés, *4* pozicionáló kar, 3 vákuum vezeték, *5* tejfolyás érzékelő és vezérlő, *6* tejmérő)



361. ábra. Tartómechanizmussal és „tömeg-kiegyenlített" pozicionálóval ellátott fejőkészülék levevő
(*1* pozicionáló és kiegyenlítő, *2* többrészes készüléktartó kar, *3* tömlőzár, *4* elkerülő ág, *5* (5/1 és 5/2) tejfolyás érzékelő, *6* vezerlőegység és szelepek háza, elöl a kezelő és kijelző gombokkal, *7* vákuumvezeték, *8* pneumatikus munkahenger a lehúzó lánccal (v. kötél), *9* tej vezeték, *10* mágneses légszelep)



362. ábra. A tejfolyás érzékelők elvi felépítése
a) Úszós tejfolyás érzékelő elvi felépítése
(*1* úszó, *2* állandó mágnes, *3* mágneses kapcsoló, *4* 0,2–0,3 kg/min tej áteresztésére alkalmas furat);
b) Szintérzékelő elektródás tejfolyás érzékelő elvi felépítése
(*1* elektródák, *2* 0,2–0,3 kg/min tej áteresztésére alkalmas furat, *3* vezérlő és jelfeldolgozó);
c) Kerülőágas tejfolyás érzékelő elvi felépítése
(*1* felső érintkező, *2* alsó érintkező a 0,2–0,3 kg/min tej áteresztésére alkalmas furattal, *3* elkerülő ág)

A fejőkészülékek automatikus öblítése

A fejőkészülék közvetítésével igen valószínű a tőgygyulladást kiváltó mikroorganizmusok átvitele egyik tehén tőgyéről a fejésben utána következő tehén tőgyére.

A fertőzés folyamata:

- A fejés során a fejőgumi belső felületéről, az előző tehénről (tehénből) származó mikroorganizmusok érintkezés révén kerülnek az éppen fejt tehén tőgybimbójának a felületére.
- A fejés közben a fejőgép belső terében pulzáló (lengő) tej mikroorganizmusokat szállít a hosszú tejtömlőn, a kollektoron, a rövid tejtömlőn át a fejőgumi belső felületeire és a tőgybimbó felületére, vagy a belsejébe.

A két egymást követő fejési folyamat között elvégzett készülék átöblítéssel jó hatékonysággal eltávolíthatók a szennyeződések *(363. ábra)*.

Az öblítésbe a következő részegységek belső felületei vesznek részt:

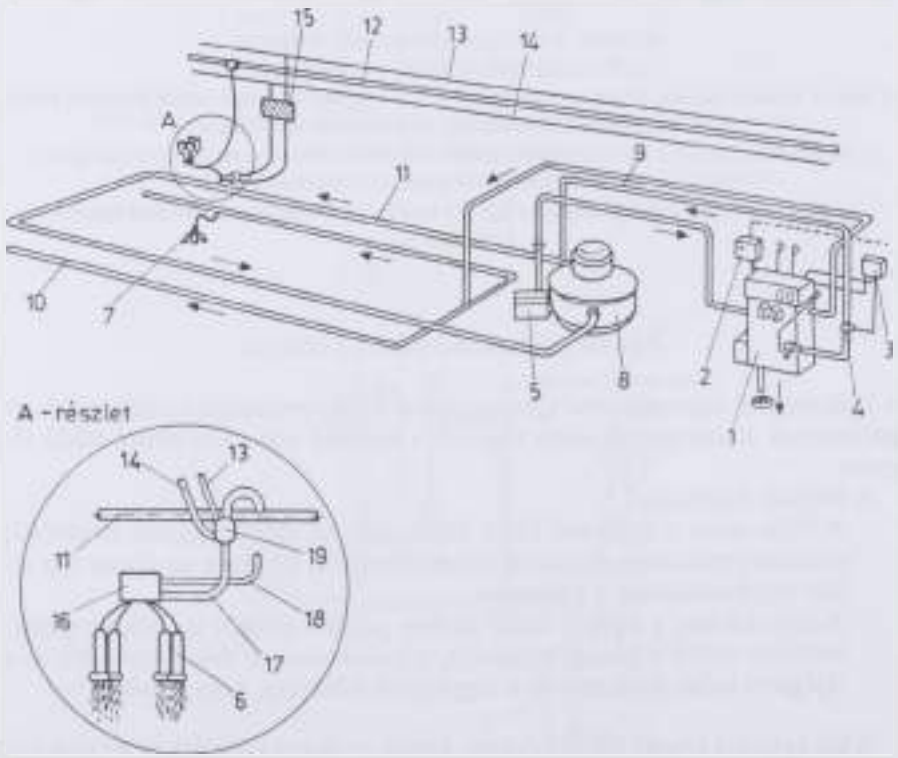
- hosszú tejtömlő alsó szakasza,
- kollektor,
- rövid tejtömlők,
- fejőgumik.

Öblítési feladata: az öblítendő felületen lévő mikrobák (szennyeződés) eltávolítása, de járvány esetén az eltávolítás mellett az elpusztításuk is.

Az öblítés – a céltól függően – történhet:
- csak csapvízzel (a durva szennyeződés eltávolítása),
- csapvízzel és vegyszeres folyadékkal, vagy
- forró vízzel.

Az öblítés intenzitásától függően lehetnek:
- csak folyadékot felhasználó öblítők (öblítéskor a teljes belső teret folyadék tölti ki),
- folyadékot és sűrített levegőt használó öblítők.

A sűrített levegővel működő öblítők folyadékigénye kisebb, mivel a sűrített levegő növeli az áramlási sebességet és a csőkitöltést, és az öblítés végén a levegő áramlás az öblítő folyadékot teljesen eltávolítja a vezetékből [122].



363. ábra. Fejőkészülék visszamosó
(*1* mosóautomata, *2* vezérlő, *3* légadagoló vezérlő, *4* légadagoló,
5 fordulatszám szabályzott tej- és mosószer szivattyú,
6 fejőkészülék, *7* mosófej, *8* tej- és mosófolyadék leválasztó, *9* mosófolyadék és levegő,
10 mosóvezeték, *11* tejvezeték, *12* pulzátor vezeték *13* sűrített levegő,
14 tisztavíz vezeték, *15* fejőkészülék, valamint víz és sűrített levegő vezérlő automata,
16 kollektor, *17* a fejőkészülék hosszú tejtömlője,
18 hosszú pulzáló vezeték, *19* víz és légadagoló szelepek)

A levegő- és vízinjektálás beindulását a fejőkészülék levevő automatája indukálja. A készülék levételkor a levevő villamos jele hatására a vezérlő kinyitja a sűrített levegő és az öblítővíz mágnes szelepeit, miközben a hosszú tejtömlőt a tejgyűjtő vezeték irányába lezárja.

A csapvizes öblítésnél jó hatékonyságot lehet elérni, ha a fejőkészüléken 6–8 s alatt 0,5–0,8 liter víz és 10–20 liter sűrített levegő halad át. Ekkor a fejőkészülék belső felületén (megközelítőleg) csak annyi mikroorganizmus marad – a következő tehén fejése előtt –, amennyi az öblítéshez felhasznált hálózati víz mikrobaszáma.

A fejőberendezések tisztítása

A fejőberendezések tisztítása történhet:

- kézi eszközökkel, e célra berendezett helyiségben (egy-két készülékes sajtáros fejőberendezéseknél),
- folyadékáramoltatásos tisztítással, tisztítási célra berendezett helységben (istállói tejvezetékes és nagyobb sajtáros fejőberendezéseknél),
- a fejőállásokban, folyadékáramoltatásos tisztítással (helyben tisztítás).

Háztáji és kisegítő gazdaságokban néhány tehén fejése és egy fejőegység használata esetén – a költségek csökkentése érdekében – egyszerű kézi kefeket célszerű használni.

A folyadékáramoltatásos tisztítás általános követelményei:

- a tisztítás (vagyis a folyadékáramlás) megfelelő ideig tartson (idő tényező),
- a tisztítófolyadék kellő hőmérsékletű legyen (hőfoktényező),
- a tisztítófolyadék a szükséges mennyiségben és koncentrációban álljon rendelkezésre (kémiai hatás),
- a tisztítófolyadék áramlási sebessége kellően nagy legyen, hogy a mechanikai hatása segítse a tisztítást (hidrodinamikai tényezők: turbulencia, kavitáció).

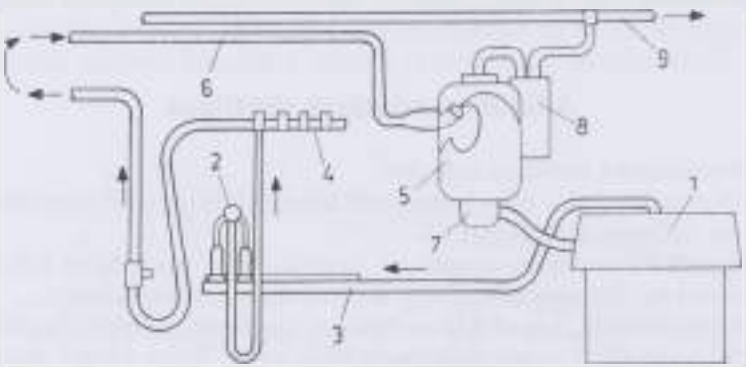
A négy tényező (idő, hőmérséklet, kémiai hatás, mechanikai hatás) egymástól is függ, de a hatékony tisztításhoz mindegyiknek érvényesülni kell. Ha bármelyiket is elhanyagoljuk, a tisztítás nem lesz tökéletes.

A tisztító- és fertőtlenítőszer maró, oldó, és fertőtlenítő hatásának kifejtéséhez meghatározott idő szükséges. Az öblítővíz hőfoka 43–45 °C, a fő mosási szakaszban a tisztítóoldat pedig 55–60 °C-os. A fő mosási szakaszban a tisztítás annál hatékonyabb, minél magasabb a tisztítóoldat hőfoka. Előnyös pl. a nem habzó, klórozott, lúgos tisztítóoldat 1–2%-os (100–200 ppm) koncentrációban. E koncentráció növelése gyakran a tisztítás hatékonyságát alig javítja, ugyanakkor felesleges kiadást és környezetszennyezést jelent.

A fejőberendezések tisztításához-fertőtlenítéséhez általában a gyártó cégek ajánlatában szereplő kombinált tisztító és fertőtlenítőszereket használjuk.

A fő mosási szakaszban annyi tisztítófolyadék kell, amennyi a tisztítófolyadék folyamatos köráramoltatását biztosítja. Ehhez a mosóvezetéket, a tejvezetéket és a fejőkészüléket fel kell tölteni folyadékkal *(364. ábra)*.

A fejővákuum stabilizálása érdekében egyre nagyobb átmérőjű tejvezetéket használnak. A túlzottan nagy méret megfontolandó, hiszen az átmérő növelése együtt jár a fajlagos csőtérfogat növelésével. Például az 51 mm-es belső átmérőjű tejvezeték folyóméterenkénti térfogata 2,04 liter, a 63 mm-esé pedig 3,11 liter, vagyis közel 50%-kal kell több tisztítószert felhasználni.



364. ábra. A tisztítás és fertőtlenítés leghatékonyabb a programvezérelt tisztító automatákkal felszerelt berendezéseknél
(*1* tisztító automata (vezérlő és vegyszeradagoló), *2* fejőkészülék mosó, *3* mosóvezeték, *4* fejőkészülék csatlakoztató a mosóvezetékhez, *5* tejleválasztó, *6* tejvezeték, *7* tejszivattyú, *8* biztonsági folyadékleválasztó, *9* vákuumvezeték)

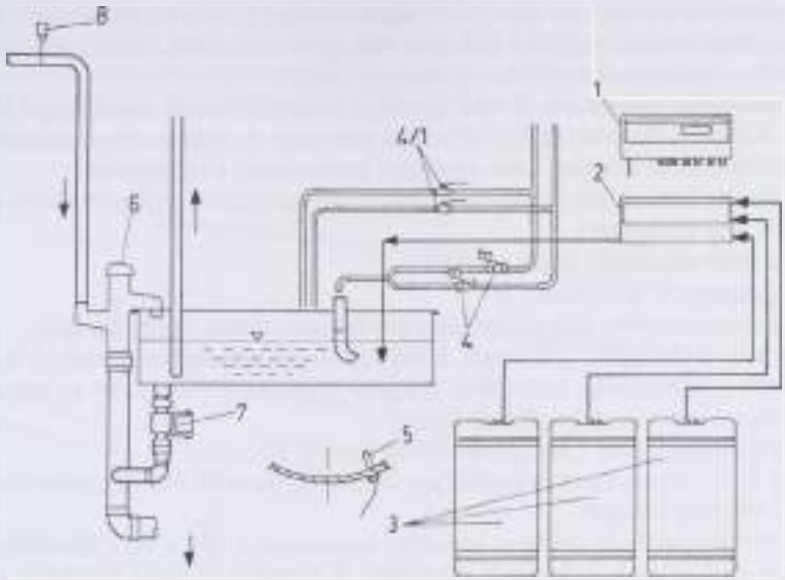
Az újabb típusú vezérlő berendezések bizonyos „intelligenciával" is rendelkeznek *(365. ábra)*.

A rendszer három tényezőt ellenőriz és igyekszik optimális szinten tartani. Természetesen az egyes tényezők egymás rovására változtathatók. Így pl.: ha csökken a tisztítófolyadék hőmérséklete, akkor a koncentrációt meg lehet növelni.

A mosóberendezés érzékeli a tisztítófolyadék hőmérsékletét, s ennek megfelelően szabályozza a bekeverendő tisztítóanyag mennyiségét, tehát alacsonyabb hőmérsékleten a koncentrációt növeli, de természetesen meghatározott értéken túl már nem végzi el, mivel az már gazdaságtalan lenne, vagy a tisztítás hatékonyságának rovására történne.

A tisztításhoz kétféle tisztító anyag áll rendelkezésre:
- a napi fejések utáni tisztítás lúgos bázisú tisztítófolyadékkal,
- a generálisabb jellegű tisztítás savbázisú tisztítófolyadékkal.

A savbázisú tisztítószer alkalmazása is szükséges, hiszen a tisztító folyadékból (a vízből) különféle ásványi anyagok válnak ki (de a tejből is kiválik a tejkő), amelyek a vezetékek belső falára lerakódnak, s azok csak savbázisú tisztító folyadékkal távolíthatók el, ezért alkalmanként a körülményektől függően kell napi, heti egyszeri, vagy heti többszöri savas tisztítást közbeiktatni. Ennek mér-



365. ábra. PC vezérlésű tisztító egység
(*1* vezérlő egység (PC), *2* vegyszer adagolók, *3* vegyszerek, *4* vízadagoló szelepek, *4/1* kézi vízadagolók, *5* hőmérséklet érzékelő, *6* háromállású csap, *7* tartályürítő csap, *8* irányváltó a tejvezetéken)
A tisztítási program műveletei:
(*1* vizes öblítés, *2* lúgos öblítés, *3* savas öblítés, *4* leállás, *5* fertőtlenítés, *6* leállás)

téke, gyakorisága függ a helyi víz keménységétől és az alkalmazott lúgos bázisú tisztítószer összetételétől.

A tisztítóberendezés műanyag szállító ballonokból automatikusan szívja ki a vegyszert és keveri hozzá a mosótartályban lévő vízhez.

- Fejést követően először a rendszer vizes átöblítése történik meg. Az átöblítés során a tartálynál lévő háromutas (6) szelepen keresztül az öblítő víz azonnal a csatornába távozik.
- A következő lúgos tisztításnál a háromutas szelep átvált, mégpedig úgy, hogy a tiszmosófolyadék visszafolyik a folyadék tartályba, és így a cirkuláció a megfelelő ideig fönntartható. Csak a megfelelő előre programozott idő elteltével vált át a három utas szelep és vezeti el a mosó folyadékot a szennyvíz csatornába.
- Ezután ismételten öblítés következik, majd szükségszerűen:
  - a savas tisztogatás és
  - az ismételt öblítés.

A fejés előtt a teljes rendszert vízzel ismételten átöblítik.

A programvezérlésű rendszer intelligenciája abban áll, hogy valamely hatástényező mérsékeltebb jelenléte esetén a rendelkezésre állókat megváltoztatja, hogy a négy tényező a lehető optimális tisztító hatást biztosítsa. A mosófolya-

dék tartályba a hideg és melegvíz hozzávezetését is a programvezérelt mosóautomatika vezérli, vagyis a hideg és melegvíz arányának, tehát a mosófolyadék hőmérsékletének beállítása is automatikus.

E tartályban szintérzékelő van, amellyel a mosófolyadék mennyisége beállítható. Adott fejőberendezéshez mindig a pontosan meghatározható mennyiségű mosófolyadék szükséges, csak úgy lehet eredményes a tisztogatás.

A tisztító berendezés automatikájának programozását a fejőberendezés átadása előtt kell elvégezni:

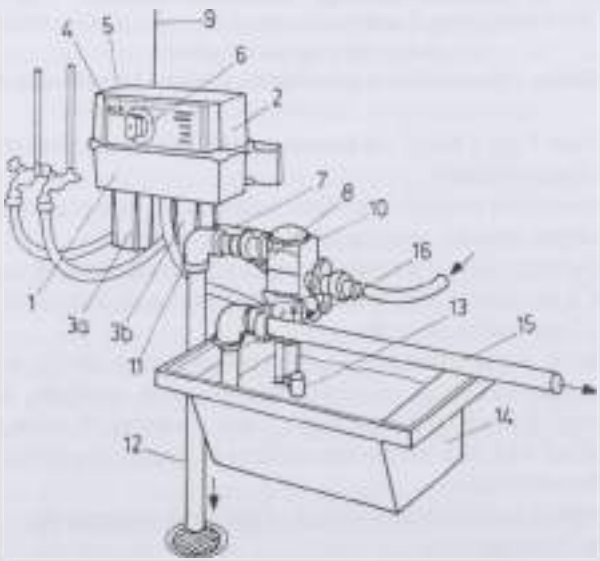
- a fejőberendezés kialakításának,
- a melegvíz hőfokának, és
- a rendelkezésre álló víz ásványi anyag tartalmának függvényében.

Ha a későbbiekben változások következnek be a vízszolgáltatásban, a szükségszerű programozást ismételten el kell végeztetni. Célszerű, ha ezeket a műveleteket a szerviz szakemberei végzik.

A mosóberendezés *(366. ábra)* két fő részből áll:

- a mikroprocesszort és az elektronikát tartalmazó fő vezérlő, valamint
- a tömlőszivattyúk.

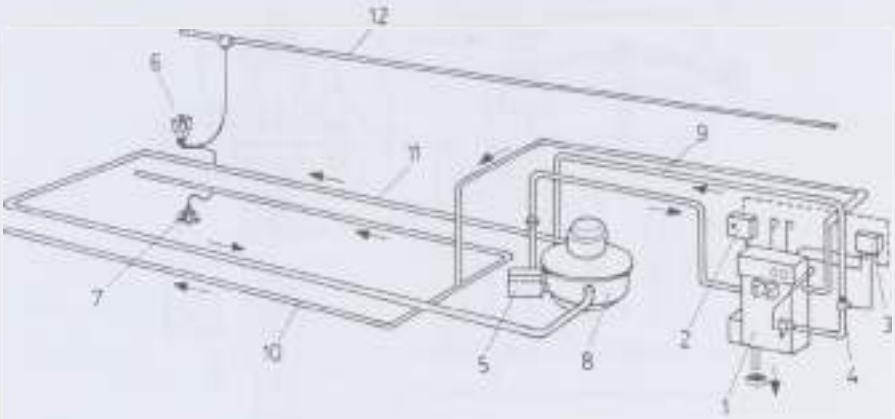
A tömlőszivattyúk szilikon gumiból készülnek, s így a legkülönfélébb agresszív anyagoknak is képesek ellenállni. E gumikat gyakori használat esetén évente egy, ritkább használat esetén kétévenként kell újakra kicserélni. A cseréket célszerű szakszervizre bízni.



366. ábra. A mosó bekötési példája
(1 vegyszer adagoló, *2* vezérlő elektronika, *3 a* és *b* sav, ill. lúg tartály, *4* és *5* jelző lámpák, *6* programkapcsoló, *7, 8* és *9* villamos vezetékek, *10* háromutas szelep, *11* sav és lúg vezetékek, *12* tisztítófolyadék elvezetése, *13* szintérzékelő, *14* folyadéktartály, *15* mosófolyadék a fejőegységekhez, *16* tisztító folyadék visszavezetése)

A fejőkészülékek tisztogatásánál az egy fejőkészüléken percenként átáramló folyadék mennyiségnek legalább 4 l/min-nak kell lennie. Ellenkező esetben a tisztítás hatékonysága nem kielégítő *(367. ábra)*.

A fejőberendezés csőrendszerének tisztogatását is a beépítést követően kell beszabályozni.



367. ábra. A fejési rendszer tisztítása
11 mosóautomata, *2* vezérlő, *3* légadagoló vezérlő, *4* légadagoló, *5* fordulatszám szabályzott tej- és mosószer szivattyú, *6* fejőkészülék, *7* mosófej, *8* tej- és mosófolyadék leválasztó, *9* mosófolyadék és levegő, *10* mosóvezetek, *11* tejvezeték, *12* pulzátor vezeték)

A beszabályozásnál alapvető jelentősséggel bír a tejleválasztónál használt szivattyú teljesítménye. A csőátmérők, valamint a fejőkészülékek számának függvényében kell a tisztítási körben a levegő adagoló beállítását elvégezni.

Irányadó mérőszám, fejőkészülékenként 4 l/min áramlási sebesség. A levegőadagolás időtartamát és mértékét olyan üteműre kell megválasztani, hogy e készülékintenzitási alapértéket elérjük.

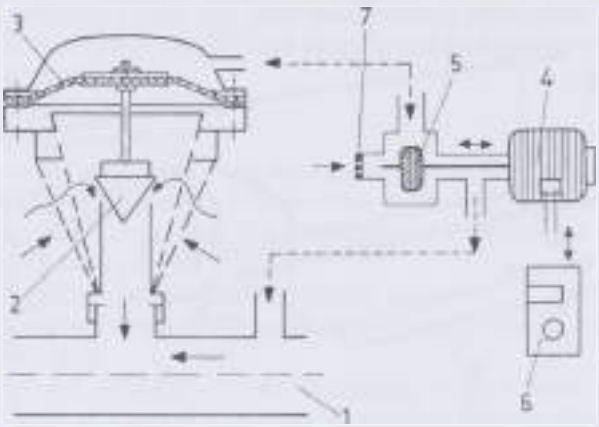
Módosítani, csak akkor kell, ha

- változás következik be a rendszer beépítését illetően, esetleg változik a már említett,
- tisztítófolyadék hőmérséklete, vagy
- az alkalmazott tisztítószer minősége.

A mosófolyadék mennyisége a periodikus légbevezetéssel csökkenthető *(368. ábra)*.

A folyadék áramlási sebessége, növekvő keresztmetszetekben négyzetesen csökken, és a fejővákuummal arányosan változik. Periodikus légbevezetéssel folyadékdugók alakulnak ki, amelyek csúcssebessége eléri az 5–9 m/s értéket is. Az eljárás energia megtakarítást és környezetterhelés mérséklést eredményez. Ha a fejőberendezés minden egységét helyben tisztítják, akkor az öblítővizet visszaforgatás nélkül kiengedik. Az öblítést azonnal követi a cirkulációs

mosás (ez a fő mosási szakasz), amelynek ideje 10–20 perc. A tisztítási folyamat hideg vizes utóöblítéssel zárul. A tisztítási folyamat a használt szerektől, az egyes fejőberendezések kialakításától és a mosóautomaták jellemzőitől függően változhat [122].



368. ábra. Légadagoló szelep
(*1* mosóvezeték, *2* szelep, *3* membrán, *4* mágnes tekercs, *5* szeleptányér, *6* villamos vezérlő egység, *7* szűrővel ellátott légbevezető nyílás)

Az új, korszerű automaták a mosószer adagolására, a víz hőmérsékletének beállítására, a mosás, az öblítés sorrendjére és azok időtartamára, valamint a periodikus légbevezetésre is programozhatók.

A légbevezető szelep zárva- és nyitvatartási idejét mindaddig változtatják, amíg elégséges hosszúságú folyadékdugó ki nem alakul, s a folyadék a legnagyobb sebességet el nem éri.

Ha a légbevezetéssel jól „formálják" a folyadékdugót, akkor a szükséges mosófolyadék mennyisége a tejvezeték 100%-os térfogatának megfelelő helyett csupán 50%-nyi lesz.

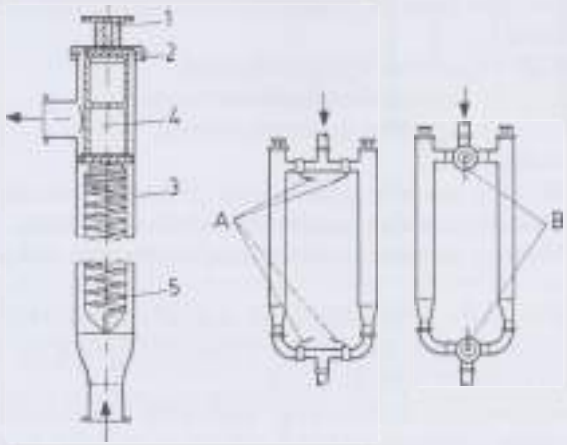
A fejt tej szűrése

A legtöbb fejőgépnél ma ún. csőszűrőket alkalmaznak *(369. ábra)*. E tejszűrők soros és párhuzamos rendszerben is kapcsolhatók.

Párhuzamos rendszerben a két tejszűrő egymás mellett nyer elhelyezést. A két szűrő egyidejűleg és felváltva is használható. Amíg egyik szűrő működésben van, addig a másiknál a szennyezettsége miatt a szükségessé vált szűrőcserét el lehet végezni.

A sorban (egymás mögé) kapcsolt tejszűrők nagyobb tisztaságot biztosítanak a tej részére.

A szűrőharisnyát a tartó rugóra kell felhelyezni, a tartórugó pedig a záródugóhoz csatlakozik, amelyet a csőszűrő végén lévő zárófedél tart benyomott állapotban. A záródugó külső felületénél egy O gyűrű található, amely megakadályozza, hogy a tej esetleg a szűrőt megkerülje és szűrés nélkül jusson a tejhűtők irányába.



369. ábra. A csőszűrő felépítése
(*1* zárófedél fogantyú, *2* zárófedél, *3* ház, *4* rugó tartó a tömítő gyűrűvel, *5* rugó és szűrő)
Bekötések: *A* – 4 db pillangó szelep, *B* – 2 db háromutas csap

A csőszűrők mind függőleges, mind vízszintes elhelyezésben szerelhetők. Vízszintes szerelésnél ügyelni kell arra, hogy enyhe lejtés alakuljon ki a záródugó irányába, hogy a szűrő kiszerelését követően a maradék tej a szűrőházból el tudjon távozni.

Párhuzamos kötésnél a szerelés végezhető 4 db pillangó szeleppel vagy 2 db háromállású csappal.

A szűrőbetét méretétől, felületétől függ, hogy egy szűrő cseréje nélkül hány tehenet fejhetünk meg, ill. egy szűrő hány tehénnek a tisztítására alkalmas.

A fejési rendszerek

Fejőberendezések felépítése

A fejőberendezések építésének, beszerelésének, üzembehelyezésének és üzemeltetésének szabályait hazai és nemzetközi szabványok foglalták össze.

Hazai szabványok:

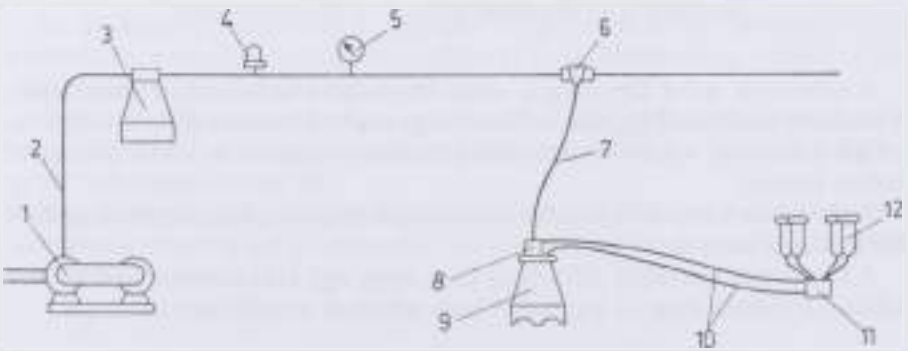
- MSZ-08-0128-87 Sajtáros fejőberendezések,
- MSZ-08-0132-87 Tejvezetékes fejőberendezések,
- MSZ-08-0137-87 Fejőtermi fejőberendezések.

Nemzetközi szabványok:

- ISO 3918 Milking machine installations-Terms and definitions,
- ISO 6690 Milking machine installations-Mechanical tests,
- ISO 5707 Milking machine installations-Construction and performance.

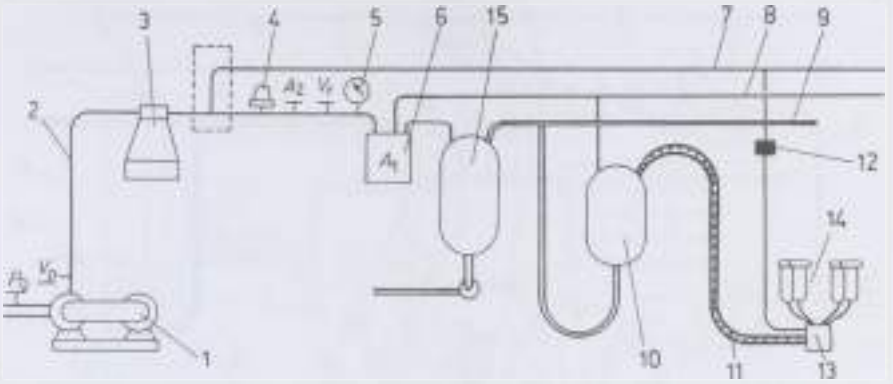
A szabványok szerint a fejőberendezések típusai a következők:

- *sajtáros fejőberendezés*, amelynél a fejőkészülékből a tej a vákuumhálózathoz csatlakoztatott sajtárba folyik,
- *tankos fejőberendezés*, amelynél egy vagy több fejőkészülékből a tej a kerekekkel ellátott, fejési és szállítási célokat is szolgáló tankba folyik. Fejéskor a tankot a vákuumhálózathoz csatlakoztatják *(370. ábra)*.



370. ábra. A sajtáros fejőberendezések
(1 vákuumszivattyú, *2* vákuumvezeték, *3* légtartály, *4* szabályozószelep(ek), *5* vákuummérő óra, *6* vákuum csap, *7* vákuum tömlő, *8* pulzátor, *9* sajtár, *10* hosszú tej és pulzáló tömlők, *11* kollektor, *12* fejőkelyhek)

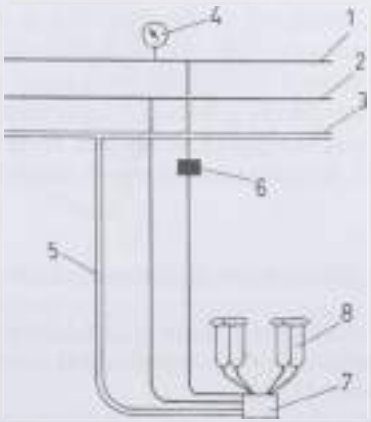
- *tejvezetékes fejőberendezés*, amelynél a tej a fejőkészülékből a két funkcióval rendelkező tejvezetékbe kerül. A tejvezeték funkciói: fejővákuum ellátás és a tej szállítása a tejleválasztóhoz *(371. ábra)*.
- *tejmérő üveghengerrel* (rekorderrel) ellátott fejőberendezés, amelyben a tej a fejőkészülékből a rekorderbe kerül. A rekorder vákuum ellátását a fe-



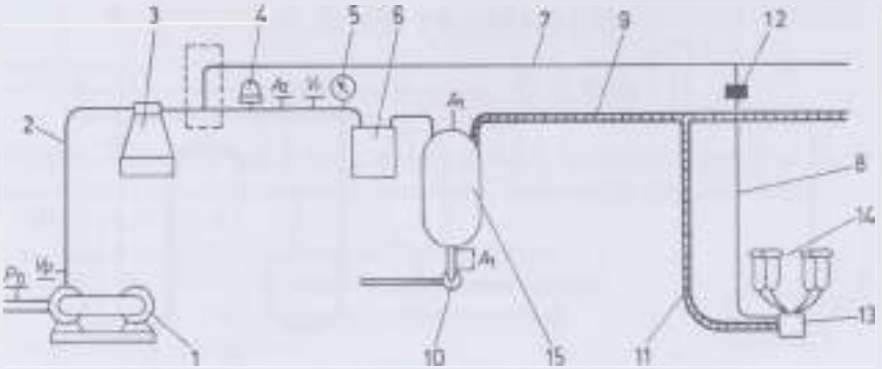
371. ábra. Tejmérő rekorderrel (üveghengerrel) ellátott fejőberendezés
(*1* vákuumszivattyú, *2* vákuumvezeték, *3* légtartály, *4* szabályozószelepek, *5* vákuummérő, *6* folyadék csapda, *7* pulzátor vezeték, *8* fejővákuum vezeték, *9* tejvezeték, *10* tejmérő rekorder, *11* hosszú tejtömlők, *12* pulzátor *13* kollektor, *14* fejőkelyhek, *15* tejleválasztó)
A jelzések közelében légmennyiségmérő csatlakozási pontok (A_1 és A_2). Vákuummérő csatlakozási pontjai közel a szabályozóhoz (V_1) és közel a szivattyú szívócsonkjához (V_2)
Csatlakozó pont a kipufogási nyomás méréséhez (P_k). — levegő; = tej; ≡ levegő és tej.

jővákuum vezetékéből kapja. A tej leengedhető a rekorderből a tejvezetéken át a tejleválasztóba, ebből a szivattyú egy külön gyűjtő edénybe, pl. a hűtőtárolóba továbbítja *(371. ábra)*,

– *elkülönített fejővákuum* vezetékkel és tejvezetékkel ellátott fejőberendezés, amelynél a tőgybimbók alatti vákuum levegője és a tej szétválasztása a kollektorban megtörténik. A levegőt és a tejet tehát külön csővezetékek szállítják *(372. ábra)*,



372. ábra. Elkülönített fejővákuum vezetékkel és tejvezetékkel ellátott fejőberendezés
(*1* pulzátor vezeték, *2* fejővákuum vezeték, *3* tejvezeték, *4* vákuum mérő, *5* hosszú tejtömlő, *6* pulzátor, *7* kollektor, *8* fejőkelyhek)



373. ábra. Vezetékes fejőberendezés
(*1* vákuumszivattyú, *2* vákuumvezeték, *3* légtartály, *4* szabályozószelepek, *5* vákuummérő, *6* folyadék csapda, *7* pulzátor vezeték, *8* hosszú pulzátor tömlő, *9* tejvezeték, *10* tejszivattyú, *11* hosszú tejtömlő, *12* pulzátor, *13* kollektor, *14* fejőkelyhek, *15* tejleválasztó tartály). Légmennyiségmérő csatlakozási tartománya (A_1 és A_2). Csatlakozó-mérőpontok közel a szabályozó szelephez és a szivattyú szívócsonkjához (V_2 és V_1). Csatlakozó pont a kipufogási nyomás méréséhez (P_k). — levegő, = tej; ≡ levegő és tej.

A hazai gyakorlat szerint a különböző fejőberendezéseket aszerint csoportosítjuk, hogy istállóban vagy fejőházban fejünk-e.

A kötötten tartott teheneket általában az istállóban (helyben) fejik. Ehhez használják a sajtáros, a tankos és a tejvezetékes fejőberendezéseket.

A sajtáros fejőberendezések

A sajtáros fejőberendezéseknek két változata használatos. A stabil sajtáros fejőberendezés *(374. ábra)*, amelynél a vákuumszivattyú és a csővezetékrendszer az épület tartozéka, valamint a mobil sajtáros fejőberendezés *(375. ábra)*, ahol a fejéshez szükséges valamennyi részegység kerekekkel ellátott kocsira van szerelve. Az előzőnél csak a sajtárt és a fejőkészüléket viszik a tehénhez az utóbbinál a teljes fejőberendezést mozgatják. A sajtáros fejőberendezéseket egyre inkább csak kisüzemekben, valamint nagyüzemek elletőistállóiban és betegistállóiban alkalmazzák [7].

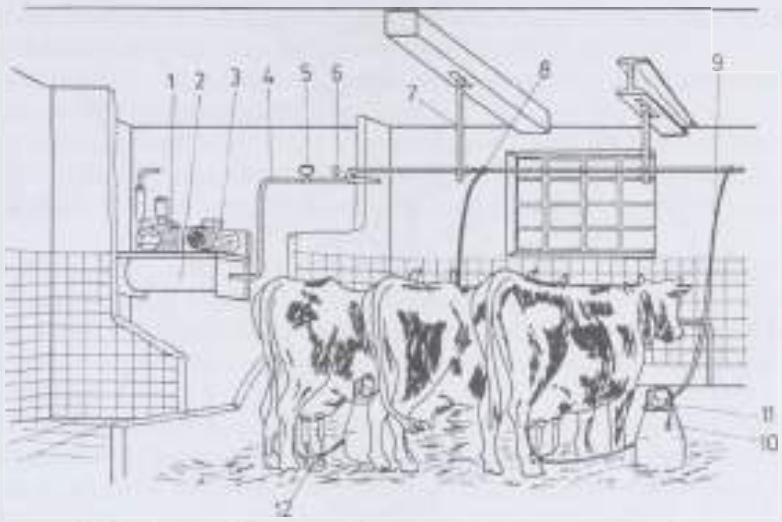
Tejvezetékes fejőberendezések

A tejvezetékes fejőberendezéseket a kötött tartású tehenészetekben alkalmazzák.

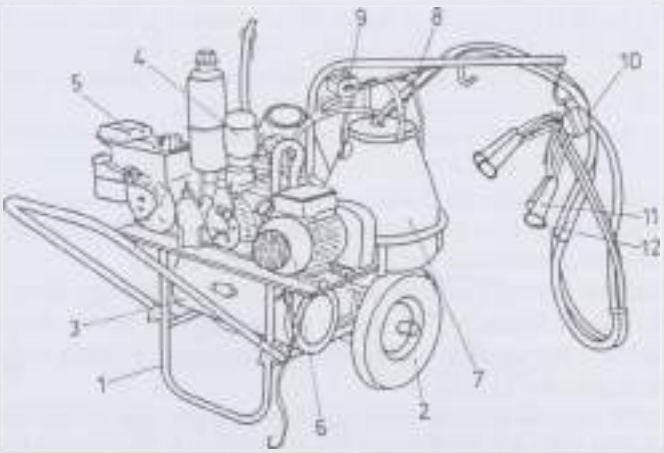
Alapvető előnyük a sajtáros fejőberendezésekkel szemben, hogy a tejszállítási munka teljesen gépesített [135].

A tej a kifejéstől számított 2–5 perc alatt a tejhűtőbe kerül. Ez a tej minősége szempontjából lényeges előny.

A *376. ábra* szerint a fejőkészüléktől jövő hosszú tejtömlő a tejcsapon keresztül a pulzátorvezetékkel párhuzamosan kiépített (üveg vagy rozsdamentes

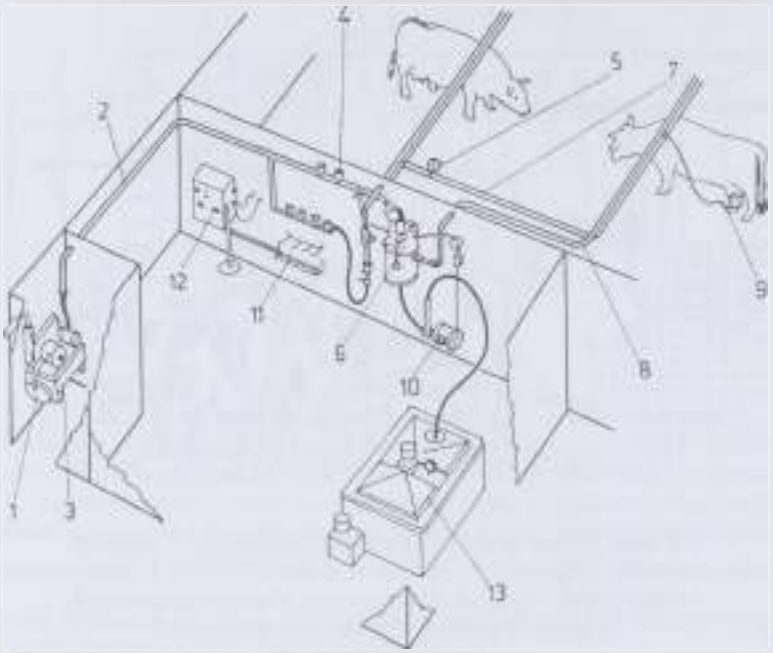


374. ábra. A stabil sajtáros fejőberendezés elrendezése az istállóban
(*1* vákuumszivattyú, *2* légtartály, *3* villanymotor, *4* vákuumvezeték, *5* szabályozószelep, *6* vákuummérő, *7* tartó cső, *8* vákuum csap, *9* hosszú vákuumtömlő, *10* sajtár, *11* pulzátor, *12* kollektor és fejőkelyhek)



375. ábra. Mobil sajtáros fejőberendezés
(*1* keret, *2* kerekek, *3* légtartály, *4* vákuumszivattyú, *5* benzinmotor, *6* villamos motor, *6* vákuum csap, *7* sajtár, *8* sajtár fedél, *9* pulzátor, *10* kollektor, *11* fejőkelyhek, *12* fejőgumi)

acél) tejvezetékhez kapcsolódik, és a tej a vezetékben lévő vákuum hatására a fejőkészülékből a tejvezetékbe és ezen keresztül a tejházban lévő tejleválasztóba áramlik. A tejleválasztó szivattyúja a tejet a zárt vákuumtérből a lemezes tejhűtőbe vagy a tejhűtő–tárolóba juttatja.



376. ábra. Tejvezetékes fejőberendezés elrendezése az istállóban és a kiegészítő helységekben (*1* vákuumszivattyú, *2* vákuumvezeték, *3* légtartály, *4* szabályozószelep, *5* vákuummérő óra, *6* folyadék csapda és tejleválasztó tartály, *7* pulzátorok légvezetéke, *8* tejszállító vezeték, *9* fejőkészülék, *10* tejszivattyú, *11* mosófejek, *12* mosó automata *13* hűtő–tároló)

A tejvezetékes fejőberendezéseket a nagyüzemi tehenészetekben 150–200 férőhelyig alkalmazzák. Mai viszonyaink között a magántehenészetekben 30–80 férőhely között is javasolható a tejvezetékes fejés [141].

A tejvezetékek anyaga rendszerint rozsdamentes acél vagy üveg. A tejvezeték tejfolyás irányú lejtése 0,5%, olyan magasságban vezetve, hogy a fejők a vezetékbe iktatott tejcsapokat elérhessék, ugyanakkor a vezeték védve legyen a mechanikai sérülésektől [125].

A tejvezeték tejleválasztótól mért legtávolabbi pontján szabályozó szelepet és vákuummérőt célszerű elhelyezni. A tejvezetéket is körvezetékként célszerű kiépíteni, mert könnyebb kimosni és kedvezőbbek az áramlási ellenállásai is.

A vezeték keresztmetszetét a vezeték hossza, az egyidejűleg működő fejőkészülékek száma, illetve az időegység alatt kifejt tej mennyisége és a vezeték elrendezése alapján a szabványból ki lehet választani.

A tejvezeték fontos szerelvényei a fejőkészülékek csatlakozására szolgáló tejcsapok. Ezek számos változata közül azok előnyösek, amelyek egyszerű és gyors csatlakozást tesznek lehetővé, a vezeték mosása során a tejcsapok tisztogatása külön munkát nem jelent. További követelmény a jó zárás, valamint hogy a nyitott tejcsap (fejéskor) jelentős áramlási veszteséget ne okozzon [139].

Az istálló-tejvezetékes fejőberendezések vákuum- és légtechnikai szempontokból hátrányosabbak, mint a fejőtermi fejőberendezések [135]:

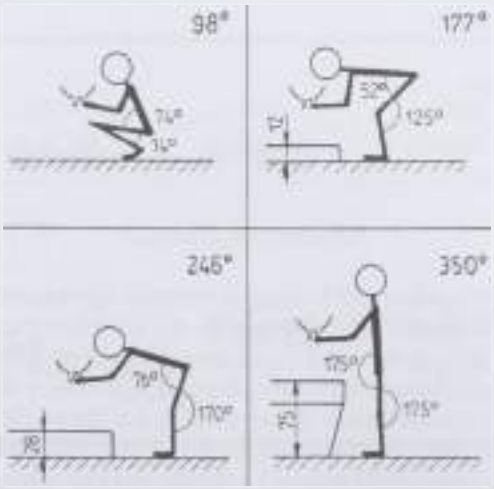
- a hosszú tej-, ill. vákuumvezetékek csapjain gyakori a levegőbeszivárgás, ami jelentős vákuumcsökkenést okoz;
- a fejőállásokban rövidebbek a csőszakaszok (5–10 m) könnyebben tisztogathatók, mint a az istállói tejvezetékes fejőberendezéseknél, a 100–150 m hosszú, üvegből vagy rozsdamentes acélból készült tejgyűjtő vezetékek.

Ismeretes, hogy a tej leválasztására a tejvezeték végét vákuumoldóval vagy tejleválasztóval kell ellátni. A régi fejőberendezéseken található pneumatikus vákuumoldók hátránya a jelentős légfogyasztás, amely egyrészt többlet energiát és többlet légszállítást igényel, másrészt jelentős mértékű periodikus vákuumingadozást okoz.

A tejszivattyúból és a vele egybeépített tejleválasztó tartályból és szintérzékelő automatából álló tejleválasztó használata előnyösebb, mert nincs légfogyasztása, és a szivattyú tetszőleges távolságra pl. hűtőtárolóba továbbíthatja a tejet.

Az istállóban 160–195 cm magasra felszerelt tejvezetékbe kell a tejet (a tőgytől a tejcsapig) 1,5–1,7 m szintkülönbséget legyőzve felszívni. Az áramlási ellenállást is figyelembe véve, e jelentős tejemelés, a fejőgumi belsejében (az üresjárati vákuumszinthez képest) 18–22 kPa vákuumesést is okozhat [139].

A tejvezetékes fejőberendezések egyes típusainál a levegő és a tej szétválasztása a fejőkelyhek után (a kollektorban vagy a tejtömlőbe iktatott választókamrában) megtörténik. E fejési megoldásnál, a külön fejővákuum-vezeték révén a tőgybimbónál mérhető vákuum stabilabb, kiegyenlítettebb, mint a hagyományosan épített tejvezetékes rendszernél. A különválasztott tej a kollektortól a hosszú tejtömlőben és a tejvezetékben elkülönítve áramlik, és a tejemelésből adódó vákuumveszteség nincs hatással a fejővákuumra. Nem hallgatható el



377. ábra. A fejők testhelyzete különféle fejési módoknál

azonban az a tény sem, hogy e berendezések bonyolultabbak, költségesebbek és tisztításuk is körülményesebb.

Az istállói fejőberendezések nagy hátránya, hogy a fejő kényelmetlen testhelyzetben (guggolva) dolgozik, valamint a fejőkészülékek csatlakoztatása, áthelyezése jelentős munkával és időveszteséggel jár. Tejvezetékes fejésnél egy fejő három (automatizálás esetén négy) készüléknél többet nem tud oly módon kezelni, hogy a tőgy gondos előkészítését és a fejés további munkáit is megbízhatóan ellássa [120; 135].

A fejők fizikai igénybevétele annál nagyobb, minél jobban eltér a fejés közben felvett testhelyzet a „természetes" alapállástól. Függőleges helyzetben a törzs és a comb, valamint a comb és az alsó lábszár által bezárt szög 180°, a kettő összege 360°. Legkedvezőbb a testhelyzet a fejőállásban, ahol e két szög összege 350°, tehát megközelíti a természetes alapállást. A legkedvezőtlenebb az ún. standfejésnél, ahol csupán 98°. Az istállóban a fejés mindig jóval kényelmetlenebb testhelyzetben végezhető, mint fejőtermi fejésnél *(377. ábra)*.

Fejőtermi fejőberendezések

A fejőállások kialakulása és térhódítása a kötetlen tartás terjedésével magyarázható. Hazánkban mintegy két évtizedes múltja van a nagy termelésű fajták és a keresztezett állományok kötetlen tartásának.

Jellegzetességük, hogy az állatcsoportok a rendelkezésükre álló istállórészben (amely lehet pihenőboxos vagy mélyalmos), valamint a karámrészben szabadon mozognak és pihennek. A teheneket (tehéncsoportokat) a fejési célra szolgáló fejőházban, fejőteremben, alkalmas módon kialakított fejőállásokban fejik.

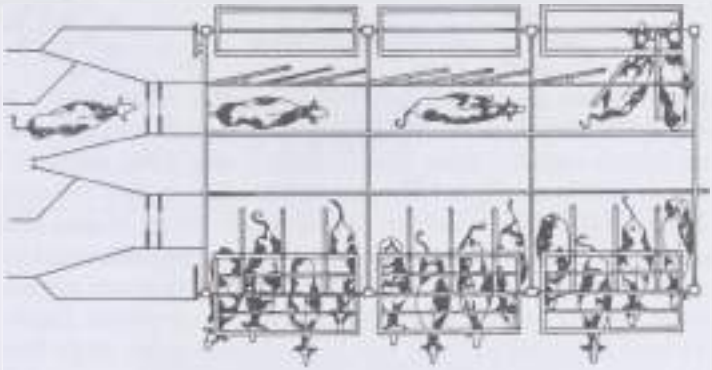
Egy fejőházban egy vagy több fejőterem, egy fejőteremben azonos típusú fejőállások vannak.

A fejőállások típusai:
- párhuzamos,
- soros (tandem),
- halszálka,
- körforgó (karusszel).

Párhuzamos fejőállás

Párhuzamos fejőállásokban *(378. ábra)* a tehenek egymással párhuzamosan, a fejőfolyosóra merőlegesen helyezkednek el. Az állatokat csoportosan hajtják a fejőállásokba, az állások be- és kijárati kapui általában gépi működtetésűek, távvezéreltek. A fejőállásban lévő tehenekből a fejő csak a far részeket és a tőgyeket láthatja. A fejőkészülékek felhelyezése a két láb között hátulról történik. E fejési megoldást akkor alkalmazzák, ha az állomány szelektált (az egyszerre fejt tehenek fejési ideje közel azonos) a fejésre érkező tehenek tőgye tiszta és közel egyforma terjedelmű, a fejő munkáját készüléklevevő automaták segítik.

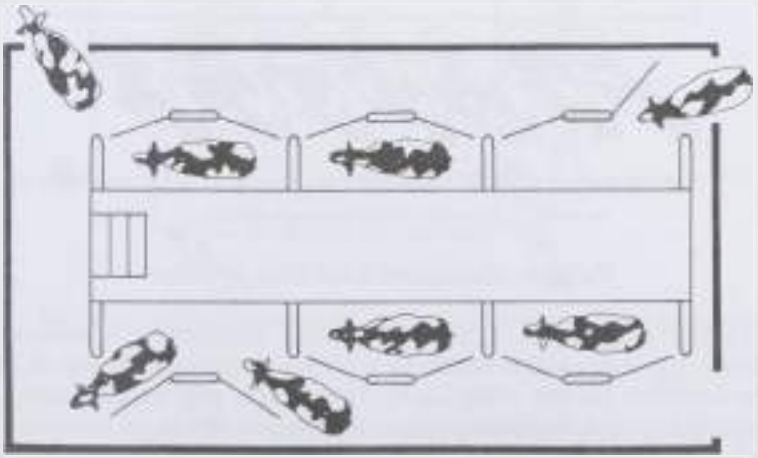
valamint a tehéncsoportok gyors kihajtását a fejőállásokból gépi működtetésű mellkorlátsor biztosítja. Jellemző fejőterem méretek 2×16; 2×20; 2×32. A két tőgy közötti távolság e fejőállásoknál a legkisebb 0,7–0,8 m. Célszerűen csak függesztett állásszerkezettel alkalmazható [121].



378. ábra. Párhuzamos fejőállás

Soros (tandem) fejőállás

Az egymás mögötti, egymástól elkülönülő fejőállásokban *(379. ábra)* a tehenek egy vonalban, a süllyesztett fejőfolyosó két oldala mentén helyezkednek el. Minden fejőálláshoz két oldalkapu tartozik, amelyek a fejőfolyosóról nyithatók és zárhatók. A teheneket egyenként hajtják a fejőállásokba, ami alapvetően javítja a higiénés feltételeket. A fejő az állat oldalát (kb. 2,4 m) láthatja. Jól szem-

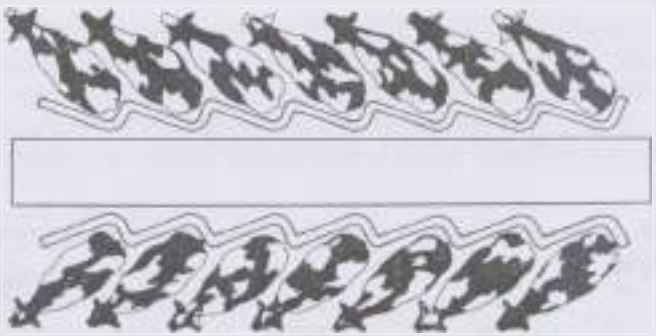


379. ábra. Tandem fejőállás, az állatok egymás mögött állnak és mindegyik fejési helynek külön kapuja vannak

mel tarthatja a tőgyet és a fejőkészüléket, szükség esetén nyomban beavatkozhat a fejés folyamatába. Ellenőrizheti az állatok fizikai állapotát, viselkedését (lásd még tandem fejőállások automatikus kapumozgatással). Jellemző fejőterem-méretek 2×2; 2×3; 2×4; 2×5 [125].

Halszálka fejőállás

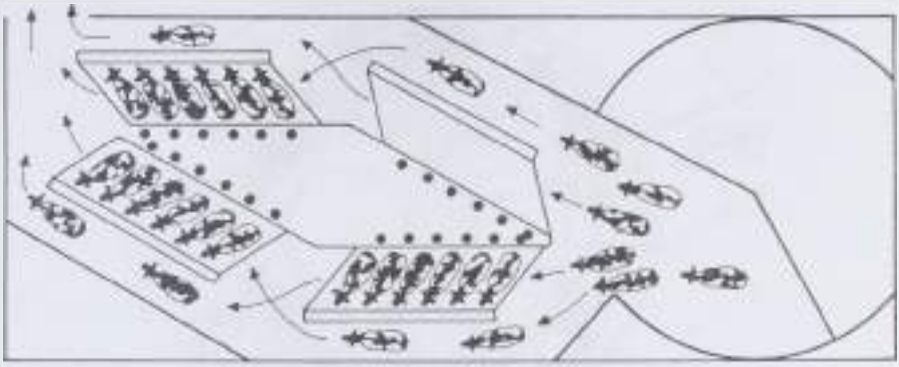
A halszálka formában elrendezett fejőállások tengelye *(380. ábra)* a fejőfolyosóval 30–36 fokos szöget zár be. Minél kisebb a szög annál nagyobb a fejőállás fejőfolyosó irányú vetülete. Tehát minél kisebb a szög annál nagyobb hely van a fejő számára az állatok tőgye tisztogatásához, a készülékek felhelyezéséhez. A fejőállás fejőfolyosó irányú vetülete általában 1,0–1,4 m. Munka közben a fejőnek így rövidebb utat kell megtennie, mint tandem fejőállásoknál. A tehenek csoportosan érkeznek a fejőállásokba és fejés közben szorosan egymás mellett állva egymást rögzítik. A halszálka állásokban a fejés csoportos. Ezért a csoport egyedeit (a havi befejések alapján) úgy kell összeválogatni, hogy fejési idejük túlzottan ne térjen el egymástól. Függesztett állásszerkezet mellett a fejő munkájához nagyobb hely áll rendelkezésre. Halszálkás fejőállásokban a fejő négynyolc, esetleg még több fejőkészüléket is kezelhet, így egy fejő óránkénti teljesítménye 30–60 tehén is lehet.



380. ábra. Halszálkás fejőállás, oldalanként egy bejárati és egy kijárati kapuval

Polygon elrendezésű halszálkás fejőállás

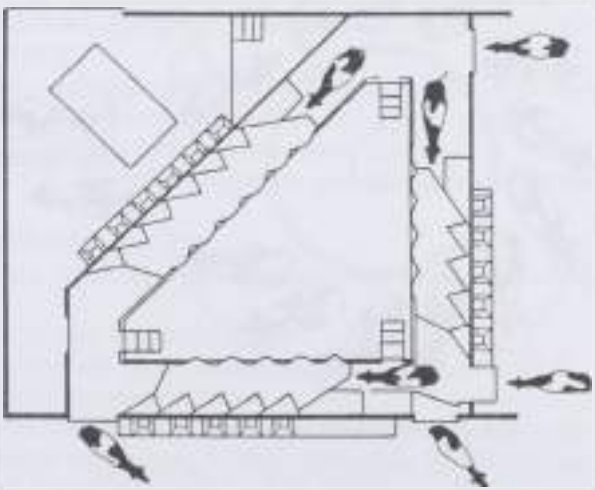
Az USA-ban kifejlesztett fejőállás alaprajzi elrendezése rombusz alakú *(381. ábra)*. Egy-egy oldalon többnyire hat vagy nyolc fejőállás van. A 24 vagy 32 állást általában két fejő szolgálja ki. Távvezérelt, gépi működtetésű kapukkal, készüléklevevőkkel ellátott polygon fejőberendezésben jól szervezett munkával egy-egy fejő teljesítménye 50–60 tehén óránként. Főként nagyobb helyigénye miatt a polygon építése költségesebb, mint az egyszerű halszálkás fejőállásoké [7; 121].



381. ábra. Polygon halszálkás fejőállás, négy állással, körforgó szűrőlével

Trigon elrendezésű halszálkás fejőállás

A háromszög alaprajzi elrendezésű trigont 7–24 fejőállással építik *(382. ábra)*. Általában egyik állássora hosszabb a másik kettőnél.

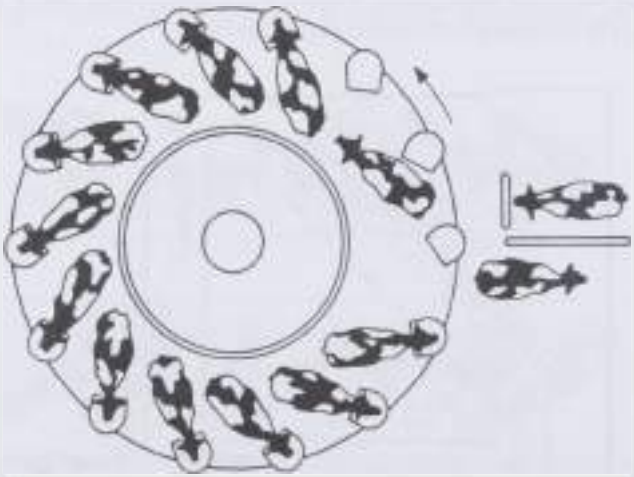


382. ábra. Trigon fejőállás két, ill. három bejárattal és egy kijárati kapuval

Körforgó (karusszel) fejőállások

A fejőállások – sineken és kerekeken gépi erővel körbeforgatható – körgyűrű felületen helyezkednek el. A fejőfolyosó (kezelőtér) a körgyűrű külső vagy bel-

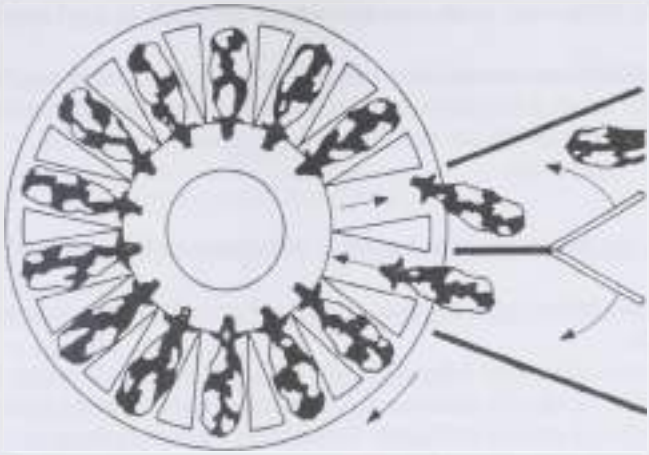
383. ábra. Tandem fejőkarusszel



384. ábra. Halszálkás elrendezésű fejőkarusszel

ső oldalán süllyesztve épithető. A karusszelek több változata ismert aszerint, hogy a körgyűrűn a fejőállásokat hogy helyezik el. Így beszélhetünk [121; 135]:

- tandem fejőkarusszelről, ahol az állások egymás mögött helyezkednek el *(383. ábra)*,
- halszálkás elrendezésű fejőkarusszelről *(384. ábra)*,
- radiális elrendezésű karusszelről, – a tehenek fejjel előre mennek be és farral jönnek ki a fejőállásokból, a fejés hátulról a lábak között történik *(385. ábra)*.



385. ábra. Radiális elrendezésű fejőkarusszel

A fejőállások megválasztása és üzeme

A kötetlen tartású tehenészet legcélszerűbb fejőállás típusának megválasztása nem egyszerű feladat. Döntés előtt általában az alábbi tényezőket kell mérlegelnünk [140; 141]:

- az állomány nagysága (néhány éves állomány felfutást is figyelembe véve),
- az állomány fejéséhez rendelkezésre álló idő,
- a fejést a tulajdonos és/vagy bérmunkás végzi,
- a legnagyobb tejhozamú egyedek várható legnagyobb fejésenkénti tejhozama,
- az abrakolás rendszere,
- a fejők és a műszaki szakszemélyzet képzettsége, lehetséges munkaboosztása,
- meglévő épületek használhatósága.

Először leghelyesebb annak eldöntése, hogy stabil, halszálkás vagy a körforgó rendszerű fejőállás alkalmazása-e az indokolt. Az utóbbi években, szerte a világon, a kisebb költségű és nagyobb üzembiztonságú, egyszerűbb, stabil fejőállások felé irányul a figyelem. A stabil, halszálkás fejőállásokban a munka ütemének célszerű megválasztásával, a fejő önmaga fizikai igénybevételét szabadon határozhatja meg. A forgó fejőállásokban a fejők néhány műveletből álló monoton munkaszakaszt ismételnek, mindezt a karusszel forgása által meghatározott ütemben. E szalagszerű fejés kevésbé kedvez a figyelmes és gondos munkának.

Valamennyi fejőállástípus teljesítménye növelhető a részműveletek automatizálásával, amellyel az alkalmazott fejőberendezés egyben bonyolultabbá és költségesebbé is válik. A forgó fejőállás részleges automatizálása alig csökken-

ti a dolgozó terhelését, mert a munka üteme gyorsul, és egyhangúsága is fokozódik.

A fejőházi fejőberendezéseknél megvalósítható a tejvezeték emelkedő szakaszok nélküli, kevés iránytörést tartalmazó, állásszint alatti (alsóvezetékes) beépítése, amely a fejővákuum stabilitását kedvezően befolyásolja.

Az automatizálás hatása a munkatermelékenységre

A fejés folyamatában a – hajdani – kézi műveletek nagy része gépesített és automatizált.

Ha az összes műveletet kézzel végzik, akkor fejőállásokban egy tehén fejésre 1,0–1,3 min munkaidő szükséges. Az automatizálás révén az összes kézi műveleti idő 0,2–0,4 min-re csökkent. Ennek révén egy-egy dolgozó fejőállásokban óránként 60–120 tehenet fejhet ki.

Az egy dolgozó által kezelhető fejőkészülékek száma a tehenek fejési (tejleadási) idejétől és a műveleti idők nagyságától függ [135; 141]:

$$K = \frac{T}{\sum_{i=1}^{n} t_i} + 1, \qquad \text{db/fő},$$

ahol: T a fejési (tejleadási) idő átlagos értéke, min,
t_i a kézzel végzett műveleti idők összege, min,
K egy dolgozó által kezelhető fejőkészülékek száma, db/fő,
n a műveletek száma.

A műveleti idők összetevői:

$$\sum_{i=1}^{n} t_i = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \qquad \text{min},$$

ahol: t_1 tőgymosás és törlés,
t_2 első tejsugár kifejése,
t_3 a fejőkészülék felhelyezése,
t_4 gépi utófejés,
t_5 a fejőkészülék levétele,
t_6 a tőgy utókezelése (fertőtlenítése és ellenőrzése).

A fiziológiai tényezők az adott tehénállománynál a fejési időt meghatározzák. Ezt befolyásolni, amennyiben a fejőberendezések fejéstechnológiai szempontból megfelelnek, nem lehet. Kis mértékű változtatáshoz is hosszú ideig tartó tenyésztői munka szükséges. Az automatizálás ill. a műveleti idők csökkentése révén nő a kezelhető fejőkészülékek, azaz a dolgozók által egyidőben üzemeltetett készülékek száma. A kezelhető készülékszám viszont meghatározza a berendezések munkatermelékenységét [130; 140].

A fejési munkatermelékenység

Példaképpen egy karusszel fejőberendezésnél a fejési munkatermelékenység az alábbi összefüggéssel jellemezhető [135; 141]:

$$M = \frac{60FK}{T + S(t_1 + t_2 + t_3) + t_4 + t_5 + t_6 + t_7}, \quad \text{tehén/óra,}$$

ahol: M a munka termelékenysége – a fejőberendezésekkel óránként kifejhető tehenek száma, tehén/óra,
K egy dolgozó által kezelhető fejőkészülékek száma, db/fő,
$t_1 - t_6$ a műveleti idők, min,
t_7 a tehenek kihajtásához szükséges idő, min,
T egy tehén fejési ideje, min,
F a fejők száma.

Az összefüggésből megállapítható, hogy a műveleti idők csökkenésével és gépesítésével a termelékenység fokozódik.

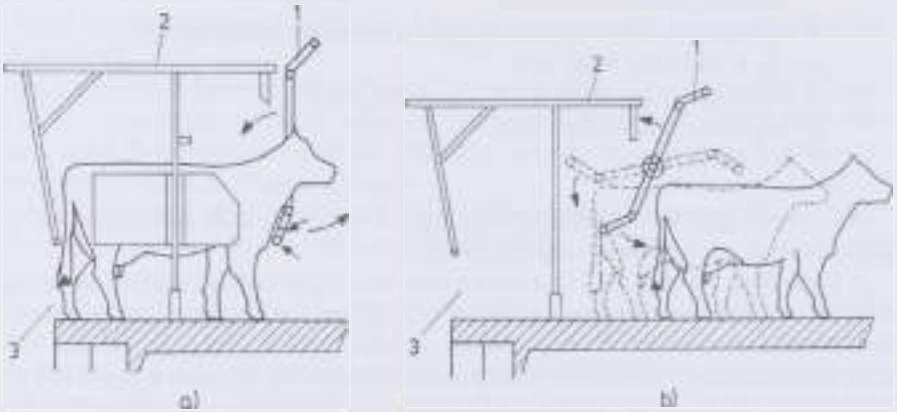
A képletben a fejési idő (T) a nevezőben van, tehát csökkentésével látszólag a fejési teljesítmény fokozható (a lehetősége a fejési sebesség növelésében rejlik), viszont a számláló K tényezőjének meghatározásánál a számlálóban van, ahol a növekedése a kezelhető készülékszámot növelné. Végülis a fejési idő rövidítésével, vagy a fejési sebesség növelésével, a termelékenység számottevően nem befolyásolható.

Fejőállások távvezérelt és automatikus kapumozgatással

A tandem fejőállások fontos előnye, hogy egyedi fejést, ill. állatkezelést tesznek lehetővé, s ezért a kevésbé szelektált tehénállományoknál is eredményesen használhatók.

Az állatok egyenkénti be- és kijárására a fejőállások (fejési helyek) mellett 90 cm szélességű közlekedő folyosó áll rendelkezésre. Az elővárakozóból a tehenek a főkapun át egyenként lépnek be a közlekedő folyosóra. A főkapuhoz legközelebbi szabad fejőállás nyitott bejárati kapuján a tehén belép, majd elfoglalja a helyét az állásban. A tehén beérkezését és benntartózkodását a fotocellás érzékelővel működő kapuvezérlő érzékeli. A fejés végét a kapuvezérlő felé a készüléklevevő automata működési jele adja. A levételt követően – 60–90 másodperc időkésleltetés után – a fejőállás kijárati kapuja kinyílik, addig marad nyitva, amíg a fotocella az állat távozását nem érzékeli. A tehén távozása után a fejési hely kijárati kapuja záródik. Egy fővezérlő a fejési helyek ki- és bejárati kapuit, valamint a főkapuk működését vezérli. Pl. egy 2×4 állásos autótandemnél ez 10 kapu sűrítettlevegős mozgatását jelenti [7; 117].

2×8 állásos halszálkás fejőberendezésnél – távvezérlésű kapunyitás mellett is – egy tehéncsoport (8 tehén) ki- és behajtásához átlagosan 80–120 másodperc szükséges. Ez a felére csökkenthető az XPRESSWAY kihajtási rendszerekkel. Közelítőleg az egész csoport kihajtási ideje annyi, mint ami egy tehénnél szükséges a hagyományos rendszereknél. Ezzel a munkatermelékenység 10–20%-kal növelhető *(386. ábra)*.



386. ábra. Gyorsított (XPRESSWAY) kihajtási rendszer
a) fejési, *b)* kihajtási helyzet
(1 forgatható kijárati kapu, *2* fejőállás tartószerkezete, *3* fejőfolyosó)

Minél nagyobb fejőtermi berendezést építünk, annál nehézkesebb az állatok mozgatása a fejés során. Különösen igaz ez a nagyméretű paralel és halszálkás fejőberendezésekre.

Az állatmozgatás ezekben gyorsítható: az állásokból a gyorskiengedő rendszerek (Index 90, Xpressway, Blue diamond) alkalmazásával, továbbá a zsúfolókapu, valamint a be- és a kijárati kapuk összehangolt automatikus működtetésével [121; 141].

A gyorskiengedő rendszerek alkalmazásához masszív kivitelű, speciális állásszerkezetre van szükség. A példaként bemutatott Xpressway gyorskiengedő rendszernél a forgó szűgytámasztó, fejéskor, behatárolja a tehenek helyét az állásszerkezetben *(386/a ábra)*. A fej fölött a támasz körbe forgatható, (jól csapágyazott), s a forgatást pneumatikus munkahenger végzi. Kiengedési helyzetben *(386/b ábra)* a fejoldali támasz közel vízszintes (az állatsor fölött) így az állatok néhány másodperc alatt elhagyhatják a fejőállásokat. Kihajtási helyzetben, a tovább forduló fejoldali támasz az állatok terelését is elvégzi. A forgás sebessége és a „kiterelő erő" mértéke állítható.

Amennyiben a zsúfolókapu (l. a következőkben), a be- és kijárati kapuk összehangolt, automatikus működése megoldott, úgy az állatok be- és kienge-

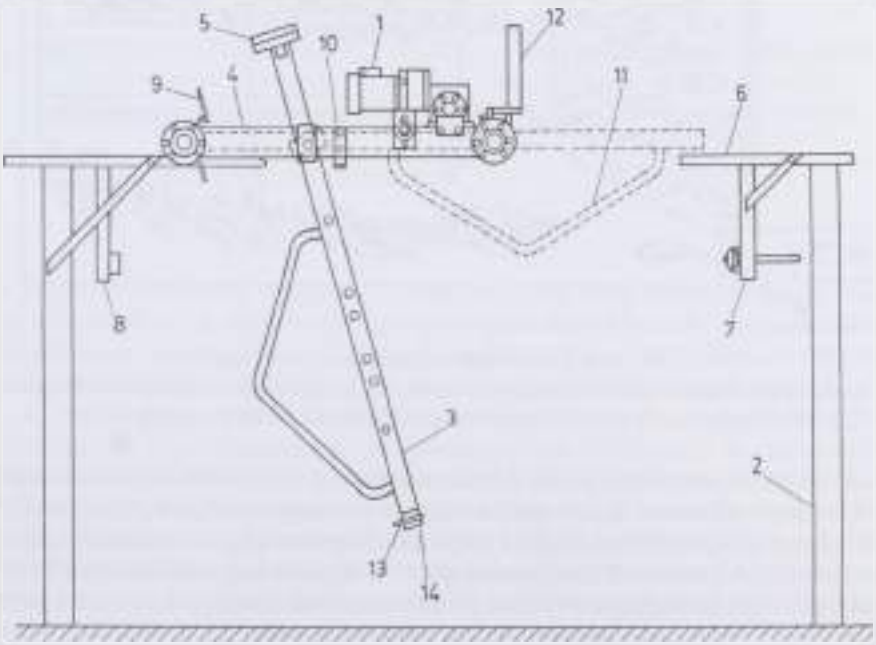
dése egyetlen gomb „benyomásával" vezérelhető. A kapuvezérlő és állatmozgató rendszer az alábbi funkciókat képes elvégezni:

- a körbefogatható támasz a tehenek fölé emelkedik, majd tovább fordulva kitereli az állatokat a fejőállásokból,
- a támasz függőleges állásba fordulásakor a bejárati kapu kinyílik,
- a zsúfolókapu megkezdi az állatterelést a kapunyitást követő másodpercben,
- az utolsó fejőállásba belépő tehén után a bejárati kapu automatikusan záródik,
- a támasz kismértékű visszaforgatásával a berendezés a teheneket fejési helyzetbe állítja (a fartámaszhoz szorítja),
- a bejárati kapu zárásával egyidejűleg a zsúfolókapu leáll.

Zsúfolókapu

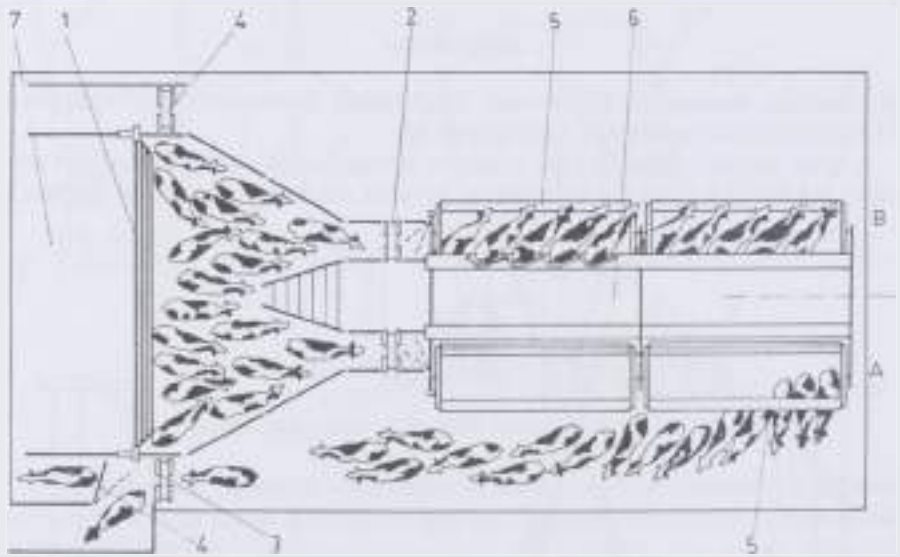
Mechanikus rendszerű, elektromos meghajtású, távvezérelt zsúfolókapu a *387. ábra* szerinti szerkezeti egységekből áll.

A tehén zsúfoló–felhajtó kapu rendszer tartója (alapja) a sínpálya (6). A sínpálya hordozza a rendszer valamennyi további szerkezeti elemét ez egyben a



387. ábra. A mechanikus zsúfolókapu felépítése
(*1* motor, *2* állványzat, *3* terelő rudazat, *4* hajtólánc, *5* rudazat ellensúly, *6* sínpálya, *7* és *8* végállás kapcsolók, *9* érzékelő, *10* biztonsági bütyök, *11* terelő rudazat felemelt helyzetben, *12* határoló és reteszelő lap, *13* nyomásérzékelő cella, *14* terelő rudazat keresztirányú része)

kapurendszer „vasútja". A kocsiszekrény a sínpályán a hajtó görgőkre támaszkodik, amelyeket a velük azonos tengelyre erősített láncos áttételi mechanizmus hajt (4) a meghajtó motortól kiindulva (1). Az egyik oldalon a villamos hajtó motor lánckerékkel közvetlen a hajtó szerkezethez csatlakozik, míg a másik oldalra a hajtást csőtengely továbbítja. A kocsiszekrény biztosító szerkezettel van ellátva a sínpárról való kilépés megakadályozása végett (10). A kocsiszerkezet mozgási sebessége zsúfoláskor 3–4 m/min. A kocsiszekrényen található a kapu zárszerkezetét (retesz), amely rugós biztosítású záró kilincs, egy elektromágneses nyitórúddal (12). Az elővárakozó felhajtó út felőli végén a kapuszerkezet felemelkedését (felhajtását) és a motor forgásirányának váltását a sínpálya végén elhelyezett végálláskapcsolók vezérlik (7 és 8), *388. ábra.*

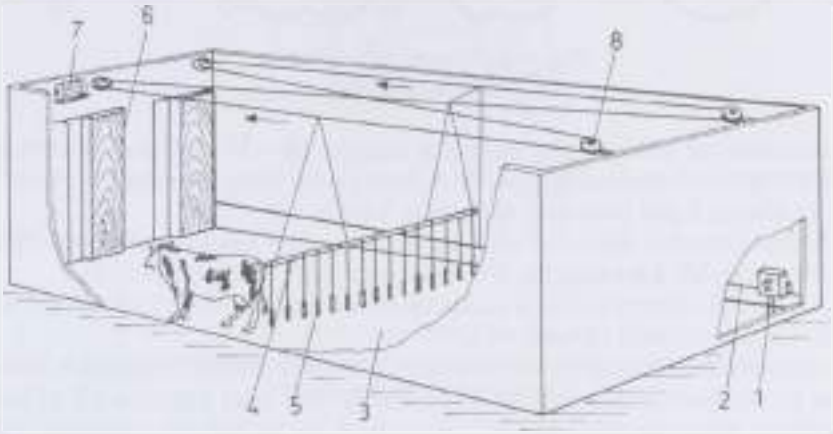


388. ábra. Zsúfolókapu az elővárakozó helységben
(*1* zsúfolókapú, *2* bejárati kapu és transponder azonosító, *3* kijárati kapu és transponder azonosító, *4* válogató kapu, *5* gyoskihajtó rudazata, *6* fejőfolyosó, *7* elővárakozó helység)

A kétoldali kocsiszekrények között található a horizontális terelő rudazat (14). A kapu a kocsiszekrény vázára rögzített csapágyakon nyílik ill. záródik. A kapu lassú leengedését (nyitását) a vertikális rudazaton (3) lévő ellensúlyok biztosítják (5). A kapu lehet kézi vezérlésű, de a végállás kapcsolókkal és a hajtórúd pozícióját érzékelő vezérlőkkel (indításkorlátozó érintkezők) teljesen automatizálható. Automata üzemmódban a kocsi csak akkor kezd mozogni, ha az indításkorlátozó érintkezőtől szabad jelet kap, előre, vagy hátramenetet (9). A hajtóműhöz a villamos feszültség úszókábelen jut el.

A villamos zsúfolókapu *(389. ábra)* az előzőkhöz hasonlóan működik, de a terelés nem mechanikus erő hatására jön létre, hanem az egymásmellé függesztett terelő lánc-, vagy sodronykötél darabokba vezetett nagyfeszültségű impul-

zus sorozat (4000–5000 V és 200–250 As) riasztó hatása adja. A terelő elindulásával egyidőben rövid hangszigналt is szokásos alkalmazni a riasztó hatás mérséklése és az állatok szoktatása céljából.



389. ábra. A villamos zsúfolókapu felépítése
(*1* impulzus generátor (villanypásztor), *2* fővezeték (a terelő érintkező csúszóvezetéke részére), *3* előtérakozó tér, *4* tartó cső, *5* terelő szemesláne, vagy sodronykötél, *6* fejőterem bejárati kapuja, *7* hajtó motor és áttételi mechanizmus, *8* kötélvezető és -feszítő korong)

A juhok gépi fejése

A juhfejőberendezések működése elvileg azonos a tehén fejéséhez használatos berendezésekkel. A különbségek a fejőkelyhek kiképzésében, pulzusszámban mutatkoznak, valamint abban, hogy egy fejőkészülékhez két fejőkehely tartozik.

A juhokat hátulról fejik és ehhez alkalmazták a különböző rendszereket.

A juhfejő gépek kialakításánál, kiválasztásánál egyik fő szempont a fejendő állományok tőgyalakulása. A juhállományokban előforduló legjellemzőbb tőgyalakulási formákat az *390. ábrán* mutatjuk be. Egy állományon belül az eltérő tőgyformák előfordulása a gépi fejés szempontjából kedvezőtlen. A jellemző tőgyformákat vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az I. és II. jelű tőgy a gépi fejés szempontjából előnytelen, mivel a tőgybimbók oldalsó elhelyezkedése miatt a fejőkészülék a tőgybimbóra nehezen illeszthető. A felhelyezett fejőkészülék a bimbókat megtöri, így a teljes kürülés emiatt sem következhet be. Az első három tőgyforma zacskós jellegű, amelyeknél a teljes kürülés fizikai okok miatt is korlátozott. E tőgytípusoknál a munkaigényes gépi utófejéssel kell számolni. Gépi fejés szempontjából ideálisnak csak a IV. típus tekinthető [131].

A hazai merinó juhállományokra az első három tőgytípus előfordulása a jellemző, tehát a tőgy zacskós jellegű, kisméretű, felülete nagyrészt szőrrel borított.

390. ábra. Jellemző tőgyalakulások
(Pazzora nyomán)

Szelektálatlan merinó állománynál a naponta 60–150 cm^3/anya közötti tejmennyiség kifejésével számolhatnak. A legnagyobb fejési intenzitás 8–10 cm^3/s, míg az átlagos fejési intenzitás elérheti az 5 cm^3/s-t is.

Merinó állomány fejésekor a fő fejési szakaszban általában a tej 60–70%-a távozik a tőgyből a további 30–40% csak gépi utófejéssel nyerhető ki.

A fejőgépek részegységeinek kialakításánál és értékelésénél a következő adatokat, elveket célszerű követni.

A tejvezetéken áramló tej a tejvezeték keresztmetszetének legfeljebb 50%-át töltse ki. A tejvezetékben áramló tej sebessége nem lehet nagyobb 0,2 m/s-nál, egyébként tejzsír kiválásával kell számolni. A tej függőleges szállítása (felső tejelvezetés) a tej felemeléséből adódó vákuumveszteség és a tejoxidáció miatt mindenképpen kerülendő.

A tejleválasztó űrtartalmát úgy kell meghatározni, hogy percenként 6–10 kg tej befogadására alkalmas legyen. A tejszivattyú szállítási teljesítményét a beérkező tisztítófolyadék mennyisége határozza meg. A hatásos tisztításhoz a tisztítófolyadéknak legalább 2 m/s sebességgel kell áramolnia úgy, hogy a cső teljes keresztmetszetét kitöltse.

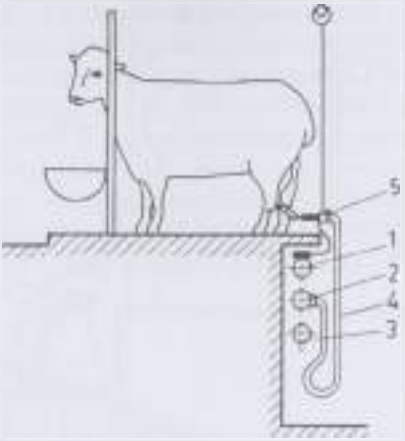
Előnyös, ha a vákuumszivattyúk szükséges légszállító kapacitásának meghatározásánál, a légfelhasználást két-háromszorosan túlméretezik, vagyis fejőkészülékenként 70–110 dm^3/min légszállítást írnak elő.

Az üzemi vákuumszintet 40–43 kPa-ra célszerű beállítani. A tőgybimbó végénél fejés közben a vákuumcsökkenés nem lehet több 2–3 kPa-nál. A rövid tejtömlő belső átmérője legalább 6 mm legyen, a hosszú tejtömlők belső átmérője pedig nem lehet kisebb 10 mm-nél.

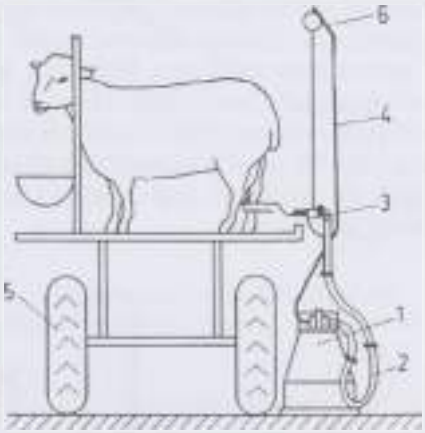
A felsővezetékes fejőgépek kollektorainak űrtartalma nem lehet 50 cm^3-nél kisebb. Hagyományos szabályozó szelepek helyett a meredek szabályozási görbével rendelkező szervo rendszerű szabályozó szelepek használata a kedvezőbb.

A juhfejő berendezések beépítettségüket tekintve lehetnek:
- stabil *(391. ábra)*,
- mobil *(392. ábra)*,
- telepíthető *(393. ábra)* kivitelűek.

Tejszállítási rendszer szerint az előző berendezések lehetnek:
- tejvezetékes *(391. ábra)* és
- sajtáros *(392. és 393. ábrák)* kialakításúak.

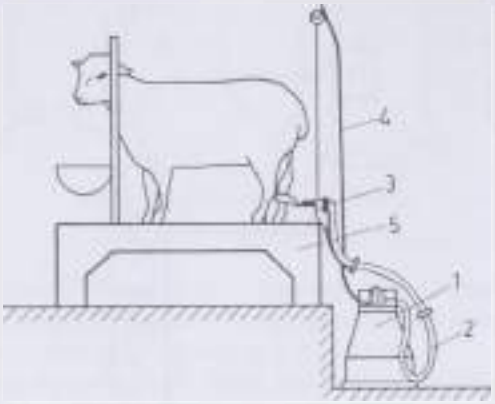


391. ábra. Stabil juhfejő berendezés
(*1* vákuumvezeték ráépített pulzátorokkal, *2* tejvezeték, *3* mosóvezeték, *4* hosszú tejtömlő, *5* fejőkészülék)



392. ábra. Vákuumvezetékes mobil juhfejő berendezés
(*1* sajtár fedéllel, pulzátorral, *2* hosszú tejtömlő és hosszú pulzátortömlő, *3* fejőkészülék, *4* vákuumtömlő, *5* mobil váz, *6* vákuumvezeték)

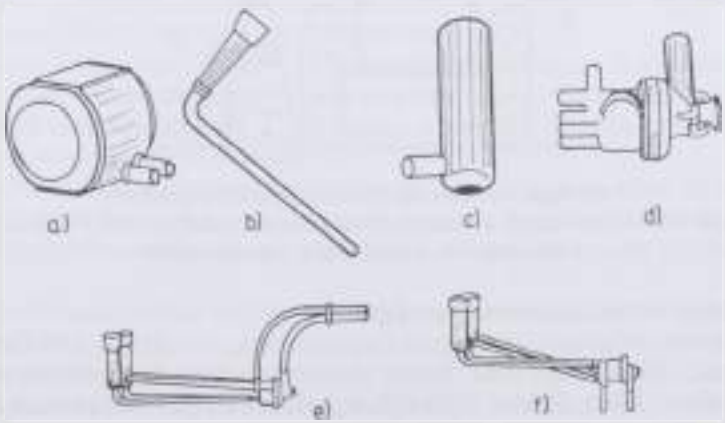
A juhfejő berendezés fő részegységei:
- vákuumszolgáltató gépcsoport (hajtómotorok, szivattyúk, szabályozószelepek, vákuummérő órák, légüst, vákuumvezetékek és szerelvényeik),
- fejőkészülék (kollektor, fejőkelyhek, pulzátor és gumi alkatrészek),
- tejgyűjtő vezetékek és szerelvényeik,
- tejleválasztó és tartozékai (tartály, szivattyú, biztonsági tartály stb.),
- tisztítóegység,
- etetőberendezés (nem közvetlen tartozék).



393. ábra. Lemezvázas telepíthető juhfejő berendezés
(*1* saját fedéllel, pulzátorral, *2* hosszú tejtömlő és hosszú pulzátortömlő, *3* fejőkészülék, *4* vákuumtömlő, *5* lemezváz)

A fejőkocsik egyes típusai hordozható alapkeretre szerelt, egyfázisú villamos motorral, vagy dízelmotorral hajtott vákuumszolgáltató aggregáttal vannak ellátva, más típusokhoz háromfázisú villamos motorral hajtott aggregátok tartoznak.

A juhok fejéséhez ugyanolyan szerkezeti felépítésű, kétterű fejőkelyheket használják, mint a szarvasmarhák esetén *(394. ábra)*. A fejőkehely fal közötti terében pulzáló, a belső (fejő) terében állandó vákuum van. A fejőgumik is hasonló alakúak, csupán a méretük tér el a tehenek fejéséhez használtaktól. A gumi formájának, alakjának és méretének alapvetően a kifejezetten tejelő fajták tartásakor van számottevő jelentősége.

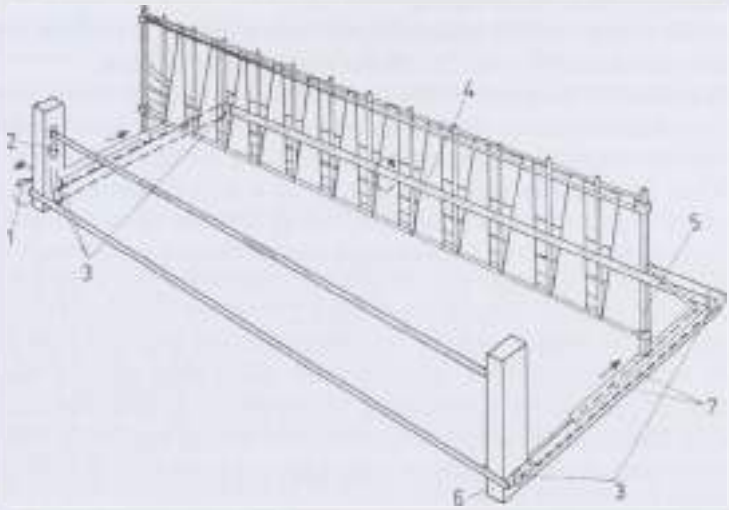


394. ábra. A fejőkészülék főbb szerkezeti elemei (Alfa-Laval)
a) pulzátor, *b)* fejőgumi (rövid tejtömlővel egybevulkanizált), *c)* fejőkehely, *d)* kollektor, *e)* összeszerelt fejőkészülék (felső tejelvezetéssel), *f)* összeszerelt fejőkészülék (alsó tejelvezetéssel)

A merinók fejéséhez a 17–18 mm-es hengeres résszel ellátott fejőgumi az ideális, amelynek a szájnyílása ezzel egyenlő, vagy annál egy mm-rel nagyobb lehet.

A pulzátor a szívási-szoritási állapotot percenként 100–190-szer hozza létre. Tehát a pulzátor ütemszáma 100, ill. 190 percenként. A szívási és szoritási idő százalékosan is kifejezhető. A juhpulzátoroknál leggyakoribb a 30–50%-os szívás ütemrész (ütemarány) [123; 124].

Az etetést és lekötést szolgáló berendezések általában egybeépitettek. Üzemeinkben jelentős számban találhatók mozgatható lekötő szerkezetek *(395. ábra)*, amelyeket Alfa-Laval dokumentáció alapján az AGROCOOP és a TAURINA gyártotta.



395. ábra. Mozgatható lekötőszerkezet
(*1* hajtókar, *2* fogaskerekek, *3* lánckerekek, *4* tengely, *5* lekötőszerkezet, *6* vezetőpálya, *7* lánc)

Stabil fejőállások

A stabil fejőállások, párhuzamos elrendezésű fejőállásokat jelentenek, leggyakoribb változatai a 2×12, ill. 2×24, ritkán 2×36 férőhelyes berendezések. A fejőaknára merőleges irányban gördíthető nyakrögzítő keretállásra abrakos vályú van felerősítve, melyet fejés előtt géppel, vagy kézi erővel töltenek fel. A fejésre beengedett juhok felsorakoznak az abrakosvályúhoz, így azokat a nyakkerettel rögzíteni lehet.

A juhok rögzítése után a nyakrögzítő keretállást csörlős szerkezettel a fejőakna irányába eltolják. A nyakkerettel rögzített juhok így a fejőakna széléig hátralépkednek. A fejőaknában dolgozó fejők ezután előkészítik a tőgyet és fölhelyezik a fejőkészülékeket. A 2×12 férőhelyes állásokat 6 fejőkészülékkel, a 2×24 férőhelyes állásokat pedig általában 12 fejőkészülékkel szerelik fel. Az előbbi fejési teljesítménye 100–120 juh/óra (50–60 juh/óra, fő), az utóbbié ennek kétszerese.

A fejés befejezése után a nyakrögzítő keretállást kiinduló helyzetébe csörlőzik vissza, és a kifejt állományt a nyakrögzítők oldásával kiengedik. Ezután ismét feltöltik az abrakosvályút, és a folyamat elölről kezdődik.

Karusszelek

A fejési helyek, sineken és kerekeken gépi erővel körbeforgatható körgyűrű felületen helyezkednek el. A karusszel az épület padozatából kiemelkedik. A fejőfolyosó (kezelőtér) általában a körgyűrű belső oldalán található.

A karusszelek több változata közül juhfejésre általában a halszálkás elrendezésű fejőkarusszeleket alkalmazzák.

Kisüzemek részére a fejőkarusszeleket 4, 6 és 8 állásos kivitelben, nagyüzemek részére általában 28, 30 és 56 állásos kivitelben készülnek.

A fejőkarusszelek alapvető előnye a párhuzamos fejőállásokkal szemben a nagyobb munkatermelékenység és a dolgozók kisebb fizikai igénybevétele.

A karusszeles fejésnél a munkálatok minimálisra csökkennek, mivel az állatok a körben forgó platón helyezkednek el, és a fejő(k) munkáját szinte egy helyben állva végzi. A platóra érkező juh feje az abrakos vályú fölé esik. Eközben a kényszerpályán mozgó homlokfallal automatikusan megtörténik a juh lekötése. A lekötést követően az állat mögött lévő fejő felhelyezi a fejőkészüléket. Egy fejés során a platóra érkező juh 1 vagy 2×360°-os fordulatot utazik a karusszelben, közben abrakot eszeget. Az abrakoscsészék abrakkal való feltöltése gépesített és automatizált. A csészéhez automatikusan adagolt takarmány mennyisége az igényeknek megfelelően változtatható, az adagolón beállítható. A szükséges körülfordulás után a kényszerpályán mozgó homlokfal elmozdul, a juh rögzítése megszűnik és az állat el tudja hagyni a karusszelt. A karusszel üzemeltetéséhez 1–2 fő szükséges.

Fejőgépek kezelése

A juhok nagyüzemi gépi fejésével elvégzendő műveletek a következők:

- a berendezés előkészítése fejéshez: fejés előtti öblítés, a sajtárok, készülékek fejési helyre történő szállítása, csatlakoztatása, a vákuumszivattyú indítása, a fejőberendezés érzékszervi ellenőrzése,
- az abrak kiosztása az etetővályúba,
- juhok terelése fejés előtt és juhok lekötése,
- fejés: a fejési műveletek (fejőkészülék felhelyezése, utófejés),
- a juhok terelése fejés után, valamint a juhok elengedése.

A merinó fajták fejéséhez célszerű technológia az alábbiak szerint jellemezhető:

- a fejők a fejőkészülék felhelyezésével együtt a tőgyet is ellenőrzik,
- a fejő a jobb kezébe fogja a fejőkészülék kollektorát, mielőtt a bal kezével a fejőkehelybe vezetné a tőgybimbót (a tőgyet masszáláshoz hasonló mozdulattal végigsimítja).

– egy fejő legfeljebb 3 fejőkészüléket kezelhet. Így nem jön létre káros vakfejés. 3-nál több fejőkészülék kezelésekor tőgyfiziológiai szempontból káros vakfejéssel kell számolni,
– a fejés a gépi utófejéssel és a fejőkészülék levételével fejeződik be.

A juhok gépi utófejésekor a tőgy felületére lefelé irányuló többszöri húzóhatást fejtenek ki, amellyel a tőgymedencében lévő tejet a fejőkelyhekbe préselik.

A fésűsmerinó fajtánál a nagyrészt szőrrel borított tőgyfelületek fejés előtti tisztogatása nem lehet eredményes. A folyóvizes tisztogatással csupán a szennyeződések lazíthatók fel. A fellazított szennyeződések a készülék felhelyezésekor a tejtérbe kerülnek és így szennyezettebb tejet nyerünk mint tőgymosás nélkül. E fajta fejésekor a szoros értelemben vett tőgyelőkészítés (mosás, törlés, masszázs) általában elhagyható. Kedvezőtlen időjárás esetén a nagyobb méretű, szőrrel kevésbé borított erősen szennyezett tőgybimbók tisztogatásáról azonban gondoskodni kell.

Üzemeltetési szempontok

A jelenleg forgalomban lévő gumikat 500 üzemóránál tovább nem célszerű használni. Megfelelő tisztítószerek alkalmazása esetén 300–400 üzemóra után indokolt a hetenkénti kefés tisztogatás (korábban nincs gyakorlati jelentősége). Ha az üzemidő napi 8 óra, akkor 55–65 naponként kell a gumikat cserélni [136; 140].

Hazánkban jelenleg a juhfejő gépeket az év 3–4 hónapjában nem üzemeltetik. Ez idő alatt gondoskodnunk kell megfelelő tárolásukról. A legtöbb hibát éppen tároláskor követik el.

Tárolás idejére a fejőgumikat ki kell szerelni a fejőkehelyből. A kiszerelt gumikat (1–2 óra áztatás után) 50–60 °C-os lúgos kémhatású folyadékkal le kell mosni. Az ezt követő langyosvizes öblítés után megvárjuk, amíg a csöpögtetőrácson a felületük teljesen megszárad. Ideális, ha a készüléket, így a gumikat is sötét, száraz helyiségben tároljuk. A gépeken kifeszített állapotban hagyott gumik használat nélkül is nyúlnak. Világos fejőhelyiségekben a nap ibolyántúli sugárzása is öregíti a felületüket. Előfordulhat, hogy a téli időszakban a nem üzemelő fejőhelyiség hőmérséklete 0 °C alá csökken. Ilyenkor a gumik felületébe diffundált víz (pára) megfagy, és mikrorepedéseket hoz létre.

Jól méretezett fejőberendezésben, fejés közben, a tőgybimbó végén a vákuum csökkenés nem több 2–3 kPa-nál. Felsővezetékes fejésnél, vagy ha a fejőberendezés nem megfelelően méretezett, vagy karbantartott a vákuum csökkenés elérheti a 8–10 kPa-t is.

A nagy nyomásingadozás hatására a fejőgumi mozgása megváltozik, a gumi a szívási ütemrészben hordósra tágul, megnövekedett méreténél fogva felcsúszik a tőgybimbókon, s ezzel korai vakfejést idéz elő (növekszik a géppel utócsepegtetett tejmennyiség). Mindez nem kívánatos, mivel a fejést végző dolgozóknak több időt kell eltölteni egy-egy juh kifejésével, és a tőgyeket is jobban igénybe veszi a hosszabb vakfejés, illetve a drasztikusabb módon végzett gépi

utófejés. 150 pulzus/min. pulzusszámú, közelítőleg 50% szívási ütemarányú pulzátorok alkalmazása javasolható.

A juhfejő berendezésekhez villamos, pneumatikus és hidraulikus vezérlésű pulzátorokat alkalmaznak. Nagyüzemekben legelőnyösebbek a villamos pulzátorok, melyek karbantartási igénye a legkevesebb, üzembiztonsága a legnagyobb. Pulzusszámuk a vákuum ingadozásának hatására nem változik. A pneumatikus vezérlésű pulzátoroknál, a vákuum csökkentésének hatására a pulzusszám nő.

A fejőrobot és alkalmazásának lehetősége a tehenészetekben

Már a korábbi fejezetekben bemutatott egyes berendezések és automaták is szinte teljesen autonóm rendszerben működtek. Egyes megoldások – ugyan nem teljesen az eredeti értelemben – de kimerítik a robotok fogalmát. Gondoljunk, pl. a kötött tartású istállókban alkalmazható koncentrált takarmányt kiosztó berendezésre, amely automatikusan járja körül az állásheljeket és programja szerinti mennyiségű takarmányt ad az állatok elé. Megfelelő mikroprocesszorral felszerelve a programját önmaga is módosíthatja, nem várt – rendkívüli – események hatására [119; 132].

A robotok elsősorban azon munkaterületeken alkalmazhatók, ahol azonos műveleteket kell egymás után, ugyanazon rutinnal, hosszú ideig végezni. Sikerrel alkalmazták pl. a juhok gépi nyírására készített robotokat Ausztráliában. A nagyüzemi tejtermelő telepeinken gyakran napi 15–20 órán át dolgoznak a fejők, miközben a 8–10 fejési műveletet meghatározott sorrendben, egymást követően ismétlik. Még az igen korszerű fejőtermekben is egészségtelenek a munkakörülmények (magas a páratartalom, közvetlen a fertőzési lehetőség stb.). Az egész éven át végzendő, csaknem folyamatos munka következtében a robotok igen nagy kihasználása válik lehetővé. Így a termékre vetített fajlagos költségek is alacsony szinten tarthatók.

A biológiai kutatások is inspirálóan hatottak, hiszen megállapították, hogy a napi fejések számának növelésével a tejtermelés színvonal is növelhető anélkül, hogy ennek negatív tőgyegészségügyi kihatásai lennének. A napi háromszori fejés ökonómiai kérdés, mivel az elérhető 10–15%-os termelésnövekedésnek a többletmunkát fedeznie kell.

A korábbi fejezetekben már láttuk, hogy a fejőberendezésnél a fejési műveletek jelentős része automatizált. Megoldott a tőgy tisztogatása, a fejőkészülék levétele és a gépi utófejés elvégzése. Leegyszerűsítve a problémakört, azt lehet mondani, hogy a robotokig csupán a fejőkészülék felhelyezésének automatizálása nem történt meg.

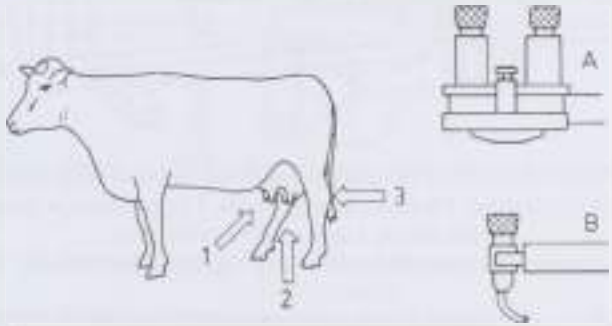
A fejőkészülék felhelyezésének robotizálása nem kis feladatot rótt a fejlesztők elé. Az iparban használatos robotok működése pontosan körvonalazható. Például a karosszériahegesztő, vagy a festőrobotoknál a munka tárgyát képező alkat-

rész (autókarosszéria) pontosan dimenzionált és azonos sériagyártmánynál változatlan, a méretek meghatározott tűrési értékek között vannak és maradnak. Teheneknél a tőgyek mérete, a tőgybimbók egymástól és a földtől mért távolsága is eltérő, de változik a laktáció során is. A fejőállásban lévő állat a fejőkészülék felhelyezésének időpontjában is mozoghat, amelyet a robotnak érzékelni kell, és az elmozduló tőgybimbót követve kell a fejőkészüléket felhelyeznie.

Műszaki értelemben kétféle fejőrobot alakult ki:

- az érzékelőkkel vezérelt- és
- az ún. tanulórobot.

A működésük alapja az elektronikus egyedi állatfelismerés. Ennek alapján a tőgybimbó elhelyezkedésének koordinátáit a központi számítógép tárolja, s bármikor lehívhatók.



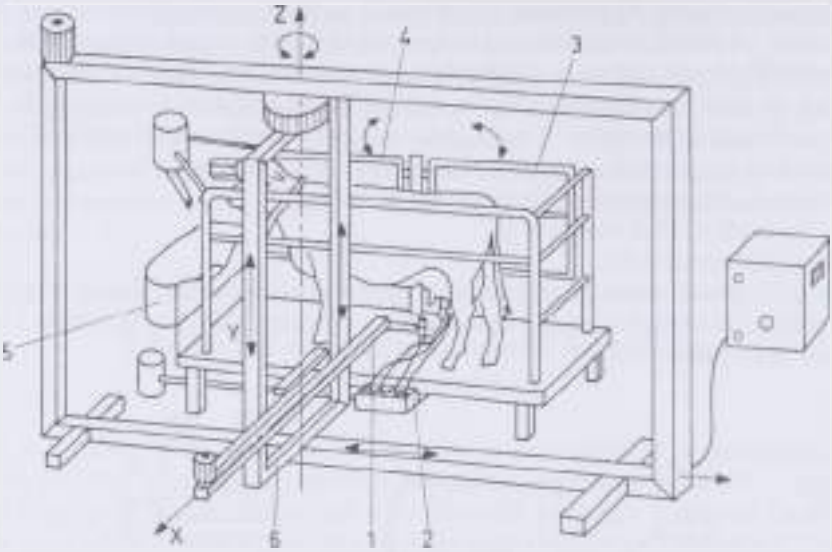
396. ábra. A fejőkészülékek felhelyezése [1; 98]
A egyszerre, *B* a kelyheket külön-külön
(*1–2–3* a pontos helyzet meghatározáshoz szükséges három koordináta)

„Korlátozott mértékben" az állat testhelyzete is behatárolható. Ezzel már csupán néhány cm-es kereső tér szükséges a fejőkészüléket tartó és felhelyező karnak. E néhány centiméteres, de háromdimenziójú zónán belül az érzékelő már néhány milliméteres pontossággal képes a bimbók csúcsait behatárolni és a fejőkészülék (kelyhek) felhelyezését elvégezni *(396–399. ábra)*.

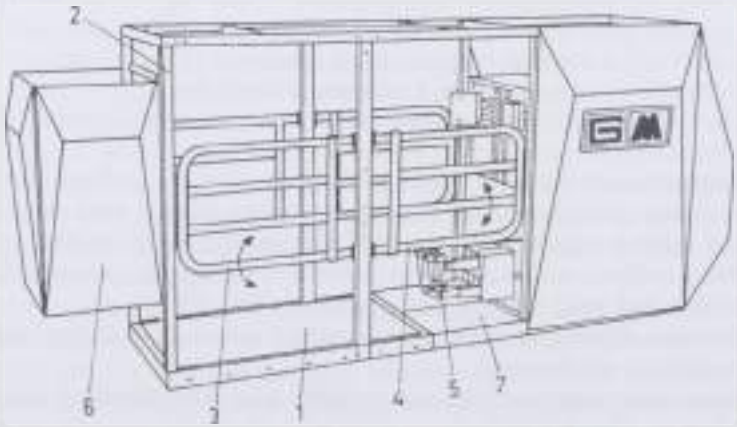
A robotokon többféle szenzort, pl. hőérzékelő diódákat, szilárdtest-érzékelőt, lézert, radart stb. alkalmaznak.

A technológiai rendszert tekintve az istálló három elkülönült területből áll. Napközben az állatok a mélyalmos vagy pihenőbokszos részen tartózkodnak. Innen folyosó vezet az etető–fejő robot irányába. A folyosón egy azonosító- és egy válogatókapu szükséges. E válogatókaput a központi számítógép vezérli és a tehén aszerint jut be az etető–fejő állásba vagy irányítják vissza a pihenőtérre, hogy előző etetése vagy fejése óta elegendő idő eltelt-e már.

Ha az állat az etető–fejőálláshoz jut, az abrakadagoló parancsot kap a megfelelő abrakmennyiség kiadagolására. Ezzel párhuzamosan, amennyiben fejés is következik, a megfelelő mechanizmus (kefés szerkezet) megtisztítja a tőgyet. A robotot vezérlő mikroprocesszoros egység megkapja a parancsot a központi

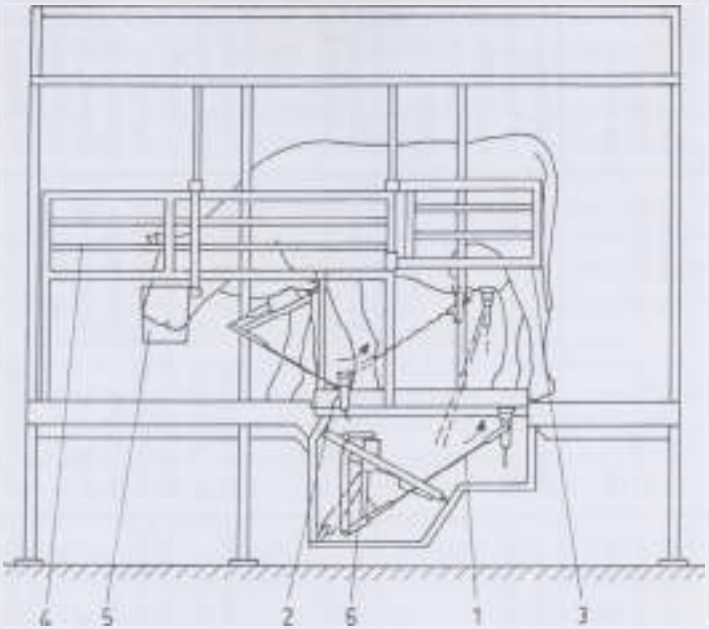


397. ábra. A kelyheket külön-külön felhelyező fejőrobot felépítése [98]
(*1* kehely felhelyező kar, *2* kelyhek tárolő konzolja, *3* bejárati kapu, *4* kijárati kapu,
5 etető csésze, *6* pozicionáló mechanizmus,
X és *Z* vízszintes sík koordinátái, *Y* függőleges koordináta)

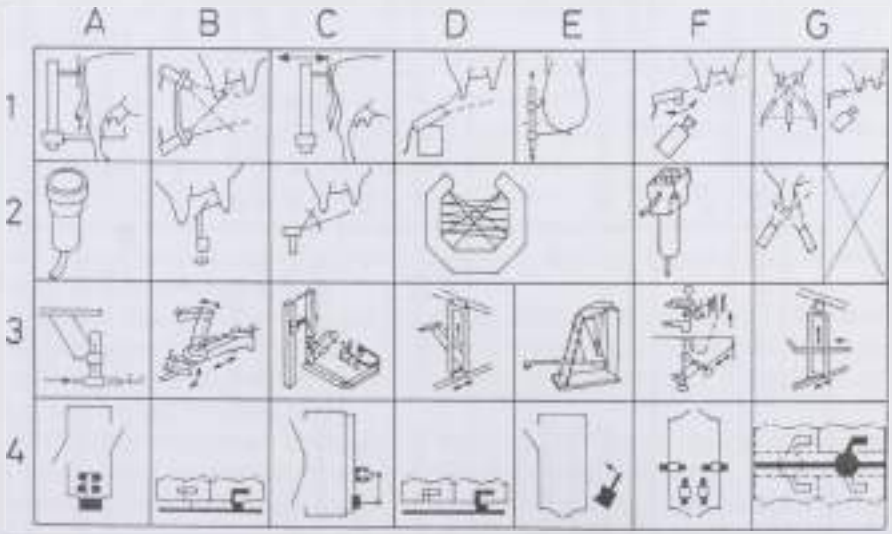


398. ábra. A kelyheket egyszerre felhelyező fejőrobot felépítése [97]
(*1* játószint, *2* állásszerkezet az azonosítóval, *3* kijárati kapu,
4 bejárati kapu, *5* robotizált fejőegység, *6* etető, *7* szemlélő lemezek a lábak pozicionálására)

számítógéptől arra, hogy fejje meg a tehenet. Először az azonosításnak megfelelően, a megkapott koordináták alapján a felhelyező kart a működő szervek olyan helyzetbe hozzák, hogy a fejőkészülék megközelíti a tőgybimbókat. Innen a vezérlés a szenzorok érzékelése segítségével folytatódik.



399. ábra. A kelyheket külön-külön felhelyező, a padozat szintje alá süllyeszthető [97] fejőrobot felépítése
(*1* kehely felhelyező kar, *2* kelyhek tároló konzolja, *3* bejárati kapu, *4* kijárati kapu, *5* etető csésze, *6* pozicionáló mechanizmus)



400. ábra. A fejőrobotokon használatos érzékelők [2]
(Az 1.. és A.. jelzések szerint l. a *16. táblázatban*)

16. táblázat. A *400. ábra* jelzések szerinti leírása

		A	B	C	D	E	F	G
		A négy készüléket egyszerre.	Két állásheiyhez egy robotkar.	Állásheiyenként egy robotkar.	Két-, vagy három állásheiyhez egy robotkar.	Állásheiyenként egy robotkar.	Egy állásheiyhez 4 robotkar.	Két-, vagy több állásheiyhez egy robotkar.
1.	A tőgy, ill. a bimbók durva közelítése, pozicionálása, az alkalmazott érzékelő.	Érintés (testfelületen).	2 db ultrahangos távérzékelő.	Érintés (testfelületen).	1 db ultrahangos távérzékelő.	Érintés (testfelületen).	CCD kamera és lézer diódák.	8 db ultrahangos távérzékelő, vagy CCD kamera és lézer diódák.
2.	A bimbók finom (pontos) közelítése, pozicionálása.	Az előző helyzet megjegyzése, tanulás.	Mozgó ultrahangos távolságérzékelő, bimbónként.	Mozgó lézernyaláb, bimbónként.	Fénydiódák a fejőkelyhek felett.	Fénydiódák a fejőkelyhek felett.	Fénydiódák a fejőkelyhekben.	2 db ultrahangos távérzékelő.
3.	A robot kivitele formája.	A hátsó lábak között, pneumatikus hengerek, léptető motor, egyedi kar (x, y, z).	Oldalról, speciális készülék megfogás, pneumatikus hengerek, léptető motor.	Oldalról, speciális készülék megfogás, pneumatikus hengerek, léptető motor.	Oldalról, speciális készülék megfogás, pneumatikus hengerek, léptető motor.	Alulról, speciális készülék megfogás, pneumatikus hengerek, léptető motor.	Három oldalról, kelyhenként speciális készülék megfogás, pneumatikus hengerek, léptető motor.	Oldalról, kelyhenként speciális készülék megfogás, pneumatikus hengerek, léptető motor.
4.	A létrehozott fejési megoldás.	Tandem bokszok, ún. fejő konténer.	Egyoldalas tandem.	Egyoldalas tandem.	Egyoldalas tandem.	Egyoldalas tandem.	Soros, áthajtás.	Két oldalas tandem.

A bimbók érzékelésének módja, pl. a robot infrasugarat bocsát ki a visszaverődést felfogó félvezetők a jelfogó. A félvezetők térbeli elhelyezkedése távolságmérést tesz lehetővé. A robot a négy fejőkelyhet egy időben vagy egymást követően helyezi fel a tőgybimbókra. Ezt követően a fejőberendezés működése megegyezik a jelenleg is alkalmazott automatikus levevő készülékkel, vagyis a tejfolyás csökkenését követően a robot utófejést végez, majd a fejőkészüléket leemeli. Fejés után szükségszerűen a fejőkészülékek tisztogatása következik. A fejőhelyeket az automata mosó átöblíti, de a kollektor és a hosszú tejvezetékek tisztítására csak 15 perc eltelte után kap parancsot. Ha a bejárati folyosóban ezen időtartamon belül új tehén jelenik meg, és a központi számítógép úgy érzékeli, hogy megfejhető, akkor a közbenső tisztítás elmarad.

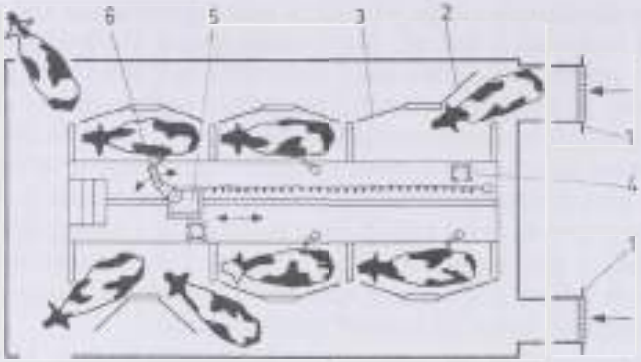
A másik megoldásban az ún. tanulórobot a fejést hátulról végzi. Miután a tehenek elfoglalták helyüket az abrakadagoló előtt a „párhuzamos fejőállásban", a hátsó lábak alatt lévő padozat részsutosan felnyílik, s ennek következtében az állatok lába meghatározott pozícióba kerül. A padozat részsútos kiképzése olyan, hogy a tehén új helyzetet semmiképpen sem vehet fel a fejés során. Ezt követően a manipulátorkar a központi számítógéptől megkapja a tőgy koordinátáit. Ezen koordináták globális megközelítést biztosítanak. A helyzet elfoglalása után már a robot „emlékezőképessége" lép működésbe, mégpedig úgy, hogy az eddig elfoglalt pozícióktól a fejőkészülék teljes felhelyezéséig megteendő utat a vezérlő az előző nap rögzített paraméterek alapján irányítja. A program mindig az utolsó mérés koordinátáit rögzíti, s így a laktáció során a tőgy méretváltozásait folyamatosan korrigálja. A programozás folyamata úgy megy végbe, hogy az első alkalommal a fejőkészülékeket kézzel vezérelve „helyezik" föl az adott tehén tőgyére, s a fölhelyezés koordinátáit (a mozgási utat) a vezérlő számítógép rögzíti, elraktározza és a következő fejés alkalmával már e műveletsort aktualizálja.

Egy-egy fejőrobot (etető–fejőállás) 25–30 tehén kiszolgálására alkalmas. Ezen igen bonyolult szerkezetek helyszíni összeállítása lehetetlen. A gyártók ún. konténeregységeket alakítanak ki két-három álláshellyel, amelyhez egy manipulátorkar és egy központi vezérlő tartozik [2; 4].

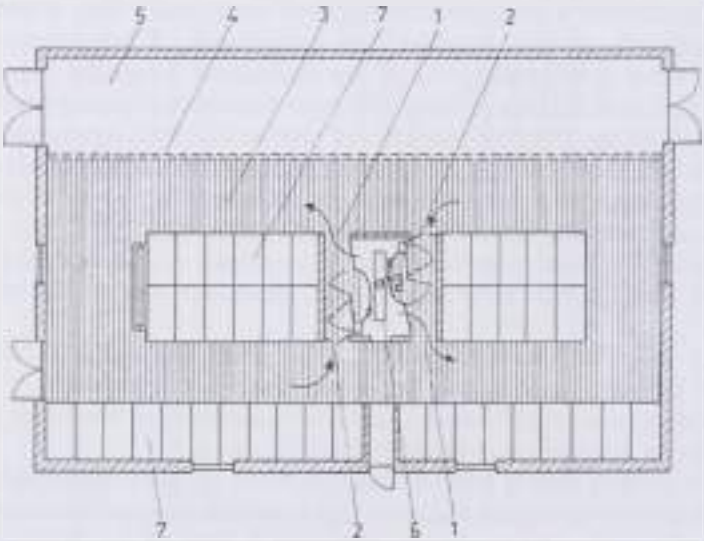
Az előre gyártott egység a helyszínen igen rövid idő alatt felállítható, hiszen csak a villamos és vízvezeték hálózatot kell a rendszerhez csatlakoztatni, ill. be kell kötni a berendezést a szennyvízcsatornába. A kifejt tej a szokványos hűtőberendezésekbe vezethető.

Jó megoldás a fejőfolyosón pályán mozgó, karos mechanizmussal ellátott robot *(401. ábra)*. E robot minden tekintetben utánozná a fejők munkáját. Leginkább megfelel a nagyobb üzemek igényeinek. A legtöbb cég a fejlesztéseit ebben az irányban folytatja [119].

Működési rendszere a következő. A karos mechanizmust vezérlő számítógép a beérkező és azonosított tehenek tőgyének koordinátáit ismeri. Parancsára a manipulálókaron lévő egy-egy fejőkehellyel néhány centiméteres távolságra megközelíti a tőgybimbókat. E távolságban a vezérlést már az érzékelők veszik át. Ezt szolgálják a néhány centiméteres méretű alakfelismerő videokamerák. A távolság méréséhez lézersugarat alkalmaznak.



401. ábra. A fejőtolyoson (pályán) mozgó fejőrobot [119]
(*1* bejárati kapuk azonosító egységekkel, *2* és *3* a bokszok be- és kijárati kapui, *4* fejőkészülék, *5* sínen futó fejőegység, *6* a robot manipulátorkarja)



402. ábra. Robothoz rendszeresített istállózási rendszer [98]
(*1* bejárati azonosító kapuk, *2* kijárati kapuk, *3* rácspadozat, *4* etető rács, *5* etető asztal, *6* kétoldalra működő etető–fejőrobot, *7* fekvőbokszok)

Az istálló közepén elhelyezkedő etető–fejőrobotot a tehenek a nap bármely szakában felkereshetik, de csak akkor jutnak be, ha a bejárati kapu azonosítója szabad jelzést ad, azaz a fejés az adott egyednél aktuális *(402. ábra)*. A fejés idején a tehenek a tejelési pótabrakhoz hozzájutnak az abrakoló automatából. A fejés és etetés befejeztével nyílik a kijárati kapu és a tehén visszatér az istálló térbe. A napi fejések száma függ a tejelési teljesítménytől, általában 2–3 alkalom. A rekorder teheneknél gyakori a napi négyszeri fejés is.

Tejkezelés

A tej elsődleges kezelése

A tej összetétele és jellemzői

A tej alkotórészei

A tej az emlős állatok tejmirigyei által termelt, az újszülött táplálására szolgáló összetett biológiai folyadék, amely a szükséges tápanyag-komponenseket optimális mennyiségben és szerkezetben tartalmazza.

Hazánkban a legfontosabb tejipari alapanyag a tehéntej (általános szóhasználat: tej, hivatalosan: termelői nyers tej). A korábban jelentős mennyiséget képviselő, döntően sajtgyártásra fordított juhtej termelése visszaesett. A kis mennyiségben előforduló kecske- és bivalytejet a termelők elsősorban saját háztartásukban hasznosítják, ill. közvetlenül értékesítik.

A víz oldószere a tejcukornak, a vízoldható ásványi anyagoknak és vitaminoknak, diszperziós közege a lipideknek, a fehérjéknek, az enzimeknek, az oldhatatlan ásványi anyagoknak, valamint a zsíroldható vitaminoknak.

A tejben található lipidek (zsírok és zsírszerű anyagok) zömét alkotó triglicerídek a zsírgolyócskák belsejében, a lipoidok pedig főleg a zsírgolyócskák burkában foglalnak helyet.

A tejben található nitrogéntartalmú anyagok 95%-át fehérjék, 5%-át pedig úgynevezett nem fehérje anyagok alkotják. A két legfontosabb tejfehérje a kazein és a savófehérjék.

A *kazein* alkotja a fehérjék kereken 80%-át. A *savófehérjék* a tejben előforduló fehérjéknek közel 20%-át képviselik. Közös jellemzőjük, hogy a tej megsavanyodásakor vagy oltóenzim hatására nem koagulálnak, hanem a savóban maradnak vissza.

Szabad aminosavak. A tehéntejben csaknem az összes aminosav kimutatható szabad állapotban. Mennyiségük 5–8 mg/100 ml érték között változik.

17. táblázat. Néhány kazein és albumintej átlagos összetétele, százalékban (külföldi adatok alapján)

Megnevezés	Víz	Szárazanyag	Zsír	Fehérje			Tejcukor	Ásványi anyagok
				Összes fehérje	Kazein	Savófehérje		
Tehéntej	87,40	12,50	3,80	3,30	2,70	0,60	4,70	0,80
Kecsketej	86,85	13,15	4,00	3,60	2,60	1,00	4,50	0,85
Juhtej	80,65	19,35	8,20	5,35	4,30	1,05	4,90	0,90
Bivalytej	80,95	19,05	7,90	5,90	5,35	0,55	4,50	0,75

A tejcukor (laktóz) a tej legfontosabb szénhidrátja, a tejben nyomokban glükóz és más cukrok is kimutathatók. Mennyisége általában 4,7–4,9% között ingadozik.

Az ásványi anyagok a tejben egyrészt sók alakjában, kisebb részben a kazeinbe, a savófehérjékbe és egyéb szerves vegyületekbe beépülve találhatók.

A tej jellemzői

Fizikai és kémiai tulajdonságok

A tej fizikai–kémiai tulajdonságait az összetétel nagyban meghatározza. Annak alapján, hogy a tulajdonságot a tej mely alkotórészei befolyásolják elsősorban három csoport különböztethető meg.

A tej polidiszperz rendszere által meghatározott tulajdonságok:
- sűrűség,
- savasság,
- redox potenciál.

Az emulziós- és a kolloidfázis által meghatározott tulajdonságok:
- viszkozitás,
- felületi feszültség,
- optikai tulajdonságok,
- felfölöződés.

A molekulárisan és ionosan oldott anyagok által meghatározott tulajdonságok:
- ozmózisos nyomás,
- fagyáspontcsökkenés,
- elektromos vezetőképesség,
- forráspont.

Biológiai tulajdonságok

A frissen fejt tejben a baktériumok száma bizonyos ideig nem növekszik, sőt némelykor azt tapasztaljuk, hogy a baktériumok kezdeti száma csökken. A frissen fejt tejnek azt a tulajdonságát, hogy a belekerült baktériumok szaporodását gátolja, ill. a baktériumok egy részét el is pusztítja, bakterícid hatásnak nevezzük. A bakterícid hatást a tejben lévő ellenanyagok fejtik ki.

A frissen fejt tej „életének" ezt a kezdeti időszakát, amikor az ellenanyagok hatása következtében a baktériumok száma nem növekszik, bakterícid fázisnak nevezzük. A bakterícid hatás testhőmérsékleten a legerősebb, de csak rövid ideig, néhány óráig tart. A bakterícid fázist a tej hűtésével 24 órára is megnyújthatjuk. A tej bakterícid hatásának erőssége és időtartama egyedenként változik. A tej bakterícid hatása a különböző baktériumokra nem egyformán érvényesül [118].

Érzékszervi tulajdonságok

Az érzékszervi tulajdonságok a tej színét, állományát, szagát és ízét jelölik.

Szín. Az egészséges állattól származó tehéntej sárgásfehér színű.

Szag és íz. A friss nyers tej szagtalan. Íze tiszta, telt, a tejcukortól jellegzetesen enyhén édeskés. Az ún. tejszag a takarmányoktól, az istállóban felvett szagoktól ered.

Az összetételt és a jellemzőket befolyásoló fontosabb tényezők:

- a tej összetétele és tulajdonságai a tejelési időszak kezdetén és végén eltérnek a közbeeső időszak tejétől,
- az ellés után az állat a rendes tejtől teljesen eltérő összetételű és tulajdonságú tejet, főcstejet (kolosztrumot) termel,
- a tejelési időszak utolsó hónapjában, az elapadást megelőző időben, az „öregfejős" időszakban a tej mennyisége csökken, és ennek megfelelően nő szárazanyaga, főleg zsírtartalma,
- a beteg állat tejének összetétele és tulajdonságai kisebb-nagyobb mértékben eltérnek az egészségesétől,
- lázas megbetegedéskor csökken a tejhozam és a tej zsírmentes szárazanyag tartalma, a zsírtartalom viszont rendszerint nő,
- a fejés gyakorisága és körülményei kihatnak a tejelésre és a tej összetételére. Az első fejési részletben kisebb a zsírtartalom, nagyobb viszont a tejcukor mennyisége. A továbbiakban csökken a tejcukortartalom, de növekszik a tej zsírtartalma. Gyors fejéskor jobban érvényesül az oxitocinhatás, kevesebb tej marad vissza a tőgyben és ennek megfelelően a tej zsírtartalma nagyobb lesz,
- ha a fejések közötti időtartam rövid, akkor a tej zsírtartalma nagyobb, ellenkező esetben a zsírtartalom kisebb.

Fizikai és kémiai változások a tejben

A tej öregedése

A frissen fejt tejben magától végbemenő változásokat a tej öregedésének nevezzük. A tőgyet elhagyó tőgymeleg tejből a gázok egy része eltávozik. A szén-dioxid eltávozása a tej savfokának, az oxigéné pedig a redoxpotenciálnak a csökkenését idézi elő.

A mechanikai tényezők hatása a tejre

A mechanikai hatásokra a tej emulziós fázisa a legérzékenyebb.

A szállítás alatti *rázkódás* hatására a zsírgolyócskák zsíresomókba verődnek, és a zsír fokozatosan demulgeálódik.

A tej gépi fölözésekor a centrifugális gyorsulás hatására a zsírgolyócskák koncentrálódnak, és tejszín, koncentrált emulzió formájában különülnek el a kolloid sóványtej-fázistól.

Homogénezéskor a tejet, tejszínt nagy nyomással finom résen préselik át. Az átpréseléskor a zsírgolyócskák difformálódnak (nagymértékben deformálódnak), majd a homogénező hatás megszűntével apró zsírcseppekre szakadnak szét. Mivel a zsírgolyócskák hártyává történő difformálása, majd apró cseppekre való szétszakadása csak folyékony állapotban megy végbe, a homogénezéshez a tejet, tejszínt legalább a tejzsír olvadáspontja fölé kell melegíteni.

A homogénezés hatására a zsírgolyócskák 1–2 μm-es nagyságúra aprózódnak, és ennek következtében számuk kb. ezerszeresre, összes felületük pedig mintegy tízszeresre nő. Ezáltal növekszik az emulzió diszperzitásfoka, homogenitása, és ennek eredményeképpen a rendszer stabilitása.

A hűtés és fagyasztás hatása a tejre

A fagyásponton felüli hőmérsékletre hűtött tejben a tárolás során változások mennek végbe. E változások közül első helyen az emulziós fázisban bekövetkező „zsírcsomóképződést" kell megemlítenünk. A zsírcsomók képződése abban áll, hogy a zsírgolyócskák a felületükön levő szabad vajolaj révén csomókká tapadnak össze.

Megfagyáskor még mélyrehatóbb változások játszódnak le a tejben. Ha a fagyási folyamat lassan megy végbe (pl. a tej szállítás alatti megfagyása télen), akkor először a tiszta oldószer fagy ki a tejből, és a tej diszperz részei a még folyékony részben koncentrálódnak. A keletkező jégkristályok préselik, nyomják, megsértik a zsírgolyócskákat, így az emulzió erősen károsodik, és nagyfokú zsírcsomóképződés figyelhető meg [118].

A korszerű, –40 °C-on gyorsfagyasztott és a –23 °C-on tárolt tejben e változások gyakorlatilag nem következnek be, a tej lényegében megtartja eredeti tulajdonságait.

A hevítés hatása a tejre

Hőkezeléskor – a kezelés mértékétől függően – a tejben különböző fizikai és kémiai változások mennek végbe.

100 °C körüli hőmérsékletre hevítve a tejet a hőntartás időtartamától függően sárgásbarna színeződés következik be a tejcukor és a fehérjék között végbemenő Maillard-reakció eredményeképpen. A tej barnulása, a tejcukor karamellizálódása 140 °C-os hőmérsékleten indul meg. A 65 °C fölé melegített tej felfölözödőképessége a hőmérséklettől és a hőtartás idejétől függően csökken, ill. gyakorlatilag megszűnik.

Természetes fény hatására a tejben ún. fényíz (káposztaíz) lép fel. Az ízhiba azáltal jön létre, hogy riboflavin jelenlétében fény hatására a metioninból metionaldehid képződik.

Ultraibolya besugárzás hatására a 7-dehidrokoleszterin-provitamin D_3-vitaminná alakul át. Optimális sugárhatás (280–315 nm, 0,5 s) esetén a nyers tej D_3-vitamin-tartalma 4–5-szörösére növelhető. A túlzott besugárzás veszélyes, mert a D_3-vitaminból egészségre káros toxisterol képződhet.

A tej mikrobiológiája

A tej és a tejtermékek összetételük folytán a mikroorganizmusok számára is ideális táptalajul szolgálnak. A mikroorganizmusok életműködésük során a tej alkotórészeit felhasználva, ill. anyagcsereterméke ik folytán változásokat idéznek elő a tejben, vagy a tejtermékekben. A tejben elszaporodó mikroorganizmusok egy része káros, mert a tej, ill. a tejtermékek romlását okozhatják, másik részük viszont hasznos, sőt nélkülözhetetlen, mert segítségükkel lehet kialakítani az egyes tejtermékek jellegét.

A tej kezelése során elsődlegesen a tej mikrobás fertőződését kell megakadályozni. Emellett egyrészt a mikroorganizmusok életműködésének gátlására vagy elpusztításukra törekszünk, másrészt a különböző tejtermékek gyártásához mikroorganizmusokat használunk fel, és működésüket a megfelelő körülmények kialakításával segítjük elő.

Az egészséges tőgyben is vannak baktériumok. A tőgy a bimbócsatornán keresztül fertőződik, majd a baktériumok elszaporodnak, és mozgás révén eloszlanak a tőgyben. A fertőzést elősegíti a tőgybimbó záróizmainak petyhüdtsége és a tőgyszövet csökkent ellenállóképessége. Aránylag kevés baktériumfaj tudja azonban az egészséges tőgy belsejében levő körülményeket elviselni és ott elszaporodni.

A tej csíratartalma a tőgyben eléggé változó. Egyedenként más és más, de még ugyanannak az állatnak különböző tőgynegyedeiből fejt tej baktériumtartalma és baktériumféleségei között is nagy különbségek lehetnek. Az aszeptikusan fejt tejben általában 10–5000 baktérium van milliliterenként. Ha azonban a tőgyszövet ellenállóképessége – pl. megbetegedés miatt – csökken, a tőgybe került baktériumok gyorsan elszaporodnak, s ilyenkor az aszeptikusan nyert tejben milliliterenként több millió csíra is lehet.

A fejés után a tőgybimbókban visszamaradó tej a bimbónyílásból könnyen fertőződhet.

A tej nagyobb mértékben a tőgyön kívül fertőződik. Fertőzési források: az istálló levegője, a takarmány, az alom, a bélsár, a fejő személy, az állat szőrzete, a legyek, a fejőedény, ill. a fejőgép és általában a tejjel érintkezésbe kerülő edényzet [122].

A mikroorganizmusok száma az istálló levegőjében rendszerint egyenes arányban van a levegő szennyezettségével, portartalmával. Minden művelet,

amely a fejés alatt az istálló levegőjét felkavarja, és így portartalmát növeli – különösen kézi fejés esetén – a tej csíraszámát is emeli. Fejőállásban, ill. gépi fejéskor a levegő általában csak igen kis mértékben fertőzi a tejet.

A bélsárban mindig sok bélbaktérium (főként koliformok és Str. faecalis) van, ezek mellett a takarmányokból a bélsárba jutott mikrobák is mindig kimutathatók.

A tej mikroflórájának legnagyobb része az edényzetről jut a tejbe. Leggyakoribb a Str. lactis, de szennyezett edényzetről más szteptokokkuszok, koliformok, pszichrotrófok stb. kerülhetnek a tejbe. Ha az edényeket és az eszközöket gondosan tisztítjuk, a mikrobák számára hasznosítható tápanyag legnagyobb részét eltávolítjuk.

A tej mikroflórájának minőségi összetétele a fejés után

A tej mikroflórájának összetétele a fejés körülményeitől függ. Tisztán nyert friss tejben főként mikrokokkuszok vannak, de kisebb mennyiségben tejsavbaktériumok és szarcinák is kimutathatók.

A fejést követő valamennyi művelet (szűrés, áttöltés más edényekbe) fokozatosan szaporítja a tejben a baktériumok mennyiségét. A szűrés feltétlenül szükséges, a nagyobb szennyrögöket, legyeket stb. eltávolítja a tejből. A tej csíratartalma a szűrés hatására látszólag nő, mert az egyes szennyesomók feloldódnak és eloszlanak a tejben, a nagyobb baktériumláncok- és halmazok pedig szétszakadnak.

A bakteriéid hatású anyagok inaktiválódása után – a bakteriéid fázis végén – a tejben levő valamennyi mikroba szaporodásnak indul. A szaporodás gyorsaságát befolyásolja a tej hőmérséklete. Alacsony (13 °C alatti) hőmérsékleteken a csíraszaporulat igen mérsékelt, ezért a hidegen tárolt tej tovább eltartható. Különösen jó az eltarthatóság 5 °C alatt.

Ha a tejet nem megfelelő (szennyezett) körülmények között nyerték, s így már teljesen friss állapotban is viszonylag nagy csíratartalmú, a hidegen való tárolás természetesen sokkal rövidebb ideig hatásos.

A minőségi nyerstej jellemzői

Az extra minőségű tej jellemzői
- fagyáspont kisebb – 0,520 °C-nál,
- összcsíraszám kevesebb 100 000 db/cm³-nél,
- szomatikus sejtszám kevesebb 400 000 db/cm³-nél,
- gátlóanyag nem mutatható ki,
- látható szennyeződést nem tartalmaz.

Nemzetközileg általánosan elfogadott megfogalmazás szerint a nyerstej minősége alatt beltartalmának, táplálkozás fiziológiai és élvezeti értékének, valamint higiénés jellemzőinek egységét értjük.

A tej telepi hűtése

Kompresszoros hűtőgépek

Az ipari kompresszoros hűtőgépek három fő típusa használatos a hűtéstechnikában:

– dugattyús kompresszor,
– turbókompresszor,
– forgódugattyús kompresszor.

Az ipari hűtőgépeknél, esetünkben a telepi tejhűtőknél kisebb teljesítményű és méretű hermetikus és félhermetikus kompresszorokat (zárt és félig zárt kivitelű gépeket) alkalmaznak. Ezek a nagyobb méretű, ún. „nyitott" gépektől elsősorban a meghajtó motor és a kompresszor összeépítésében különböznek. A nyitott gépek kompresszora és villamos motorja két elkülönülő egység. A meghajtó tengelyt tehát tömszelencézni kell a kompresszorházban, ezért „nyitottak", ugyanakkor tudni kell, hogy a gyakorlatban használt hűtőközegek (ammónia, freonok stb.) szinte minden mozgó tömítésen áthatolnak. A „zárt" gépeknél a motor és a kompresszor egyazon házban helyezkedik el. Hermetikus gépeknél a ház egyszerű eszközökkel bonthatatlan, félhermetikus gépeknél a ház (csavarok megoldásával) szétszerelhető.

A kompresszoros gépek a hűtőkörfolyamatot meghatározott hűtőközeg (hideg gőz, munkaközeg) zárt ciklusú keringtetésével állítják elő. A kompresszoros hűtőgépben tehát meghatározott mennyiségben betöltött hűtőközeg kering. A hűtőközeg a gép egységeiben termodinamikai állapotváltozásokon megy keresztül, a termodinamikai állapotváltozások ún. hűtőkörfolyamatot alkotnak.

A hűtőközeget, amit néha „hideg gőznek" is neveznek, fizikai, elsősorban kalorikus sajátságai alapján választják ki. Az előállítani kívánt alacsony hőmérsékleten célszerű, ha a kiválasztott hűtőközeg folyadékállapotban az atmoszférikustól nem túl távoli gőznyomáson képes elpárologni (vagyis a refrigerátor nyomása közel legyen az atmoszférikushoz, ami szintén a tömítési követelményekkel függ össze). A bevált és leginkább elterjedt hagyományos hűtőközegek nagyobb hűtőteljesítményű berendezésekhez az ammónia (NH_3), ill. kis és közepes teljesítményűekhez a freon csoport (klórozott, fluorozott szénhidrogén vegyületek) megfelelő tagjai.

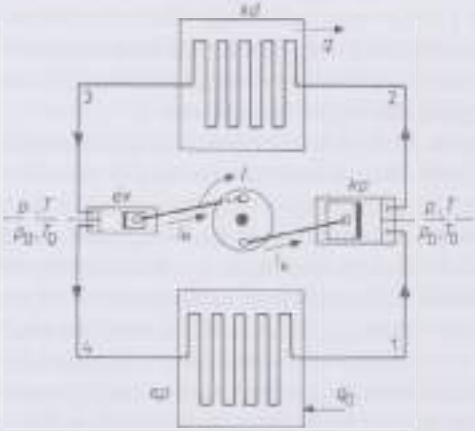
A Carnot-ciklus

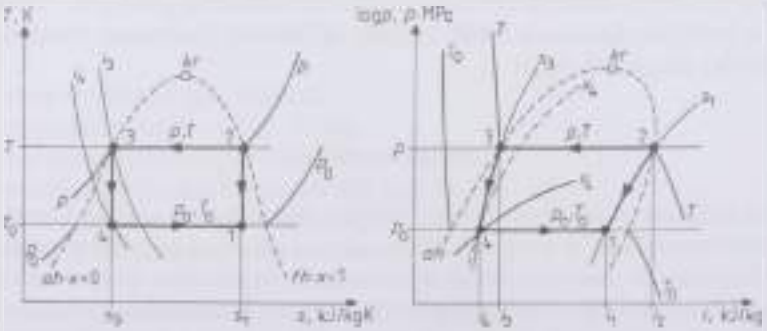
A hűtőkörfolyamat (elvileg) a négy állapotváltozásból összeálló Carnot-körfolyamat formájában is megvalósítható, de a valóságos gépekben célszerűen gőz – folyadék és nem gázciklust alkalmaznak, figyelembe véve a hűtőközeg rejtett hőjét, s ezzel növelve a gépbe betöltött közeg kihasználását (az egységnyi tömegű anyaggal átvihető hő mennyiségét). A folyamatot $T - s$, ill. a korszerű $\log p - i$ diagramon mutatjuk be *(403. ábra)*.

1–2 állapotváltozás: adiabatikus kompresszió. A T_0 hőmérsékletű, s_1 entrópiájú hideg gőzt dugattyús (vagy egyéb) kompresszorban állandó entrópia (s_1) mellett összesűrítjük, közben nő a közeg hőmérséklete és nyomása. A sűrítés végén száraz telített állapotú, T hőmérsékletű lesz a gőz. (A $T-s$ diagramban a (2) állapot a felső határgörbén fekszik.)

2–3 állapotváltozás: A komprimált gőz cseppfolyósodik (lecsapódik) állandó T hőmérsékleten és ennek megfelelő állandó p gőznyomáson. A cseppfolyósítás rendszerint (víz- vagy levegőhűtésű) felületi kondenzátorban megy végbe, ahol a hűtőközeg leadja rejtett (kondenzációs) hőjét.

3–4 állapotváltozás: Az adiabatikus expanzió. A (3) pontban a hűtőközeg cseppfolyós (telített folyadék) halmazállapotú. (A (3) a $T-s$ diagramban az alsó határgörbén fekszik, ami az éppen forrásban levő folyadékot jelenti.) A folyadék T hőmérsékletről és p nyomásról T_0 hőmérsékletű és p_0 nyomású állapotba expandál, mégpedig s_3 = állandó izentróp vonal mentén, adiabatikusan egy expanziós gépben (detanderben). A lehűlt, kis nyomású folyadék kis tömegrészben gőzt is tartalmaz.





403. ábra. A hűtési Carnot-ciklus $T-s$ és $\log p-i$ diagramban

4–1 állapotváltozás: Az elpárolgás. A (4) állapotú közegből cseppfolyós rész nagyobbára elpárolog, közben állandó kis p_0 nyomáson és alacsony, állandó T_0 hőmérsékleten hőt von el környezetétől, az elpárolgás (1) végpontja telített gőz, kis (ködformában jelenlévő) folyadéktartalommal.

Az elpárolgás az elpárologtatóban megy végbe. E szerkezetet a külföldi szakirodalomban – mivel a hűtő hatást közvetlenül itt fejti ki a berendezés – refrigerátornak is nevezik (hűtés = refrigeráció).

Az (1–2–3–4–1) zárt ciklus két izotermában és két adiabatából álló, ún. fordított Carnot-körfolyamat, az állapotdiagramban az óramutató járásával ellentétes irányban haladó, zárt görbe. E ciklust szokás még „hűtő" Carnot-ciklusnak is nevezni, amely elnevezés arra utal, hogy az „energiatermelő" gépeknek az óramutató járásával megegyező Carnot-ciklusa az előzőtől csak a körüljárás irányában különbözik.

A hűtő Carnot-ciklusba egységnyi tömegű munkaközegre:

$$q - q_0 = l \ , \quad \text{J/kg},$$

munkát nekünk kell kívülről befektetnünk. Ez a termodinamikai főtételekkel teljes összhangban van, ugyanis hő magától csakis nagyobb hőmérsékletű helyről kisebb hőmérsékletű helyre megy át. Tehát ahhoz, hogy a q_0 hőmennyiséget a környezet hőmérsékleténél alacsonyabb T_0 hőfokról magasabb T hőmérsékletre átvihessük, l munkát kell befektetnünk. Így:

$$q_0 + l = q \ , \quad \text{J/kg},$$

hőmennyiséget „kapunk" T hőmérsékleten, amit a ciklus működése („zárhatósága") érdekében a kondenzátorban el kell távolítani vagy víz-, levegő- vagy egyéb hűtéssel.

Az l befektetendő gépi munka a hűtés alapvető jellemzője. A $T-s$ diagramban az l munka mint terület jelentkezik, mármint a q kondenzációs hő (a 2–3 állapotváltozási „görbe" alatti) és a q_0 (a 4–1 állapotváltozási „görbe" alatti) refrigerációs hő területének különbsége.

$$q = T(s_1 - s_3) \ , \quad \text{J/kg},$$

$$q_0 = T_0(s_1 - s_3) \ , \quad \text{J/kg},$$

ahol: T a kondenzáció abszolút hőmérséklete, K,
T_0 az elpárologtatás abszolút hőmérséklete, K,
s_1 a kompresszorba beszívott közeg entrópiája, J/kgK; $(s_1 = s_2)$,
s_3 az expanziós gépbe belépő közeg entrópiája, J/kgK; $(s_3 = s_4)$.

A befektetendő $l = q - q_0$ munka a ciklust ábrázoló téglalap területe a $T-s$ diagramban. A hűtő Carnot-ciklusban két „gépezet" is szerepel: egy kompresszor és egy expanziós gép (detander). Az l munka is a két gép összhatásaképpen jelentkezik, ugyanis azokat egy főtengelyre szerelve a detander „visszahajtja" a

kompresszort, a detanderből visszanyert l_e expanziós munka a kompresszorba beviendő l_k kompressziós munkát végeredményben csökkenti:

$$l = l_k - l_e \text{ J/kg.}$$

A hűtő Carnot-ciklus hatásfoka a hűtéstechnikában szokásos ε hűtőhatásfok, amit helyesebb elméleti fajlagos hűtőteljesítménynek nevezni, mivel itt értéke mindig nagyobb, mint 1:

$$\varepsilon \frac{q_0}{q - q_0} = \frac{q_0}{l},$$

ami valójában az egységnyi tömegű munkaközegbe fektetett egységnyi külső munkával elvont hő mennyiségét jelenti. Könnyen belátható, hogy

$$\varepsilon_c = \frac{T_0}{T - T_0}.$$

A c index a Carnot-ciklussal dolgozó hűtőgépre utal, amelynek ε_c hatásfoka csak az alsó T_0 és a felső T hőmérséklettől függ, a hűtőközegtől független érték.

A termodinaikai diagramok közül a hűtőkörfolyamatok ábrázolására először a $p - v$ diagramot, majd pedig a $T - s$ diagramot alkalmazták. Újabban a $p - i$ diagram vagy az ezzel egyenértékű, de sokszor célszerűbb $\log p - i$ diagram terjedt el. A $T - s$ diagram roppant szemléletes, az egyes hőmennyiségeket terület formájában adja vissza. Ez részben előny, részben hátrány. Előnyös a diagram szemléletessége, kifejező ereje, hátrányos, hogy a hőmennyiségek leolvasása nem vonalmetszetekkel történik. E hátrányt hivatott kiküszöbölni a $p - i$, ill. a $\log p - i$ diagram. A diagram abszcisszája a hűtőközeg i entalpiája. Mivel mindig entalpia-különbségekkel számolunk, ezért az entalpia kezdőpontját önkényesen is kiválaszthatjuk. A hűtéstechnikában szokásos alappont a $t = 0$ °C hőmérsékleten forró folyadék (fajlagos) entalpiája (a régi és az új mértékrendszerben):

$$i' = 100 \text{ kcal/kg ill. } i' = 500 \text{ kJ/kg.}$$

Ugyanezen alappontban az entrópia értéke, szintén önkényesen felvéve:

$$s' = 1 \text{ kcal/kg °C ill. } s' = 2 \text{ kJ/kgK.}$$

Ezek természetesen nem azonos értékek az illető közeg abszolút entalpiájával, ill. entrópiájával. Az SI rendszerre való áttérés nem volt egységes, ezért a különböző forrásokból származó állapotdiagramokat, felhasználás előtt, szigorúan ellenőrizni kell. A gőztáblázatokban ugyanakkor, többnyire kerekítés nélkül tértek át az SI rendszerre.

A diagram ordinátája a közegnyomás, közönséges, ill. logaritmikus osztásban. Ez utóbbi azért célszerűbb, mert így viszonylag kis diagramfelületen több

nagyságrendnyi nyomástartomány elfér anélkül, hogy a kisebb nyomások viszonylatában a diagram túlzsúfolt lenne. Állapotdiagramról lévén szó, az ábra legfontosabb vonalai a kritikus pontban összefutó alsó és felső határgörbe. Az alsó határgörbe a forrásban levő folyadék, a felső pedig a száraz telített gőz állapotait írja le. Az alsó határgörbétől balra folyadékállapotú, a felső határgörbétől jobbra pedig túlhevített (gázhalmazállapotú) a hűtőközeg. A határgörbék közbezárt szakaszán terül el a nedvesgőzmező (telített folyadék + telített gőz). A diagram jellegzetes paramétergörbéi:

t izoterma (állandó hőmérséklet) (vagy *T*),
s izentropa (állandó entrópia),
v izosztera (állandó fajtérfogat),
x izohigra (állandó gőzminőség- (gőzkoncentráció-) jelző).

Különösképpen figyelemre méltók az izotermák. Ezek a folyadékmezőben közel függőlegesen haladnak, amíg el nem érik az alsó határgörbét. Ez annak a jele, hogy a nyomás függvényében itt alig tér el egymástól az izentalpikus vonal és az izoterma (az entalpia és a hőmérséklet). A nedvesgőzmezőben az izoterma (egykomponensű rendszer esetén mindig) vízszintes egyenes, jeléül annak, hogy a halmazállapot-változás izoterm–izobar folyamat. A túlhevített gőzmezőben lefelé görbülő vonalként fut tovább az izoterma.

A log $p - i$ diagram különös előnye, hogy benne a fojtásos hűtőkörfolyamat négy jellegzetes állapotváltozása közül három egyenessel ábrázolható. A számításokhoz szükséges értékek, köztük az entalpiák és entalpia-különbségek, mint vonalmetszetek, könnyűszerrel leolvashatók.

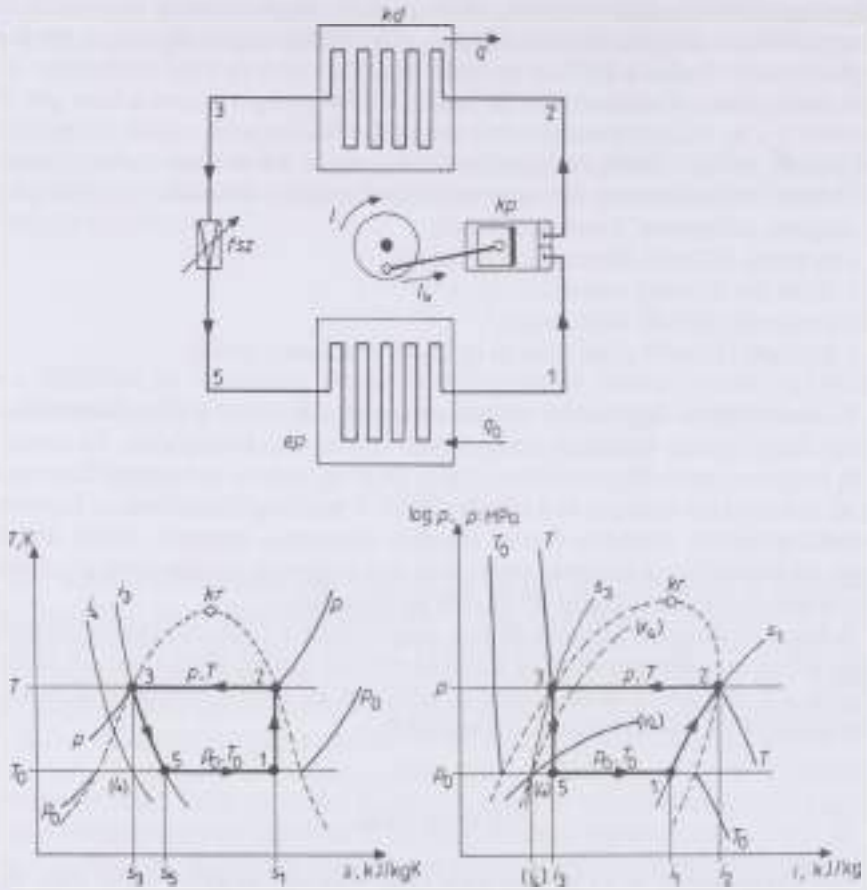
Fojtásos ciklus

A hűtéstechnikában is a Carnot-ciklus csak elméleti, összehasonlító eset. Expanziós gépet kis méretei, ára, szabályozási, üzemeltetési nehézségei és egyéb tényezők miatt nem szokás alkalmazni. Igaz ugyan, hogy ezáltal elesünk az expanzió során visszanyerhető munkától, de még így is kárpótol bennünket egy jól szabályozható, olcsó és egyszerű szerkezet, az ún. **fojtó szelep** vagy **szabályozó szelep** beépítése.

Az állapotváltozások az expanzió kivételével megegyeznek az előző Carnot-ciklusévaI, az eltérés a:

3–5 fojtás: Munkavégzés nélkül végbemenő expanzió, amely során nem nyerünk munkát. Az állapotváltozás állandó entalpia mentén folyik, $i_3 = i_5$, noha fojtás közben, termodinamikailag szigorú értelemben, nem definiálható a közeg állapota (helyi turbulenciák fellépése miatt), jó közelítéssel a fojtásos állapotváltozást i = állandó feltételezéssel izentalpikusnak vehetjük *(404. ábra)*. A fojtás végén a közegben több az elpárolgott rész, mintha a 3–4 adiabatikus expanzió játszódott volna le, ami természetesen a veszteséggel azonos.

A fojtásos körfolyamatnál a refrigerációs q_0 kisebb lett, mint a Carnot-ciklus esetében volt a q hőmennyiség viszont ugyanaz maradt, mint előzőleg, s az *l*



404. ábra. A fojtásos hűtési ciklus $T - s$ és $\log p - i$ diagramban

értéke is nagyobb lett. Ez érthető, hiszen itt most l_s expanziós munka zérus és így $l = l_k$.

A hűtőhatásfokra most is igaz az alábbi kifejezés:

$$\varepsilon \frac{q_0}{q - q_0} = \frac{q_0}{l_k}, \qquad \frac{\text{kJ elvont hő}}{\text{kg hűtőközeg}} \qquad \frac{\text{kJ bevitt munka}}{\text{kg hűtőközeg}}$$

vagy a $\log p - i$ diagram metszékeivel:

$$\varepsilon \frac{i_1 - i_3}{i_2 - i_1} = \frac{i_1 - i_5}{i_2 - i_1},$$

és feltétlenül kisebb érték, mint a vele azonos elpárologtató-hőmérsékletű és -nyomású, ill. kondenzátor-hőmérsékletű és -nyomású Carnot-körfolyamaté. Természetesen az abszolút hőmérsékletekkel felírt változat már nem érvényes.

A fajlagos hűtőteljesítmény

A fajlagos hűtőteljesítmény vagy hűtőhatásfok ε értéke, a fentiek szerint nem más, mint egységnyi munka (energia) árán létesíthető hidegmennyiség (elvonható hőmennyiség).

A hűtőteljesítmény

Ez alatt azt a hőáramot értjük, amelyet a lehűtendő közegből a berendezés elvezet. Az 1 kg betöltött hűtőközeg által elvont hőmennyiség q_0, kJ/kg, amivel a hűtőteljesítmény:

$$\frac{dQ_0}{dt} = \frac{dm}{dt} q_0, \quad \text{kW},$$

ahol: dm/dt a hűtőközeg tömegárama (a körfolyamatban keringtetett mennyisége), kg/s.

Hasonló módon értelmezve a szükséges (elméleti) mechanikai teljesítményigény:

$$P = \frac{dm}{dt} l, \quad \text{kW},$$

és a kondenzációs hőáram:

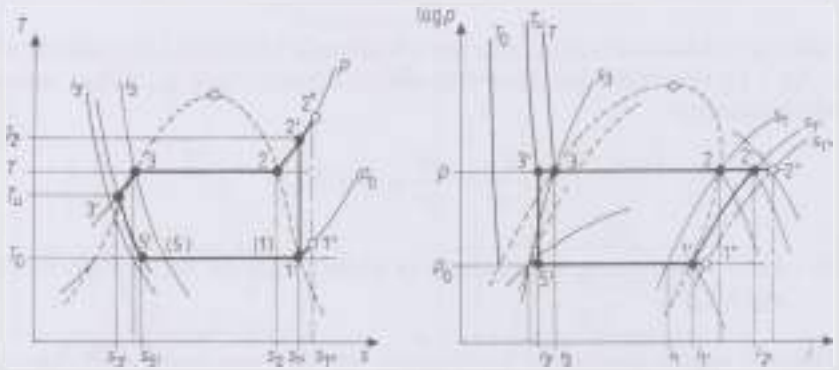
$$\frac{dQ_k}{dt} = \frac{dm}{dt} q, \quad \text{kW}.$$

A valóságos kompresszorok effektív teljesítményigénye természetesen a veszteségekkel nő:

$$P_{ef} = \frac{1}{\eta_i} \frac{1}{\eta_m} \frac{dQ_0}{dt} \frac{1}{\varepsilon}, \quad \text{kW},$$

ahol: η_i a kompresszor indikált hatásfoka,
η_m a kompresszor mechanikai hatásfoka.

A fojtás miatt a q_0 fajlagos refrigerációs hő csökken és romlik az e fajlagos hűtőteljesítmény (hűtőhatásfok). Ennek ellensúlyozására alkalmazzák a száraz fojtásos ciklust *(405. ábra)*, ami könnyen megvalósítható az „elárasztott" rendszerű elpárologtatókkal felszerelt gépeknél. Ekkor a kompresszor csak a már elpárolgott (de még a folyadékfázissal érintkező, tehát éppen telített gőz állapotú) hűtőközeget szívja be, amely a sűrítés során túlhevül, azaz a kompresszorvégnyomáson, ami egyúttal a kondenzátornyomás is, a kondenzációsnál magasabb hőmérsékletű túlhevített gőz. A kondenzációhoz előbb le kell hűteni a forráspontú hőmérsékletre, de ehhez általában nem alkalmaznak előhűtőt, tulajdonképpen megtörténik a kondenzátor első szakaszában. Külön előhűtő, mint hővisszanyerő alkalmazása racionális lehet (l. később).



405. ábra. Száraz fojtásos, utóhűtős ciklus
1–2–3–5 – nedves fojtásos ciklus; 1'–2'–3'–5' – száraz fojtásos ciklus; 1''–2''–3''–5'' – száraz fojtásos ciklus utóhűtővel; az 1''–2'' kompresszió akkor jön létre, ha a kompresszor szívóvezetéke hosszú és szigetelés nélküli

A megoldás az ábra szerint egyértelműen növeli a q_0 értékét, de belátható, hogy ε értékét nem javítja. A hűtőgép hűtőteljesítményének további fokozását szolgálja az utóhűtő beépítése, amellyel a kondenzátumot túlhűtik, s a folyadékmezőből induló fojtásos expanziógörbe balra tolódik q_0 értékét tovább növelve.

A száraz fojtásos, utóhűtős ciklus jellemzői:

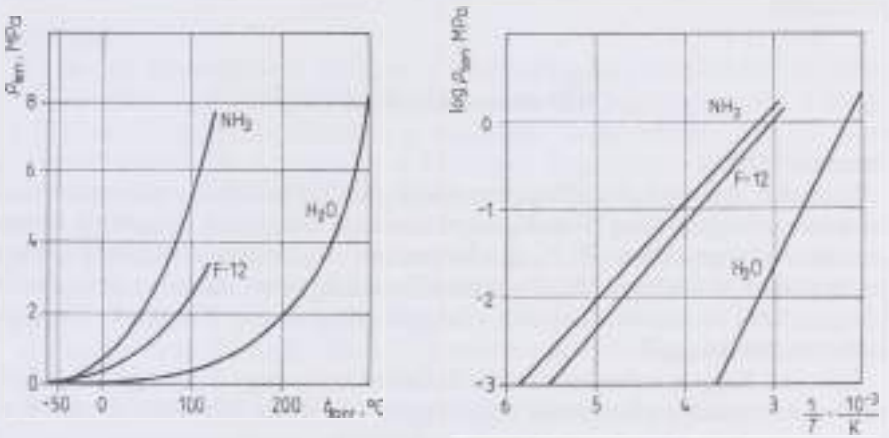
$q_0 = i_{1'} - i_{5'}$, kJ/kg,
$q = i_{2'} - i_{3'} = i_{2''} - i_{5''}$, kJ/kg,
$l = i_{2'} - i_{1'}$, kJ/kg.

Hűtőközegek

Hűtőközeg gyanánt olyan egykomponensű tiszta vegyi anyagokat használunk, amelyek a refrigeráció hőmérsékletén cseppfolyós halmazállapotból atmoszfé-

rikus (ill. attól nem túl eltérő) nyomáson elpárologtak (forrnak) és forráshőjük viszonylag nagy.

Első pillanatra a víz látszana alkalmas hűtőközegnek. Ha azonban a refrigerációs hőmérséklet 0 °C vagy annál kisebb, a víz megfagy. Más problémák is adódnak, ha a víz hőmérséklete 0 °C felé közeledik, a víz gőznyomása (tenziója) rendkívüli módon lecsökken (ez igen nagy vákuumot jelent), továbbá az ehhez tartozó vízgőz fajtérfogata jelentősen megnő. Sokkal inkább alkalmas pl. az egyik legrégebben ismert hűtőközeg, az ammónia. A két közeg hőmérséklet-gőznyomás diagramját a *406. ábrán* vázoltuk. A tenziógörbék $\log p - 1/T$ diagramban ábrázolva kiegyenesednek.



406. ábra. Ammónia, F-12 és víz tenziógörbéi [50]

A hűtőközeggel szemben támasztott főbb követelmények az alábbiak:

- Legyen nagy az anyag r párolgáshője, amely növeli a q_0 kg-onkénti hidegmennyiséget, azaz csökkenti a hűtőgépbe betöltött, abban keringtetett közegmennyiséget.
- Legyen viszonylag kicsi az elpárologtatás végi gőz fajtérfogata, amellyel a kompresszorméret (térfogat) csökkenthető.
- Az elpárologtatóban t_0 hőfokhoz tartozó p_0 gőznyomás atmoszférikus vagy ahhoz közeli nyomás legyen. A légkörinél kisebb nyomás a hűtőgép egyes tömítési helyein levegőbeszivárgást okozhat.
- A kompressziós végnyomás, azaz a kondenzátorban a p nyomás ne legyen túl nagy. Ez a szerkezeti falvastagságot, ill. a kompresszorterhelést növeli, és így a készülék súlya és ára is nő.
- A hűtőközeg hármaspontja t_0 refrigerációs hőmérséklet alatt kell, hogy legyen.
- Lehetőleg ne legyen nagy a hűtőközeg viszkozitása. Ez ugyanis a nyomásveszteséget növelné.

- Kívánatos, hogy a kenőolajjal ne vagy csak alig elegyedjék a hűtőközeg, továbbá, hogy az olajleválasztóban jól elváljék az olajtól.
- Vegyileg stabil legyen, vegyi bomlást ne szenvedjen.
- Ne támadja meg a szerkezeti anyagokat. Ne okozzon korróziót.
- Ne legyen tűzveszélyes, ne képezzen a levegővel robbanó elegyet.
- Ne legyen mérgező, levegőben kis mennyiségben eloszlatva se okozzon fulladásos vagy egyéb rosszullétet.
- Ne legyen káros hatása a lehűtendő árukra, pl. különösen az élelmiszerekre.
- Vízoldhatósága lehetőleg kicsi legyen.

A hűtőközegek veszélyességi csoportba sorolásáról az MSZ 11101 szabvány intézkedik.

A főbb használatos hűtőközegek

Ammónia (NH_3)

Színtelen, erősen fojtó, jellegzetes szagú gáz. Vizes oldata a közismert szalmiákszesz. Nagyiparilag N_2 és H_2 szintézise útján állítják elő. Dugattyús kompresszoros hűtőgépekben –70 °C-ig alkalmazzák. Általánosan elterjedt és szinte a legfontosabb hűtőközeg. Mivel vízben jól oldódik, vizes oldata az abszorpciós hűtőgépeknél általánosan használt közegpár komponense. Először F. Carré alkalmazta hűtőközegül.

Előnyei: Nagy a volumetrikus hűtőteljesítménye, nagy a párolgáshője, kedvező a forráspont – gőznyomás összefüggése. A felületi hőátadási tényezők az elpárologtatás és a kondenzáció során kedvezőek.

Hátrányai: Mérgező, kis mennyiségben is hat a nyálkahártyákra. A vörösrezet és a rézötvözeteket megtámadja. Magasabb hőmérsékleten disszociál, azaz bomlik, gyúlékony.

Szén-dioxid (CO_2)

Színtelen, szagtalan gáz, a levegőnél nehezebb, ezért a helyiség alsó részén felgyülemlik. Kritikus hőmérséklete alacsony: +31 °C. (Így, ha a hűtővíz nem elég hideg, a kondenzátorban menő gőzök nem cseppfolyósodnak, ezáltal a szén-dioxidos hűtőgép fajlagos hűtőteljesítménye csökken.) A CO_2 mérgező, fullasztó gáz. Hogy jelenlétét érzékelni lehessen kámforral vagy kén-dioxiddal szagosítják. Meghatározott hűtőteljesítményhez, a többi hűtőközeggel összehasonlítva, a legkisebb kompresszorhenger-térfogatot igényli. Vízmentes állapotban a fémekkel szemben közömbös. Manapság mint gépi hűtőközeg ritka. Közvetlen hűtőhatását kihasználva szilárd változatát (a szárazjeget) alkalmazzák.

Metil-klorid (CH_3Cl)

A metil-klorid vagy másképpen klórmetil a kisipari és háztartási hűtőgépekben régebben kedvelt hűtőközeg. Színtelen, csaknem szagtalan gáz. A könnyű-

fémeket (alumíniumot) megtámadja: a vasat, rezet nem. Erős idegméreg, ezért könnyebb felismerése céljából akroleinnel vagy acetofenonnal szagosítják.

Etán (C_2H_6)

A paraffin-szénhidrogén sorozat második tagja. Főleg mélyebb hőmérsékleteken használható hűtőközeg. A Linde-cég 1916 óta gyárt etános, dugattyús, kompresszoros hűtőgépeket.

Propán (C_3H_8)

A paraffin sorozat harmadik tagja. Turbókompresszoros hűtőgépeknél használatos.

Freonok

Fluor- és klóratomokat tartalmazó (mesterségesen előállított) egyszerű szénhidrogén-vegyületek. Ezek közül kiváló fizikai sajátságai révén a freon-12 (F12, másképp R12) terjedt el a legjobban. Vegyi képlete: CF_2Cl_2, azaz difluor-diklór-metán. Az ipari és a háztartási dugattyús, valamint a turbókompresszoroknál is alkalmazzák. Előnye: kis gőznyomás, vegyi közömbösség. A szerkezeti anyagokat szárazon nem támadja meg, nedvesen azonban igen. Az emberi szervezetre ártalmatlan, nem mérgező. Nem tűzveszélyes. Viszonylagos hátránya, hogy a legkisebb tömítetlenségen is könnyen átszivárog.

Az egyéb freonok közül, viszonylag kisebb mértékben ugyan, még az alábbiak terjedtek el.

Freon-11 (F-11, R-11) vegyi képlete: $CHFCl_2$, monofluor-diklór-metán. Főleg turbókompresszoroknál használatos.

Freon-13 (F-13, R-13), vegyi képlete: CF_3Cl, trifluor-monoklór-metán. Több fokozatú hűtőgépek alsó fokozatában használják.

Freon-22 (F-22, R-22), vegyi képlete: CHF_2Cl, difluor-monoklór-metán. Alkalmazzák dugattyús és turbókompresszoros gépeknél egyaránt, –40 °C és –70 °C között, az utóbbi időben a használata erősen elterjedt.

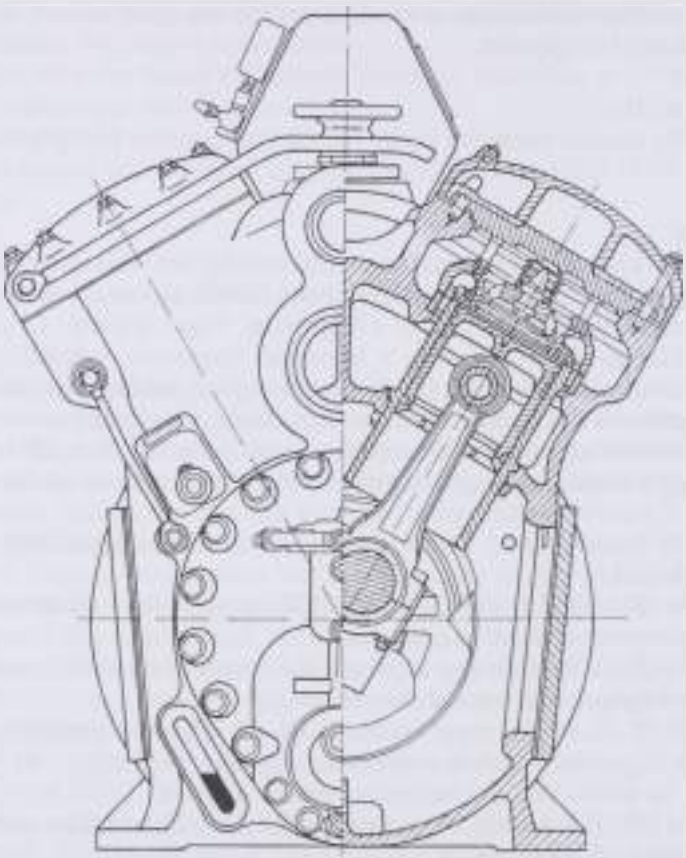
Freon-113 (F-113, R-113), vegyi képlete: $C_2F_3Cl_3$ trifluor-triklór-etán. Turbókompresszoroknál alkalmazzák.

Freon-114 (F-114, R-114), vegyi képlete: $C_2F_4Cl_2$ tetrafluor-diklór-etán. Háztartási hűtőgépeknél használatos.

Egyéb hűtőközegek

A régebben divatos hűtőközegek közül megemlíthető a kén-dioxid (SO_2), az etil-klorid (C_2H_5Cl) stb., ezek ma már nem használatosak. Újabban egykomponensű hűtőközeg helyett kétkomponensű hűtőközeget is kezdtek alkalmazni, például egyes háztartási hűtőgépekben az R-12 és a kén-dioxid elegyét. Használnak továbbá kétkomponensű azeotróp elegyeket is, pl. a Carrene-7-et, ami 25% R-12 és 75% R-22 összetételű.

A modern hűtőkompresszorok építése egyértelműen a belsőégésű motorokéhoz hasonló elvet és gyártástechnológiát követ *(407. ábra)*.



407. ábra. Hűtőkompresszor [50]

Az ábrán bemutatott típuspélda V-elrendezésű, 4–8 hengeres NH_3-kompresszor, hűtőteljesítménye –10 °C elpárologtató-, +25 °C kondenzátor- és +15 °C utóhűtési hőmérsékletnél 110–1000 kW hőelvonás, fordulatszáma 725–950/min, közepes löketsebessége 2,65–3,65 m/s. Dugattyús hűtőkompresszorokba nem vezérelt (rugóterhelésű), önműködő szívó, illetve nyomó szelepeket építenek be, amelyek a korszerű megoldásokban króm-nikkel acél, 0,8–2 mm vastagságú, tárcsa alakú, réselt lemez (Hoerbiger-) szelepek. A hűtőkompresszorok különös biztonsági alkatrésze az ún. hamisfedél, amely a véletlen (helytelen üzemből származó) folyadékbeszívás okozta töréstől véd. A hamis fedél tulajdonképpen rugóval megtámasztott hengerfej, amely nyitáskor elegendően nagy átömlő rést ad.

A telepi tejhűtő berendezések hűtőaggregátorait többnyire elárasztott rendszerű elpárologatóval (azaz a hőcserélő aktív terét teljesen a forrásban lévő hűtőfolyadék tölti ki), termosztatikus szabályozószeleppel (fojtószeleppel) szerelik fel. Kondenzátoraik, kisebb teljesítményüknek megfelelően általában léghűtésűek, bár vízhűtéses megoldás is előfordul.

Tejhűtő hőcserélők

A felületi hőcserélők alapegyenletei.

A tejhűtő hőcserélőkben a hőcsere folyamán, legtöbbször a hideg közeg oldalán sincs halmazállapot-változás, azaz csak az ún. érzeti hők változásával kell számolnunk. A hideg oldali közeg ekkor (közvetett rendszerben hűtött) víz vagy valamilyen fagyáspontcsökkentő komponenssel adalékolt vizes oldat, bár az utóbbiak alkalmazása bizonyos műszaki és higiéniai hátrányok, ill. veszélyforrások miatt korlátozott (l. alább is). Természetesen léteznek olyan hűtők is, amelyeknél a hideg oldal a kompresszoros hűtőgép elpárologtatója (közvetlen hűtés). Itt a hűtőközeg konstans (de mélyen a tej fagyáspontja alatti) hőmérsékleten, forrási állapotban van és elgőzölög, miközben a meleget elvonja a hűtendő tejből. Feltétlenül meg kell jegyeznünk, hogy ezek a rendszerek csak szigorú szabályozástechnikai, ill. védelmi követelmények mellett alkalmazhatók a tej lefagyása (megfagyása) vagy a hűtőközeg (s az abban lévő kenőanyag) esetleges átszivárgása miatt.

Jeges vizes hűtésnél a tejhűtő hideg oldali közege jégről leolvadó édesvíz. (Ez közvetett hűtési rendszer; a kompresszoros hűtőgép elpárologtatója a „jégakkumulátorban" a közvetítő közeget, azaz a csapvizet, jéggé fagyasztja.) A víz fagyasztása, ill. a jég tejhűtési üzemben történő olvasztása szintén halmazállapot-változás. Az így előállított ún. jeges víz igen előnyös tulajdonsága, hogy hőmérséklete konstans és éppen 0 °C, s a lefagyasztott jégben, a fagyáshőnek megfelelően, jelentős hidegenergia tárolható. Mindenesetre az alábbi megállapítások értelemszerűen átvihetők tetszőleges hőátvitel-típusokra.

A hőcserélőbe belépő dm/dt tömegáramú meleg, hőleadó közeg fajlagos entalpiája (hőtartalma) a hőleadás következtében i_1-ről i_2-re csökken. Az időegység alatt leadott hő:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dm}{dt}(i_1 - i_2), \quad \text{J/s, ill. W.}$$

A hőfelvevő hidegebb közegre ugyanígy írhatjuk:

$$\frac{dQ'}{dt} = \frac{dm'}{dt}(i_1' - i_2'), \quad \text{W.}$$

ahol: dm/dt a hőleadó közeg anyagárama, kg/s,
dm'/dt a hőfelvevő közeg anyagárama, kg/s,

i_1, i_2 a hőleadó közeg belépési és kilépési fajlagos entalpiája, J/kg,
i_1', i_2' a hőfelvevő közeg belépési és kilépési fajlagos entalpiája, J/kg.

A hőcsere folyamán a közegek hőmérséklete változik. A hőleadó közeg hőmérséklete t_1-ről t_2-re csökken, a hőfelvevő közeg t_1'-ről t_2'-re melegszik fel. Esetünkben a közegek fajlagos hőkapacitása (fajhője) az adott hőmérséklethatárok között állandónak tekinthető. A leadott, ill. a felvett hőáram:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dm}{dt} c(t_1 - t_2), \quad \text{W},$$

$$\frac{dQ'}{dt} = \frac{dm'}{dt} c'(t_1' - t_2'), \quad \text{W}.$$

A $(dm/dt)c$ szorzatot vízértéknek vagy hőkapacitásnak nevezik (és általában W-vel jelölik). Veszteségmentes hőátvitelt feltételezve a leadott és a felvett hő egyenlő:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ'}{dt}.$$

(Veszteséget a hőcserélő burkolófelületén a környezetnek leadott, ill. az onnan felvett hő képez.)

Az időegység alatt átvitt, ill. átvihető hőmennyiség (a hőáram) arányos a hőmérsékletkéssel (a hőmérséklet-különbséggel), a hőátadó felülettel (a hőáram keresztmetszetével). Az arányossági tényező a hőellenállás reciproka, a hőátviteli tényező (a teljes hőátmenetre vonatkoztatva):

$$\frac{dQ}{dt} = kA\Delta t, \quad \text{W}.$$

Ebből a hőátadó felület:

$$A = \frac{\frac{dQ}{dt}}{k\Delta t}, \quad \text{m}^2,$$

ahol: dQ/dt az időegység alatt átvitt hőmennyiség (hőáram), W,
k hőátviteli tényező J/m²sK, ill. W/m²K,
A hőátadó felület, m²,
Δt a mértékadó közepes hőmérséklet-különbség, K.

A hőátviteli tényező

Az előzetes definíció szerint a hőátviteli tényező a teljes hőátmenet esetére vonatkoztatott hőellenállás reciproka. Egyrétegű síkfal esetén a fal mindkét oldala

azonos hőátadó felületet jelent. A tejhűtő hőcserélők leggyakrabban nagy térfogatú, vékony falú tartályok vagy síklemezes hőcserélők, amelyekre ez a modell különösebb korrekció nélkül alkalmazható. Sorba kapcsolt ellenállások esetén az eredő hőellenállás az egyes részellenállások összege:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_m} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_h}.$$

A hőátviteli tényező:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_m} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_h}},$$

ahol: α_m a meleg, hőleadó közegoldali hőátadási tényező, W/m²K,
α_h a hideg, hőfelvevő közegoldali hőátadási tényező, W/m²K,
δ a fal vastagsága, m,
λ a fal hővezető képessége, hővezetési tényezője, W/mK.

Több rétegű fal esetén – pl. ha a fűtőfelületen lerakódások, szennyeződések vannak – az előzőekhez hasonlóan összeadjuk az egyes hőellenállásokat:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_m} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_1 + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_2 + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_3 + \frac{1}{\alpha_h},$$

ahol a (2) index a falra vonatkozik, az (1) és (3) index pedig az egyes lerakódásokra.

A lemezes tejhűtők természetesen egyrétegű, vékony fémlemezből készülnek, de számítani kell a mindkét oldalon jelentkező lerakódásokra. Az ún. tiszta hőátviteli tényező figyelmen kívül hagyja a lerakódásokat és a fal elhanyagolható hőellenállását is:

$$\frac{1}{k_t} = \frac{1}{\alpha_m} + \frac{1}{\alpha_h}.$$

Az üzem közbeni, szennyezett hőcserélő felületre vonatkozó, valóságos hőátviteli tényező, legegyszerűbben, tapasztalati adatokból becsülhető:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_t} + R_{sz},$$

ahol: k az aktuális hőátviteli tényező, W/m²K,
k_t a „tiszta" hőcserélő hőátviteli tényezője, W/m²K,
R_{sz} a kétoldali szennyeződés hőellenállása, m²K/W.

A lemezes tejhűtők esetén: $R_\sigma = (0{,}1–0{,}3) \cdot 10^{-4}$ m²K/W, a szokásos hőátviteli tényező: $k = 1000–1500$ W/m²K [50].

A közepes hőmérséklet-különbség

A hőcsere folyamán mindkét közeg hőmérséklete változik, ennek megfelelően változik (az átfolyó hőcserélőn végighaladva, lokálisan) a közegek közötti hőmérséklet-különbség értéke is, tehát a hőmérséklet-különbség közepes értékével kell számolnunk. Mivel a közegek hőmérsékletének változása („lefutása") a hőátadó felület mentén exponenciális görbének felel meg, a középértéket eszerint a logaritmikus átlag szerint vesszük fel. Ehhez elegendő a közegek ki- és belépő oldali hőmérsékleteinek ismerete, amit itt bizonyítás nélkül közlünk. A közepes logaritmikus hőmérséklet-különbség:

$$\Delta t_k = \frac{\Delta k - \Delta n}{\ln \frac{\Delta k}{\Delta n}}, \quad \text{ill.} \quad \Delta t_k = \frac{\Delta n - \Delta k}{\ln \frac{\Delta n}{\Delta k}},$$

ahol: Δn a hőcserélő egyik végén mért „nagyobb" hőmérséklet-különbség, K,
Δk a hőcserélő másik végén mért „kisebb" hőmérséklet-különbség, K.

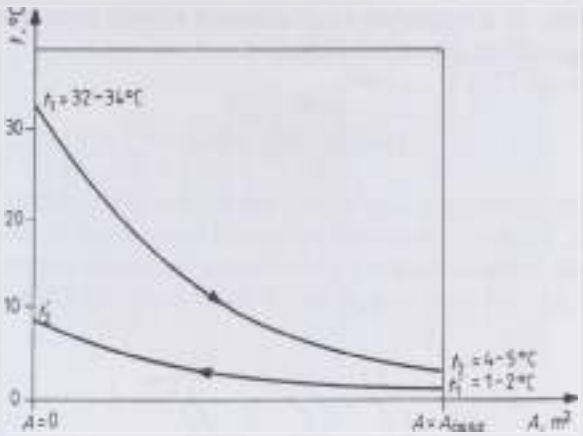
A műszaki gyakorlat jobban kedveli a 10-es alapú logaritmust. A fenti formulát erre átalakítva kapjuk:

$$\Delta t_k \equiv \frac{\Delta k - \Delta n}{2{,}3026 \lg \frac{\Delta k}{\Delta n}}.$$

Ha a nagyobb és a kisebb hőmérséklet-különbség között nincs nagy eltérés, az egyszerű számtani középértékkel is számolhatunk.

Az összefüggés ugyanúgy érvényes egyenáramú hőcserélőkre, mint ellenáramúakra. A lemezes tejhűtők esetében csaknem tökéletes ellenáram valósítható meg (a meleg és a hideg közeg egymással szemben áramlik), amelyekben a mértékadó közepes hőmérséklet-különbség maximális, azaz a készülék teljes kihasználású. A *408. ábra* ilyen hőcserélő hőmérséklet-lefutási görbéit mutatja be egy konkrét esetre.

A hőcserélő méretezéséhez ismernünk kell a közegek be- és kilépő hőmérsékletét, amelyek közül háromnak az ismerete vagy felvétele szükséges. Itt a tej mindkét hőmérséklete egyértelmű: A belépő tej hőmérséklete közel van a testhőmérséklethez, $t_1 = 32–34$ °C, a kilépőt a technológiai (tárolási) cél szabja meg, $t_2 =$ max. 4–5 °C lehet. A hideg víz belépő hőmérséklete jeges vizes hűtés esetében elvileg 0 °C, azonban a jégakkumulátorban a visszatérő (leolvasztó) vízzel történő keveredés miatt kissé melegebb, $t_1' = 1–2$ °C, kilépő hőmérséklete (t_2'), a fent közölt összefüggések szerint, a tömegáramától függ.



408. ábra. Ellenáramú jeges vizes tejhűtő hőmérséklet-lefutási diagramja [79]
(*t* közeghőmérséklet; A hőcserélő-felület (mint független változó);
t_1 a belépő (tőgymeleg) tej hőmérséklete; t_2 a kilépő (lehűtött) tej hőmérséklete;
t_1' a belépő hideg víz hőmérséklete; t_2' a kilépő felmelegedett víz hőmérséklete)

Hőcserélő szerkezetek

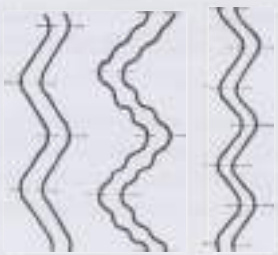
A szokásos csőköteges hőcserélőkben az egyik közeg a csövek belsejében, a másik közeg a csövek közötti térben áramlik. Ha a csövek külső átmérőjére vonatkoztatott hőátadó felületet viszonyítjuk a csőköteg teljes térfogatához, akkor egy olyan viszonyszámot kapunk, amely jellemzi a csőköteg (tehát a hőcserélő) térkihasználását. Például a térkihasználási tényező, vagy más szóval a hőcserélő tömörségét, kompaktságát jellemző tényező négyszögosztás 114–36 m^2/m^3. Háromszög osztás esetén ez a tényező 15%-kal nagyobb. A hazai szabványos csőosztások esetén K = 132–142 m^2/m^3. Ha a szokásosnál nagyobb hőátadó felületet helyezünk el egységnyi térfogatban, akkor javul a térkihasználás a csőköteghez képest, a hőcserélő tömörebb, kompaktabb lesz. Az ilyen jobb térkihasználású hőcserélőket kompakt hőcserélőknek nevezzük. Kompakt hőcserélőt kapunk úgy is, ha kis átmérőjű csöveket használunk, és a csőosztás a szokásosnál kisebb. Tejhűtő hőcserélők céljára csöves, csőköteges készüléket nehézkes tisztíthatósága miatt ma már ritkán alkalmaznak. Hasonló felépítésű pl. az ún. csörgedeztető tejhűtő, amely egymás fölé rendezett vízszintes csövekből áll. A csövek belsejében áramlik a hűtőközeg (pl. hideg víz), a csősor külső palástján, gravitációsan, vékony rétegben, „fátyolszerűen" folyik lefelé a tej. A készüléket inkább azért kedvelték, mert a friss tej „átszellőztetve" elveszítette jellegzetes „tehénszagát". (Egyébként nem sorolható a kompakt hőcserélők csoportjába).

A kompakt hőcserélőkhöz tartoznak még (más megoldások mellett) az ismertebb spirállemezes és a lemezes hőcserélők. Ez utóbbiak terjedtek el a tejterme-

lő gazdaságokban, ill. a tejiparban az alkalmazott tejhűtő berendezésekben, de a hőkezelő rendszerekben (pasztőrözőkben) is.

Lemezes hőcserélők

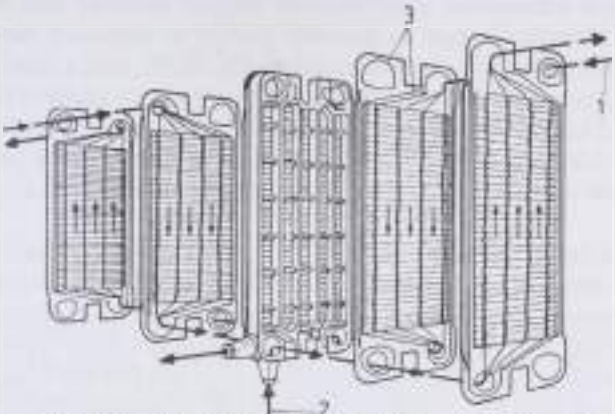
A hőcserélőt rendszerint téglalap alakú, egyforma hullámosított (redőzött) lemezek alkotják. Ezeket a lemezeket két tartón helyezik el. A két-két szomszédos lemez között kialakuló néhány (1,6–6) mm résméretű csatornában áramlanak a közegek. Az első ilyen jellegű hőcserélő szabadalom 1878-ból származik.



409. ábra. Lemezes hőcserélők hullámprofil változatai

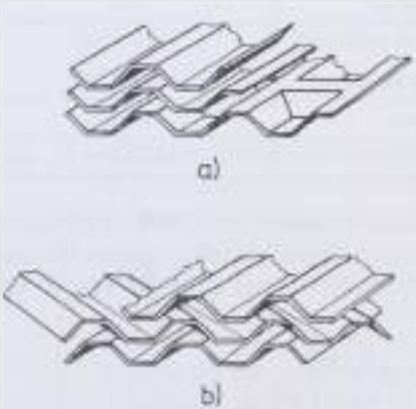
A lemezeket hullámosított profillal, sajtolással állítják elő. A hullámos felületre a *409. ábra* mutat be néhány példát. A lemezek négy sarkán helyezik el az átömlő nyílásokat. Az átömlő nyílások és a lemezek közötti tér alkotják a folyadékutat, amelyen a közegek lemezről lemezre halad. A folyadékutak a *410. ábra* alapján jól követhetők, megfelelő kialakítással szinte tökéletes ellenáram valósítható meg. A hullámos hőátadó felületet legtöbbször több sávra osztják, hogy a folyadék lehetőleg egyenletesen, holttér képződése nélkül haladjon végig a lemezek mentén. A lemezeket szimmetrikusan váltakozó kerettömítések, ill. az átömlő furatok tömítései választják szét (mint távtartók is) úgy, hogy csak minden második kamrarész legyen összeköttetésben egymással, ilyen módon oldva meg a közegek szétválasztását. A lemezcsomagot végtagok (köztagok) zárják, amelyekben megfelelő ki- és beömlő csonkok, fogadó, kilépő, ill. fordulókamrák vannak kialakítva. A tömítés tökéletes zárását általában kettő, a lemezeken átfűzött, viszonylag nagy méretű (nagy szorítóerejű) csavarkötés szolgálja, ami a készülék időszaki tisztításához annak egyszerű szétbontását is lehetővé teszi.

A tejhűtőknél alkalmazott, saválló anyagból sajtolt lemezek vastagsága általában 0,5–1,2 mm között változik. A hullámosított lemezek redőzete egymáshoz viszonyítva többféle elrendezésű lehet *(411. ábra)*. Az *a* ábrán a normális elrendezést láthatjuk. A redőzés a közeg áramlási irányára merőlegesen, egymáshoz viszonyítva pedig párhuzamosan halad. A redőzést helyenként megszakítják, amely úgy szerepel, mint távtartó. A *b* ábra olyan megoldást mutat be, amelyeknél a szomszédos lemezek ferde redőzete keresztezi egymást. A lemezek redőzete ilyenkor halszálkamintát ábrázol *(412. ábra)*. A vékony résben a



410. ábra. Lemezes hőcserélő kialakítása, áramlási sémája (*1* tej, *2* jeges víz, *3* tömítés)

nagy sebességű, sűrű iránytörésű áramlás lecsökkenti a határréteget, ennek következtében növekszik a Reynolds-szám, amivel javul a hőátadás.



411. ábra. Lemezes hőcserélők csatornakialakításai (a a redőzés párhuzamos, áramlási irány a redőzésre merőlegesen; b ferde redőzés)

412. ábra. Halszálkamintás hőcserélőlemez

A lemezes hőcserélők térfogatkihasználási tényezője 50–170 m^2/m^3, vagyis kis szerkezeti méretbe igen nagy hőcserélő felületet lehet „bezsúfolni". Az elérhető hőátadási tényezők nagyobbak, mint a csőköteges hőcserélőkben. Kis hőmérséklet-különbséggel is lehet és célszerű üzemeltetni őket. A kedvező hőátvitelt aránylag kis folyadéksebességgel, kis *Re*-szám esetén is el lehet ér-

ni. A lamináris áramlásból a turbulensbe történő átmenet már kis *Re*-szám esetén bekövetkezik. Troupe és Jackson szerint az átmeneti tartomány alsó határa *Re* = 400-nál (ami csövek belsejében kb. 2300), míg a felső határa *Re* = 800-nál van (csöveknél 10 000), bizonyos típusoknál az átmenet már megkezdődik 100-nál kisebb *Re*-számnál, és 180-nál kisebb *Re*-számnál már befejeződik. (A szokásosan definiált Reynolds-szám képletébe itt a hézagméretet, azaz a lemezek közötti távolságot kell helyettesíteni, mint lineáris geometriai jellemzőt.)

A bonyolult profilú lemezes hőcserélők egzakt kalorikus méretezése meghaladja a könyv kereteit, s a szakmai gyakorlat is a modellvizsgálatokra, ill. a gyári adatokra támaszkodik. A műveletben kezelt közegek anyagjellemzői természetesen eltérőek, ezért a készülékek kalorikus és áramlástani jellemzőit szokásosan valamilyen standard közegpár (pl. víz (vagy gőz) és 40 °C-os víz) közötti hőátvitelre adják meg *(18. táblázat)*, amelyekből az aktuális értékek már átszámíthatók vagy nomogramok segítségével meghatározhatók.

18. táblázat. Lemezes hőcserélők méretezéséhez használható tapasztalati adatok [50]

			40 °C-os víz és víz vagy gőz
Kinematikai viszkozitás	ν	m^2/s	$0{,}6 \times 10^{-6}$
A közeg hővezetési tényezője	λ	W/mK	0,63
Sűrűség × fajhő	ρc	J/m^3K	1160
Hőátviteli tényező	k	Keresztirányú rendszernél	3130–3940
W/m²K		Párhuzamos rendszernél	3000–3700
A közeg ajánlott sebessége	w	m/s	0,2–0,9
Fajlagos nyomásesés	J	Pa/NTU	14,7–29,4

Ha 40 °C átlagos hőmérsékletű víz esetén ismeretes az *NTU* átviteli egységek száma és a *J* fajlagos nyomásesés (áramlási ellenállás), akkor bármely más közegre (így tejre is) a *K* korrekciós tényezőket az alábbiak szerint számoljuk:

$$K_{NTU} = \left(\frac{\rho_{40} c_{40}}{\rho c}\right)^{0.72} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{40}}\right)^{0.57} \left(\frac{\nu_{40}}{\nu}\right)^{0.28}$$

$$K_J = \frac{1}{K_{NTU}} \frac{\rho}{\rho_{40}} \left(\frac{\nu}{\nu_{40}}\right)^{0.15}$$

A kérdéses *NTU* és *J* értékek adott hőcserélőre:

$$NTU = \frac{kA}{W_{min}},$$

$$W_{min} = c_{min} \frac{dm_{min}}{dt},$$

$$J = \frac{\Delta p}{NTU},$$

ahol: W_{min} a kisebb vízérték, kJ/K,
c_{min} a kisebb vízértékű közeg fajhője, kJ/kgK,
dm_{min}/dt a kisebb vízértékű közeg tömegárama, kg/s,
Δp az áramlási ellenállás, Pa.

A turbulens áramlási tartományban ($Re > 800$), amely a lemezes tejhűtőkben könnyen megvalósítható, Prifti és Troupe a lemezfelület és a folyadék közötti, konvekciós hőátadási viszonyokra az alábbi összefüggést találta:

$$Nu = 0{,}2536\, Re^{0{,}65}\, Pr^{0{,}4}$$

A Nusselt-, a Reynolds- és a Prandtl-szám (kritérium) definíciója:

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda},$$

$$Re = \frac{wl}{\nu} = \frac{wl}{\eta}\rho,$$

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{\eta c}{\lambda},$$

ahol: α a felületi hőátadási tényező, W/m²K,
l az áramlás jellemző lineáris mérete (itt a résméret), m,
w a folyadék áramlási sebessége, m/s,
λ a folyadék hővezetési tényezője, W/mK, 0,493
ν a folyadék kinematikai viszkozitása, m²/s, $1{,}754\times10^{-6}$
η a folyadék dinamikai viszkozitása, Pa·s, $18{,}04\times10^{-4}$
ρ a folyadék sűrűsége, kg/m³, 1031
a a folyadék hőmérsékletvezetési tényezője, m²/s, $0{,}125\times10^{-6}$
c a folyadék fajhője, J/kg, 3885
Pr a folyadék Prandtl-száma (anyagjellemzőnek tekinthető) 14,40

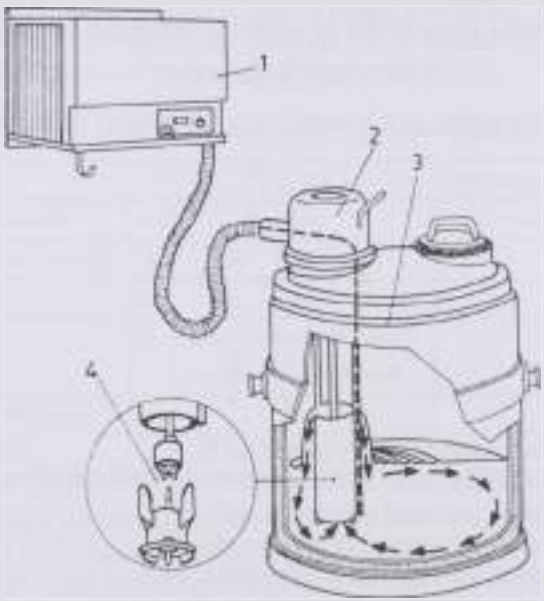
Tejhűtő rendszerek

Tej hűtésére felületi hőcserélőket alkalmaznak, amelyekben a tej és a hűtőközeg a fal ellentétes oldalán helyezkedik el, ill. áramlik. Ennek változatai:

- „kannás hűtés",
- hűtőtartály,
- átfolyó hőcserélő + szigetelt tároló tartály.

Hagyományos fejési rendszereknél alkalmazták, kisüzemekben ma is előfordul. A tej szállítására szolgáló kannákat hidegvíz-fürdőbe állítják, ill. felületüket hűtővízzel permetezik. Hatékonyabb a kanna belsejébe merülő keverőhőcserélő és a két megoldás kombinálása. A technológia alacsony színvonala mellett a higiénés problémák miatt sem kívánatos használatuk.

Kisebb tartályokhoz is fejlesztettek ki hasonló megoldásokat, de a követelményekhez jobban illeszkedő nagy hűtési sebességgel. Ezeknél a hőcserélő a hűtőegység bemeríthető, speciális kialakítású, keverő–keringtető fejjel felszerelt elpárologtatója. (Direkt vagy közvetlen hűtési rendszer, *413. ábra.*)

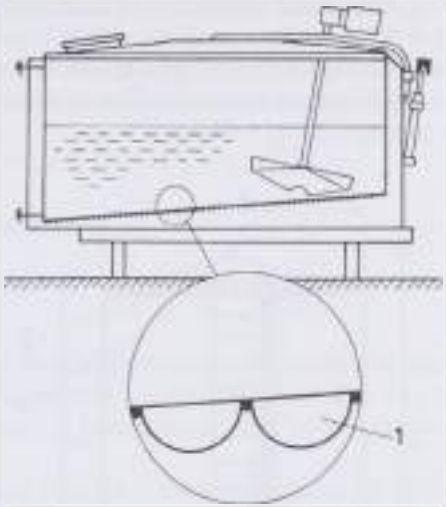


413. ábra. Direkthűtés kis tejtartályban
(*1* hűtőaggregátor; *2* bemerített elpárologtató; *3* tejtank; *4* keringtetőfej)

Tejhűtő-tárolók

Nagyobb mennyiségű tej hűtése megfelelően kialakított tartályban is lehetséges. Ekkor a tartály (belső) polírozott saválló acél köpenye a hőcserélő felület, a hideg oldalon, a tartály duplikált falterében áramlik a hűtőfolyadék vagy van beépítve a hűtő-hőcserélő, esetenként vízfürdővel kombinálva *(414. ábra)*. A tartályt megfelelő szigeteléssel látják el, a tejtérbe lassú (rendszerint lap) keverőt építenek be, amely nem „töri" a tejet, s egyrészt a töltés, hűtés közbeni jobb hőátadást, másrészt a tárolási (hűtés nélküli) üzemben a tej homogenizálását

szolgálja, azaz a határrétegben felmelegedett részt visszakeveri a nagy tömegű hideg tejbe. A tartályt domborított fenékkel vagy feneklejtéssel és erősen lekerekített élű profilra gyártják, amely elsősorban a tökéletes leeresztést, a lerakódások elkerülését és a megfelelő tisztíthatóságot szolgálja. A fejőállásokból érkező meleg tejet célszerű a tartály falára vezetni, ahol vékony film formájában lefolyva, kedvező hőátadási körülmények között gyorsan lehűl (legalábbis egy elfogadható előhűtési hőmérsékletre). A már bent lévő nagyobb tömegű lehűtött tej szintén előnyösen hat a friss tej lehülési sebességére.



414. ábra. Közvetlen hűtésű tejtartály
(*1* elpárologtató (fél) csőkígyó)

Amennyiben a hűtőgép elpárologtatója közvetlenül a tejjel érintkező falra van építve, direkt, ha a duplikatúrában víz- vagy fagyállóoldat-fürdőbe merül, indirekt (közvetett) hűtésről beszélünk. Vízköpeny esetében megvalósítható az ún. jégakkumulációs rendszer is, amelynél a víz egy részét, kötött vastagságú rétegben ráfagyasztják a hűtő csőkígyóra, ami majd a hűtési üzemben leolvasztásra kerül (l. később).

A tejhűtő-tárolókat széles tartományban gyártják, 500 és 12 000 liter közötti térfogattal. A kisebb tartályok többnyire a hűtőaggregátorral egybeépítve készülnek, a nagyobb tartályok aggregátorát célszerű külön gépteremben vagy a szabadban elhelyezni.

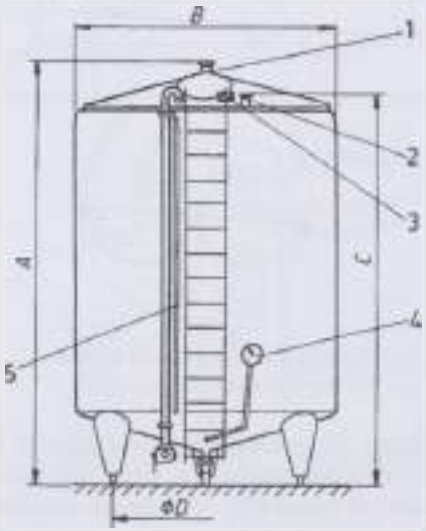
Átfolyó rendszerű tejhűtő-hőcserélők

A korszerű, nagyobb tejmennyiség gyors (ún. pillanat-) hűtésére alkalmas rendszerek általában felületi hőcserélőből és hőszigetelt tárolótartályból állnak ösz-

sze. A már ismertetett kalorikus összefüggések megfelelő átalakítással természetesen a tartályhűtőkre is alkalmazhatók.

Szigetelt tejtárolók

Nagyméretű (6–20 m³-es), általában polírozott, saválló acéllemez tartályok, megfelelő vastagságú hőszigetelő és külső, tisztítható védő burkolattal, a fent már említett lassú keverővel, valamint a szükséges csonkokkal, tisztító-búvó nyílással, szintjelzővel, hőmérővel felszerelve. Készülnek fekvő és álló hengeres kivitelben is. A 2–5 °C-ra lehűtött tej (két szállítás közötti vagy az esetleges helyi feldolgozáshoz igazodó) hosszabb idejű tárolására szolgálnak. A kellően szigetelt tárolóban a tej hőmérséklet-emelkedése (visszahűtés nélkül) 24 óra után sem több, mint néhány fok *(415. ábra)*.



415. ábra. Példa szigetelt tejtartályra
(*1* mosócsonk; *2* töltőcsonk; *3* szellőző-szűrő; *4* hőmérő; *5* szintjelző)

17. táblázat. A 415. ábra adatai

Térfogat, m³	6	10	15
Üres tömeg, kg	1500	2244	2800
A, mm	3380	3840	4400
B, mm	2010	2313	2613
C, mm	3215	3620	4070
D, mm	3620	1800	2100

Az ilyen passzív tartályokba töltött, lehűtött folyadék felmelegedését az alábbi megfontolásokkal, egyszerűsítve lehet számítani:

– A folyadékhőmérséklet a tartályban folyton kiegyenlítődik, vagyis minden időpontban lokálisan állandó. A tejtárolókban ez a feltétel a beépített lassú keverő miatt (még ha szakaszosan is működtetik) csaknem tökéletesen teljesül.
– A fal hőkapacitása (vízértéke) a tárolt hideg tejéhez képest elhanyagolható, vagyis a tartályfalban nem halmozódik fel hő (hideg). Itt ez a feltétel is teljesül. A szigetelés (habosított műanyagok stb.) hővezetési ellenállása ugyan nagy, de tömege és fajhője viszonylag kicsi.

Az alább, bizonyítás nélkül közölt összefüggés a fenti egyszerűsített viszonyokra és konstans környezeti feltételekre vonatkozik:

$$t = (t_0 - t_k)e^{\frac{kA}{W}\tau} + t_k,$$

vagy időre rendszerezve:

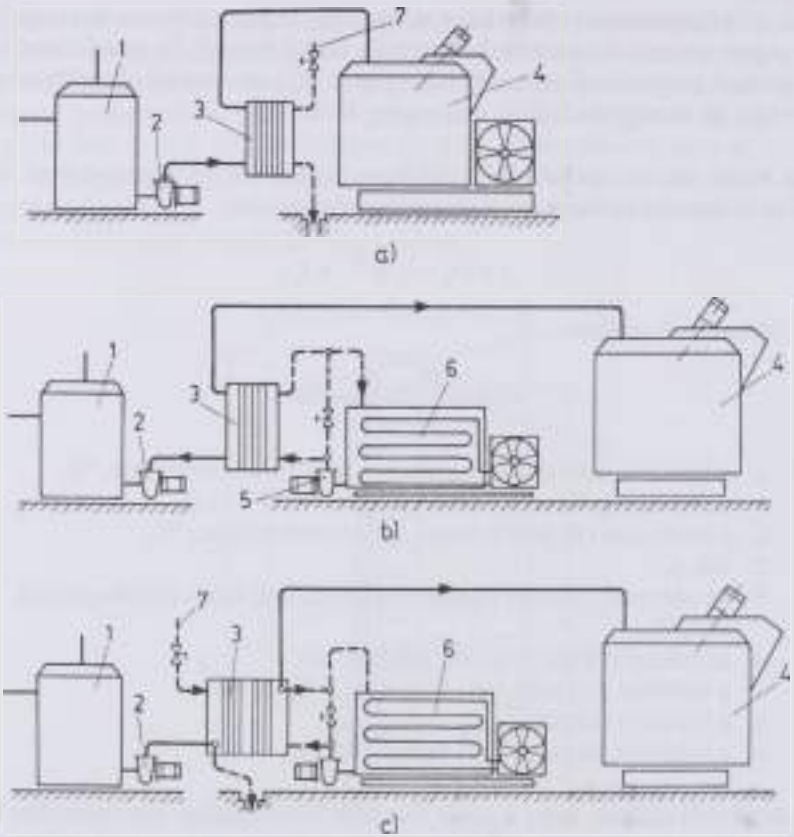
$$\tau = \frac{W}{kA} \ln \frac{t_0 - t_k}{t - t_k},$$

ahol: t_0 a lehűtött, betöltött folyadék (tej) kezdeti hőmérséklete, °C,
t a folyadék pillanatnyi hőmérséklete, °C, $t = t(\tau)$
t_k a környezet (itt konstansnak vett) hőmérséklete, °C,
τ idő, s,
k az edényfal (szintén konstansnak tekintett) hőátviteli tényezője, W/m²K,
A az edényfal külső burkoló felülete, m²,
W a betöltött folyadék (tej) vízértéke, J/K, $W = mc$,
m a betöltött folyadék (tej) tömege, kg,
c a betöltött folyadék (tej) fajhője, J/kgK.

A képletből kitűnik, hogy a tárolt folyadék hőmérséklete exponenciális függvény szerint, végtelen nagy idő alatt közelít a környezeti hőmérséklethez.

A tejtároló tartály működése szempontjából döntő a fal hőszigetelésének minősége. A használatos hőszigetelő anyagok hővezető képessége: $\lambda_{sz} < 0{,}1$ W/mK. Korszerű megoldás a habosított műanyagok (polimerek) alkalmazása, amelyeknél az eredő hővezetési tényező függ az alapanyag ($\lambda = 0{,}1$–$0{,}3$ W/mK) és a pórusokba zárt gáz (levegő ($\lambda = 0{,}0256$ W/mK), széndioxid ($\lambda = 0{,}0158$ W/mK), F-11 ($\lambda = 0{,}0087$ W/mK), stb.) hővezető képességétől, valamint a pórustérfogat arányától. A kész szigetelő habok hővezetési tényezője 0,02–0,05 W/mK között változik. Ezek az adatok csak teljesen ép és száraz szigetelésre vonatkoznak, a nem megfelelő (nem kompakt) szerelés, a felvett nedvesség, ami az itt elkerülhetetlen rendszeres mosásnál előfordulhat, a hővezetési ellenállás erős csökkenését okozhatja.

A *416. ábra* az átfolyó (lemezes) hőcserélőkkel kialakítható hűtési rendszerek változatait mutatja be.



416. ábra. Tejhűtési rendszerek
a) kétfokozatú hűtés (előhűtés „kútvízzel", utóhűtés tejhűtő tartályban);
b) jégakkumulátoros hűtés; *c)* kétfokozatú hűtés (előhűtés „kútvízzel", utóhűtés jeges vízzel)
(*1* fogadótartály; *2* tejszivattyú; *3* lemezes hőcserélő; *4* tejtank (az *a*-változatnál: tejhűtő-tároló); *5* jegesvíz-szivattyú; *6* jégakkumulátor (jégkád); *7* hálózati víz (ún. kútvíz))

A fejőházból a tőgymeleg tej a tejleválasztó után az (1) fogadó (puffer-) tartályba érkezik, amelynek méretét az a követelmény szabja meg, hogy a hűtőrendszernek folyamatos, stacioner üzemben kell működnie, s ennek kell kiegyenlítenie a belépő tejáram ingadozásait, ill. kimaradását. (Ez különösen direkt hűtési rendszereknél fontos a tej lefagyásának elkerülése érdekében.) A tejet a (2) tejszivattyú szállítja tovább a (3) hűtő-hőcserélőn keresztül a (4) tejtartályba.

A bemutatott (a)változatnál az átfolyó hőcserélő mint előhűtő működik. Hűtőközege „kútvíz", amivel a tejet legföljebb 14–16 °C-ra lehet lehűteni, úgy is meglehetősen nagy vízmennyiséggel. A tej teljes lehűtése a +2 – +5 °C tárolási hőmérsékletre a (4) tejhűtő-tárolóban történik, amelyre közvetlenül ráépítették a hűtőaggregátort.

A „kútvíz" itt természetesen műszaki elnevezés, valójában csak a hőmérsékletére és a tisztaságára utal és származhat a vízhálózatból is. Korábban gyakori volt, hogy a tej lehűtésére a tejházakban, „tejcsarnokokban" nem is alkalmaztak mást (merülő-fürdős kannás hűtés esetén vagy csörgedeztető tejhűtőkben), nyilván nem kielégítő eredménnyel. A kompresszorenergia-megtakarítás érdekében később is felmerült ez a lehetőség, amit a fenti változat is képvisel. Érdekes gondolat volt, hogy erre a célra ne hálózati ivóvizet (amely egyre költségesebb előállítású), hanem talajvíz kutakból nyert, de egyébként hasonló hőmérsékletű vizet használjanak, ami (különösen) vidéken könnyen és olcsón hozzáférhető. A felhasznált vizet a hőcserélő után legtöbbször elvezetik, mint szennyvizet, ugyanis legföljebb csak igénytelenebb technológiai célokra alkalmazható, ivóvíz-minőséget követelő feladatra semmiképpen sem (a higiénés szabványok szerint). A talajvíz kútból származó víz felhasználása is kritika alá került, hiszen nem ivóvíz minőségű, s a felületi hőcserélőkben is előfordulhat tömítési hiba miatti átszivárgás, véletlenül sem keveredhet a tejbe.

A (b) változat jégakkumulátoros hűtőrendszert mutat be. Jellegzetes főegysége a (6) jégakkumulátor vagy jégkád. A jégakkumulátorban a hűtőaggregátor elpárologtatója nem egyszerűen csak lehűti a vizet, amely mint közvetítőközeg, az (5) jegesvíz-szivattyúval a (3) hőcserélő hideg oldalán áthajtva hűti a tejet, hanem felületére jégréteget is lehet fagyasztani, amely jégtömeg a víz fagyáshőjének megfelelő mennyiségű „hideget" (hőmennyiséget) tárol.

A jég rejtett hője (a víz fagyás- vagy olvadáshője) 385 kJ/kg, amellyel 1 kg lefagyasztott jégben lényegesen nagyobb hidegmennyiséget lehet tárolni, mint a vízben szenzibilis hővel. A teljes tárolt hideg- (hő-) mennyiség:

$$q = t_1 c_v + r_v - t_2 c_j \,, \quad \text{kJ/kg},$$

ahol: t_1 a lefagyasztandó víz hőmérséklete, °C,
c_v a víz fajhője (20 °C-on: 4,18 kJ/kgK; 0 °C-on: 4,22 kJ/kgK),
r_v a víz fagyáshője, kJ/kg,
t_2 a jégréteg véghőmérséklete, °C,
c_j a jég fajhője (0 °C-on: 2,03 kJ/kgK).

Például a –30 °C hőmérsékletű elpárologtató csőkígyó felületére lefagyasztott jégréteg hőmérséklete egyértelműen a túlhűtött tartományba esik, hiszen a 0 °C-ra előhűtött víz fagyása csak úgy lehetséges, ha a jég felületi hőmérséklete kisebb. Nyilván az elpárologtatóval érintkező jégréteg hőmérséklete megegyezik a felületi hőmérséklettel, ennek megfelelően a folyamat közben átlagos jéghőmérséklettel kell számolnunk. A fagyasztás leállása után természetesen a hőmérséklet-mező kiegyenlítődik. A folyamat az erősen görbült, vastag rétegek

instacioner hőátviteli problémájához tartozik. A szilárd jégfal hővezetési tényezője 2,21 W/mK, azaz a fémfal hővezetési képességénél nagyságrenddel kisebb, ugyanakkor vastagsága lényegesen meghaladja azét. Egyes modellszámítások szerint 10 mm jégréteg ráfagyasztása nyugvó víztérben néhány percnyi, míg 100 mm-ê több órányi ideig tart, a különbség 30–100-szoros lehet [50].

A jégakkumulátoros, közvetett hűtési rendszer energetikai előnye, hogy a fejési időn kívül („fagyasztási" üzemben) működtetve hidegmennyiség felhalmozására, ill. tárolására képes. Ezt kihasználva: (1) kisebb hűtőaggregátor építhető be, (2) ún. éjszakai árammal üzemeltetve érvényesíthető a tarifakedvezmény. A közvetett rendszer miatt azonban nőnek a veszteségek is, amelyek elérhetik a 25–50%-ot, a berendezés bonyolultabb, a jégkád mérete, helyigénye és költsége jelentős.

Tejhűtési üzemben a jégréteg leolvasztásra kerül, s a 0 °C-os olvadékvíz (a visszatérő felmelegedett vízbe keverve) alkotja az ún. jegesvizet. A leolvasztás intenzitása határozza meg ekkor a rendszer hűtőteljesítményét, ami pedig függ a jégfelület nagyságától, a jégfelület és a víztér hőmérséklet-különbségétől és a felületi hőátadási tényezőtől. Ez utóbbi javítása érdekében a vízfázist olvasztási üzemben célszerű keringtetni (növelni az áramlási sebességét). A jég és a víz érintkezési felületének viszonylag nagy értéken tartása miatt nem szabad, hogy az elpárologtató csőágakra fagyott jégrétegek érintkezzenek, ill. egy tömbbé fagyjanak, ugyanis ekkor a jégtömeg burkoló felülete radikálisan csökken, ami hasonló mértékben rontja a leolvasztási teljesítményt. Ezt megfelelő automatikával lehet megakadályozni.

A lehűtött tej a (4) szigetelt tejtárolóba kerül.

A (c) változat tulajdonképpen a „kútvizes" előhűtés és a jegesvizes utóhűtés kombinációja, amelyre a fent leírtak világosan értelmezhetők.

A hűtőberendezés villamos teljesítményigénye

$$P = \frac{\frac{dQ_0}{dt}}{\varepsilon \eta_{össz}}, \quad \text{kW},$$

ahol: dQ_0/dt a tejből elvont hőáram, kW,

ε a hűtőaggregátor hűtőhatásfoka (fajlagos hűtőteljesítménye),

$\eta_{össz}$ a hűtőberendezés összhatásfoka (F-12 hűtőközegre, 30 °C kondenzátor- és –15 °C elpárologtató-hőmérsékleten átlagosan 0,75-re vehető fel) [79].

A tejből időegység alatt elvont hő (elvezetett hőáram):

$$\frac{dQ_0}{dt} = \frac{dm_{tej}}{dt} c_{tej}(t_1 - t_2), \quad \text{kW},$$

ahol: dm_{tej}/dt a tej tömegárama a hőcserélőn keresztül, kg/s,
c_{tej} a tej fajhője, kJ/kgK,

vagy a hőcserélő hőáramát véve:

$$\frac{dQ_0}{dt} = kA\Delta t_k, \quad \text{kW}.$$

A k hőátviteli tényező leggyakoribb értékei, amelyek az egyes hűtési módok előzetes számításainál (becslésnél) felhasználhatók [79]:

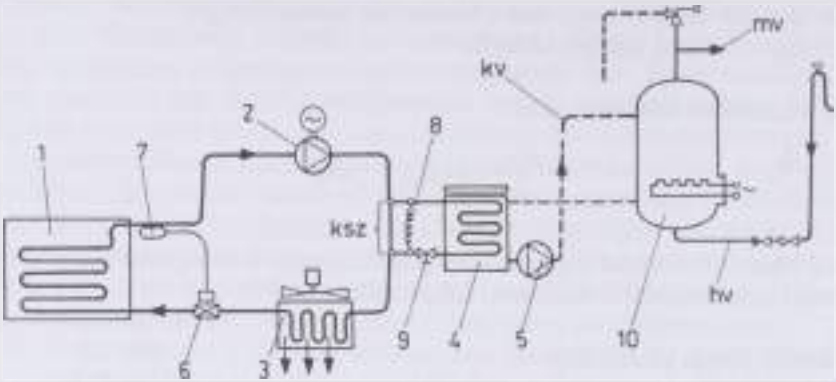
		k, W/m²K
Merülő fürdős kannahűtés		80–120
Merülő fürdős kannahűtés a vízfürdő keverésével		350–420
Csöves csörgedeztető tejhűtő	– előhűtéskor	850–1000
	– utóhűtéskor	600–750
Lemezes hőcserélő	– előhűtéskor	1300–1800
	– utóhűtéskor	1100–1300
Keverős tejhűtő-tároló		160–240

Hővisszanyerés; a tejből elvont hő hasznosítása

A nagyobb telepeken a kifejt tőgymeleg tej lehűtése során jelentős hulladékhő keletkezik, amelyet a hagyományos hűtőberendezések kondenzátoráról a szabadba vezetnek el. Az energiatakarékosság céljainak megfelelően, a rendszerhatásfok javítására célszerűnek látszik ennek visszatermelése, amelyre több javaslat, ill. technikai megoldás született. Ezek közül a használati melegvíz előállítására szolgáló berendezések egyik változatát mutatjuk be *(417. ábra)*. A termelt melegvíz felhasználható a fejőházhoz kapcsolódó tisztítási, takarítási feladatokhoz, a szociális helyiségek ellátására stb. Természetesen kimenő hőmérsékletét, mennyiségét és minőségét is a használati célok szabják meg, amelyek azonban, mint majd látjuk, ellentétbe kerülhetnek a hűtőberendezés jellemzőivel.

A tejházi hűtőberendezések kondenzátora többnyire léghűtéses, így ezek a gépek átalakítás nélkül erre a célra nem alkalmasak. A másik probléma, hogy az itt szokásos kondenzátor-hőmérséklet viszonylag alacsony, 30–35 °C körüli értékű, amivel a követelt hőmérsékletű melegvíz nem állítható elő, s a hőáram „kis fluxusú", ugyanakkor a kompresszorokat erre a hőmérsékletre és nyomásra méretezik. A már meglévő berendezés kondenzátor-hőmérsékletének emelése megoldható a kompresszor végnyomásának növelésével, de ez fokozza a kompresszor terhelését is (ami a meghibásodás veszélyének növekedésével, az élettartam csökkenésével jár), s egyúttal rontja a hűtőhatásfokot.

Egy másik megoldás, ha szigetelés nélkül hagyják a kompresszor szívóvezetékét. Ha elég hosszú, ez a beszivott telített hideg gőz bizonyos (a környezetből felvett hővel történő) túlhevítésével jár, s együttal megnöveli a kompressziós véghőmérsékletet, de hatása nem igazán jelentős.



417. ábra. Hővisszanyerő rendszer (Packo–Recupac) [79]
(*1* tejhűtő; *2* hűtőkompresszor; *3* léghűtésű kondenzátorszakasz; *4* vízhűtésű kondenzátorszakasz (hőhasznosító); *5* melegvíz-keringtető szivattyú; *6* termosztatikus szabályozó szelep (fojtószelep); *7* a termosztát érzékelője; *8* nyomáskiegyenlítő kapilláriscső; *9* szabályozó szelep; *10* melegvíztároló *ksz* – kivágott csőszakasz; *kv* – keringtető vezeték; *mv* – melegvíz; *hv* – hidegvíz)

Az átalakított rendszer tulajdonképpen hőszivattyúként működik, amelyben a kondenzátor-hőt hasznosítják részben vagy egészben. A kétfokozatú kondenzátor megfelel a kettős követelménynek:

– a hűtőteljesítmény nem csökkenhet,

– csak a szükséges mennyiségű melegvizet állítja elő.

A melegvíztárolóba beépített pótfűtés biztosítja, hogy a kondenzátoron előmelegített víz hőmérséklete elérje a technológiai igény szerinti szintet.

Tejszeparátorok

A frissen fejt vagy a begyűjtött, beszállított tej szétválasztására szolgáló művelet a szeparálás, vagyis a teljes tej szétválasztása két frakcióra, egy nagyobb zsírtartalmú tejszín, ill. egy nagyobb víztartalmú sovány tej fázisra. Ez a szétválási folyamat egyébként önmagától, gravitációs ülepedéssel is végbemegy, azonban a hatékonysága (vagyis a szétválasztási idő) centrifugálással töredékére csökkenthető. A szétválasztás elve a fázisok sűrűségkülönbségén alapul.

A teljes tehéntej sűrűsége (15 °C-on): 1029–1033 kg/m³.

A 10%-os zsírtartalmú tejszín sűrűsége (15 °C-on): 1018–1021 kg/m³ [8], azaz a sűrűségkülönbség szétválasztásra, legalábbis centrifugálással, jól kihasználható.

A művelet végrehajtására a nagy fordulatszámmal forgó dobbal felszerelt centrifugák alkalmasak. A nem keveredő folyadékok, *emulziók* (amelyekhez a tej is sorolható, bár bizonyos felfogás szerint ettől kissé eltérő diszperz rend-

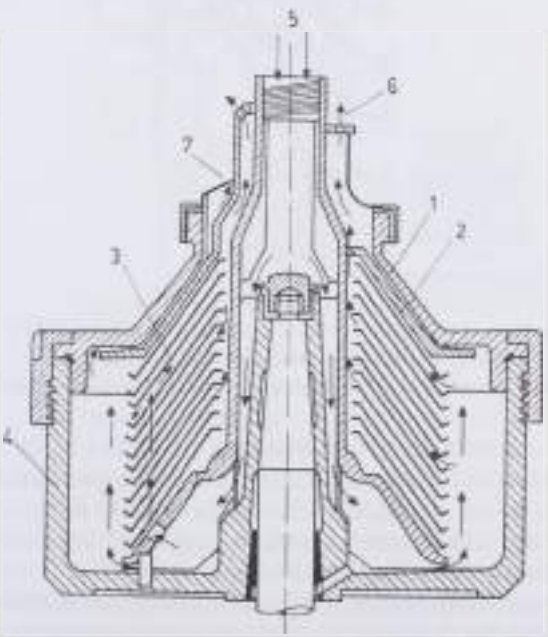
szernek is tekinthető) bontására az ún. szeparációs dobok alkalmasak. A szétválasztás hatékonysága arányos a *centrifuga jelzőszám* (másként szétválasztási tényező) nagyságával, amelynek definíciója:

$$j = \frac{r\omega^2}{g} \cong \frac{rn^2}{900},$$

ahol: r a centrifugadob sugara,
ω a dob szögsebessége,
n a dob fordulatszáma.

A jelzőszám (dimenzió nélküli szám) értéke 90 és 20 000 között változhat.

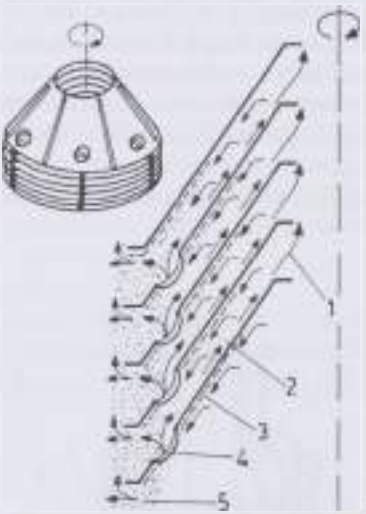
Tejszeparálásra, azaz tejszín előállítására általában **tányéros centrifugákat** (szeparátorokat) alkalmaznak. A tányéros centrifugában az ülepítési úthosszat a minimumra csökkentik a centrifugális erőtérnek kitett, átáramló tej vékony rétegekre történő bontásával. A szeparátordob szokásos kialakítását és működésmódját az *418. ábrán* mutatjuk be. A dob belsejében kúpos, vékony lemezből készült betéteket (lemezcsomagot) helyeznek el, rendszerint kb. 1 mm távolságban egymástól. A folyadék a tányérbetétek között vékony rétegben áramlik. Ezzel nemcsak az ülepedési utat (következésképpen időt) sikerül lecsökkenteni, hanem az áramlást is stabilizálni lehet, így az áramlás *lamináris* lesz.



418. ábra. Tányéros centrifuga (szeparátor) [51]
(*1* dobfedél, *2* szétválasztó fedél, *3* tányérköteg, *4* dob, *5* teljes tej, *6* tejszín, *7* sovány tej)

A lemeztányérok fékúpszögét 35° és 60° közötti értékre választják. A 200–400 mm átmérőjű dobba 40–120 darab ilyen tányért építenek be. A ma kizárólag polírozott saválló (rozsdamentes) acélból készítik. A lemez vastagsága 1 mm körüli, ill. kisebb. A tányérok közötti 0,4–1,5 mm-es rést felnyomott bütykökkel vagy bordákkal állítják be. A szeparátoroknál a dob fordulatszáma 6000/min körül (4000–8000/min) szokott lenni. A maximális jelzőszám értéke 4000 és 8000 közé esik [51].

Az igen nagy fordulatszám és a viszonylag nagy tehetetlen tömeg komoly konstrukciós, ill. alapozási követelményeket jelent még a viszonylag kis méretű gépek esetében is (a csapágyazás, szabad tengely biztosítása, forgórész-felfüggesztés, a gyorsítás, ill. a lassulás, esetleg fékezés tekintetében). A termékkel érintkező szerkezeti anyagokat és azok felületét az élelmiszer-higiénés követelményeknek megfelelően kell kiválasztani, ill. kialakítani.



419. ábra. A szeparátor működése
(*1* könnyebb fázis, *2* a tengely mentén áramló (kilépő) könnyű fázis (tejszín), *3* a kerület felé áramló nehezebb fázis (sovány tej), *4* az ún. semleges zónában elhelyezett átlépő furatok, *5* kilépő nehéz fázis)

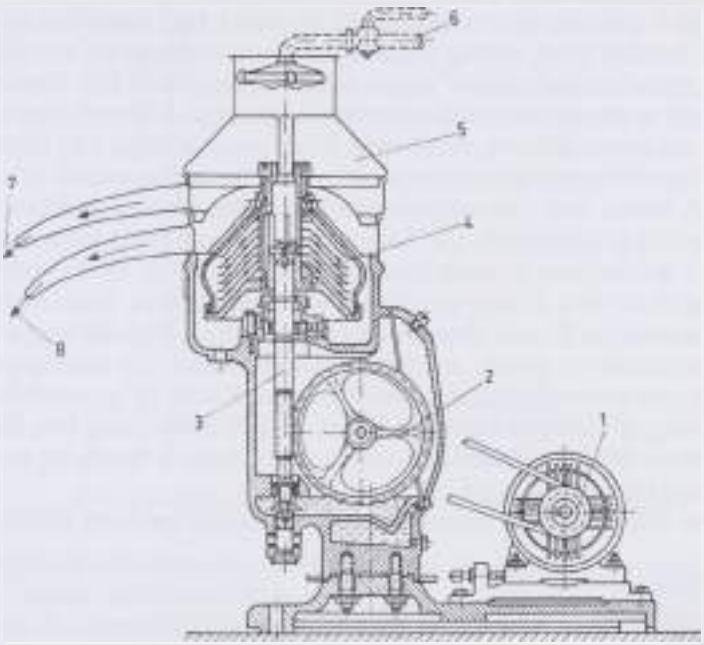
A *419. ábrán* mutatjuk be a szeparátordob működési elvét. A folyadékok (emulziók) szétválasztására használt dobot szokás még *purifikátornak* nevezni. Az ábrán berajzolt nyilak mutatják a folyadék (a fázisok) útját.

A mezőgazdasági üzemekben használatos egyszerű kivitelű tejszeparátor szerkezeti felépítését a *420. ábra* szemlélteti.

A szeparátor tányérlemezei közé az emulziót a tányérokon lévő átlépő furatokon keresztül vezetik be. A furatok (lyukak) helyzetét a diszperz és a folytonos fázis fajsúlya határozza meg döntően. Általában, ha a diszperz fázis fajsúlya nagyobb, a lyukak a tengelytől távolabb, ha kisebb, a lyukak a tengelyhez köze-

lebb vannak elhelyezve. A tejszeparátornál a diszperz fázis (a tejszín) könnyebb, ez fog a semleges zónán belül elhelyezkedni. Ekkor az átömlő lyukak közel vannak a tengelyhez, a folytonos fázis számára hosszabb út és ezzel a nagyobb tartózkodási idő alatt a szétválasztás tökéletesebb lesz.

A kiömlő nyílások sugarát úgy kell megválasztani, hogy az átömlő lyukak közel a semleges zónába essenek. Ha az emulzió összetétele lényegesen megváltozik vagy ingadozó, a nehezebb fázis kiömlőnyílásának változtatásával lehet újra a kívánt szétválasztási hatásfokot elérni. A tejszín zsírtartalmának beállítása a kiömlő termékek áramának összehangolt vezérlésével, pl. szelepekkel vagy kisebb gép esetében fojtó csavarral (ún. tejszínállító csavarral) történik.



420. ábra. Nyitott rendszerű tejszeparátor [101]
(*1* villamos motor centrifugális tengelykapcsolóval, *2* csigakerék, *3* dobtengely, *4* dob, *5* burkolat, *6* tejvezeték, *7* tejszín, *8* sovány tej)

A szeparátor legfontosabb alkalmazási területe tej fölözése, de egyéb emulziók szétválasztására is alkalmas.

A kamrás centrifugához hasonlóan, itt is háromféle kivitel szokásos: nyitott, zárt és hermetikusan zárt kivitel. Emulzióbontásnál a két folyadék zárt elvezetése már komplikáltabb megoldást jelent. Ezért legtöbbször csak a egyik folyadékot szokták zártan, hámozótárcsa segítségével elvezetni vagy mindkét fázis szabad kiömléssel távozik. A folyadékot lehet alulról is bevezetni a szeparátor dobjába. Ezt a megoldást a hermetikusan zárt kivitelnél szokták alkalmazni.

A tej hőkezelése (pasztőrözés)

A kifejt nyers tejben mindig találhatók mikroorganizmusok, ill. „idegen" anyagok, anyagrészecskék, amelyek a tőgyből és a fejőberendezés tejjel érintkező felületéről származnak, vagy technológiai hiba miatt kerültek a tejbe. A szaprofita mikroorganizmusok a tej minőségét és eltarthatóságát rontják, a patogének pedig (nevük szerint) fertőzést okozhatnak. A tehéntejben ezek közül a legveszélyesebb a Mycobacterium tuberculosis, bár megjelenésének kockázata a zárt rendszerű, állat-egészségügyi értelemben védett tehénállományokban minimális. Mindezek mellett a tejben lehetnek ill. megjelenhetnek különböző mikroorganizmusok élettevékenységéből származó enzimek is (pl. lipáz), amelyek rontják a tej, az egyes tejfázisok minőségét, tejhibákat okoznak.

A tejben lévő mikroorganizmusokat el kell pusztítani vagy legalábbis számukat minimálisra (néhány tized, esetleg század százalékra) csökkenteni, az esetlegesen előforduló, „termékmeghibásodást" okozó enzimeket inaktiválni kell. Ennek egyik elterjedt módja az alkalmasan kiválasztott, de eléggé magas hőmérsékleten végzett hőkezeléses csíramentesítés – a pasztőrözés. Megjegyezzük, hogy a tej lehűtése és alacsony hőmérsékleten tárolása hasonló célú, de a mikroorganizmusok ekkor nem pusztulnak el, hanem csak élettevékenységük lassul, szaporodásuk csökken radikálisan, esetleg meg is szüntethető, a tej felmelegedésével azonban a folyamatok újra megindulnak. A csíraölésre léteznek olyan új radikális eljárások, mint a kemény sugarakkal végzett kezelés, de ezek nem terjedtek el széles körben. Tejnél nem alkalmazható az ultraibolya fénnyel történő besugárzás, hiszen a folyadék nem átlátszó.

Bevált hagyományos eljárás, amelyet a háztartásokban (is) alkalmaztak hőkezelésre: a tejet atmoszférikus nyomáson forralni. Ennek az egyszerű hőkezelési módnak ugyan kielégítő a csíraölő hatása, de a tej szerkezetét, ízét, illatát és sok más jellemzőjét visszaállíthatatlanul megváltoztatja, a forralt tej már nem azonos a friss (vagy nyers) tejjel.

Gyakorlati alkalmazásban három alapvető hőkezelési módszer különböztethető meg:

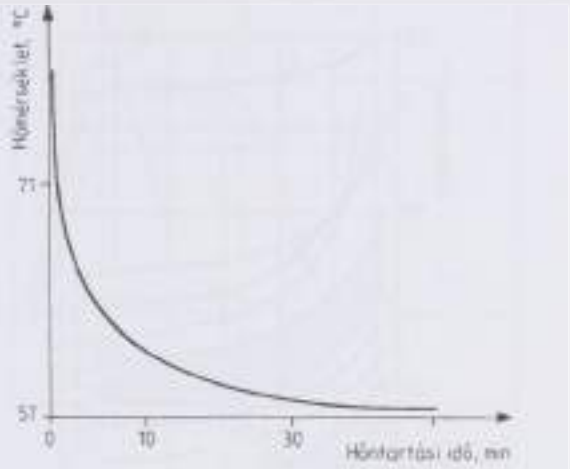
– pasztőrözés,
– ultrapasztőrözés,
– sterilezés.

Ezek hatása azonban eltérő a csíraölésre, a tej alkotórészeire és további feldolgozhatóságára. A tej telepi, ún. elsődleges feldolgozása legtöbb esetben rövidebb-hosszabb szavatosságú fogyasztási tej előállítását jelenti. (Hőkezelt tejszínt esetleg a borjúnevelő számára készítenek.) Ekkor az ultrapasztőrözés vagy a sterilezés módszerét célszerű alkalmazni, sajtgyártásra szánt tej esetében viszont kíméletes hőkezelést kell választani.

A hőkezelés hatása a mikroorganizmusokra

Itt nyilván nem tudjuk a témakört részletezni, de felhívjuk a figyelmet a legfontosabb, a készüléképítés, technológiatervezés során figyelembe veendő szempontokra.

Az egyes mikroorganizmus-fajok hővel (helyesebben hőmérséklettel) szembeni érzékenysége erősen eltérő. Általában minél magasabb egy baktérium szaporodásának optimális hőmérséklete, ill. felső hőmérsékletkorlátja, annál nagyobb a hőrezisztenciája. A spórás baktériumok öléséhez lényegesen nagyobb hődózis szükséges, mint a vegetatív sejtekéhez. Az élesztők és penészek viszonylag érzékenyek a hőhatásra. Az egyik legfontosabb cél a patogén mikrobák elpusztítása. Az ilyen (nem spórás) baktériumok közül a Mycobacterium tuberculosis hőrezisztenciája a legnagyobb, azaz a tulajdonságainak megfelelően alkalmazott pusztító hődózis biztosan megöli a tejben lévő többi nem spórás, patogén baktériumot is *(421. ábra)*.



421. ábra. A Mycobacterium tuberculosis hőpusztulási görbéje [8]

A higiéniai szempontok szerint ugyancsak lényeges kóli – aerogenesz csoportba tartozó baktériumok 90%-a már 60 °C-on végzett 30 perces hőkezeléssel elpusztul és a tejsavbaktériumok termofil csoportja is általában likvidálható a the-bacilusokra alkalmazott hőmérsékleten, tehát a tej pasztőrözésekor a hődózist eszerint állítják be.

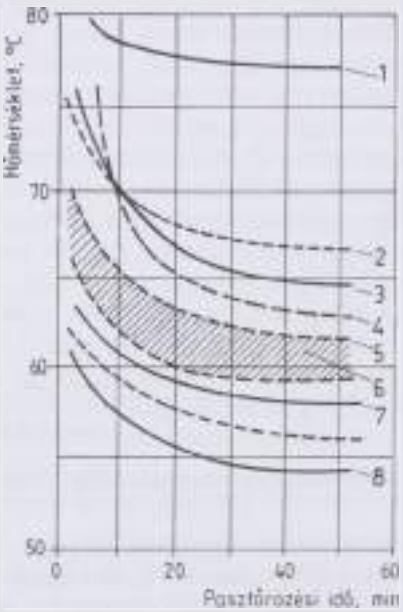
Ugyanakkor a tejben olyan hőtűrő (termotoleráns) baktériumok is előfordulnak, amelyek a kíméletesebb hőkezelés során nagyrészt életben maradnak. Hasonlóan nehéz elpusztítani a baktériumspórákat, ezért a hosszabb idejű tárolásra szánt tejet 100 °C-nál magasabb hőmérsékleten szükséges kezelni.

Az adott hődózissal (meghatározott hőmérsékleten és ideig) végzett kezelés hatásosságát az alábbi fontosabb tényezők befolyásolják:

– A mikrobák hőrezisztenciája és előélete. (Az utóbbi azért fontos, mert a legtöbb mikroba hőérzékenysége annál nagyobb, minél alacsonyabb hőmérsékletű közegben szaporodott el, ill. fordított esetben hőrezisztenciája nő. A fiatal, felfutó szakaszban keletkezett sejtek hőérzékenysége szintén nagyobb.)

– A tej összetétele és szennyeződése. (A nagyobb szárazanyag-tartalom és a szilárd szennyező szemcsék „árnyékolják" a mikrobákat, növelik azok látszólagos hőrezisztenciáját.)
– A bemenő tej (kezdeti) mikrobatartalma – összcsíraszáma.
– A hőkezelés hatása a tej alkotó elemeire. (Azaz a tej eredeti jellege ne változzon.)

A kezelés során alkalmazott hődózis (a hőmérséklet és a hőkezelési időtartam) növelése fokozza a csíraölő hatást, de ezzel együtt nő a tej eredeti jellege, minősége megváltozásának kockázata is. A hőkezelés két paraméterét ezen szempontok együttes figyelembe vételével kell kiválasztani *(422. ábra)*.



422. ábra. A hőkezelési hőmérséklet és időtartam hatása a tejben található egyes mikroorganizmusokra, ill. a tej néhány alkotóelemére és tulajdonságára [8]
(*1* zsír, cukor, kazein, sók, *2* íz, *3* albumin, *4* enzimek, *5* felfőlözödés, *6* neutrális zóna, *7* tbc. bakt., tifusz, sztreptokokk, *8* différia)

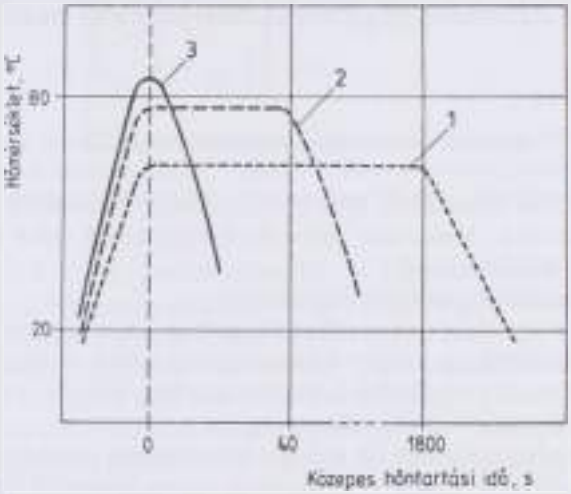
A tej pasztőrözése

A leggyakoribb hőkezelési mód 100 °C hőmérséklet alatt, amelynek célja a tejben előforduló patogén mikroorganizmusok teljes, az egyéb kategóriába tartozó fajok megközelítőleg teljes elpusztítása anélkül, hogy a tej eredeti tulajdonságai lényegesen megváltoznának. Mint említettük, a folyamatot a legfontosabb kórokozó, a Mycobacterium tuberculosis hőpusztulási görbéje szerint kell vezérelni. Ugyan-

akkor a tej eredeti enzimjei közül a foszfatáz inaktiválási (hőmérséklet–idő) görbéje az előbbi fölött fut, ezért alkalmazzák (többek között) a pasztőrözés ellenőrzésére a foszfatáz-reakciót (azaz, ha az enzim aktivitása nem mutatható ki a kezelt tejben, akkor az esetleges tbc-bacilusok biztosan elpusztulnak).

A hődózis szerint három alapvető hőkezelési mód terjedt el a tej pasztőrözésére, bár a hőmérséklet–idő összefüggés tetszőleges folyamat-beállításra ad lehetőséget *(423. ábra)*:

1 tartós (kíméletes) pasztőrözés: 62–65 °C/30 perc hőntartás,
2 gyors pasztőrözés: 71–76 °C/15–40 másodperc hőntartás,
3 pillanat-pasztőrözés: ≥ 85 °C/hőntartás nélkül.



423. ábra. Tipikus pasztőrözési hődózis
(*1* tartós, *2* gyors, *3* pillanat-pasztőrözés)

Tartós pasztőrözés

Leginkább ezzel biztosítható a tej eredeti jellemzőinek megőrzése, ugyanakkor viszonylag nagy méretű ill. helyigényű berendezéssel valósítható meg, és a hővisszanyerés sem valósítható meg kellő hatásfokkal. Inkább kisüzemi technológia, amelyet juhtej-feldolgozásra, gomolyagyártásra vagy telepi borjútej hőkezelésére alkalmaznak.

Gyors pasztőrözés

A leginkább elterjedt hőkezelési mód, a paraméterek bizonyos eltérésével. A hazai gyakorlat szerint a kezelési hőmérséklet 76 °C és a kezelési (hőntartási) idő legalább 37 másodperc. Természetesen a pasztőrözési időnek felső korlátja is van.

A baktériumölés 71 °C alatt nem hatékony, 76 °C fölött viszont a tej károsodik, ilyenformán a hőmérsékleti korlátok betartása (azaz a hőmérséklet vezérlése) kritikus. Az eljárás előnye, hogy az effektív csíraölő hatás mellett a hőkezelés még mindig kíméletes, a hővisszanyerés jó hatásfokkal megvalósítható és a berendezés helyigénye kicsi, valamint a rendszer jól vezérelhető.

Pillanat pasztőrözés

Korábban a fogyasztási tej hőkezelésére általánosan alkalmazott eljárás, de kivitelében viszonylag bonyolult és költséges rendszer volt (gőzellátás, vezérlési rendszer stb.). Az alkalmazott magas hőmérséklet miatt a tej eredeti jellemzői is megváltoztak.

A pasztőrözésre alkalmazott hőcserélők

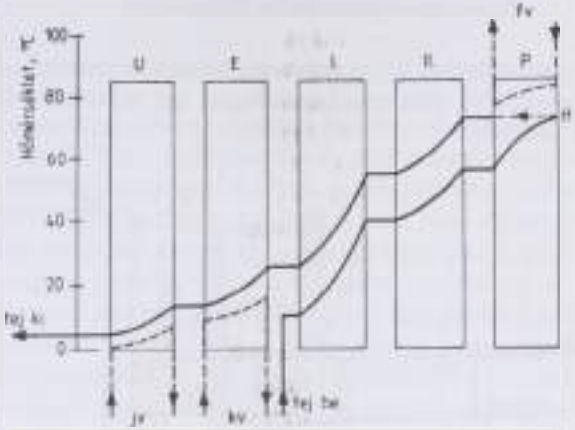
A kompakt hőcserélő készülékek, ezen belül a lemezes hőcserélők (ld. Még tejhűtés) elterjedésével a „klasszikus" műszaki berendezések mára kiszorultak a gyakorlati (ipari) alkalmazásból.

A lemezes hőcserélők (pasztőrözők) előnyei:

- A folyadék (a tej) stabil vékony film állapotban áramlik a lemezek között, amely gyakorlatilag egyenletes hőmérséklet-eloszlást biztosít a teljes keresztmetszetben és az α felületi hőátadási tényező, W/m^{2}K, s ezzel együtt a k hőátviteli tényező, W/m^{2}K, viszonylag nagy.
- A készülék fajlagos tömege ill. térfogat-kihasználása (vagyis az egységnyi térfogatú készülékkubatúrába befoglalható összes hőcserélő felület nagysága) igen kedvező, továbbá a készülékbe foglalt hőcserélő felület tetszőlegesen változtatható. A készülék „építőelemes" kialakítású, a melegítés, höntartás, hűtés, hővisszanyerés, valamint a munkaközeg változtatása egyszerűen megoldható. A hőcserélő megbontás nélkül tisztítható (a fejőberendezéseknél leírtakhoz hasonló módon), de ellenőrzéshez, időszakos mechanikai tisztításhoz egyszerűen szétszedhető.
- Lemezes hőcserélőkkel megvalósítható a szinte tökéletes ellenáram, a kis lemeztávolság (hézag), a speciális lemezfelület-kialakítás (távtartó, merevségnövelő ill. áramlásjavító felnyomások, bordák) pedig viszonylag vékony lemezek alkalmazása esetén is nagy szilárdságot és igen jó konvekciós viszonyokat biztosítanak.

A leggyakrabban alkalmazott gyorspasztőrözési eljárás műveleti rendszerét, pontosabban hőmérséklet-lefutási görbéit a *424. ábrán* mutatjuk be.

A pasztőrözésre a tej előtét (puffer) tartályból tejszivattyúval szállítva jut a lemezes hőcserélő rendszer első fokozatába. Itt a passztőrözésről visszatérő meleg tejjel fűtve 40–42 °C-ra melegszik, majd a második fokozatban hőmérséklete 50–55 °C-ra emelkedik. (Tulajdonképpen hővisszanyerésről van szó.) A pasztőrözési szakaszban a tej véghőmérsékletét 71–76 °C-ra állítják be. Ennek vezérlése



424. ábra. Tej gyorspasztőrözésnek hőmérséklet-lefutási görbéi [8]
(I. első fokozat, II. második fokozat, P pasztőr, H höntartó (pillanat pasztőrözéskor elmarad), E előhűtő, U utóhűtő, fv forró víz (helyesen: meleg víz), kv ún. közvíz (ivóvíz), jv jeges víz)

(szabályozása) kritikus, gyakori megoldás a visszakeringtetés alkalmazása. A höntartó szakaszban a tej a beállított ideig a pasztőrözési hőmérsékleten marad, majd a két hővisszanyerő fokozatban 30–35 °C-ra hűl. Az elő- és az utóhűtő szakaszban (az előbbiben hálózati, az utóbbiban jeges vizet alkalmazva) 3–5 °C véghőmérsékletre hűtik le a tejet, amely ezt követően kilép a rendszerből.

Amennyiben előhűtött tejet vezetnek pasztőrözésre (a tejiparban ez a gyakorlat), a víz kiváltására az előhűtőbe léptetik be a tejet. Sajttej esetén, ha az közvetlenül gyártásra kerül, az elő- és utóhűtés elmarad.

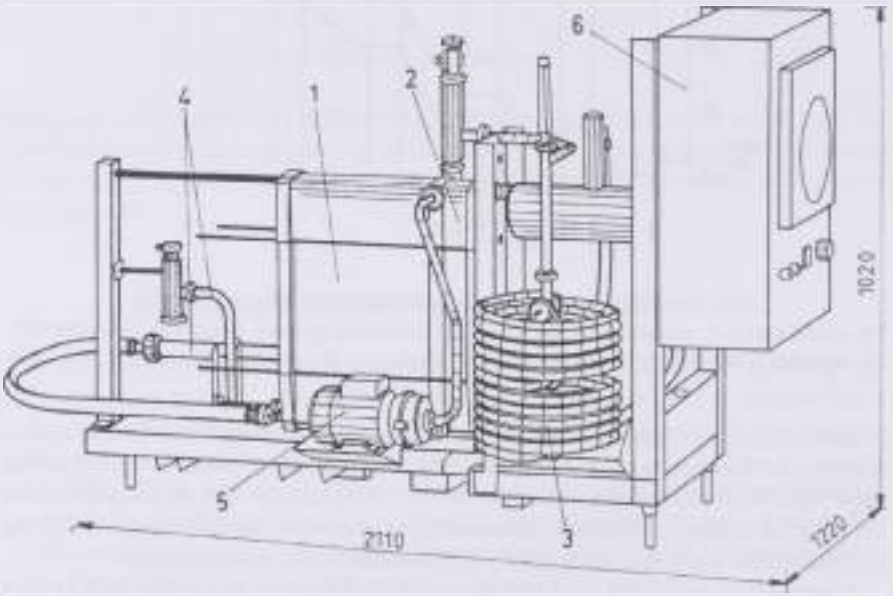
A pasztőrözési eljárás előírt hőmérsékletértékei igen szűk tűrésűek, ennek megfelelően a készüléket kellő színvonalú érzékelési, vezérlési, beavatkozási rendszerrel kell felszerelni úgy a hőmérséklet-szabályozás, mint az üzemkimaradási problémák okozta következmények szempontjai szerint kellő színvonalú automatikával ill. armatúrákkal.

Még tökéletes pasztőrözéskor sem pusztulnak el a nyers tejben lévő mikroorganizmusok teljes számban. Ezt fejezi ki a pasztőrözés hatásfoka, amely általában 99,5–99,9% között mozog. A legjobb hatásfokot pillanat pasztőrözéssel lehet elérni (99,99%). Nyilvánvaló, hogy ezért is igazán fontos a nyers tej kezdeti összcsíraszáma.

A tej ultrapasztőrözése (UHT-eljárás)

Tökéletes csíraölésre alkalmas eljárás, amely 100 °C fölötti hőmérsékleten történik és aszeptikus töltéssel, csomagolással kombinálva, legalább 7–12 hetes szavatossági idejű, jó minőségű fogyasztási tej gyártását teszi lehetővé. Meg kell jegyeznünk, hogy az eljárás spóraölő hatása nem mindig kifogástalan, így hatásfoka nem fogadható el 100%-osnak.

A *425. ábrán* bemutatott példa kifejezetten kis teljesítőképességű, de minőségi fogyasztási tej készítésére alkalmas berendezés, kis tejtermelő tehenészetek igényei szerinti kivitelben.



425. ábra. Kisüzemi villamos fűtésű tejpasztőröző berendezés
(kapacitása kb. 1000 l/h) [gépkönyv]
(*1* hőcserélő (melegítés, hűtés), *2* hőcserélő (hőkezelés),
3 kazán, *4* tej csatlakozások, *5* keringtető szivattyú, *6* villamos ellenőrzés és vezérlés)

A berendezés elektromos energia- (ill. hő-) ellátással működik, amely a tejszivattyú és a vezérlő szelepek, valamint az automatika meghajtásán túl a forró víz előállítására is szolgál. Maga a pasztőröző – hővisszanyerő – (hűtő) egység korszerű lemezes hőcserélő. Az alábbi adatokat illusztráció gyanánt, pusztán a nagyságrendek érzékeltetéseként közöljük:

- Kezelési hőmérséklet: 72–90 °C.
- A tej belépő hőmérséklete: 4 °C.
- A tej kilépő hőmérséklete: belépő + 4 K.
- Folyamatmonitoring: a pasztőrözési hőmérséklet, a kilépő tejhőmérséklet és a váltószelep-állás folyamatos regisztrálása.
- Folyamatvezérlés: ha a kilépő tejhőmérséklet az előírt érték alá esik, automatikus visszakeringtetés.
- Hővisszanyerés (l. fent) aránya: elérheti a 93%-ot.
- Teljesítőképesség: kb. 1000 l/h.
- Elektromos teljesítményigény: kb. 11 kW.

Itatóberendezések

Az ivóvíz szerepe és jellemzői

A víz a természetben mind az élettelen mind az élő szervezeteknek az egyik legfontosabb alkotó eleme. Nélküle élőlény nem maradhatna éltben. Az élő szövetekben számos funkciója van. A létező legáltalánosabb oldószer. Sokféle anyagot tartalmazhat akár szuszpenzió formájában, akár oldott állapotban. Ezen túl egyik legjobb hőelvonó közeg, hisz párolgási hője nagy, és így egy-egy grammjának elpárolgása jelentős hőelvonásra képes. Az emberi – állati – test hőmérsékletén könnyen párolog. Testünket alkotó vegyületei közül belőle van a legtöbb. A szokásos táplálékokban is a víz alkotja a legnagyobb mennyiséget az egyes alkotóelemek között. Az élő szervezetekben a víz jelentőségét bizonyítják azok a kísérleti tapasztalatok, amelyek szerint az éhező szervezet zsírkészletének akár 100%-át, fehérjekészletének 50%-át is elveszítheti jelentős károsodás nélkül, míg szomjaztatás esetén már 10%-os vízveszteség súlyos zavart idéz elő, a 20%-os pedig az élő szervezet halálát okozza.

A biológiai folyamatok zavartalan megvalósulásához a szükséges vizet folyamatosan pótolni kell. Ennek módja lehet részben itatóvíz, de befolyásolja a takarmánnyal felvett víz mennyisége is, mivel a takarmányoknak általában a felét víz alkotja. Ezen túl maga az élő szervezet is termel vizet, amikor a tápláló anyagok lebontásakor (oxidációjakor) az energia termeléssel egyidejűleg víz is keletkezik.

Gazdasági állatainknál a víz hiánya, azaz az állatok szomjaztatása kihat a termelésükre, ami nem lehet közömbös számunkra. Ezért igen fontos, hogy a gazdasági állatok számára mindenkor biztosítva legyen kellő mennyiségben és minőségben az ivóvíz. A mennyiségét számos tényező befolyásolhatja. Jellemzőbbek közöttük az állatok testtömege, és ezzel összefüggő termelőképesség, a takarmányozás jellege, a közvetlen környezet klimatikus viszonyai. Például hőségnapokon a 25–30 literes tejhozamú tehén vízfogyasztása elérheti a 120–140 litert is. A gazdasági állatok napi vízszükségletére vonatkozó adatokat lásd az épületgépészettel foglalkozó fejezetben.

Az itatásra alkalmas víznek (az MSZ 319-82) szabvány által előírt minőségűnek kell lennie. A minőség fogalma magába foglalja a víz fizikai, kémiai, bakteriológiai stb. előírásait. Az itatásra használt víz – a főbb fizikai, kémiai jellemzők határértékei vonatkozásában – akkor tekinthető megfelelőnek, ha hőmérséklete 10–15 °C közötti, összes keménysége (CaO) 100–250 mg/l, pH-értéke 6,8–8,0 között van. A túl hideg (5 °C) ill. 20 °C-nál melegebb vízből csökken a vízfelvétel, ennek folytán a termelés volumene is. Behatárolt továbbá a víz maximális só, vas, mangán, nitrát, nitrit, kén-hidrogén, klór stb. tartalma, amely alkotóelemek szín, íz-, szaghibák okozójaként hatással vannak a vízfelvétel nagyságára.

Bakteriológiai és parazitológiai határértékek tekintetében ugyancsak szigorúak a szabványi követelmények. Például E-colit, kórokozó baktériumokat, belső paraziták fertőző alakjait egyáltalán nem tartalmazhat az itatói víz. A szabvány által előírt követelmények többsége a vízbeszerzés helyének függvénye. Azon-

ban van néhány jellemző, amely a kiszolgáló rendszer kialakításától függően – a felhasználás folyamán – megváltozhat, pl. felmelegedhet, szennyeződhet. E tekintetben a legmegfelelőbb forma a zárt csővezetéki vízhálózatról működtetett önitatók használata, amikor is a víz védelme a legtöbb vonatkozásban biztonságosan megoldható. Ettől eltérő megoldás – egyes állatfajoknál – pl. a nyári legeltetésnél előfordulhat, amikor az állatokat felszíni vizekből (tóból, patakból stb.) itatják. Az ilyen víz általában szennyezett és a fertőzés közvetítője is lehet. Célszerűbb ezért a legelőn is az olyan itatás megoldása amikor az ivóvizet mobil tartályokkal a központi vízellátó rendszerből vételezett vízzel biztosítják. A vezetékes vízellátó itatórendszerek további nagy előnye, hogy az istállókban a kiépített csővezetéki hálózatra köthetők az (állatok által működtetett) itató elemek, vagy önitatók, amelyek révén a nap folyamán a vízfelvétel időpontja, mennyisége mint a követelmények legfontosabb jellemzői nincsenek korlátozva.

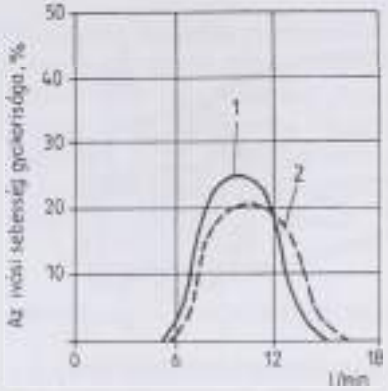
Az itatók jellemzői

Az önitatók használatával szemben támasztott követelmények:

- A folyamatos vízszolgáltató képességük legyen összhangban a különböző fajú és korú állatok ivási igényeivel. Ez az igény különösen a termelő és nagy testtömegű egyedeknél fontos (pl. a tejelő szarvasmarháknál).
- Az állatok mindenkor, akadályoztatás nélkül elérhessék az itatót.
- Az itatók vize lehetőleg ne szennyeződjék, ill. könnyen tisztítható legyen.
- Használatuk üzembiztos legyen.

Az önitatóknak számos változata ismert és használatos az állattartásban. Kialakításukat általában a felhasználási igény alapján módosították. Ezeket meghatározza egyrészt a felhasználó állatok faja és kora, másrészt a tartástechnológiai rendszer szabta igények. Ilyen pl. a célszerű elhelyezhetőség, megfelelő űrtartalmú és formájú itató. A növendék állatok számára általában a kisebb űrtartalmú, csökkentett vízhozamú valamint az egyszerű működtetésű önitatók alkalmazása a gyakoribb. Az itatók vízszolgáltató képessége és ivási sebesség közötti jó összhang biztosítása főleg a nagy testű, termelő, pl. fejős teheneknél fontos, mivel ez a körülmény kihat az állatok termelésére. Ilyen irányú kísérleti eredmények [79] alapján bebizonyosodott, hogy a lassú utánfolyású önitatókból a napi vízfogyasztás kevesebb volt, mint a korlátozás nélküli vízfelvételű itatáskor. Az ivási sebességre vonatkozó kísérleti eredményeket szemlélteti a *426. ábra.*

A tartástechnológiai körülményekhez igazodóan majd minden állatfajnál megtalálhatók az eltérő itatói változatok. Más technikai megoldást kíván, pl. szarvasmarhatartásban az istállózott, kötött tartás, szemben a kötetlen tartással. Amíg a kötött tartás esetén 1–2 tehén használja közösen az önitatót, addig szabadtartásban 30–40 tehén ivóvizét biztosítja a nagyvízterű, csoportos itató. A téli fagyveszélyes viszonyokra is gondolva, szükség szerint fagyvédelmet biztosító hőszigeteléssel, vagy temperáló fűtéssel is elláthatók ezek az itatók.



426. ábra. Az ivási sebességek gyakorisága
(*1* holstein-fríz, *2* magyartarka)

Ugyancsak más-más az itatás megoldása baromfitartásban a mélyalmos rendszerben, szemben a ketreces tartással. A sertéstartási technológiák terén hasonlóan eltérő önitató változatok használatosak a battériás (ketreces), ill. a csoportos hízó állomány tartásánál. Ebben az esetben az állatok kora, ill. az elhelyezésbeli eltérés a meghatározó szempont.

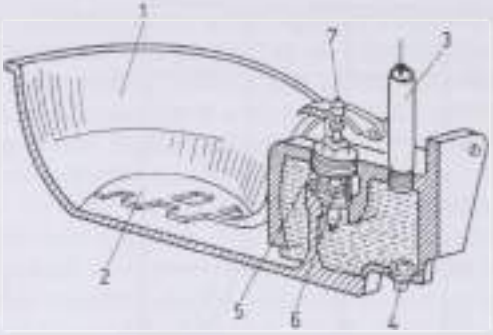
Az önitatók között megkülönböztetünk passzív és aktív rendszerűeket.

Aktív önitatóknak azok a szerkezetek nevezhetők, amelyeknél az itató fedelének felemelésével, ill. a szelep lenyomásával az állat tevőlegesen részt vesz az itató működtetésében, a víz szerzésében.

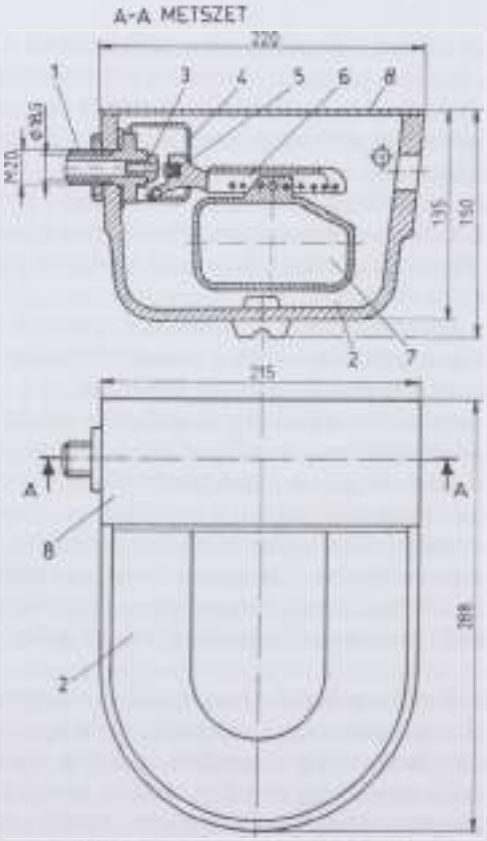
Passzív itatóknak tekintjük azokat az önitatókat, amelyek automatikus utántöltéssel (szintszabályozással) biztosítják a szabad vízfelszínt, amelyből az állat akadálytalanul, beavatkozás nélkül juthat az ivóvízhez.

Az aktív itatók rendszerint szokványos szeleppel rendelkező szerkezetek, ahol a víz elzárására szolgáló rugós szelepet egy karos áttételen át lehet megnyitni, amit az állat maga végez. A működtetés műveletét viszonylag gyorsan megtanulják. Az ilyen rendszerű itatóknak nagy előnye, hogy a vizet frissen, a központi csőhálózatból az előírt tisztaság mellett szolgáltatják. A víz utófertőzésének lehetősége jelentéktelen. Hátrányuk, hogy a csészében visszamaradó csekély víz beszennyeződhet. Ennek mennyisége a csészeforma alakjával minimálisra csökkenthető. A szelepes önitatók általános felépítését szemlélteti a *427. ábra.*

A passzív itatók szerkezeti kialakításukat tekintve ugyancsak szelepen keresztül csatlakoznak a központi vagy előtárolói vízhálózatra. Szelepüket nem az állatok, hanem az itató edény vízterében lévő víz működteti. Az itatóba áramló víznek a nívója emeli meg a szelep úszóját, amely a kapcsolódó karos mechanizmus segítségével működteti a szelepet. Amikor az állatok isznak a víztükörrel együtt az úszó is süllyed, miközben nyitja a szelepet és pótolja az elfogyasztott víz mennyiségét. Egyedi szinttartásos önitatói kialakítást szemléltet a *428. ábra.*



427. ábra. A szelepes önitató felépítése
(*1* csésze, *2* nyomónyelv, *3* hálózati vezeték, *4* vízleeresztő csavar, *5* szelepház a szeleppel, *6* szeleprugó, *7* állítócsavar)



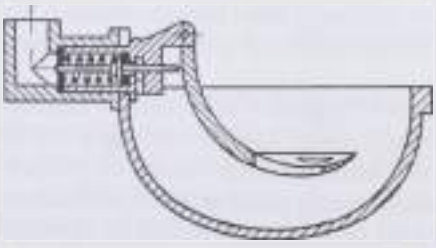
428. ábra. Szintszabályozós önitató
(*1* csatlakozócsonk, *2* csésze, *3* szelepülés, *4* szelepburkolat, *5* gumiszelep, *6* szelepszár, *7* úszó, *8* fedél)

Tárolókapacitásuk alapján is szokás az önitatókat csoportosítani. Az 1–2 liter víztárolására képes itatók kisvízterű itatók. Általában ebbe a csoportba tartoznak a csészés itatók aktív és passzív változatai. A nagy vízterű önitatók űrtartalma 20–250 liter közötti is lehet. A csoportos – kötetlen – állattartás esetén különösen előnyös a használatuk. Ezek az itatók általában szintszabályozós, passzív itatókhoz sorolhatók. Alkalmazásuk a borjúnevelőkben és szabadtartásos istállókban a legáltalánosabb.

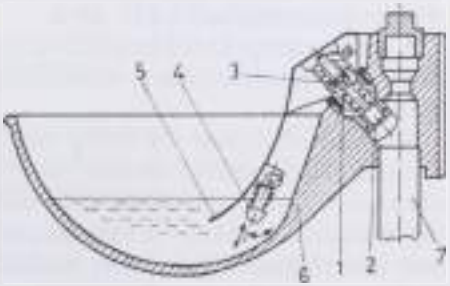
A szarvasmarha önitatók főbb típusváltozatai

A szelepes, csészés itató az önitatók legrégebbi változata, amit főleg a hagyományos kötött tartású istállókban használtak, esetenként kisebb, szabadtartású csoportoknál is. Számos változatban készültek és készülnek. Az eltérés közöttük főleg az alkalmazott szelep kialakításában, víztérfogatában, a csésze alakjában van. Az utóbbit a kényelmes használhatóság és az ezzel összefüggő elhelyezhetőség együttesen befolyásolják. Az itató főbb részegységei: az itató csésze, a szelep, ennek működtetéséhez szükséges nyomónyelv és a kiegészítő szerelvények (l. 427. ábrát). A csészék csak korróziómentes alapanyagból készülhetnek. Ezért régen tűzzománcozott öntöttvasból gyártották. Ma jellemző anyaguk az Al ötvözetű öntvény. A szerelvények anyaga általában sárgaréz, esetleg műanyag. A működésükhöz szükséges víznyomás 50–600 kPa között változik. A szelepek függőleges, vízszintes és ferde elhelyezésűek lehetnek. Szerkezetük szerint pedig acélrugós, vagy gumirugós (hevederes) megoldással készülhetnek.

A vízszintes és ferde szelepelhelyezésű önitatóknál olyan változatok is készülnek, amelyeknél a nyomólap és a csésze elrendezése lehetővé teszi, hogy oldal irányból is működtethesse az állat. Ezért ezt a változatot a rövidállású istállókban használják, mivel ott a tehén feje a lekötés miatt állandóan a jászol fölött van. Vízszintes és ferde szelepelrendezésű önitatókat szemléltet a *429.* és *430. ábra.*

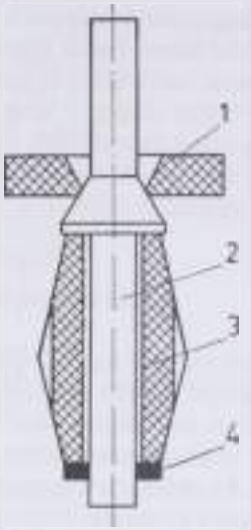


429. ábra. Rugóterhelésű, vízszintes szelepelrendezésű önitató



430. ábra. Rugóterhelésű, ferde szelepelrendezésű önitató. (*1* szelep, *2* szűrő, *3* tömítőgyűrű, *4* kitámasztótuskó, *5* nyomónyelv, *6* csésze, *7* vízvezeték-csatlakozás)

431. ábra. Középemeltyűs, ikercsészés önitató



432. ábra. Gumirugós szelepszerkezet (*1* szelepgumi, *2* szelepszár, *3* gumirugó, *4* rögzítőgyűrű)

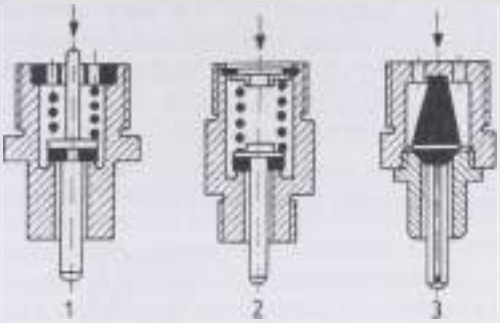
A középemeltyűs szelepes önitató többnyire kerekterű csészével készül.

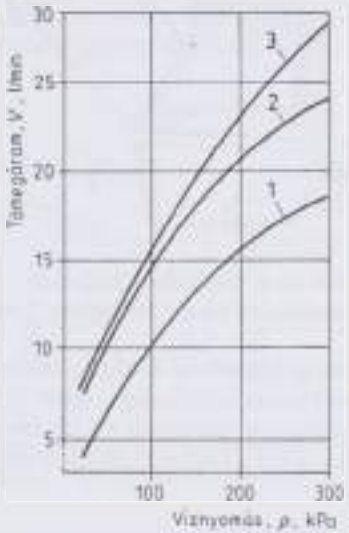
Előnyösen alkalmazható a kötött tartásban rövid állásnál, ahol az állat fejmozgását a lekötőszerkezet, vagy a jászolrács korlátozza. A konstrukció kialakításánál figyelembe vették azt a gyakorlati körülményt is, hogy ivás közben a tehén szürcsöl. Szutyakját alig nyomja be a víztükör alá, s ezért kell a szelepet vízszintes irányú nyomással működtetni.

A gumirugós önitatókban a nyomónyelv a szelepszáron lévő gumibetétet vagy gumi rugót nyomja össze, miáltal a deformáció hatására a szabaddá váló szelepnyíláson keresztül áramlik be a víz az itató csészébe. A gumirugós szelep elvi ábráját szemlélteti a *432. ábra.*

A gumis szelepekkel a korrózióveszélyes acélrugót lehet helyettesíteni. A különböző szelep megoldások vízszállítása eltérő, amint azt a *433. ábra* is szemlélteti.

A kívánt vízhozam – a szelep megoldástól függően – a szükséges hálózati nyomással módosítható. Gyakori hiányosság, hogy az itatóberendezések csatlakozó vezetékhálózatát rosszul méretezik. A kisebb átmérőjű vezetéken – csúcsfogyasztási időszakban – a hálózati nyomásveszteség miatt az itatók vízhozama nem lesz elegendő. Ilyen itatói rendszereknél célszerű a hálózatot az egyidejű vízfogyasztásra méreteznl.





433. ábra. Szelepek vízszállítási görbéi

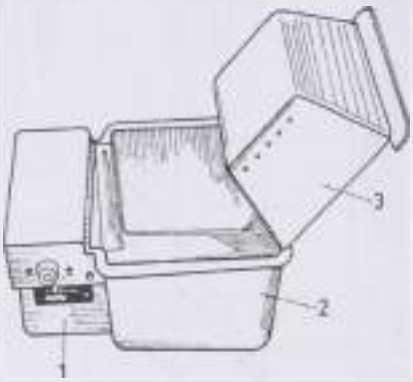
Állandó vízszintű önitatók

A passzív itatók csoportjába tartoznak, mert működésüket az itató vízszintjének változása biztosítja. A kis vízigények esetén a csészés változatok használatosabbak, amelyek átlagos űrtartalma 3,5–6,0 liter. Főbb típusaik:

- közlekedőedényes,
- úszószelepes,
- súlyelzárós.

A közlekedőedények elvén működő egyedi önitatócsészék a közös táptartályból kapják a vizet. Az azonos vízszintet a táptartályokban lévő, úszóval ellátott szelep tartja a kívánt értéken. A csészék csatlakozásánál – a csészék közötti vízáramlás megakadályozására – lábszelep is elhelyezhető.

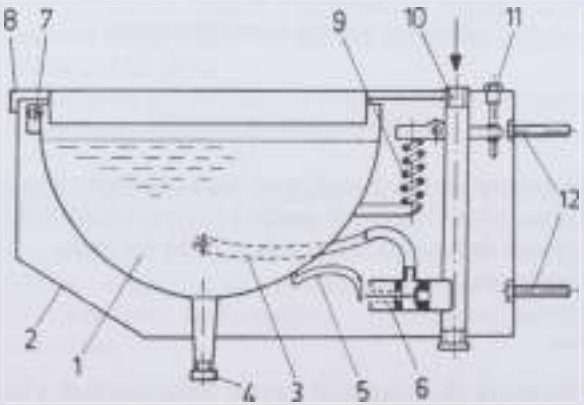
Az úszószelepes csészés önitatóknál (vö.: 428. ábra) a csészében a víznívót az úszó helyzetének változtatásával lehet beállítani. A szelep vízáteresztő képessége a szelepülés betétjének cseréjével változtatható. Szelepeit nem terheli közvetlen mechanikai igénybevétel, mivel az úszó a szeleppel – védetten az állatoktól – külön térben van elhelyezve. Itatóterükben nincs olyan szerkezeti elem, amely a gyors tisztíthatóságot akadályozná. A juhok vízellátására használatos olyan passzív itató változat is *(434. ábra)*, amelynek tartozéka a csészéből kiemelhető tisztító betét.



434. ábra. Szinttartásos juhönitató
(*1* szintszabályozó háza, *2* itató csésze, *3* betét)

Típustól függően, egyes megoldásoknál a magas hálózati nyomás mérséklésére nyomáscsökkentő közbeiktatása is szükséges lehet.

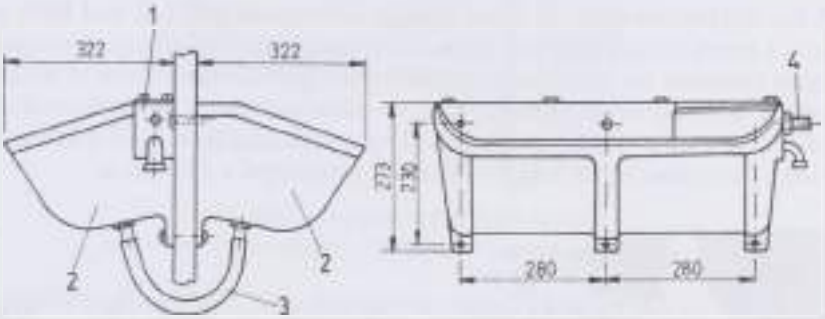
A súlyelzárós önitató-csésze egy változatát a *435. ábra* szemlélteti, melynél a csészében lévő víz tömege képezi a szelep zárásához vagy nyitásához a működtető erőt.



435. ábra. Súlyelzárós itatócsésze
(*1* csésze, *2* burkolat, *3* feltöltőcső, *4* leeresztő-dugó, *5* szelepkar, *6* szelep, *7* csukló, *8* karima, *9* kiegyenlítődugó, *10* csőcsatlakozás, *11* vízmennyiség-szabályozó, *12* rögzítőcsavar)

A csésze külpontosan van felerősítve. A csésze és víz együttes súlyával hat a szelepre, de szerepet játszik a kiegyenlítő rugó erejének az előfeszítettsége is. A víz nivóját a rugó előfeszítéssel lehet állítani. A csésze tisztítása a leeresztődugó eltávolításával egyszerűen és gyorsan végrehajtható. A szabad vízfelületről a természetes ivási mód bármely oldalról lehetséges. A fentiek miatt lovak itatására a használata különösen előnyös.

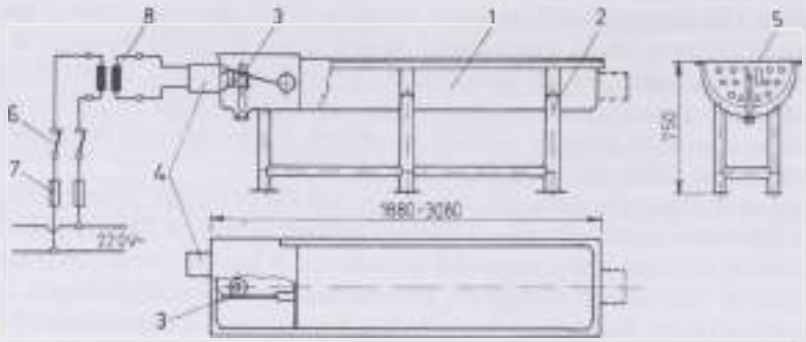
A nagy vízterű passzív itatóknak szintén számos változata van. Eltérő jellemzőiket a felhasználásbeli igények sokfélesége határozza meg. A 20–250 l közötti űrtartalmuk azonban utal a csoportos használatra. A kisebb terűek (20 l) általában csészés változatban készülnek. Használhatóságuk, variálhatóságuk így szélesebb körű lehet. Esetenként, karámokban ikerváltozata is használatos *(436. ábra)* közös hálózati csatlakozással. A csészéket hátlapjukkal összefordítva szerelik fel a válaszfal korlátjára. Szintszabályozásuk úszós–szelepes megoldású. Hasonló, mint az előzőkben ismertetett úszós változat.



436. ábra. Ikerváltozatban szerelt szintszabályozós csoportos önitató
(*1* úszóház, *2* csészék, *3* összekötő és víztelenítő tömlő, *4* hálózati csatlakozó)

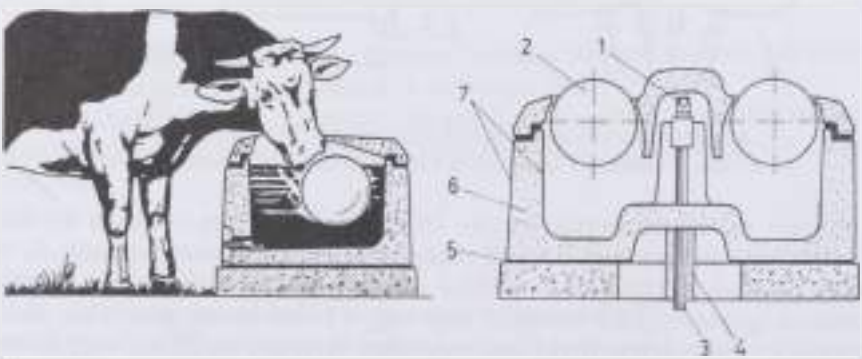
A nagy vízterű csoportos passzív itatók másik formája a vályús kivitelű. Úszóját és a szelepet vagy a vályú végén vagy középső részén helyezik el, védetten a külső, mechanikai hatásokkal szemben. Felállításuk helye a kötetlen tartáshoz igazodóan lehet az istálló vége vagy a kifutó karám azon része, ahol a csurgalék víz elvezetése rövid úton megoldott. A nyitott istállóban vagy karámban történő elhelyezés esetén befagyás veszélye miatt feltétlen gondoskodni kell a berendezés fagymentesítéséről, ill. temperálásáról is. Ilyen rendszerű, temperálásra is alkalmas csoportos itatót szemléltet a *437. ábra.*

Az itatót a mechanikai behatásoktól csőkorláttal célszerű védeni. A temperálásra villamos áram használata a szokásos mód. A fűtés megoldások közt van olyan változat, amikor az üvegszálas erősítésű műanyag vályú falába, két műanyag réteg közé kerül a grafitos „ellenállás" szövete, amelynek a 24 V-os fűtése érintésvédelmi szempontból – csak biztonsági transzformátorról működtethető. Létezik azonban 220 V-os fűtőpatronos megoldás is. A patron, a szintszabályozó és hőfokszabályozó ekkor az állatoktól leválasztott víztérben kell, hogy legyen.



437. ábra. Temperált vizű önitató
(*1* poliészter vályú, fűtőszövettel, *2* állvány, *3* úszószelep, *4* villamos csatlakozódoboz, *5* perforált válaszlemez, *6* kapcsoló, *7* biztosítékok, *8* transzformátor)

A víz hővédelme miatt az ilyen itatókat hőszigeteléssel is el kell látni, ami nyáron a gyors felmelegedéstől, télen a hőveszteségtől védi a vizet. A csoportos kötetlen tartásban ma már újabb megoldású energiatakarékos itatók is léteznek. Közöttük található olyan változat, amely – fűtés nélkül – a jó hőszigetelésével akadályozza meg a vízhálózatból érkező víz gyors lehülését, kellő vízforgalom mellett a befagyást. Ilyen itató elvi vázlatát szemlélteti a *438. ábra.*

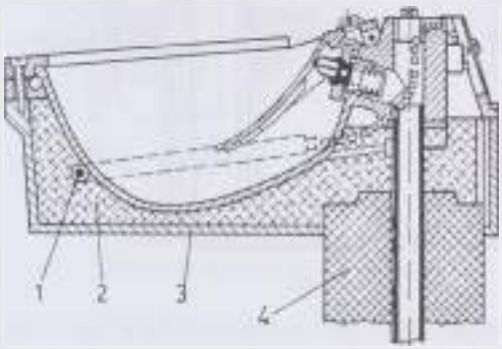


438. ábra. Labdafedelű, állandó vízszintű önitató
(*1* szintszabályozó, *2* szűj nyílászáró labda, hálózati csatlakozás, *4* hőszigetelés, *5* tömítő szalag, *6* uretánhab, *7* polietilén burkolat)

Az itató polietilénből fröccsöntéssel előállított, zárt, duplafalú edény. A falak között uretánhab szigetelés található. A víztároló felső részét egy jól záródó fedél takarja, amelynek itató nyílásaiba – használaton kívül – labdaszerű záróelem illeszkedik. Az állatok a gömb lenyomásával juthatnak csak a vízhez. Zárt helyzetében a záró gömb a felszíni párolgási hőveszteséget akadályozza meg. Az itató vízszintjét úszós szintszabályozóval lehet beállítani. A talajból érkező csővezetéket ugyancsak hőszigetelni kell. Vízterük a gyakorlati igények-

hez igazodva tág határok közt változik. Egy oldalas ill. ikresített változattal, oldalanként akár 3 itató hellyel is készülnek. Ennek függvényében vízkapacitásuk 4–400 liter között módosul. A kellő vízforgalom érdekében fontos a minimális állatlétszámot, ill. napi vízigényt figyelembe venni.

A temperált vizű csészés önitatók beépített fűtésükkel biztosítják erősebb lehűlésnek kitett helyeken is a fagymentes állapotot. A fagyvédelmet általában villamos fűtéssel és ezt kiegészítő hőszigetelésekkel érik el. A gazdaságos áramvételezés céljából a fűtést (termosztát) automatika ki-be kapcsolja. Ilyen megoldású csészés önitatót szemléltet a *439. ábra.*



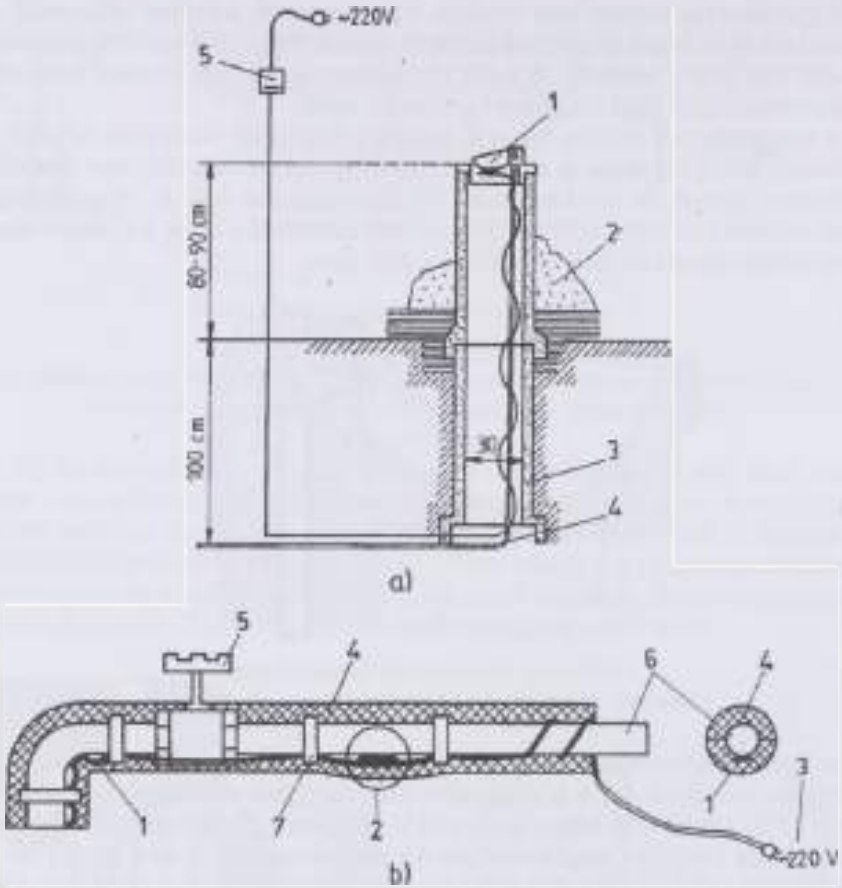
439. ábra. Temperált vizű szelepes önitató
(*1* fűtőtest, *2* hőszigetelés, *3* burkolat, *4* vízvezeték szigetelése)

A fűtésre újabban speciális fűtőkábel is szolgálhat, amit – a csészét ellátó – csővezetékre csavarnak fel. A közbeiktatott hőérzékelő automatika 5 °C-nál kapcsol be és 15 °C elérése után kapcsolja ki a 24 V-os fűtést. A fűtőkábel különböző teljesítményekre készül és megvásárolható a kereskedelemben. A *440. ábra* a hő- és mechanikai védelem egy lehetséges változatát is bemutatja, de a szabadban vezetett vízcsövek fagymentesítésére és hőszigetelésének megoldására is példa.

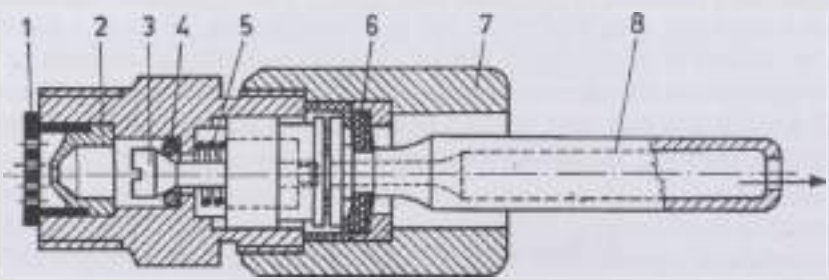
Szopókás önitatókat főleg sertések, borjak és növendék állatok, egyedi, ill. csoportos itatására használnak. Előnye a kis helyigénye és a mindenkori friss víz szolgáltatása, mivel közvetlenül vagy nyomáscsökkentő közbeiktatásával csatlakozik a hálózatra. Tisztogatást nem igényel. Elhelyezésekor – az elcsurgó vízre is gondolva, – az itató helyét úgy kell megválasztani, hogy az a fekvőhelyet ne áztassa el. A szájüregből történő elcsurgás mérséklésére célszerű az itató magasságát az állatok marmagassága felett 15–20 cm-rel kijelölni. Ekkor az állat a szájüregbe jutó vizet felemelt fejtartással, zavartalanul tudja lenyelni. A szopókás itatók egy változatát szemlélteti a *441. ábra.*

Az önitatók felszerelése és használata

Az önitatók üzemeltetésének alapvető követelménye a tisztaság. Ebből fakad az az igény, hogy rendszeres tisztán tartásukat egyszerűen és gyorsan lehessen el-



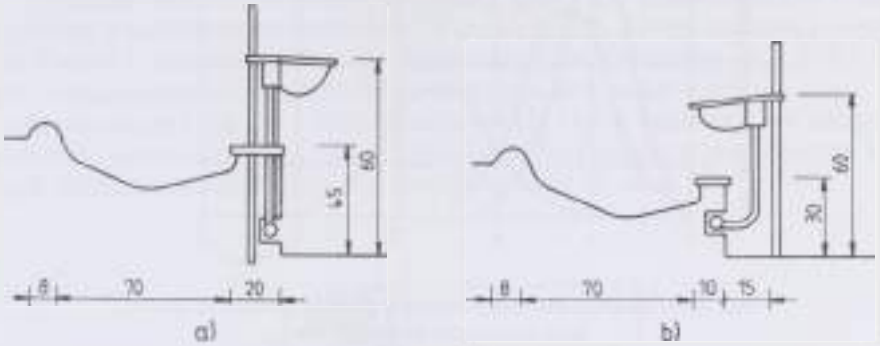
440. ábra. Fűtőkábeles fagyvédelem
(*a*) *1* itató, *2* trágya, *3* beton cső, *4* vízvezeték, *5* transzformátor;
b) *1* fűtővezeték, *2* thermosztát, *3* hálózati feszültség, *4* szigetelés, *5* elzáró szelep, *6* vízvezeték, *7* vezeték rögzítő szigetelő gyűrűk)



441. ábra. Szopókás itató borjak részére
(*1* szűrő, *2* kalibrált betét, *3* szelep, *4* O-gyűrű, *5* rugó, *6* gumimembrán, *7* szeleptest, *8* szopóka)

végezni. Évégből zománcozott, a megtapadó szennyeződésektől védett belső felületeiknek jól hozzáférhetőknek kell lenniük.

Kötött tartásban – a kialakult gyakorlat szerint – az állásrendszertől függően a jászolrácsra vagy a jászol oldalára szerelik az itatócsészéket *(442. ábra)*.



442. ábra. Az önitatók felszerelése
(*a*) hosszú és közép, *b*) rövid állásban)

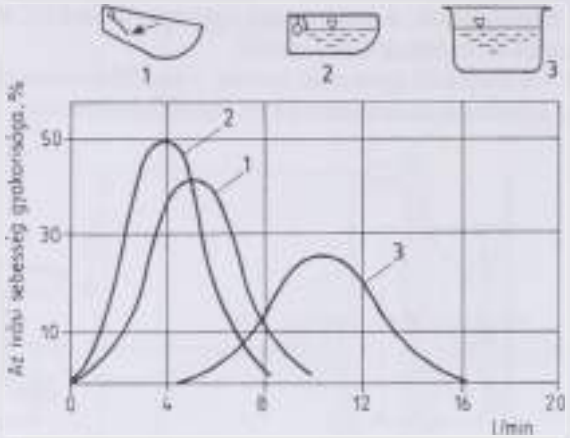
A vízvezeték alsó vagy felső elhelyezése a helyi adottságoktól függ. A felső vezeték elhelyezés megkönnyíti a csatlakozást, egyszerűbbé teszi a karbantartást, de a helytelen szerelés az állatok vagy a csatlakozó vezetékek sérülésével járhat.

A vízellátó vezetékhálózat zárt nagynyomású vagy nyílt kisnyomású rendszerben csatlakozik az önitatókhoz. Hidroglóbuszról táplálva 150–250 kPa, hidrofor esetén 150–600 kPa a szokásos hálózati nyomás.

A szelepes önitatók közvetlenül csatlakoztathatók a nyomóvezetékekre. Az önitatókat ellátó vezeték célszerű mérete az egyidejűleg használt itatók számától, tehát a tartásmódtól, a takarmányozástól stb. függ.

Nyílt kisnyomású vezetékhálózat esetén az épületben felszerelt táptartály 20–30 kPa nyomással szállítja a vizet az önitatókba. Ezért a vízutánpótláshoz megfelelő vezeték-keresztmetszetet és szelepfuratot kell biztosítanunk. Különösen a nagy hozamú fejőstehenek – a takarmányozástól is függő – vízigényének maradéktalan kielégítése fontos. Az ivóvízfelvétel ritmusára jellemző, hogy a csúcsfogyasztás a takarmányozási idővel összefüggésben jelentkezik. A hazai vizsgálatok alátámasztják, hogy a vízfogyasztás kielégítő vagy elégtelen voltát főleg az itatóberendezés technikai jellemzői határozzák meg. A nagy vízterű csoportos önitatóknál mért vízfogyasztáshoz képest (ezt tekintjük ideálisnak) a szelepes és a különböző szintszabályozós önitatókban 15–25%-kal kisebb fogyasztás mutatkozott. Ez a tejtermelést is befolyásolja. A vizsgálatok szerint 8–16%-kal csökkentette az állat tejhozamát. A szelepes és szintszabályozós itatók e hibájának okát többnyire a vízutánfolyás elégtelenségében kell keresnünk *(443. ábra)*.

Az egyes görbék a különböző hazai itatóknál mért ivási sebességek gyakoriságát szemléltetik, számítógépes analízissel illesztett görbék segítségével. Lát-



443. ábra. Holstein-fríz tehén vízfogyasztásának gyakorisági görbéi különböző itatók használatakor

ható, hogy a legkisebb ivási sebesség a szintszabályozós itatócsészénél adódott, de a nyomószelepes berendezés sem biztosította a nagy vízterű itatókra jellemző ivási feltételeket. A kisebb ivási sebesség miatt a szükséges napi vízmennyiség csak gyakoribb ivással biztosítható. Így az állat kevesebbet pihen. Az itatók környezetében nagyobb lesz a mozgás, ami az állatcsoport zavarását jelenti. A nagyobb vízterű itatóból a vízfelvétel kiegyenlítettebb. Rövidebb időt vesz igénybe, s ezt a nyári klíma sem befolyásolja.

Sertésönitatók

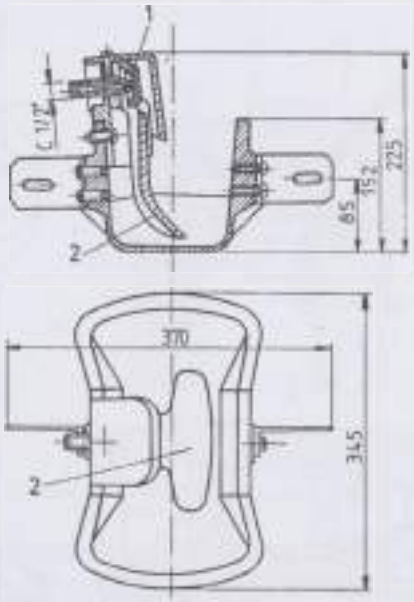
A hagyományos vályús itatással szemben a sertéstartásban is a csészés önitatók tekinthetők megfelelőnek. A vályús itatás higiénés szempontból csoportos itatásnak tekintendő, és csak ott alkalmazható, ahol a folyékony takarmányozás miatt egyébként is használatos vályús etetés. A sertéstartásban is kívánalom a mindenkor hozzáférhető előírt tisztaságú és hőmérsékletű víz biztosítása. E feltételeket csak a szelepes itatók szolgáltatják, ha vízhozamuk az ivási sebességi igényekkel összhangban van. Ez a malacok esetében – 25 kg-os korig 0,25–0,8 l/min, süldőknél és hízóknál 0,8–1,5 l/min, kocáknál, ill. nagytestű tenyészállatoknál 1,5–2,0 l/min. A sertések napi vízigénye a takarmányozás módjától – száraz vagy nedves – is függő tényező. Száraz takarmányozás esetén ez az igény a takarmány mennyiségének 4–5-szörösével vehető számításba.

Vályús itatásnál az etető vályúkat töltik fel vízzel az etetést követően, majd a maradékot leürítik a következő etetés előtt. A töltés végrehajtható egyszerűen kézi, tömlős módszerrel. Csővezetékes takarmány kiosztási rendszereknél a moslék kiosztó csőhálózatot használják fel e célra. Lényeges követelmény, hogy etetés előtt a maradék vizet mindenkor leürítsék.

A szélesebb körben követett száraz takarmányozású tartási rendszerek általában aktív önitatókkal biztosítják – a tartás különböző fázisaiban – az ivóvizet. Az itatók kivitele lehet csészés, vagy szopókás megoldású. Ebben a férőhelyi adottságok döntőek. Elletőkutricákban, és battériás (malac, süldő) tartásnál a kisebb helyigényű szopókás itató változatok használata a gyakoribb.

A csészés önitatók működési elvükben, szerkezeti kialakításukban megegyeznek a szarvasmarha-önitatókkal. A csésze alakja, mérete azonban a sertés viselkedési és anatómiai jellemzőit figyelembe veszi. Űrtartalma kb. 1,0–2,5 liter, a víz szennyezését zárófedél vagy a csésze sajátos alakja gátolja.

Az ikercsészés önitatót a hízó sertések kocák, kanok számára a két kutricát elválasztó rácsra szerelik. A nyomónyelv kialakítása lehetővé teszi, hogy az állatok mindkét kutricából egyaránt használhassák *(444. ábra)*.

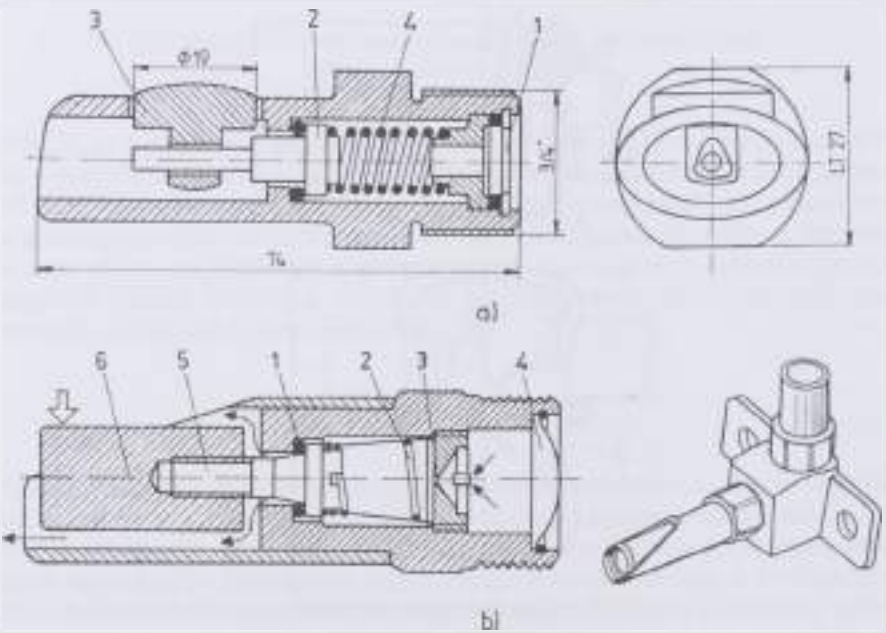


444. ábra. Ikercsészés sertésitató
(*1* gumi, *2* nyomónyelv)

A *445. ábra* olyan korszerű malacitatót mutat, ahol a csészébe a cső alakú nyomónyelv fröcskölés mentesen vezeti a vizet. Az eltérő hálózati nyomáshoz cserélhető szűkítőbetéttel illeszthető az itató szelepe. A működtető nyelv csuklós ütközésű, felhajtásával a csésze tisztítható.

Az állat szájába bevett szelep – az itatócső – és szelep nyelvének összeharapásával működik. Ekkor a szűrőn áthaladó víz a szelepülék mellett a szopócsőbe áramlik, onnét az állat szájába folyik. A szopókán kiáramló víz mennyiségét szabályozni kell, hogy az állat folyamatosan lenyelhesse *(446. ábra)*. E vízmennyiséget az itató tartozékát képező szűkítőbetéttel lehet módosítani. Rend-

445. ábra. Csőszés malacitató



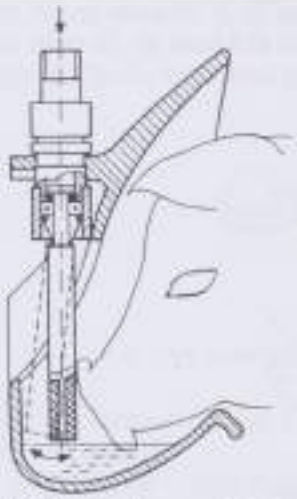
446. ábra. Szopókás sertésitatók
(a) 1 vízhálózati csatlakozó, *2* szelep, *3* „harapó" betét, *4* rugó,
b) 1 tömítőgyűrű, *2* rugó, *3* szűkítőbetét, *4* szűrő, *5* szelep(nyelv)

szerint a szűrőbetéttel együtt cserélhető. A szelep vízátbocsátása 100–150 kPa-os hálózati nyomás között 2,8 mm-es átmérőjű betétnél 0,7–0,9 l/min, 4,2 mm-es átmérőnél ez 1,0–1,2 l/min. Kezelést, karbantartást esetenként csak szűrők tisztítása jelent. Felszerelésüknél két lényeges szempontot kell figyelembe venni. A víz elcsorgás miatt célszerű, ha az itatókat a trágyagyűjtő csatorna közelébe szerelik, hogy ezáltal mérsékeljék a fekvőtér elnedvesítését és az istálló pára

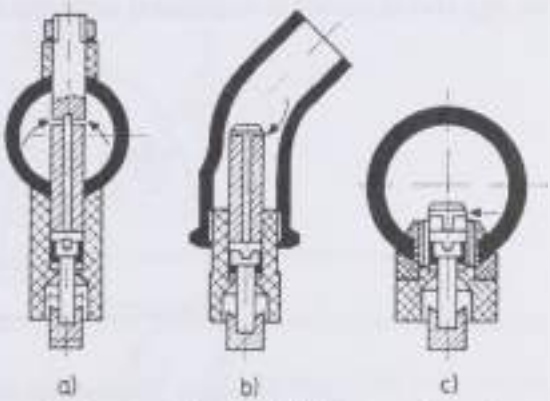
terhelését. Az újabb önetetős száraztakarmányozási rendszereknél a szopókás, szelepes itatókat az etető tálca fölé szerelik, vagyis része az önetetőnek.

Ennek révén az állat evés közben – helyváltoztatás nélkül – hozzájuthat az ivóvízhez. A kicsurgó víz a fogyasztott takarmányt nedvesíti. Az ilyen etető rendszereknél gyakorlatilag megszűnik az itatói víz vesztesége (a megoldást l. az önetetőknél.

A szopókás itatók legújabb fejlesztésének tekinthető az a szelepes megoldás, amit „sokoldalú" szelepnek is neveznek, mivel a szelepszár tetszőleges irányú félre billentésével nyitható a szelep. Csészés önitatóba vagy önetetőbe szerelve ezt a műveletet az állat elvégzi az orrával, akkor amikor a süllyedő víznívót követi ill. a takarmányt keresi. Sertésönitatóba szerelt változatot a *447. ábra* szemléltet.



447. ábra. Szelepes sertésönitató



448. ábra. Szopókás önitatók hálózati csatlakoztatása

Szopókás önitatók hálózati csatlakoztatására néhány megoldást mutat be a *448. ábra.*

Az *a* esetben csővezeték keresztül fúrásával lehetséges a csatlakozás, *b* változat 45°-os könyök által, míg *c* esetben egy műanyag közdarab biztosítja a menetes csatlakoztatást.

Baromfiitatók

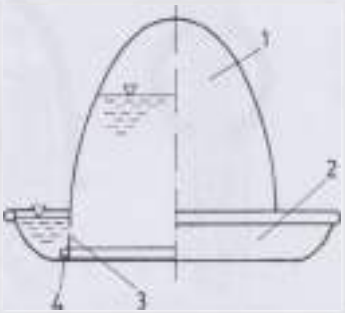
A gyakorlatban használt itatók ugyancsak felosztható passzív és aktív változatra. Az egyes megoldások használhatóságát megszabja az alkalmazott nevelési vagy tartási mód. Emellett az állatok fajtájának, korának is befolyása van az alkalmazható vízellátási rendszerre. A víz minőségi igényére vonatkozóan az előírások azonosak a már korábban leírtakkal. Eltérés inkább a vízmennyiségben van, az eltérő testtömeg és ivási szokások miatt.

A napi vízszükségletet jelentősen befolyásolja – a napi takarmány felvétel mellett – a környezeti hőmérséklet is. Közismert, hogy baromfitartásban a tartás kezdeti szakaszában magas környezeti hőmérsékletet igényelnek az állatok, de húscsibe esetén a tartás végső fázisában is.

Mélyalmos tartás itatóberendezései

Az állomány e tartási módnál az almozott istálló padozatán tartózkodik. Ebből eredően mind az etető mind az itató rendszert úgy kell elhelyezni, hogy ahhoz az állatok – koruktól, nagyságuktól függetlenül – hozzáférjenek.

A vákuumos önitató főként csibék itatására szolgál. Alumíniumból vagy műanyagból gyártják 2, ill. 6 literes kivitelben. 1–3 hetes ill. 3–20 hetes csibék itatására használják. A kalapszerű tartályból és vályúból álló itató 30–50 csibe itatását biztosítja a napi rendszeres feltöltés mellett. Az itató *(449. ábra)* két részből, egy alsó tányérból és arra ültetett tartályból áll.

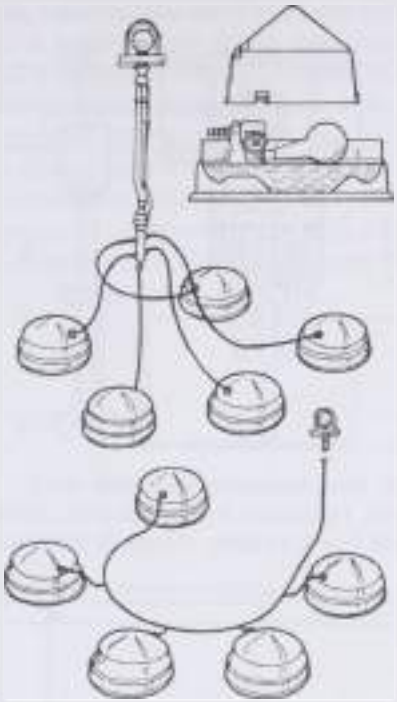


449. ábra. Vákuumos baromfiitató
(*1* tartály, *2* körvályú, *3* légbeeresztő furat, *4* záróperem)

A tartály feltöltését követően a tányér lefedésével fordítható üzemi helyzetbe az itató. A tartályból az itatói részbe mind addig áramlik a víz, amíg az oldali furata fölé nem emelkedik. A légbeszívó furat helyzete határozza meg a körvályúban lévő vízszint magasságát. Padozatra helyezve alacsonysága miatt a napos korú csibék is akadálytalanul használhatják. Fontos naponként az itató kitisztítása és feltöltése friss vízzel.

Padozatra helyezhető szintszabályozós itatót szemléltet a *450. ábra.*

Alacsony építésű, vezetékes hálózatról üzemel, a víznívója – az úszó helyzetével – módosítható. Használata napos korú állománynál előnyös. Elmarad a napi kézi töltés művelete. A padozatra helyezett itatók használatának egyik nagy hátránya, hogy az ivóvíz szennyeződése nem kerülhető el. Az állatok természetes mozgásukkal, trágyával, alommal szennyezik. Ha van az itatónak magasság állítási lehetősége, úgy ez a probléma mérsékelhető. E tekintetben célszerű ha kizárják az állatok „feltelepedésének" a lehetőségét. Az itatók helyes magassági helyzetére nézve általános irányelv, hogy az egy szintben legyen az



450. ábra. Szintszabályozós, körvályús itató, variálható üzemeltetéssel

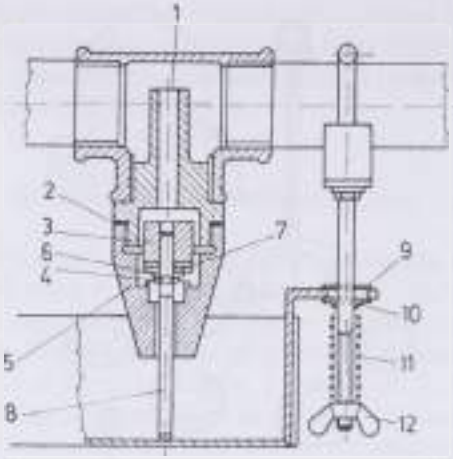
állatok hátmagasságával. A magasságot az állomány növekedésével összhangban kell emelni.

A szakaszolt vályús itatóknál ezt az igényt a vályúk függesztő rendszerével könnyedén módosítják úgy, hogy az egész itató vályú sort kézi csörlővel tetszőleges magasságig emelhetik. Állomány váltásakor a mennyezetig felemelve könnyítik meg az istálló takarítását.

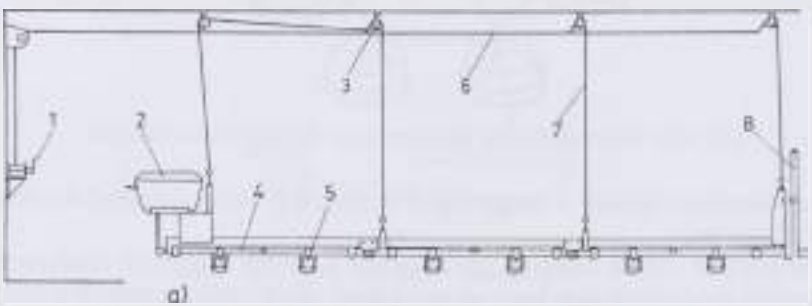
Az itató modul elmeit képezi a 6 m hosszú 1"-os horganyzott vízcső, amelyre mint tartóra van rögzítve a 4 m hosszúságú itatóvályú. Minden vályúhoz tartozik egy-egy szelep *(451. ábra)*, amely a vályú víznívóját – a beállított szinten – automatikusan tartja.

Istálló hossztól és az állomány darab számától függően e modulelemek egymáshoz kapcsolva majd a szintszabályozóval ellátott napi tartályhoz csatlakozva biztosítják az állatok vízellátását. Vályús itatásnál 1 fm vályú 100–150 db növendék állatnak, ill. 70–100 db tyúknak elegendő. A csibék gerincvezetékre ülését megakadályozza a cső fölött végigfutó elektromos vezető, amely kapcsolódik egy villanypásztoros készülékhez. A 120 l körüli napi tartály alkalmazásával lecsökkenthető a hálózat nyomása, valamint teremhőmérsékletre temperálható lesz a víz, ill. gyógyszer bekeveréssel az időnként szükséges gyógykezelés is megoldható.

Cseppitatók *452. ábra* szerinti elrendezésével az ivóvíz szennyeződése minimális.



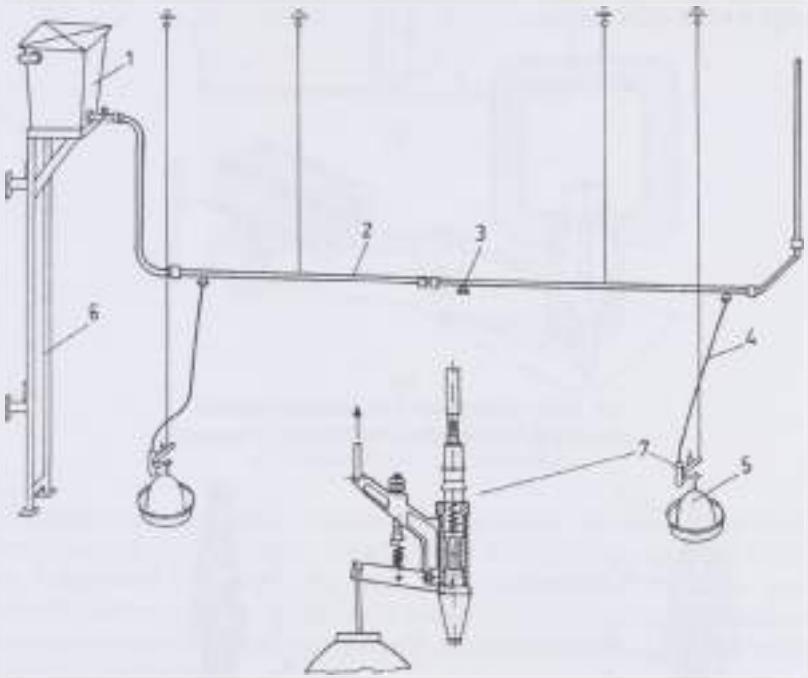
451. ábra. Szakaszolt vályús itató szelep
(*1* csatlakozócsonk, *2* tömítés, *3* szelepsüly, 4 hatlapfejű anya, *5* szelep, *6* alátét, *7* tömítés, *8* szelepszár, *9* tartó, *10* alátét, *11* rugó, *12* szárnyasanya)



452. ábra. Emelhető cseppitató-vonal
(*a) 1* emelő csörlő, *2* víztartály-nyomásszabályozó, *3* tartócsiga, *4* vízvezeték, *5* cseppitató-felfogó csészével, *6* sodronykötél, *7* műanyag kötél, 8 légtelenítő-nivó ellenőrző *b)* itató-elem)

Az utócsöpögésből, elcsurgásból eredő padozat eláztatást mérsékli a szelep alá helyezett csésze. A metszeti kép (b) az itató-elem felépítését szemlélteti. Működésekor az állat a szelepből kinyúló aktiváló rudacskát billenti ki csőrével, hogy arról a kiült vízcseppet elfogyaszthassa és helyébe újabb csepp váljon ki. Az adagolás intenzitása az elosztó gerincvezetékben uralkodó nyomástól függ. Módosítását az állatok korához igazodóan a rendszer elején lévő nyomáscsökkentő szintszabályozó biztosítja.

Az alapvezeték nyomása a rendszer végén lévő légtelenítő cső vízszintjével ellenőrizhető. Egy-egy itatóra ajánlható brojler csibe száma 20–25 db.



453. ábra. Pisztolyszelepes itatóvonal
(*1* víztartály, *2* gerincvezeték, *3* csatlakozó csonk, *4* PVC tömlő, *5* köritató, *6* állvány, *7* pisztolyszelep)

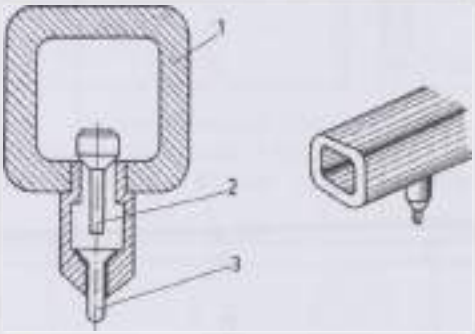
Pisztolyszelepes köritatás elvi felépítését a *453. ábra* szemlélteti.

Az itatóvonalak hosszát, számát és az alkalmazandó köritatók mennyiségét az istálló típusa, a telepítés sűrűsége szabja meg. A 40 cm átmérőjű műanyagból készült itató 100–150 db csibének, ill. 100 db tyúknak ad elegendő itatóhelyet. A köritató, az alacsony nyomású előtét (napi) tartályra kapcsolt elosztó hálózatról üzemeltethető. Egy-egy itató egység a kör alakú itatóedényből, a rugós szelepből, a csatlakozó tömlő vezetékből és a magasság állítást is biztosító függesztő szerkezetből áll. A függesztett rugós szelep működését az itatóedény és a rugóerő együttesen vezérli. A szelep kettősműködésű, önzáró. Ha ugyanis az itatóedényt tiszti-

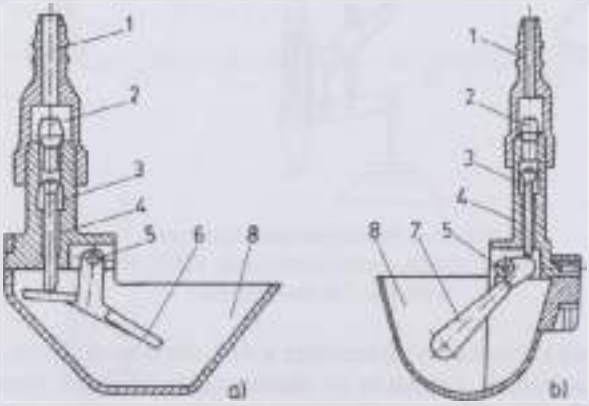
táskor leveszik az emelőkarról, a felső szelep a hálózati nyomás hatására elzáródik. Az alsó szelepet az edény és a benne lévő víz együttes tömege tartja lezárt helyzetben. A víz mennyiségének csökkenésével a szelep kinyit, majd lezár, ha a vízhiányt pótolta. Az itatóban a vízszint a rugóerő változtatásával állítható be.

A ketreces baromfitartásnál rendszerint egy vagy több szinten, egymás mellett lévő ketrecekben tartott állatok számára kell az ivóvizet biztosítani. Az itatók méretnagyságára nézve a ketrecek szűkössége mérvadó szempont, csak is a kis helyigényű aktív vagy passzív itatók használata lehetséges.

Az előzőkből már ismert csepegtetős szelep alkalmazásánál a ketrecsoronként végig futó gerincvezeték, és ketrecenként lecsatlakozó egy-egy itatószelep biztosítja a vizet *(454. ábra)*.

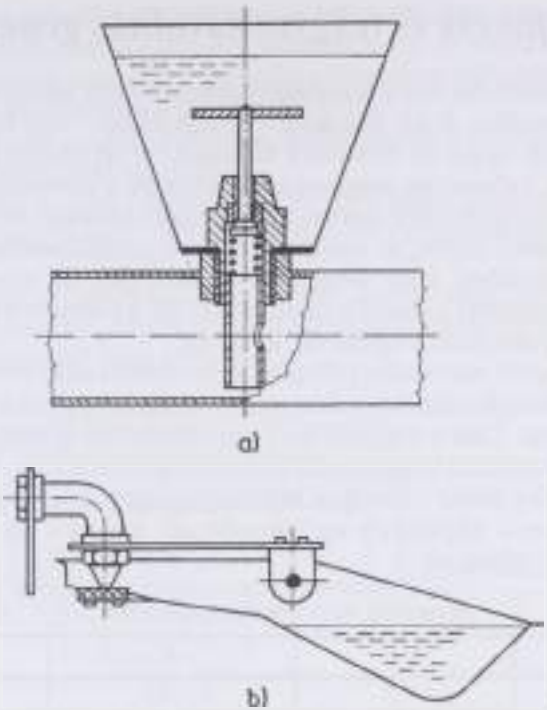


454. ábra. Csepegtetős itató ketreces tartásnál
(1 műanyag gerincvezeték, *2* felső szelep, *3* szeleptű)



455. ábra. Súlyszelepes itatók ketreces tartáshoz
a) szelepkaros, *b)* úszós *(1* csatlakozó csonk, *2* felsőszelep, *3* szeleptű, *4* szelepház a betéttel, *5* tengely, *6* szelepkar, *7* úszó, *8* csésze)

Szintenként külön-külön választott előtét tartályról táplálva, 30–40 cm-es vízoszlopnyomással üzemelhet. Ketrecen belül az itató helyének megválasztásában fontos szempont, hogy az elcsepegő víz minél kisebb rácsfelületet nedvesítsen.



456. ábra. Csészés baromfitatók
a) nyomószelepes, *b)* billenőcsészés

Vízellátásukat ugyancsak előtéttartály biztosítja. Szokásos elhelyezésük a ketrec elő- vagy hátlapja lehet. Rögzítésük a ketrec falára egyszerű feltűzéssel vagy felhúzással lehetséges. Az itatót a gerincvezetékkel flexibilis műanyag tömlő köti össze. Az ivás alkalmával a szelepkaros változatnál a kar csipdesésével biztosított az utánfolyás. Az úszósnál a szintcsökkenés az úszó közvetítésével nyitja a tűszelepet.

Az egyedi csészés önitatók *(456. ábra)* szintén kisnyomású hálózatról (nyomáscsökkentő táptartályról) üzemeltethetők. Az *a* változatnál a műanyag csészék űrtartalma csupán néhány cm^3. A baromfi a kúpos csészében lévő szelep lenyomásával juthat a vízhez, ha már a bent lévőt kiitta. A *b* változat esetén a csésze vízszintes tengely körül ellibben és a tárolt vízmennyiségtől függően nyitja vagy zárja a szelepet.

Az almozás és trágyaeltávolítás gépesítése

A koncentrált állattartás egyik legégetőbb gondja a nagy mennyiségű trágya tárolása és hasznosítása. E két feladatot – folyamatosan – úgy kell megoldania, hogy a keletkező trágya ne fertőzze a talajvizet, ne terjesszen kórokozókat és gyommagvakat, kellemetlen szagával ne szennyezze a környezetét.

A trágya nagy mennyiségű szerves hatóanyagot tartalmaz, amely a növények élete szempontjából fontos, és amelyet a talajerő-gazdálkodásban hasznosíthatunk a legcélszerűbben. Ezért olyan tartástechnológiát, ill. trágyakezelést kell kialakítanunk, amellyel a lehető legkisebb tömegű, a környezetre ártalmatlan és nagy hatóanyag-tartalmú „végtermék" képződik.

A szerves trágyák univerzális jellegűek, teljes értékű talaj- és növénytrágyák. A talaj fizikai tulajdonságaira, szerkezetére, vízgazdálkodására, a talaj életére kedvezően hatnak. Csak a megfelelően kezelt állatürülék tekinthető szerves trágyának. A szakszerűtlen trágyatárolás és kezelés a környezetre veszélyes anyagot hoz létre. Még abban az esetben is a talajbajuttatás a legfontosabb elhelyezési mód, ha nem a trágyázás a legfontosabb cél, hanem a környezetkárosítás csökkentése *(20. táblázat)*.

20. táblázat. Az ürülék tápanyagtartalma, %

Állatfaj	N	P	K
Szarvasmarha	0,4–0,5	0,1–0,2	0,4–0,8
Sertés	0,5–1,3	0,1–0,15	0,3–0,4
Baromfi	0,2–0,8	0,2–0,5	0,2–0,5

A különböző állatfajok ürülékének mennyisége naponta kiteszi saját testtömegük 5–10%-át. Az ürüléket bélsár és vizelet alkotja, szárazanyag tartalma 6–17% között van. Mind a keletkezett ürülék mennyisége, mind pedig összetétele az állatfaji meghatározottságon túl nagyban függ a tartási körülményektől, az etetési és itatási feltételektől. Az ürülékhez hozzáadódik az ún. csurgalékvíz mennyisége is. A tartási módtól függően beszélhetünk almozásos és alom nélküli technológiákról.

Az almozás módja és mértéke szerint a telepen szilárd-almos, híg-almos és hígtrágya keletkezik. E háromféle trágya-halmazállapot a kötött és kötetlen tartási rendszerben egyaránt előfordul.

A folyamatosan keletkező trágya közvetlenül csak szakaszosan és az év kisebb hányadában hasznosítható a mezőgazdaságban. Ezért a trágya átmeneti tárolásáról és viszonylag rövid idejű kiszórásáról kell gondoskodnunk.

Az almozás gépei

A **szálas szalma** használata esetén a kazalmarkolóval, rakodóvillával történő megbontását követően az anyagot önürítős pótkocsiba rakják. A pótkocsi oldalkihordóval szerelt változata az istállóban képzett almozott állásokra üríti a szal-

mát *(457. ábra)*. Az istállónak ehhez megfelelő szélességű pótkocsi által járható úttal kell rendelkeznie. Az almozott felületeknek az út mellé kell esnie.

A kötött tartásban a napi 4–5 kg/tehén alomszalma behordása és elteritése 1,0–1,5 min/tehén kézi munkát igényel.

Mélyalmos tartási módnál a pótkocsi ürítése hátrafelé történik az egyenletes nagy vastagságú terítés biztosítására.

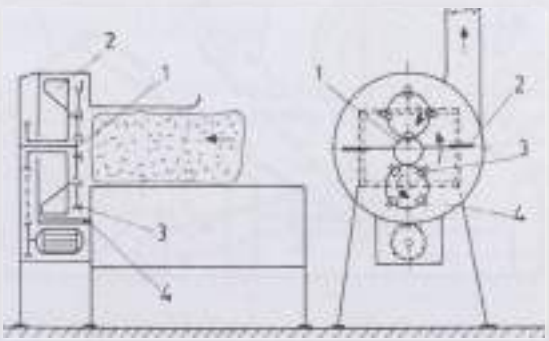
Kötetlen tartásban – ha a trágyaeltávolító berendezés elhelyezése és az istálló kialakítása lehetővé teszi – a szecskázott alom traktorvontatású pótkocsikból is kiszórható.

A pihenőbokszok almozására csak apritott szalma vagy fűrészpor használható. Ezeket az önüritős, oldalra adagoló takarmánykiosztó kocsik elvén működő alomszóró kocsikkal lehet kijuttatni.

457. ábra. Önüritős pótkocsi szálas szalma terítéséhez
(*1* felszedő szerkezet, *2* raktér, *3* lehordó szerkezet, *4* tépődobok, *5* oldalkihordó)

A **bálázott szalma** alomanyagként való alkalmazásához a kis- vagy nagybálák megbontására, apritására, kiosztására van szükség. A bálázott szálasanyagok apritása (darálással) azon szerkezetekkel is történhet, melyeket a darálógépek tárgyalásánál megismerhettünk.

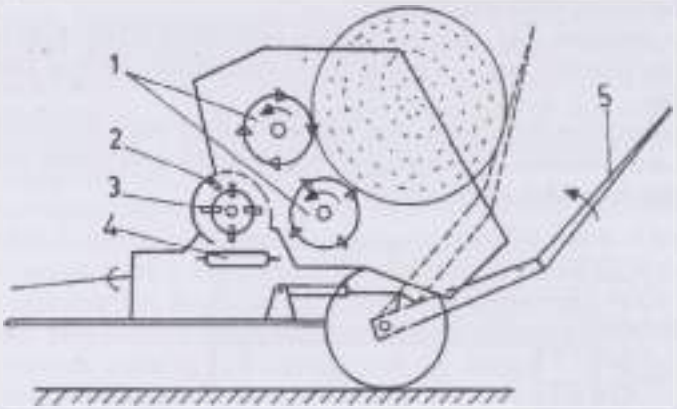
A **kisbálák** bontásához, szecskázásához felhasználható a kézi adagolású, bolygókéses bála-apritó, mely dobventilátorral is rendelkezik *(458. ábra)*.



458. ábra. Bolygókéses kisbálaapritó (BBA-S)
(*1* álló fogaskerék (napkerék), *2* dobventilátor, *3* bolygókéses apritó, *4* ellenkerék)

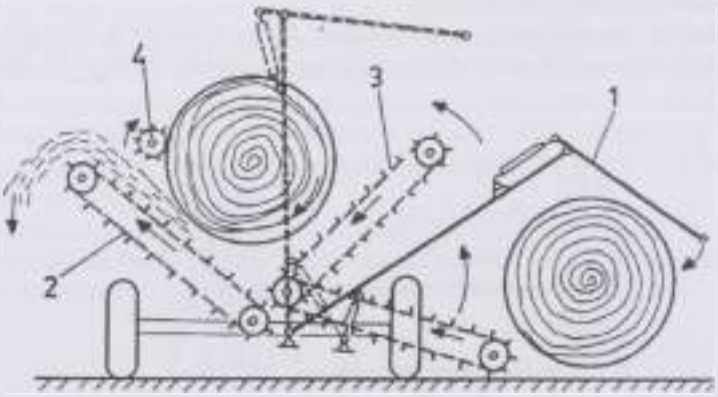
Az aprított szalma a kifúvóból önüritős kiosztókocsiba kerül, melyet szálas szalma kiosztására is használnak.

A hengeres nagybálák bontása, aprítása és kiosztása a vontatott eszközökkel történhet, melyek közül a *459. ábrán* aprítószerkezettel ellátott gép látható.



459. ábra. Vontatott bálabontó–aprító–kiosztó (BBA-5)
(*1* késes bontóhengerek, *2* aprító ellenkés, *3* aprítódob, *4* kihordószalag, *5* bálaemelő)

A hengeres bálák lebontását és kiosztását végzi a *460. ábrán* látható bálabontó–kiosztó gép. A gép két láncos léces szállítóelemmel rendelkezik, melyből az egyik hidraulikus úton lebillenthető a bála felvételéhez. A bálák felvételét hidraulikusan mozgatott felvevő kar segíti. A traktorral vontatott géppel az almozan-



460. ábra. Vontatott láncos bálabontó (M-1652)
(*1* felvevőkar, *2* fix láncos-léces bontó, *3* lenyitható láncos-léces bontó, *4* bontóhenger)

dó terület megközelíthető, a láncos bontók működtetésével (bontóhenger is alkalmazható) a bálák anyaga rétegenként lebontható, kiosztható.

Alomanyagok és jellemzőik

A szarvasmarhatartó telepeken almozásra szalma, kukoricaszár, fűrészpor és faforgács használható. A felsoroltak nem mindegyike egyformán alkalmas, mivel az alom befolyásolja a trágyakezelés alatti szervesanyag lebomlást. Optimális esetben ugyanis a kezelendő trágya-tömeg szén-nitrogén arányának 30:1-nek kell lennie. Ezzel szemben az alomanyagok a következő értékkel rendelkeznek:

- kukoricaszár 30:1,
- szalma 230:1,
- fűrészpor, faforgács 510:1.

A friss trágya sok nitrogént tartalmaz, ezért nagy széntartalmú alom használatát igényli. Ha csupán a számokat vizsgáljuk, a fűrészpor lenne e célra a legalkalmasabb. Lignin- és gyantatartalma viszont rontja fermentációs hatását. Ezért használata csak más széndús anyagok hozzáadásával javasolható. Ezért legmegfelelőbb a szalma C–N aránya. Faforgáccsal – rossz bomlási tulajdonsága miatt – ne almozzunk!

A gyakorlatban leghasználatosabb szalmaalom betakarítási, tárolási módszerei a legfejlettebbek (ömlesztve vagy bálázva).

Az ömlesztett szalmát a tábla szélére húzva kazlazzák és a felhasználás idején szállítják az állattartó telepekre.

A bálázás, a hagyományos préselő bálázókkal, vagy a nagybálázókkal végezhető. Ez utóbbiak teljesítménye lehetővé teszi, hogy az aratással egy időben a szalmát is betakaríthassuk.

Takarékos almozás esetén fontos az alomanyagok aprítása.

Alomnak legkedvezőbb a szecskázott szalma, mivel nedvszívó felülete a legnagyobb. A szalmafélék fajsúlya a tárolási magasság és a szecskázás mértékétől függően változik. A tárolótér kialakításánál az alomszalmák főbb jellemzőit figyelembe kell venni *(21., 22. táblázat)*.

21. táblázat. Alom-, ill. takarmányszalmák fajlagos tömege a tárolás alatt száraz állapotban

Megnevezés	Tárolási magasság, m	Fajlagos tömeg, kg/m³
Terített búzaszalma	6–7	80–100
Bálázott búzaszalma	6–7	120–150
Szecskázott búzaszalma (2,5 cm hosszú)	5–6	120–130
Szecskázott búzaszalma (4–5 cm hosszú)	5–6	85–95

22. táblázat. Alomanyagok fontosabb jellemzői

Anyag	Nedvszívóképesség %	Szervesanyag-tartalom, %	Saját nedvesség-tartalom, %
Szálas szalma	200–300	80	14
Szecskázott szalma	250–350	80	14
Hüvelyesszalma	250–350	77	16
Tőzeg	250–350	37	37

A tartás és a keletkező trágya jellemzői

Szarvasmarhatartás

Az almozás szempontjából almozott, alomtakarékos és almozatlan tartásról beszélünk. Az apritott anyagok felhasználásával csökkenteni tudjuk a szükséges alom mennyiségét, ami a különböző tartásmódokban a következőképpen alakul *(23. táblázat)*:

Almozott kötött tartás:
- hosszúállás napi 4–5 kg alom
- középhosszú állás napi 3–5 kg alom
- rövidállás napi 2–3 kg alom

Almozott kötetlen tartás:
- mélyalmos napi 3–6 kg alom

Alomtakarékos kötött tartás:
- rövidállás napi 1–2 kg alom

Alomtakarékos kötetlen tartás:
- pihenőbokszok napi 0,5–1,5 kg alom

Almozatlan kötött tartás:
- rövidállás gumiszőnyeggel

Almozatlan kötetlen tartás:
- pihenőboksz gumiszőnyeggel
- teljes rácspadló

23. táblázat. A trágya szárazanyag-tartalmának változása a különböző állásrendszerekben

Állásrendszer	Trágya	Szárazanyag-tartalom, %	Megjegyzés
Mélyalmos	almos trágya (érett)	35–45	
Hosszú, középhosszú állás	almos trágya	30–40	
Rövidállás (almozott)	almos trágya	25–35	
Rövidállás (alomtakarékos)	almos hígtrágya	12–20	apritott alommal
Pihenőboksz (alomtakarékos)	almos hígtrágya	6–20	apritott alommal
Pihenőboksz (almozott)	hígtrágya	4–10	

A sertés trágya (az ürülék és vizelet együttesen) 20% körüli szárazanyag-tartalmú. A csak ürülékből és vizeletből összetevődő trágyát kövér hígtrágyának nevezik. A trágya mindig tartalmaz csurgalék (pl. itatóból) és technológiai (tisztító) vizet, ezzel hígul.

Fiaztató istállókban, malac-utónevelőkben gyakran almoznak. Az alom növeli a trágya szárazanyag-tartalmát. Az alom mennyiségétől és milyenségétől (pl. szecskázott szalma, fűrészpor vagy forgács, illetőleg szálas szalma) függően ezen istállókban almos hígtrágya vagy szilárd trágya keletkezik. A szilárd trágya szárazanyag-tartalma 30% fölött van.

A trágya eltávolításának módja szoros összefüggésben van a tartástechnológiával.

Mechanikus eltávolításkor a kutricában, vagy a rekeszben keletkező trágyát egy megépített trágyacsatornába juttatják. A mechanikus berendezés innen távolítja el a trágyát az istállónál kialakított tárolóba vagy rakodólapra.

Az alom nélküli tartás szilárd burkolatú, nyitott vagy rácspadlóval fedett trágyacsatornás kutrica kialakítással, vagy teljes rácspadlós megoldással párosulhat.

A szilárd padozatot a trágyacsatorna felé 1,5–5%-os lejtéssel építik. A lejtős felületen a vizelet, a csurgalékvíz lefolyik a trágyacsatornába. A szilárd ürüléket időszakonként a trágyacsatornába söprik. Tömör padozat és rácspadlóval fedett trágyacsatorna alkalmazásakor a trágyacsatornát fedő rácspadló felső szintjét 5 cm-rel a padozat alá célszerű süllyeszteni. Teljes rácspadlós tartásnál a rekesz, vagy kutrica alatt alakítják ki a trágyacsatornát. Az alom nélküli hígtrágya eltávolítására két trágyaeltávolítási mód alakult ki:

– mechanikus eszközökkel történő trágyaeltávolítás,
– hidraulikus trágyaeltávolítás.

A sertéstartásban a főbb elhelyezési formákat a sertések etetésével kapcsolatos fejezetben már ismertettük. Az ott lévő ábrák (188. és 189. ábrák) a trágya keletkezésének lényegesebb formáit is szemléltetik.

A baromfi és a kisállattartás

A mélyalmos tartású tojó és húscsibe hizlaló istállóból csak az állomány cseréjekor távolítják el az alomanyaggal kevert trágyát. Célszerű eszköze a tolólappal felszerelt traktor, ill. a rakodógép.

A battériás tartásban a ketrec típusától, elrendezésétől függően főként a beépített trágyakihordó berendezés üzemeltetése az általános. A nagyobb állománysűrűség miatt a megfelelő belső klímaállapot csak a naponta többszöri trágyaeltávolítással tartható fenn.

Az egyszintes battériás (flat-deck) tojóházban a trágya eltávolítására a ketrecsor alatti trágyacsatornában vezetett drótkötél-vontatású kihúzó használatos (226. ábra). Hasonló módon oldható meg e művelet gépesítése a lépcsős elrendezésű két- vagy többszintes battériáknál is (225 és 228. ábrák).

A függőleges, többszintes battériák emeletenként elhelyezett eternit vagy üveg trágyagyűjtő lemezének lekotrására gumiszegélyű csörlős lapát alkalmazható. Elterjedt továbbá a végtelenített műanyag szalag működtetése, amely az egyes szintek battériái alatt mozog. A fenékrácson áthulló trágyát a szalag keresztirányú csatornába szórja, ahonnan kaparólapos szállító továbbítja a tárolóaknába [64].

A trágyaeltávolítás gépei

Rendszerét a tartási mód, a telepméret és a keletkezett trágya jellemzői határozzák meg.

Más és más gépesítés szükséges az almozott, az alomtakarékos és az almozatlan tartásban, de nem azonosak a trágyaeltávolítási lehetőségek a kötött tartásban sem.

A trágyaeltávolító gépek és berendezések az egyes állatfajok specifikus tartási igényeinek megfelelően különféle körülmények között is felhasználhatók, ezért ezeket az egyes fajoknál külön-külön nem ismételjük (pl.: szárnyaslapát, lengőlapát, kaparólánc, vagy a hígtrágyánál a szivattyúk, a leválasztók és a levegőztetők stb.)

A főbb állatfajok ürülékmennyiségéről ad képet az *24. táblázat.*

24. táblázat. Napi ürülékmennyiség (bélsár + vizelet)

Állat	Ürülék kg/db	Szárazanyag %
Tejelő tehén	30–50	12–15
Hízómarha	25–40	11–12
Borjú	4–16	8–11
Anyakoca	14–17	10–13
Hízósertés	4–7	8–10
Baromfi (tojótyúk)	0,05–0,08	15–25

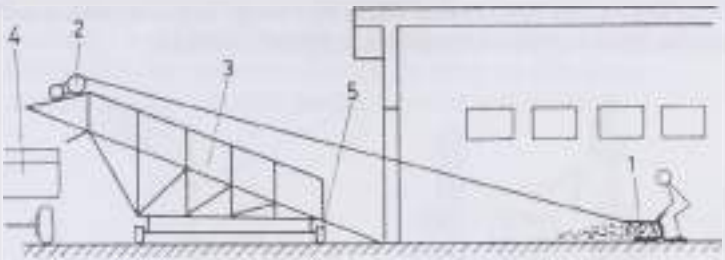
Trágyaeltávolítás kihúzószánnal

A trágyakihúzó-szánok még ma is számos (főként) szarvasmarha istállóban üzemelnek.

A berendezés a – csillekerekeken – gördíthető ferdepályából, csörlős hajtóműből és a kihúzószánból áll [79]. Működés közben egy dolgozó az 500 mm széles trágyacsatornában irányítja a szánt, amelyet a ferdepálya felső pontján elhelyezett csörlődobra csévélődő acélsodrony kötél vontat. A dobot – dörzsbetétes tengelykapcsoló közbeiktatásával – fordulatcsökkentő láncháitáson át villamos motor hajtja *(461. ábra).*

A berendezés üzemeltetése két személyt igényel. Az egyik a dob tengelykapcsolóját, a másik a kihúzószánt kezeli. A 100 férőhelyes istálló egyik trágyacsa-

tornájának tartalma három fogással távolítható el. Az üres szánt kézi erővel kell a kiindulási pontjára visszavontatni.



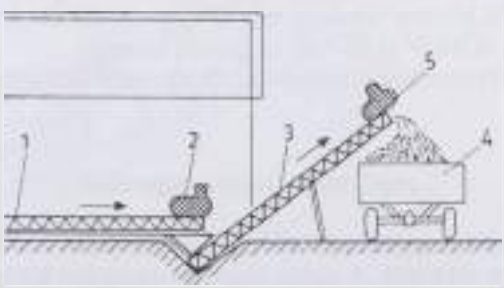
461. ábra. Csörlős trágyakihúzó
(*1* lapát; *2* csörlős hajtómű; *3* ferde pálya; *4* pótkocsi; *5* sínpálya)

Kaparóláncos trágyaeltávolítók

A berendezés két állássor trágyacsatornájában körbe járva hordja ki a trágyát az istálló végében elhelyezett gyűjtőaknába. Innét ferdefelhordó továbbítja a szállítójárműbe *(462. ábra)*. A sarokkerekek által vezetett láncra – különböző osztással – kaparólapokat rögzítettek. Ezek továbbítják a trágyát. A láncelemre csavarozott vagy hegesztett kaparólapokat a lánccal azonos magasságba, vagy a lánc alá helyezik.

A kaparólapok lánc alá szerelése több előnnyel jár:
- egyszerűbben tisztíthatók,
- a lánc nem súrlódik a trágyacsatorna betonaljzatához, a csapfejek nem kopnak le.

Hevederes, szemes és Ewart-láncokat használnak. Láncaik élettartamát és üzembiztosságát az anyagminőségtől és a kopástól függő nyúlás határozza meg. Leginkább a mangánötvözésű öntöttacél láncok felelnek meg a legjobban. Nyúlásuk az anyagminőségen kívül konstrukciójuktól is függ. Ha ugyanis a szemek

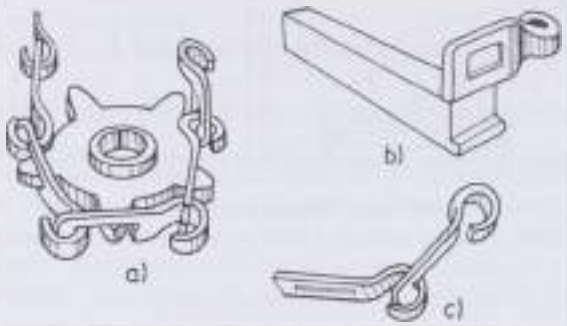


462. ábra. A kaparóláncos trágyakihordó felhordó egysége [90]
(*1* kaparólánc, *2* hajtómű, *3* felhordó, *4* pótkocsi, *5* felhordót hajtó motor)

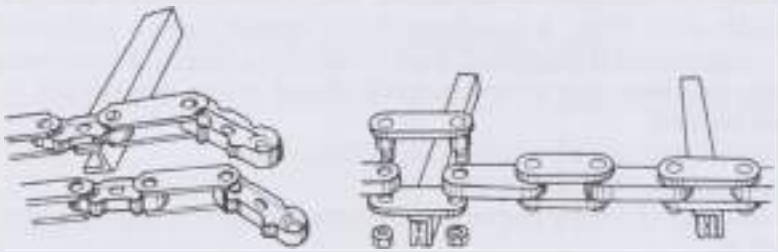
kis felületen kapcsolódnak egymással, nagy fajlagos felületi nyomások ébrednek, gyorsabban kopnak és nyúlnak *(463. ábra)*.

A *464. ábra* igen egyszerű és könnyen szerelhető sajtolt láncot szemléltet.

A sarkokon a vezető lánckerekei közül egy (vagy kettő) hajtott, a többi helyzete a láncfeszítés (a nyúlás korrigálása) céljából állítható.



463. ábra. A trágyakihúzó láncának szerkezeti elemei
a) az összeszerelt lánc a lánckerekekkel, *b)* láncszem kaparólappal, *c)* láncelemek



464. ábra. Ewart-típusú lánc megoldások

Ferdefelhordóik is láncos kialakításúak. Így a trágyával érkező folyadékot csak a tálcás felhordók tudják továbbítani. A kaparóláncok haladási sebessége 3–7,2 m/min. A kaparólécek magassága 4–5, szélességük 2–5, hosszúságuk 35–50 cm. A lécek közötti távolság 60–120 cm. A villamos motorok teljesítményfelvétele 4,0–6,0 kW (110–120 m hosszú láncnál).

A berendezéseket naponta három-négy alkalommal kell üzemeltetni.

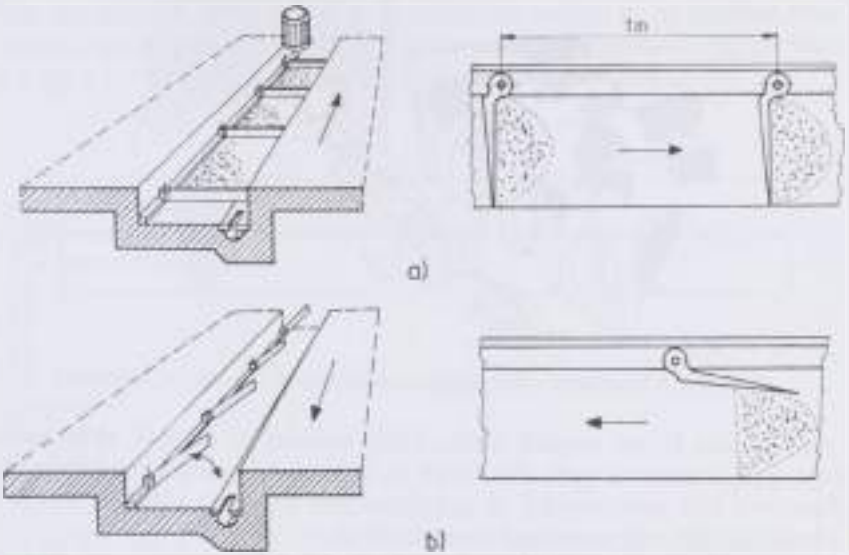
Lengőlapátos trágyaeltávolítók

A trágyát az alternáló mozgású vonórúdon – meghatározott osztásban – elhelyezett lengőlapátok továbbítják. A rudak alternáló mozgását körbejáró, láncos-kulisszás vonófejes hajtóművek, vagy kettősműködésű hidraulikus munkahengerek hozzák létre.

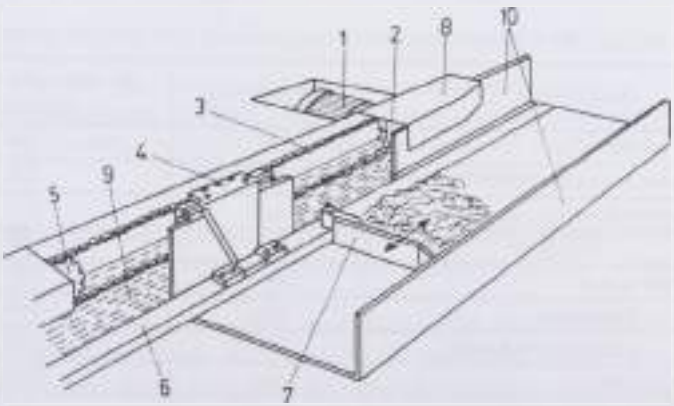
A kulisszás vonófej közvetlenül a lengőlapátok vonórúdjához is kapcsolódhat, vezetését görgők biztosítják.

Az idomacél vonórúdra hegesztett csapokon lazán illesztett lengőlapátok a vonórúd mozgása közben a csatornához súrlódnak, és a rúd haladási irányának megfelelően vagy a rúddal párhuzamos (visszameneti zárt), vagy a rúdra merőleges szállítási (nyitott) helyzetet vesznek fel *(465. és 466. ábra)*.

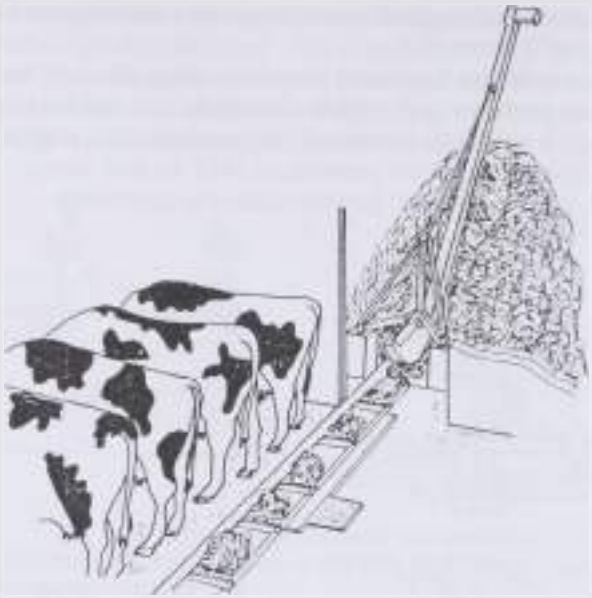
Egysoros, ill. hurkos, kétsoros berendezéseket is készítenek.



465. ábra. Lengőlapátos trágyakihúzó
a) szállítási helyzet, *b)* üresmenet



466. ábra. A lengőlapátos trágyakihúzó kulisszás hajtóműve
(*1* villamos motor a csigás hajtóművel, *2* lánckerék, *3* vonólánc, *4* kulisszás vonófej, *5* láncfeszítő kerék, *6* vonórúd, *7* lengőlapát, *8* hajtóműház, *9* olajfürdő, *10* csatornafal)



467. ábra. A lengőlapátos trágyakihúzó istállón kívüli felhordóval (kupacoló)

Az egysoros kivitel minden sorhoz külön hajtóművet igényel, és ha keresztirányú gyűjtőcsatornát nem alakítottak ki, minden trágyacsatorna végén külön felhordóról kell gondoskodni. A gyűjtőcsatorna kiépítése előnyös, mivel egy felhordóval több trágyacsatorna szolgálható ki.

A hurkos kétsoros berendezésekhez is kiépíthető gyűjtőcsatorna. A benne üzemelő szállítóberendezés ugyanolyan lengőlapátos vagy kaparóláncos gép lehet, mint amelyeket istállókban is használnak *(467. ábra, 25. táblázat)*.

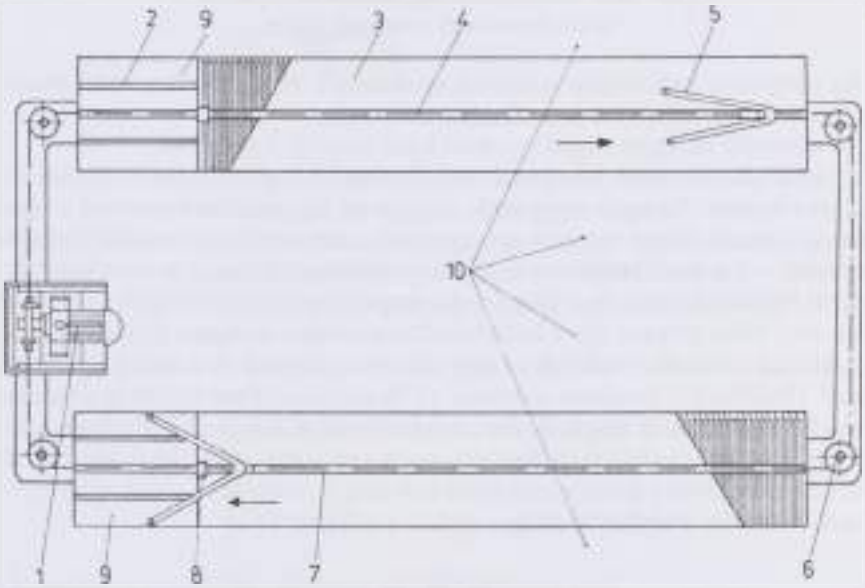
25. táblázat. 60 m hosszú lengőlapátos trágyakihúzók főbb műszaki adatai [90]

Megnevezés	Mértékegység	Szarvasmarha istállóban működtetve
Beépítési hossza	m	80
A hajtómotor névleges teljesítménye	kW	3,0
A trágyacsatorna szélessége	mm	520
mélysége	mm	210
A lengőlapát hossza	mm	500
magassága	mm	100
osztása a rúd mentén	mm	1000
A hajtómű lökete	mm	2000
A vonórúd mozgási sebessége	m/min	11,0
Szállítási sebesség	m/min	5,5
Szállítási teljesítőképesség	t/h	2–3

A szárnylapátokat trágyacsatornák (nyitott vagy a fedett) tengelyvonalában vezetett vonóelemek működtetik. Ezek alapján:

– acélsodrony-, és
– műanyagköteles,
– szemeslláncos-, valamint
– merevrudas kiviteleket különböztetünk meg.

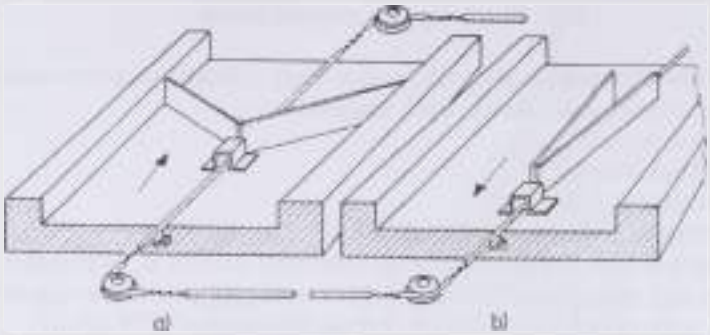
Egy-egy hajtómű általában két trágyacsatornát szolgál ki, és mindkét csatornában egy-egy szárnylapát van, amelyeket a csatornák ellentétes végeire szerelnek, s így a mozgásuk és a munkahelyzetük is ellentétes *(468. ábra)*.



468. ábra. Szárnylapátos trágyakihúzó elrendezési vázlata
(1 villamos motor, *2* tartósín, *3* trágyacsatorna, *4* vonólánc, *5* szárnylapát, *6* sarokkerék, *7* vezetősín, *8* végállláskapcsoló szerkezet, *9* gyűjtőakna, *10* pihenőbokszok vagy tehénállások)

Az éppen szállító szárnylapát – a trágyacsatorna oldalfalához simulva – nyitott állapotban maga előtt tolja a trágyát. Ugyanakkor a másik – összecsukódva – a csatorna másik vége felé halad.

A sarkokon terelőkerekek vezetik a vonóelemeket, amelyek a csatorna közepén kötélvályúban haladnak. Az U alakú acél vezetősín, egyben a szárnylapát egyenes irányú tartására is szolgál. A köteleket kötéldobos, a merevrudas berendezéseket kulisszás hajtóművek működtetik. A csatorna végpontjain a lapátok haladási irányának megváltoztatását irányváltók, leállításukat pedig végállás kapcsolók segítségével oldják meg *(469. ábra)*.



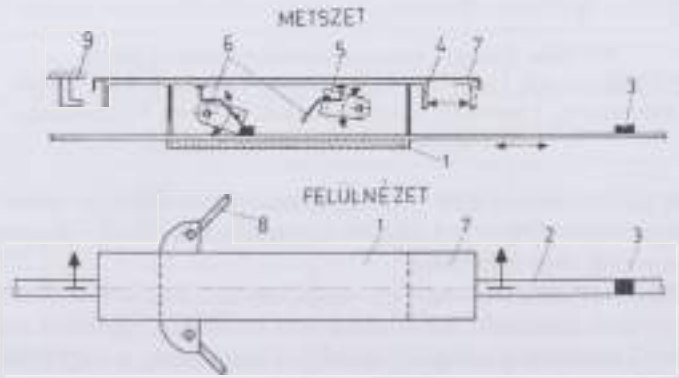
469. ábra. Szárnylapátos trágyakihúzó munkafázisai
a) munkamenet, *b)* üresmenet, vissza

Az irányváltó kapcsolókat a lapátok működtetik. A merevrudas vonóelemekkel működő szárnylapátok két változata ismeretes.

Az alternáló mozgást végző vonórúd lehet bütykös vagy sima.

A simarudas kivitelek lapátjának vonófejében lévő görgő a rúd elmozdulása közben – rugóerő hatására – egy ferde pályára fut fel, miközben rászorul a vonórúdra. Ellenkező irányú mozgáskor megszűnik a szorítóerő – a vonórúd szabadon mozoghat –, s a lapát helyben marad. Irányváltáskor a vonófej a vezetősínre hegesztett bütyökhöz ütközik, a görgő pedig legyőzve a rugóerőt átugrik a másik oldalon levő ferde pályára. Így a lapát haladása ellentétes irányban folytatódik.

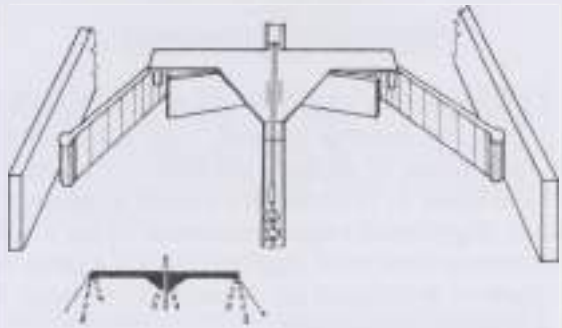
A bütykös változat vonórúdjára bütyköket hegesztenek a hajtómű lökethosszánál 10–20%-kal rövidebb osztással *(470. ábra)*. A vonófejben levő kilincs beakad a bütyökbe, és magával viszi a szárnylapátot. A kilincs helyzetét – előre és hátra kinyúló – váltókar határozza meg. A csatornák végén levő ütközők ezt elmozdítják, ezáltal a kilincs működési helyzete is változik. Következésképpen a lapát ellentétes irányban mozog.



470. ábra. Csapos (bütykös) merevrudas szárnyaslapát vonófeje [31]
(1 ház, *2* vonórúd, *3* vonócsap (-bütyök), *4* irányváltó lemez, *5* kilincs, *6* kilincsvezetékek, *7* fedél, *8* szárnylapát, *9* irányváltó ütköző)

A szárnylapátokkal kihúzott trágya gyűjtőaknába, vagy gyűjtőcsatornába kerül.

A 2 m-nél szélesebb trágyacsatornában az osztott szárnylapáttal *(471. ábra)* ellátott kihúzótest használatos.



471. ábra. Osztott szárnylapátok

A láncos és köteles trágyakihúzók hajtóműves a vonóelemeket, ill. a kihúzótestet 0,1–,15 m/s sebességgel mozgatják. Rácspadló alatt 0,2 m/s sebesség is megengedhető. A kihúzótest haladási sebessége a merev vonórudas kihúzóknál 0,08–0,12 m/s. A lengőlapátos trágyaeltávolítók 600 mm lökethossz felett szintén 0,1–0,15 m/s átlagsebességgel mozognak. 600 mm lökethossz alatt a lökетek száma 10–30 min^{-1}.

A lengőlapátos és a merev vonórudas trágyakihúzók vonóelemei hajlításnak nincsenek kitéve, ezért üzembiztosak.

A szárnylapátos trágyakihúzókat naponta többször kell üzemeltetni.

Hidraulikus trágyaeltávolítás

A hidraulikus trágyaeltávolításnak három változata van:

- vízöblítéses,
- úsztatásos,
- duzzasztásos.

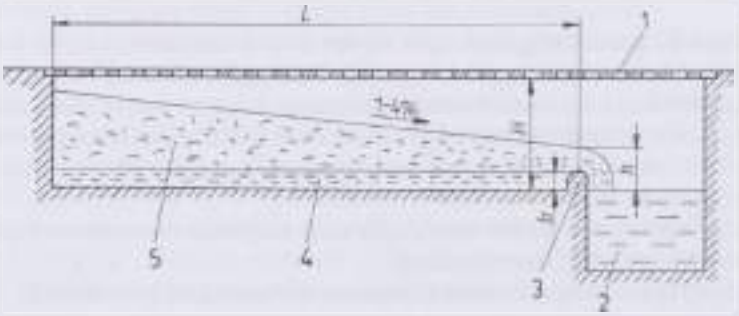
Vízöblítéses trágyaeltávolítás

Ilyen technológiát alkalmaznak sertésistállókban és borjúnevelőkben. Az egyedi, vagy csoportos ketrecek alatt 0,7–2 m széles csatorna húzódik. A csatorna fenékrésze a trágyaeltávolítás irányába lejt. A csatorna takarmányos felőli végénél víztároló (öblítő-) tartály van, melynek az alsó részén lévő nyílást pneumatikus hengerrel működtetett csappantyú zárja le. A csappantyú nyitásakor a tartályban levő víz a csatorna fenekére zúdul. A víz az esésével nyert mozgási energiája, ill. nagy áramlási sebessége és turbulenciája következtében a trágyát

magával sodorja, a szennyezett csatornafelületeket igen jól megtisztítja. A műveletet naponta két alkalommal végzik. A rendszernek nagy a vízfogyasztása és jelentős a beruházási költsége.

Úsztatásos trágyaeltávolítás

Lényege, hogy a trágyacsatorna alján levő vízen, mint úsztatóközegen távozik el a trágya *(472. ábra)*. A csatorna lejtéssel, vagy lejtés nélkül alakítható ki. A lejtés nélküli csatornában az úsztatás irányába eső végén 5–10 cm magas buktatóküszöböt alakítanak ki. A csatornát a küszöb magasságáig vízzel feltöltik. A folyamatosan felgyülemlő trágya felületének lejtése a buktató irányában 1–4%-os, (a szárazanyag-tartalomtól függően) átbukik a gáton és a gyűjtőaknába vagy a keresztirányú gyűjtőágba jut. A csatorna mélysége meghatározza a hosszát, vagyis az úsztatható távolságot.



472. ábra. Az úsztatásos trágyaeltávolítás elvi felépítése [27]
(*1* trágyarács, *2* keresztirányú gyűjtőág vagy tárolóakna, *3* küszöb, *4* víz, *5* trágya)
H a csatorna mélysége, *b* a küszöb magassága, *h* az átbukási magasság a küszöb felett; lejtés: a trágya felületén kialakuló rézsű (tg α = 0,01–0,04)

A csatorna szükséges hossza:

$$L = \frac{H - (h - b)}{\operatorname{tg}\alpha}$$

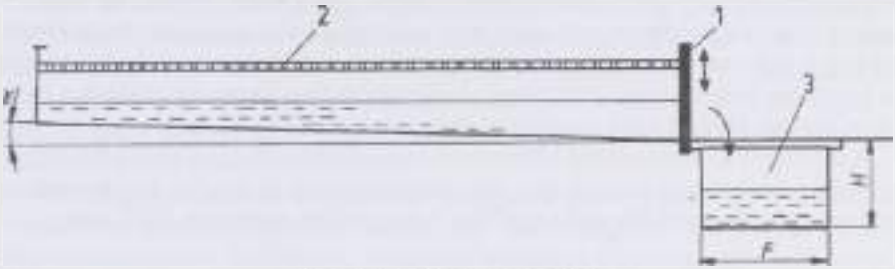
Az összefüggésből látható, hogy a csatorna hosszát a rézsűszög, ill. a trágya konzisztenciája igen jelentős mértékben befolyásolja. Zöldtakarmány etetése esetén a rézsűszög 0,5–1%-os, de pl. lucernaszéna etetésekor elérheti a 4%-ot is. Jelentős mértékben növekszik a rézsűszög a nyári meleg, száraz időjárás esetén, amikor a trágyából sok víz párolog.

Az összefüggés egyben rávilágít arra is, hogy a hazai, 50–60 m hosszú istállókban ez az úsztatásos trágyaeltávolítási rendszer nem, ill. igen költséges beruházással alkalmazható. Például a 60 m hosszú istállókban, tg α = 0,03 esetén, 2,0–2,5 m mély csatornát kell építeni [27].

Úsztatás során a trágya ülepedik, ezért időközönként a csatornát tisztítani kell. A tisztítás jelentős munkaidő- és vízfelhasználással jár. A csatornák profilja igen sokféle lehet. A hengeres csatornafenék a tisztítást megkönnyíti.

Duzzasztásos trágyaeltávolítás

A trágyarácsok alatt kialakított csatornákat a végükön gátakkal zárják le. A lezárt csatornában felgyülemlik a trágya. A gátat 3–7 naponként kell felemelni. A gátak felemelése után az összegyűlt trágya az istálló végén elhelyezett tárolókba vagy központi gyűjtőtárolókba áramlik. Ennél az eljárásnál is igen jelentős a trágya ülepedése *(473. ábra)*.



473. ábra. Duzzasztásos rendszer
(1 zsilip, 2 rács, 3 tároló, vagy gyűjtő csatorna, ill. akna)
a a fenék lejtése, *H* a csatorna mélysége, *F* a csatorna szélessége

A duzzasztásos és az úsztatásos trágyaeltávolítás egyaránt csak 20–25 m csatornahosszig alkalmazható. 25 m-nél hosszabb csatornák esetén szakaszolás szükséges.

Ha a szakaszolás elmarad, akkor a trágyából kiülepedő iszap a csatornát fokozatosan kitölti, sőt az iszap tömören be is „cementálódhat". Ezért a kitakarítása csak nagy munkaráfordításokkal valósítható meg. További hátránya, hogy a hosszú ideig bentmaradó trágya bomlásnak indul, és közben bomlástermékekkel szennyezi az istálló légterét.

Rácspadló alatti trágyagyűjtők (trágyapincék)

A csoportos borjú-, hízó marha-, sertésketrecek rácspadlói alatt 2–2,5 m mély csatornarendszert, ún. trágyapincét alakítanak ki.

Az így kialakuló trágyatér 20–30 napi trágya befogadására alkalmas. Az istálló hosszában a rácsok több helyen kiemelhetők. A kiemelt rácsok helyén a szippantókocsik szippantócsövét lehet levezetni és ezen keresztül a hígfolyós trágya kiszippantható. A szívónyílások az istálló külső fala mellett is kiképezhetők, így a szippantókocsiknak nem kell az istállóba bejárni. A trágyapince a hidraulikus trágyaeltávolítási megoldások közül viszonylag a legkevésbé költsé-

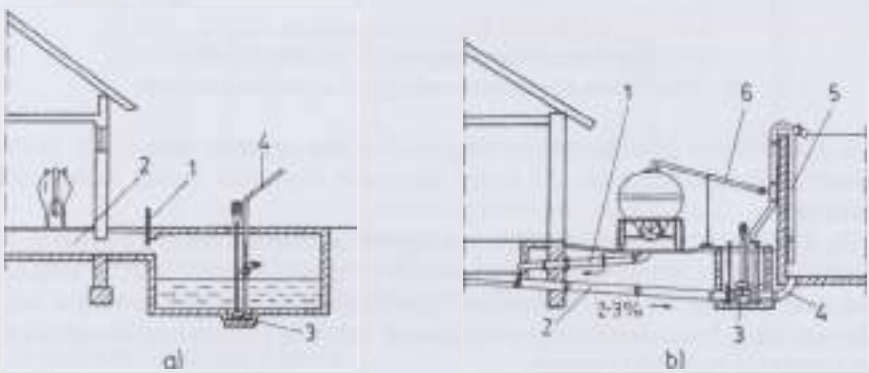
ges, mivel külön tárolótérre nincs szükség. Ezen egyetlen előnye mellett sok hátránya van:

- bomlástermékekkel erősen szennyeződik az épület légtere, különösen kitároláskor,
- a trágya erősen ülepedik, néhány hónap múlva még keverés után sem távolítható el a sarkokban leülepedett, ún. trágyaiszap,
- a tárolótér tisztítása és karbantartása igen munkaigényes.

A csatornák sarokrészeit gyakran lekerekítik, vagy enyhe rézsűt alakítanak ki, hogy a leülepedés mértékét csökkentsék. A rácsok alatti trágyapincés megoldások elsősorban félig nyitott hízlalóépületekben alkalmazhatók [92].

Zárt épületekben a bomlástermék elvezetéséről fokozott mértékben kell gondoskodni. Ezt úgy valósítják meg, hogy a rácspadozatok alá légcsatornákat vezetnek, ezekhez szívóventilátorok csatlakoznak. Így a bomlástermékek nem jutnak az istálló légterébe, mert azokat már a rácspadló alól elszívják. Ilyen épületekben a tető ventilátorokat nyomórendszerűre kell átalakítani, melyek az istálló légterébe friss levegőt szállítanak. A könnyebb tisztíthatóság céljából a tárolókat legömbölyített vagy rézsűs sarokkal alakítják ki.

A hígtrágya az épületekből közvetlen a tárolókba kerül. Ha a tároló közvetlen az épület mellett van a befolyás a duzzasztó csatornából a zsilip megnyitásával végbemegy. Ha távolabb van a szállítás csővezetéken történhet *(474. ábra)*.



474. ábra. A trágya eljuttatása a tárolóba
a) duzzasztó csatorna esetén; *b)* hidraulikus szállítás esetén

A trágyarácsok

Kialakításukat és anyagukat tekintve igen sokfélék lehetnek. Leggyakrabban a betonelemekből összeállított rácspadlókat használják.

A beton rácselemek akkor megfelelőek, ha

- felületük sima, de csúszásmentes,
- az egyes elemek felülete egy síkban van,
- a sarkok nem élesek.

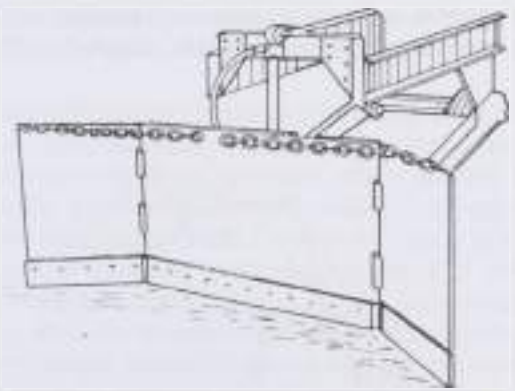
A mélyalom eltávolítása

A mélyalmos tartásban mindig a gépi kitrágyázás igényeinek figyelembevételével kell kialakítani az istálló belső elrendezését (a korlátok és kapuk elhelyezését). Ennek ellenére a trágyaeltávolító gépek típusát az istálló szerkezeti kialakítása, belmagassága, alátámasztásainak gyakorisága is befolyásolja. Rendszerint a következő gépek közül választhatunk:

- traktoros tolólap,
- traktoros emelővilla,
- forgógémes markoló-rakodó,
- hidromotoros hajtású homlokrakodó.

Ahol az istálló belmagassága kicsi, és nincs lehetőség a trágya közvetlen szállítójárműre rakására, a traktoros tolólapok, emelővillák és hidromotoros hajtású homlokrakodók jöhetnek számításba. A traktoros tolólap csak akkor alkalmazható, ha a mélyalmos pihenőtér hosszában áthajtós, és az istálló kapui is kellően nagy méretűek (a gémes rakodók ábráit a „Trágyakezelés gépei és eszközei" c. fejezetben találhatjuk).

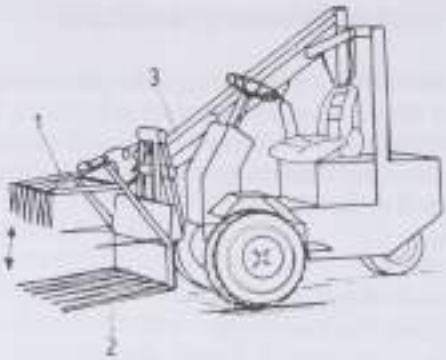
A tolólapok általában a traktorok motortartó gerendelyére szerelhetők, és hidraulikus munkahengerekkel emelhetők. Szélességük a különböző méretű trágyacsatornákhoz beállítható. Almos és hígtrágya eltávolítására egyaránt alkalmasak *(475. ábra)*.



475. ábra. Traktoros tolólap

A traktoros emelővillák az erőgépek mellső, vagy hátsó függesztő szerkezeteire szerelhetők. Munka közben a villát a tömörödött trágyaréteg alá tolják, és „feltépik", majd a traktorral kihajtva a talajra, vagy pótkocsiba ürítik. Egy-egy adag kb. 400–500 kg.

A magas, alátámasztás nélküli, nyeregtetős istállókban a forgórakodók adják a legnagyobb kitermelési teljesítményt. Erre azonban csak akkor számíthatunk, ha a rakodás egy menetben megoldható.



476. ábra. Homlokrakodásra felszerelt trágyarakodó villa
(*1* hidraulikus hengerrel működtetett fogóvilla, *2* emelő villa, *3* gémszerkezet)

A gumiabroncsozású, hidromotor hajtású homlokrakodó az állattartó telepeken jól hasznosítható, a manőverező képessége kiváló. Ha szükséges, a függőleges geometriai tengelye körül (helyben) is megfordul *(476. ábra)*.

Dízelmotorja központi olajszivattyút működtet, amely a kerekeket hajtó hidromotorokat táplálja, amelyek fordulatszáma fokozatmentesen változtatható. A vezérlőegységgel a következő manőverek valósíthatók meg: a négy kerék egyirányú forgása előre és hátramenetben, azonos sebességgel. Az egyoldali kerekek lassítása vagy gyorsítása a nagy ívű fordulókban. Az egyoldali kerekek forgásának megszüntetése, az egyik oldalon levő kerekek körüli fordulás vagy ellentétes irányú forgatása, a helyben „perdülés" céljából *(477. ábra)*.

477. ábra. Hidromotoros hajtású rakodó, trágyarakodó kanállal

Az etetőjászlak melletti közlekedőúton kialakított,ráccsal fedett vagy nyitott, széles csatornából a már ismert mechanikus berendezések valamelyikével távolítjuk el a naponta összegyűlt trágyát. E kombinált megoldás hátránya, hogy ugyanabból az istállóból híg és almos trágyát is nyerünk, noha a későbbi kezelés szempontjából törekednünk kell az egyfajta trágya keletkezésére.

A mélyalom kitermelésének gyakorisága az almozás értékétől és egyéb körülményektől is függ (rendszerint évente kettő-négy alkalommal).

Súrlódási jellemzők a trágya szállításánál

A trágya kiszállítására alkalmas valamennyi berendezés jellemzője, hogy az anyag mozgatása az összegyűjtésére szolgáló felületen megy végbe. A szükséges erőigényt tehát elsősorban a trágya és a felület közötti súrlódás határozza meg. Ehhez járul a berendezés saját ellenállása, amely az erőhatás összértékében többnyire a kisebb arányt képviseli.

Az almos szilárd istállótrágya és a szállítási felület között ébredő súrlódás értékeire számos forrásmunka tartalmaz adatokat. Adott állatfaj szilárd trágyájának súrlódási viszonyait főként

- a trágya fizikai állapota (nedvességtartalma, az alom aránya és minősége),
- a felület anyaga és állapota,
- a felületi nyomás és
- a szállítás sebessége határozza meg [79].

A növekvő nedvességtartalom csökkenti, a növekvő alomtartalom pedig növeli a súrlódási tényezőt. Utóbbi számszerű hatását 5–10% tömegarányon belül nehéz kimutatni.

A felületi nyomás növekedése csökkenti a súrlódási tényezőt, mivel a trágyalé és bélsár részbeni kinyomódását okozza, amely „kenőréteget" alkot. Ezért a súrlódás különleges esetével állunk szemben, amely átmenet a félszáraz és folyadéksúrlódás között. Ezzel magyarázható például, hogy egyes vizsgálatok érdes felületen kisebb súrlódási tényezőt mutattak ki, mint a simán. A durvább felület ugyanis elősegíti a kenőréteg gyors kialakulását *(478. ábra)*.

A szállítási sebesség hatását úgy jellemezhetjük, hogy meghatározott sebességtartományban a súrlódási tényező értékének minimuma van.

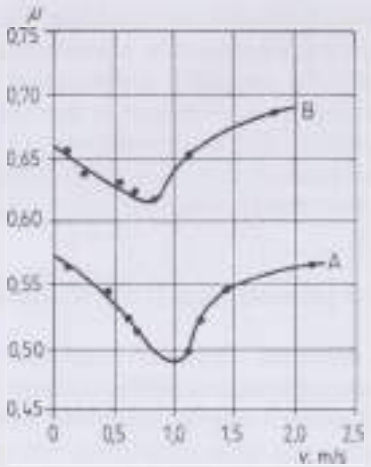
Hígtrágya szárnylapáttal való szállításakor a trágya és a csatornafenék, ill. az oldalfalak között jelentős súrlódási ellenállással kell számolnunk *(479. ábra)*.

A súrlódási tényező főként a trágya szárazanyag-tartalmától függ, amelyre tájékoztató adatokat tartalmaz a *26. táblázat*.

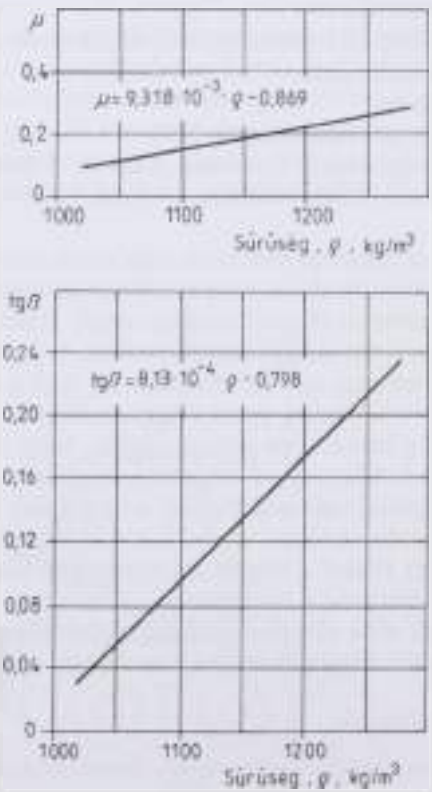
Az erőhatás a lapát előtt elhelyezkedő hígtrágyamennyiség tömegével arányos. Ez – folyósságától függően – eltérő hosszúságú, ékszerű test formáját ölti *(480. ábra)*.

A szállított anyag térfogata:

$$V = \frac{h^2 b}{2 \operatorname{tg} \beta}.$$



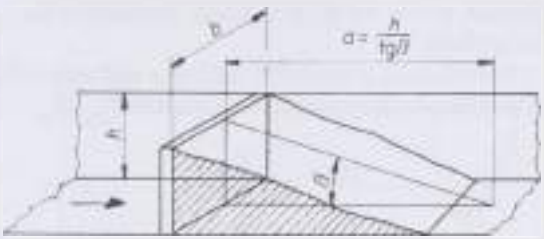
478. ábra. Súrlódási tényező almos trágya és beton között a sebesség függvényében (*A* érdes, *B* sima felületen)



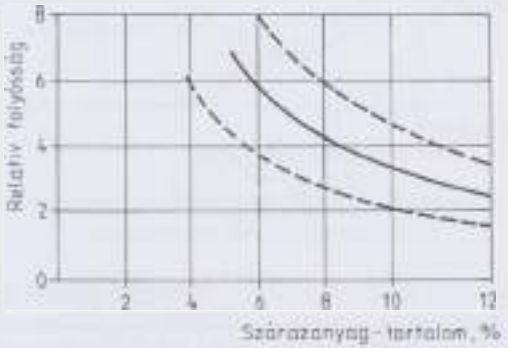
479. ábra. A vonólapátos hígtrágya kihúzásnál a súrlódás és a rézsű alakulása

26. táblázat. A hígtrágya súrlódási tényezője betonfelületen

Szárazanyag-tartalom, %	Súrlódási tényező
22,7	0,37
19,5	0,23
17,0	0,15
15,1	0,11
12,4	0,05



480. ábra. A vontatott trágyatest felszínének „rézsűje"



481. ábra. A hígtrágya relatív folyóssága a szárazanyag-tartalom függvényében

A vontatott trágyatest felszínének β szöge az anyag tulajdonságaitól függ.

Az anyag folyási tulajdonságai a víztartalomtól függően változnak, de nem az abszolút víztartalom, hanem a szilárd részek közötti szabad vízmennyiség a meghatározó. A hígtrágyát olyan szuszpenziónak tekinthetjük, amely szilárd és vízben oldott kolloid anyagokból áll. Tulajdonságait az úgynevezett kvázi-plasztikus folyási viszonyok jellemzik. E folyási tulajdonságok főként az állatfajtól, a hasznosítási iránytól, a takarmányozástól, az istállóklímától, a trágya biológiai és kémiai állapotától függnek *(481. ábra)*.

A gyakorlatban az állatfaj és a hasznosítási irány, továbbá a takarmány-összetétel a meghatározó.

A szaggatott vonallal jelzett görbék a szóráshatárokat mutatják, s a minták eltérő tartalmából adódó ingadozásra utalnak. (A relatív folyósság az öntési kúp módszerével határozható meg.)

A gravitációs elfolyás során „hajtóerőként" a hígtrágya felületén „lejtő" képződik, amelynek értéke ugyancsak a trágya folyási tulajdonságaitól függ [79].

A hígtrágya szállítása csővezetéken

A hígtrágya tehát folyékony, szilárd és kolloid alkotók elegye, ún. kvázi-plasztikus szuszpenzió, amely az η_p plasztikus viszkozitás és a τ_0 nyírófeszültség értékével jellemezhető.

Ha vízszintes, l hosszúságú, d átmérőjű csőben v közepes sebességgel szállítjuk, a súrlódási ellenállásoknak megfelelő nyomásesés:

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho}{2} v^2,$$

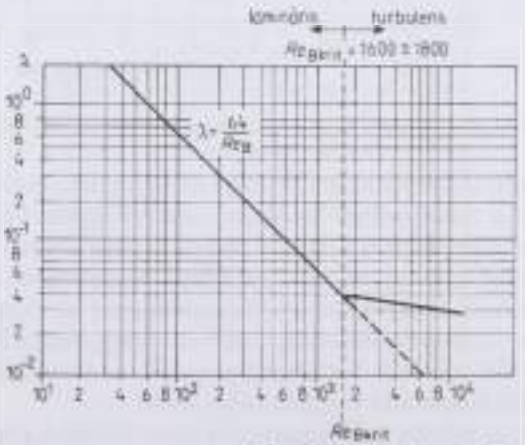
ahol a λ ellenállás-tényező értékét az áramlás jellegétől függően kell figyelembe vennünk.

Lamináris áramláskor:

$$\lambda = \frac{64}{Re_B}.$$

Turbulens áramláskor:

$$\lambda = \frac{0{,}2629}{\left(\lg Re_B\right)^{1{,}5610}}.$$



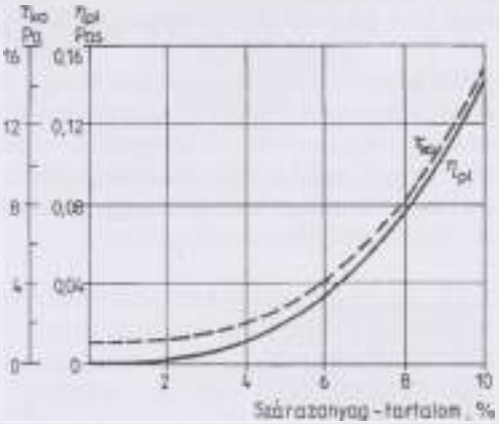
482. ábra. Az Re_B és λ összefüggése

Az Re_B (Bingham-plasztikus közegre módosított Reynolds-szám) és a λ közötti kapcsolat jellegét a *482. ábra* szemlélteti.

A módosított Reynolds-szám meghatározása Bingham-plasztikus közegre az alábbi összefüggéssel történhet:

$$Re_B = \frac{1}{\frac{\eta_{Pl.}}{vd\rho} + \frac{\tau_0}{6\rho v^2}}.$$

A hígtrágya-szuszpenziónál a kritikus Reynolds-szám: $Re_{krit.} = 1600–1800$, jóval kevesebb, mint víz esetén ($Re_{krit} = 2320$).



483. ábra. A sertéshígtrágya nyírófeszültsége (τ_{ko}) és plasztikus viszkozitás értékei (η_{pl}) a szárazanyag-tartalom függvényében

A csővezetékbe iktatott idomdarabok, szerelvények ellenállását az egyenértékű csőhosszal vesszük figyelembe. A gyakorlati számítások céljára megfelelő pontosságot ad, ha a szerelvény l_e beépítési hosszát figyelembe véve az egyenértékű csőhossz:

$$l_e = 2l_e$$

Az áramlási ellenállás elsősorban a szállítandó anyag jellemzőitől függ, bár a csővezeték belsejének felületi minősége (simasága) és anyaga is befolyásolja *(483. ábra)*.

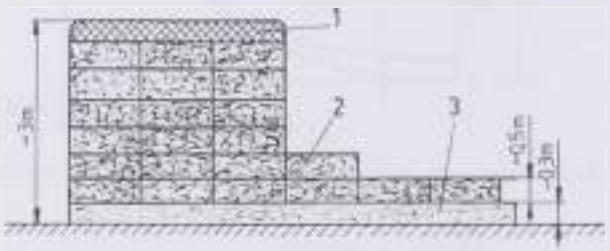
Trágyakezelés gépei és eszközei

Almos trágya kezelése, tárolása

Az ürülék és az alom keverékéből kezelés útján ún. istállótrágya keletkezik. A friss istállótrágyát erjeszteni kell, melyet mikroorganizmusok végeznek részben oxidációs, részben redukciós szakaszban. Az oxidációs periódus 3–5 napig tart, ezt az oxigéntől elzárt fázis követi, mely 100 napig vagy hosszabb ideig terjed. Az istállótrágya kiszórása nyári, őszi időszakban történhet meg.

A trágyát ún. trágyakazalban érlelik, melynek szélessége kb. 4 m, hosszúsága fokozatosan a 20–25 m-t éri el. A trágyakazal fenekére 25–30 cm vastagságban szalmát kell teríteni a trágyalé felitatására. Az istállótrágya ennél szakszerűbb kezelése a betonozott és a trágyalé elfolyását megakadályozó trágyatelepeken oldható meg.

A naponta kihordott trágyából 50–60 cm-es laza réteget kell képezni és 3–5 napig a réteget szabadon hagyni. A réteges és szakaszosan növekvő trágyakazal magasságát kb. 3 m magasságig növelik. A levegőtől a trágyát a 3–5 nap múlva rákerülő újabb réteg zárja el, majd a teljes magasság elérése után földréteggel lehet lezárni. A kazal téglatest alakja biztosítja, hogy minél kisebb felület érintkezzen a levegővel *(484. ábra)* [39].

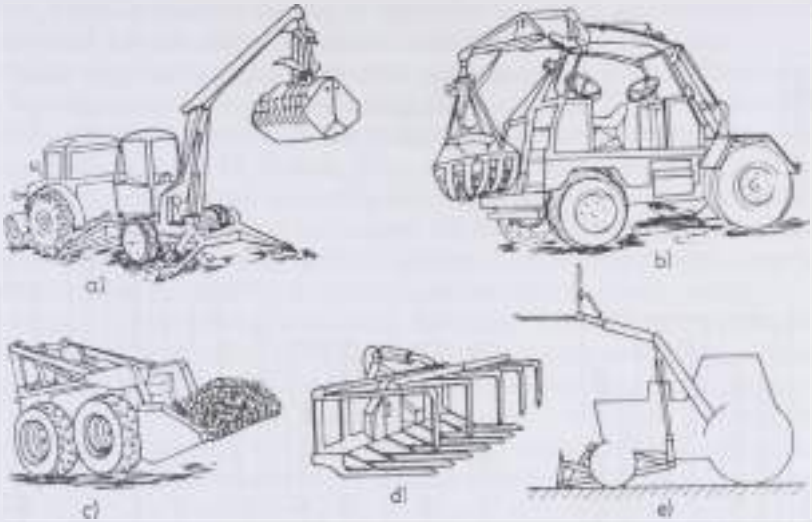


484. ábra. Trágyakazal építése
(*1* föld, *2* napi trágya, *3* szalma)

A telepi trágyakezeléshez célszerűen a következő gépek alkalmazhatók. Szállításhoz magasbillentésű pótkocsi vagy billenthető pótkocsi, a trágya rétegezéséhez rakodógépek trágyamarkoló villával. A földterítéshez ugyanezen berendezések, a rakodógép kanalas markolóval *(485. ábra)*.

Hígtrágya kezelése, tárolása

Az istállókból eltávolított hígtrágyát előnyeinek kihasználása, hátrányainak csökkentése céljából különböző műveletekkel kezelik. Lényeges nézőpont, hogy a talajerő visszapótlására felhasználható legyen és a környezetszennyezési veszélyeket elkerüljük.



485. ábra. Istállótrágya kezelésének gépei
a) vontatott rakodó, *b)* magajáró rakodó, *c)* univerzális rakodó, *d)* trágyavilla, *e)* traktoros villásemelő tolólappal

Az állati bélsár és vizelet keveréke a teljes hígtrágya. A kövér hígtrágya 1:1, míg a sovány 1:4 arányban tartalmaz teljes hígtrágyát és vizet.

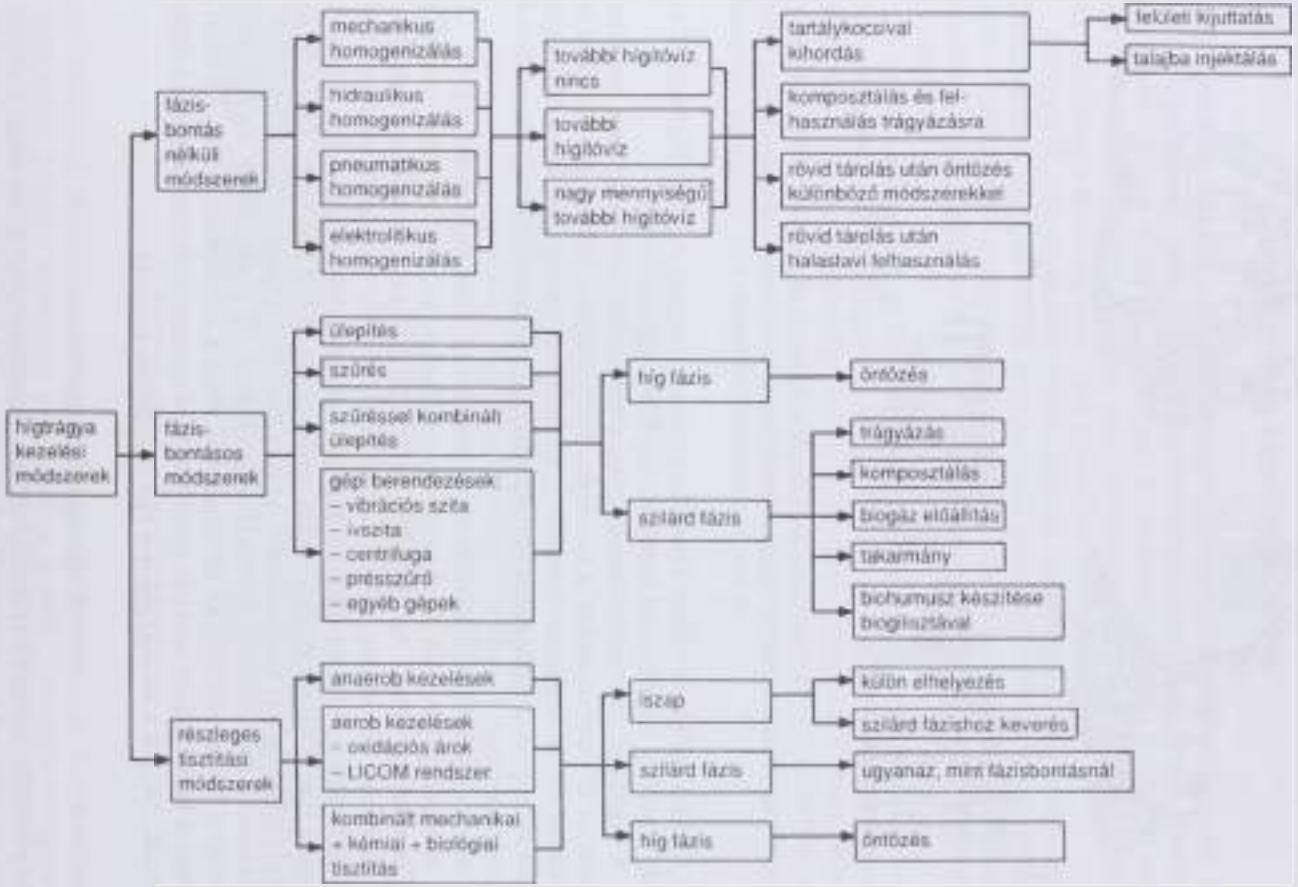
A hígtrágya mikroorganizmus, gyógyszermaradék, fertőtlenítőszer tartalma miatt az élő szervezetekre is veszélyes. Kezelésénél a szennyvíztisztításban is alkalmazott technológiai elemeket is alkalmazzák, annak ellenére a hígtrágya nem szennyvíz, a természetes körforgásba való vissza-vezetésének megoldása a kezelés lényege.

A hígtrágyakezelés fontosabb módszereit a *486. ábra* foglalja össze [39].

A hígtrágyában levő darabos szennyeződéseket (kő, fa, fém, stb.) a kezelés előtt el kell távolítani. Az eltávolítás különböző rácsokkal, gerebekkel történhet. A rácshézag 20–50 mm, melyet az eldugulási veszély figyelembevételével kell megválasztani. A rácson áthaladó hígtrágya áramlási sebessége kb. 0,5–1 m/s. A rácson fennakadt szennyeződéseket rendszeresen el kell távolítani. Erre kézi és gépi technológia is alkalmazható. Az íves rácsokról a szennyeződés forgóvillás, szakaszos működtetésű kotróval eltávolítható. A végtelenített mozgógereb (mint a láncos szállító) az átfordulásnál leejti a szennyeződéseket. Gyakori, hogy a hígtrágyában maradó apróbb szilárd szennyeződéseket aprítóval daraboljják, melyek a szivattyúkkal is egybeépíthetők [29].

A hígtrágya fizikai jellemzői

Az állattartó telepekről kikerülő hígtrágya konzisztenciája olyan, hogy hidraulikus úton történő anyagmozgatása biztosítható. Az ürülékben a homogénnek tekinthető vizelet bélsárral keveredik, amely heterogén összetételű (különböző



486. ábra. A higtrágyakezelés módszerei

méretű, alakú és fajsúlyú szerves és szervetlen anyagok), a benne levő nyálkás alkotórészek következtében hajlamos az elkenődésre és a tapadásra.

A bélsár nagy nedvességtartalma miatt már önmagában is tömény szuszpenzió.

A hígtrágya nem ürülék eredetű anyagokat is tartalmaz. Keveredik hozzá csurgalékvíz, szőr és takarmányhulladék, esetenként belekerülhetnek darabos, szilárd szennyeződések is (fa, kő, homok, üveg, műanyag stb.), néha alom, valamint a tartási és trágyaeltávolítási technológiától függően, több-kevesebb technológiai víz. Ezek közül legdöntőbb a víz szerepe. Az ürülék eltávolítása céljából hozzáadott víz ugyanis a keveredés révén a hígtrágya komponensévé válik, mennyiségének arányában befolyásolja a hígtrágya mennyiségét és konzisztenciáját.

A hígtrágya többfázisú, polidiszperz, heterogén folyadékrendszernek tekinthető, amelynek hordozóanyaga a víz és a vizelet. Az egyes komponensek diszperzitási foka tág határok között változik. Szarvasmarha-hígtrágya esetén a szilárd részecskék mérete – az átlagadagok alapján – 45%-ban 0,2 mm feletti nagyságú. A nagyméretű – 10 mm-t meghaladó – részecskék többsége azonban nem bélsár eredetű. A szemcseméret és azok eloszlása elsődlegesen a takarmányozás függvénye. Sertéshígtrágyák esetében a diszpergált részecskék mérete kisebb és homogénabb eloszlású. A hígtrágyák egyidejűleg rendelkeznek az oldatokra, a kolloidális rendszerekre és a makroszkopikus szilárd testek folyadékban levő viselkedésére jellemző tulajdonságokkal is [29].

A hígtrágyához hasonló anyagok egyrészről a reális folyadékhoz hasonló, úgynevezett viszkózus tulajdonságúak, másrészről pedig a képlékeny anyagokhoz hasonló, úgynevezett plasztikus tulajdonságokat mutatnak. A hígtrágyánál a viszkoplasztikus sajátság azt jelenti, hogy a folyadékban ébredő τ nyírófeszültség két részből, egy τ_v folyási feszültségből és egy τ_v viszkózus feszültségből tevődik össze. Ez utóbbi közelítőleg arányos a nyírósebességgel. A fenti viselkedés leírható az alábbi egyenlettel:

$$\tau = \tau_v + \tau_v = \eta_p \frac{dv}{dz} + \tau_0.$$

Itt η_p a plasztikus viszkozitás, v a sebesség, z a sebességre merőleges koordináta és dv/dz az ún. nyírósebesség.

A plasztikus viszkozitás függ a nyírósebességtől, a növekvő nyírósebességhez csökkenő plasztikus viszkozitásérték tartozik. Állandó nyírósebesség mellett a plasztikus viszkozitás még az időnek is függvénye. A plasztikus viszkozitás időben exponenciálisan csökkentve áll be az állandósult értékre. A hígtrágya tehát tixotrop és kváziplasztikus anyagnak tekinthető.

A hígtrágya hidraulikus szállításához a csővezeték megválasztásakor figyelembe kell venni, hogy a közepes áramlási sebesség a vezeték egyetlen szakaszán sem lehet kisebb 0,5 m/s-nál, valamint ugyanezt a minimális sebességet a homogenizálásnál is el kell érni.

A hígtrágya tixotrop, illetőleg ezzel szorosan összefüggő viszkoplasztikus sajátsága miatt növekvő nyírófeszültségeknél kisebb a plasztikus viszkozitás. Célszerű tehát már a trágyaelvezető és gyűjtőcsatornák keresztmetszetét úgy

megválasztani, hogy abban a trágya nyírósebessége ne legyen kicsi, mert akkor a nagy viszkozitás miatt a szilárd trágyarészek felhalmozódhatnak.

A hígtrágya környezetszennyező biológiai tulajdonságai

Az istállóban pangó hígtrágyából számos bűzös, káros gáznemű anyag kerülhet a levegőbe. Az istállón belüli bűzöket az ammónia, a kénhidrogén, a merkaptánok, a fenol, a különféle aminok (dimetilamin, propilamin, dietilamin, butilamin stb.) idézik elő. A felsorolt bűzös anyagok a hígtrágyában található mikroorganizmusok tevékenysége következtében halmozódhatnak föl, néha oly mértékben, hogy rontják a termelési színvonalat, esetleg tömeges elhullást is okozhatnak. Egyes sűrűn lakott országokban ez számít a hígtrágya első számú károkozásának.

A mikroorganizmusok, miközben megtámadják a fehérjéket, a karbamidot stb., **ammóniát** termelnek. A termelődött ammóniát azután a mikrobák akkor építik be a testükbe, ha a hígtrágyában a szén és a nitrogén aránya megfelelő (25:1). A hígtrágyában azonban a szén és a nitrogén aránya 14–25:1, tehát elég ritkán alakulhat baktérium testanyaggá a keletkezett ammónia. Az ammóniát zömükben oxigént igénylő mikrobák termelik, tehát a hígtrágya anaerob rothadása nem az ammónia koncentrációját emeli elsősorban a levegőben [29].

A hígtrágyában található fehérjékből a **kén** több formában is felszabadulhat. A reakció arányát az szabályozza, hogy aerob vagy anaerob viszonyok között történik-e a lebomlás. Aerob viszonyok között ugyanis szulfátok, míg anaerob körülmények között **kénhidrogének és merkaptánok** keletkeznek. A kénhidrogén felszabadulására a szén és a kén aránya is hat, mert minél kisebb a szén és a kén aránya, annál inkább számíthatunk a kénhidrogén felszabadulására. A merkaptánok (metil-, etil- és propilmerkaptán) különösen erős bűzokozó anyagok. Mint az utóbbi időben kiderült, gyakran kimutathatók az istálló levegőjéből.

A különféle **aminok, a fenol és a krezol** a bélsárral és a vizelettel jut a hígtrágyába, de mennyiségük ott tovább fokozódhat, és így alakul ki az istálló bűzös levegője. A kép teljességéhez még hozzá tartozik az anaerob lebomlás következményeinek ismertetése is. Szakaszos rendszerű hígtrágya eltávolításkor az istállón belül alakulhatnak ki az anaerob folyamatok. Megfigyelhető, hogy ebben az esetben a hígtrágya a gyűjtőcsatornában három rétegre válik szét. Ez a szétválás az anaerob lebomlás első fázisa, amikor olyan anaerob módon fejlődő mikroorganizmusok szaporodnak el, amelyek energiájukat főleg a szénhidrátok lebontásából nyerik. Az első fázisban keletkező illó zsírsavak, közülük is a vajsav, ugyancsak növelheti a levegő kellemetlen szagát. Az anaerob lebomlás második fázisa nem jár bűzképződéssel, mert ez a folyamat elsősorban metán keletkezéséhez vezetne (metanogenezis), ha ezt a hőmérséklet lehetővé tenné. Mivel a metanogenezis +35 °C hőmérséklet alatt nem indul meg, ezért istállóban az anaerob lebomlás az előbb említett első fázissal be is fejeződik [29].

Az istállóban a szagos anyagok koncentrációjának emelkedését **különböző módon akadályozhatjuk meg:**

– csökkenteni kell a hígtrágyában a bűzokozó mikrobák számát;
– el kell zárni őket a tápanyagoktól;
– el kell távolítani az istálló légteréből a szagos anyagokat;
– a bűzös anyagokat szagtalan vagy kevésbé bűzös termékekké kell átalakítani;
– álcázni lehet egy másik (nem kellemetlen) szaggal a bűzös anyagokat.

A gyakorlatban két úton valósítják meg ezeket az elveket. Egyrészt a hígtrágya megfelelő kezelésével, másrészt vegyszerek adagolásával igyekeznek megközelíteni a „szagtalan" hígtrágyakezelést az istállóban.

A folyamatos hígtrágya eltávolítás viszonylag kisebb bűzképződéssel jár – egyéb módszerekhez képest –, ha megfelelő a csatornaszelvény kialakítása. Az istállón belüli oxidációs árok használatával a bűzképződés a minimumra csökken, a páratartalom viszont jelentősen nő. Ez a módszer hűti az istállót, ami télen okozhat kellemetlenséget. Ha üzemzavar miatt leáll a hígtrágya keringése, az újbóli felkeverés jelentősen növeli az istálló levegőjében a káros gázok mennyiségét, nemritkán toxikus mértékben.

Szellőztetéssel jelentősen csökkenthető az istálló légterében a bűzös, káros gázok koncentrációja. Ha az állatokkal benépesített istállóból a csatornákban felgyülemlett hígtrágyát eltávolítják, akkor ajánlatos az addigi szellőztetés intenzitását mintegy 25–30%-kal fokozni. A szellőztetés nem szagtalanít, csupán a környezet levegőjében hígítja a bűzös anyagokat, ez pedig környezetvédelmi szempontból is erősen kifogásolható. A környezetvédelmet segítheti, ha az istállók közül **zöldövezetet** létesítünk. Különösen a tűlevelűektől várhatunk határozott szűrőhatást, mert egész évben aktív szűrőként szolgálhatnak.

Az utóbbi években számos **vegyszert, adalékanyagot** használtak a hígtrágya szagtalanítására. A különböző gyárak által forgalmazott szagtalanítószerek hatásmechanizmusát nem ismerjük minden részletében, de hatásukról már rendelkezünk hazai tapasztalatokkal. A DUODOR csökkenti az istálló levegőjében az ammónia és a merkaptán koncentrációját. A szuperfoszfát megelőzi az ammónia mennyiségének növekedését, az ALZOGUR közömbösít számos bűzös anyagot, valamint fertőtlenítő hatásúnak is tartják. A TLC-25 csökkenti a szagos anyagok koncentrációját, frissíti a légteret. Az OCP nevű biológiai készítményről kiderült, hogy kitűnő és tartós szagtalanító hatással rendelkezik.

Kiválasztásukkor két fő szempontot kell figyelembe venni. Egyrészt a szagtalanító hatásnak párosulnia kell a gazdasági mutatók javulásával (pl. nagyobb súlygyarapodás, jobb takarmánykihasználás stb.), másrészt a szagtalanítószer miatt ne kerüljenek be a hígtrágyába káros maradványanyagok, mert ebben az esetben a hígtrágya mezőgazdasági hasznosítását nehezítenénk meg. Ez utóbbi kérdés a szagtalanítószerek egy részénél még feleletre vár.

A hígtrágyában található **nehézfémek** (réz, cink stb.) nem csupán az állategészségügynek okoznak fejtörést, hanem érdekelt ebben a részben az egészségügy és a környezetvédelem is. Ezeknek a nehézfémeknek a forrása ugyanis a nyomelemekkel (néha indokolatlan mértékben) kiegészített takarmány. A nagyobb nyomelemtartalmú hígtrágya mezőgazdasági hasznosítása az egyes ne-

hézfémek feldúsulásával járhat. Mindenképpen érdekünk, hogy megelőzzük a nehézfémek táplálékláncban való feldúsulását. A takarmány nyomelemtartalmát időről időre ellenőriznünk kell!

A hígtrágya nemcsak bűzös, mérgező gázok forrása, nehézfémsók hordozója, hanem **fertőző mikroorganizmusok** táptalaja is. A fertőző mikroorganizmusok beteg állatból vagy a betegség tüneteit nem mutató, de ragályanyagot ürítő állatból, fertőzött takarmányból vagy az ivóvízből kerülhetnek a hígtrágyába.

A hígtrágya nedvességtartalma és hőmérséklete sok kórokozó számára lehetővé teszi, hogy hosszú ideig megőrizzék élet- és fertőzőképességüket. A hígtrágya nagy nedvességtartalma ebből a szempontból két következménnyel is jár. A nagy nedvességtartalom miatt nem indulhat meg a hígtrágyában a spontán biotermikus reakció, ami az almos trágya esetében kórokozóktól mentes anyagot eredményez. A nagy nedvességtartalom következtében a hígtrágya tömege is megnő, ami a megfelelő elhelyezés, hasznosítás esélyeit rontja. A hígtrágya gazdag tápanyagforrást jelent számos mikroorganizmus számára, ezért is lehetséges, hogy néhány kórokozó baktérium szaporodni képes ebben a közegben. Bár a hígtrágyában található különféle mikroorganizmusok egymásnak versenytársai, a harc mégsem olyan éles közöttük, hogy a kórokozók gyors eltűnéséhez vezetne. A hígtrágya mezőgazdasági hasznosítása azt a célt is szolgálja, hogy a káros összetevők, jelen esetben a fertőző mikrobák ne okozzanak gondokat. A jelenlegi helyzetben azonban a keletkező hígtrágyának csupán egy kisebb hányadát hasznosítják, a nagyobbik része a tározók megtelтével „spontán" talál utat a környezetbe, amelyet ilyen módon szennyezhet és fertőződhet.

A hígtrágyában található mikroorganizmusok közül a legnagyobb figyelem kétségtelenül a salmonellákat illeti meg. A külföldi és hazai adatok egyaránt azt mutatják, hogy növekszik a salmonellosis előfordulásának gyakorisága, amelynek legfőbb forrása az állati eredetű élelmiszer. Kétségtelen, hogy közvetve jelentős szerepet játszhatnak a betegség terjesztésében az állati eredetű melléktermékek is. Ilyen állati eredetű melléktermléknek tekinthető a hígtrágya. A különböző állattartó telepekről származó hígtrágya vizsgálatakor kiderült, hogy a hígtrágya nagyon gyakran fertőzött salmonellákkal. Ez elsősorban a sertéshígtrágyára érvényes. Érdekes módon a szarvasmarha hígtrágyájában sokkal ritkábban találtak [29].

A viszonylag kis szárazanyag-tartalmú hígtrágya csak kis mértékben szennyezett **salmonellákkal.** Ez azt jelenti, hogy 1 ml hígtrágya nem tartalmaz 100–1000 salmonellánál többet. A külföldi irodalmi adatok általában ennél jóval durvább fertőzöttségről számolnak be. Gyakori előfordulásukon túlmenően a szakemberek legtöbbet e baktériumok túlélésével foglalkoznak.

A következő számok megmutatják, hogy átlagos körülmények között a salmonellák milyen hosszú ideig őrzik meg életképességüket a különböző fajú állatok hígtrágyájában:

szarvasmarha-hígtrágya	300 nap;
sertéshígtrágya	90 nap;
borjúhígtrágya	41 nap.

Ezektől az adatoktól nagy eltérés lehetséges a gyakorlatban, mert a hígtrágya tárolása, hőmérséklete, vegyhatása stb. jelentősen befolyásolja a túlélési időt.

Gyakran mutatnak ki **leptospirákat** a hígtrágyából. Egyes vizsgálatok minden harmadik hígtrágyamintát fertőzöttnek találtak. Az ember leptospirózisának gócait fertőzött folyókban, tavakban találták meg általában, és eléggé egyértelműen bizonyították, hogy a leptospirákat ürítő állatok szennyezik a vizeket.

Természetes körülmények között **brucellákat** nem mutattak ki hígtrágyából. Mesterségesen fertőzött hígtrágyában azonban akár több hónapig is megőrizhetik a brucellák életképességüket.

A hígtrágyából kimutattak **mycobacteriumokat** és különösen jelentős túlélési időkről (1–1,5 év) számoltak be. Mostanában láttak napvilágot olyan adatok, amelyek szerint a hígtrágyából szaprofita mycobacteriumok is kimutathatók. Ennek a leletnek a jelentőségét emeli az a tény, hogy a szaprofita mycobacteriumokkal történő fertőzést allergiás próbával csak igen nehezen lehet elkülöníteni a valódi gümőkóros áthangolódástól.

A hígtrágyának akkor lehet szerepe a parallergiás reakciók kialakításában, ha a mycobacteriumok – pl. a lemosó öntözés hiánya vagy az előírt várakozási idő be nem tartása miatt – életben maradnak. A talajban egyébként – hígtrágyás öntözés nélkül is – megtalálhatók a különböző szaprofita mycobacteriumok.

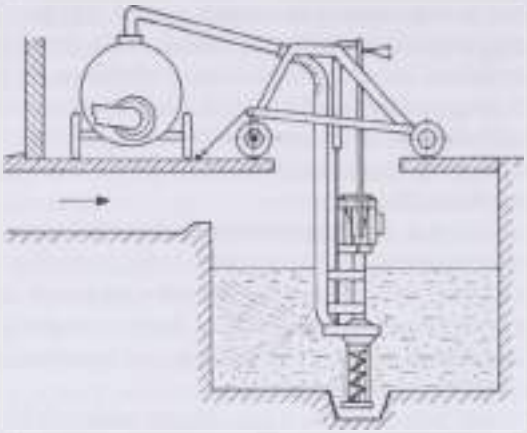
Kimutattak még listeriákat, E. colit, staphylococcusokat, aerob és anaerob spórásokat, spirochétákat és egyéb feltétlen, valamint feltételesen kórokozókat. A hígtrágya virológiai képéről vajmi keveset tudunk. Úgy tűnik, közönségesnek számít a sertéshígtrágyában egyes enterovírusok előfordulása. Az időnként nagy veszteségeket okozó járványos állatbetegségek közül a száj- és körömfájás vírusáról pl. ismeretes, hogy akár néhány hónapig is megőrizheti fertőzőképességét a hígtrágyában [29].

Fázisbontás nélküli hígtrágya kezelés

A hígtrágyát nyugalomban hagyva három fázisra bomlik szét sűrűségi tulajdonságok alapján. A tartály aljára ülepszik a nagyobb sűrűségű szilárd rész, középen a híg, vízszerű lé helyezkedik el, ezen úszik a kisebb sűrűségű szilárd maradék. A fázisbontás nélküli eljárásnál mesterséges beavatkozással, homogenizálással akadályozzuk meg a fázisok szétválását. Ezt a csatornákban és csővezetékekben úgy tudjuk biztosítani, hogy az áramlási sebességet 0,5 m/s felett tartjuk.

Az állattartó telepen keletkező hígtrágyát az istállókból történő kifolyatás után, ún. gyűjtőtartály vagy gyűjtőakna fogadja be. Térfogata a napi maximális hígtrágya mennyiségéhez igazodik (20–150 m^3). A kezelő és tároló térfogatigény a tárolási idő hosszától függ, beszélhetünk rövid (7 nap), közepes (8–30 nap) és hosszú (31–120 nap) tárolási időről. Ilyen módon a tároló térfogat elérheti a több ezer m^3 értéket is.

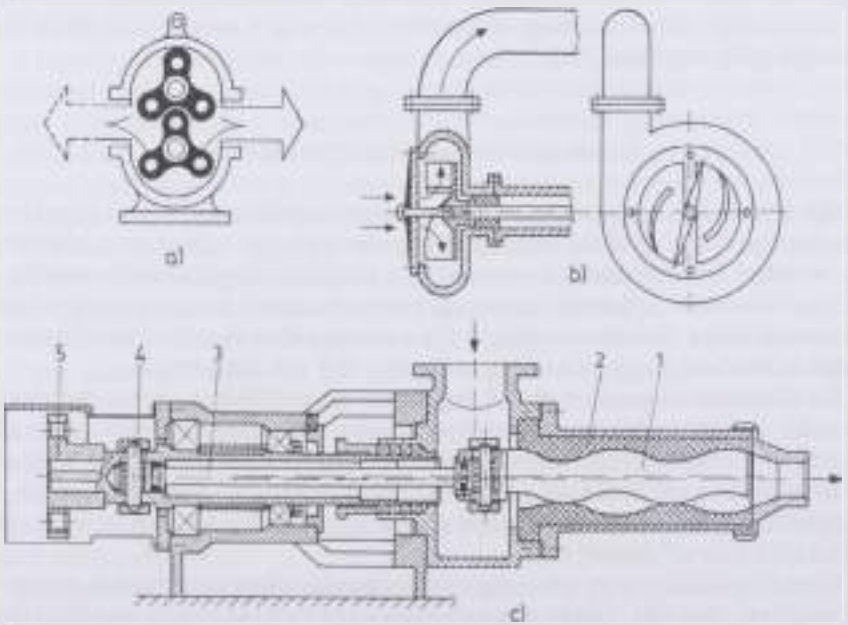
Gyakori módszer, hogy a homogenizálást **mechanikus szerkezetek,** a tartályba beépített, motollás, csigás, szárnylapátos vagy turbinakeverők végzik. Másik megoldás a szivattyúval végzett állandó keverés vagy **hidraulikus homogenizálás.** Ez esetben a traktorral működtetett *(487. ábra)*, vagy villanymotoros szivattyú a keverés mellett a tartály ürítését, és a trágya átemelését is elvégzi [29].



487. ábra. Traktorra függesztett és vontatott hígtrágyaszivattyú

Az apritókéses szivattyú a hígtrágyában levő szálas szennyeződéseket felaprítja. A csavarszivattyú nagy sűrűségű anyagok szállítására is alkalmas.

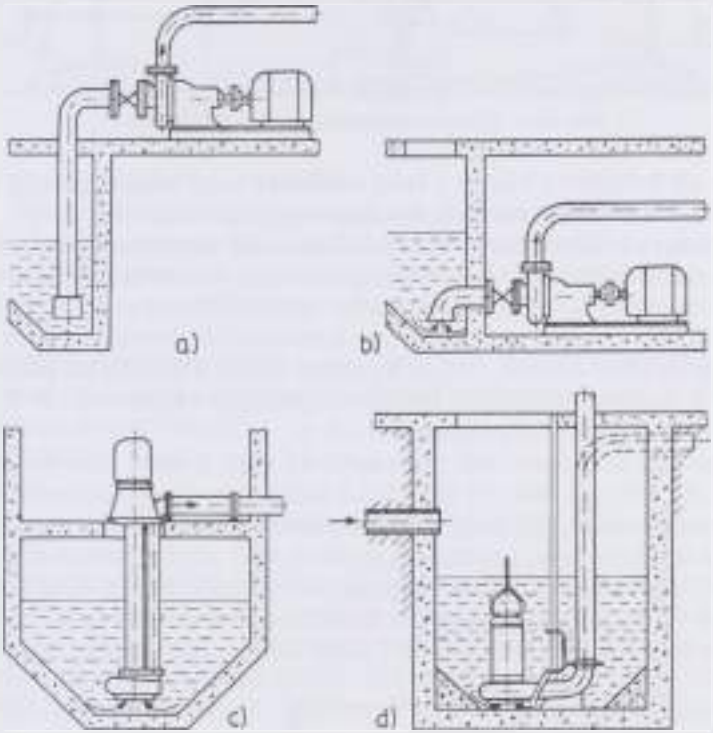
A szivattyúk közül az ún. zagyszivattyúk használhatók eredményesen a hígtrágya szállítására, így a csavarszivattyú, vagy csigás szivattyú is *(488. ábra)*.



488. ábra. Trágyaszivattyúk
a) Forgódugattyús, *b)* centrifugál, *c)* csavarszivattyú
(*1* rotor, *2* sztátor, *3* tengely, *4* nyírószeg, *5* tengelykapcsoló)

A keverésre kerülő higtrágya mennyiségéhez kell igazítani a keverőszivattyú teljesítményét. Általában annyi ideig kell a tartályban levő mennyiséget keverni, amíg az egyszer átszivattyúzásra kerül. A folyadéksugárral biztosítani kell, hogy a tartály falánál is 0,5 m/s felett legyen a folyadékáramlási sebessége. A tároló medencék fenéklapja 5%-os lejtéssel készüljön a homogenizáló medence felé.

A szivattyúk néhány elhelyezési módját a *489. ábra* szemlélteti.



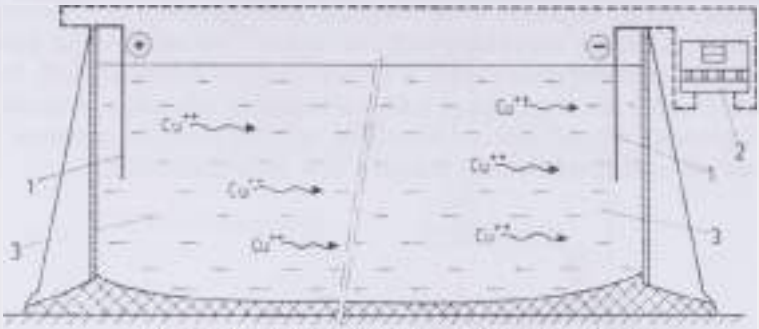
489. ábra. Szivattyúk elhelyezési módjai
a) vízszintes tengelyű, szívócsöves, *b)* vízszintes tengelyű, ráfolyásos, *c)* függőleges tengelyű, tengelytoldatos, merülő, *d)* motorral egybeépített, merülő

A **pneumatikus** keverés esetén a tartály fenékrészéből kilépő nyomás alatti levegő végzi a homogenizálást.

Újszerű megoldás az **elektrolitikus** homogenizálás, amikor a tartályba nyúló rézelektródákból (1) az áramforrás (2) által biztosított áram hatására rézionok vándorolnak az elektrolitként viselkedő higtrágyában (3) és megakadályozzák a kiülepedést *(490. ábra)* [38].

Az intenzív keverést a tárolóval egybeépített vagy elkülönített kis térfogatú homogenizáló aknában valósítják meg, legtöbbször csak a kiszállítás előtt.

A homogenizált higtrágya kihordása **tartálykocsival** végezhető el, mely felszívja az anyagot a tároló tartályból, a területre való kiszállítás után a tartályt



490. ábra. Elektrolitikus homogenizálás (OLIGOMAT)

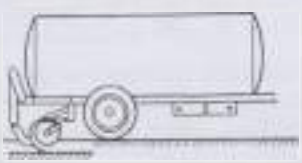
nyomás alá helyezve a trágyát a **talaj felületére** vagy **talajba** juttatja *(491. ábra)*. A felületi terítést dobolapát, terítőlap vagy szórótányér biztosítja.

A hígtrágya kiszórásakor a higiéniai előírásokat szigorúan be kell tartani.

Takarmány, ipari növények, rét, legelő esetén az öntözést a legeltetés vagy betakarítás előtt 3 héttel be kell szüntetni. Gyümölcsösnél és szőlőnél ez az időtartam 45 nap, nyersen is fogyasztható kertészeti növényeket, bokros gyümölcsöst hígtrágyával öntözni tilos. A hígtrágya 10–80 t/ha adagban juttatható ki a talajba. A tartálykocsi 3–10 m^3 befogadóképességű, a kijuttatás 1,5–2,3 m^3/min ütemű, a szórási szélesség általában 3–10 m.

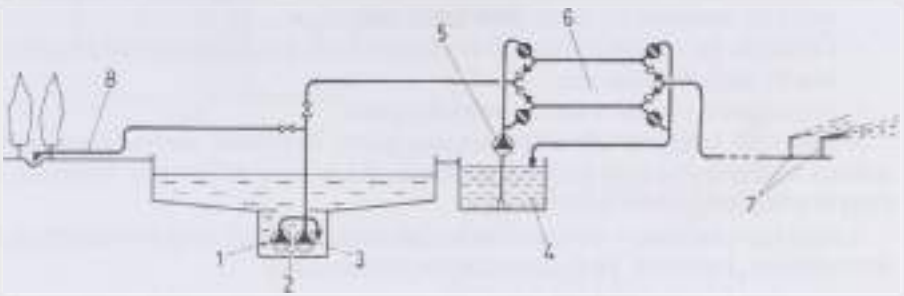
A hígtrágya homogenizálás utáni **esőztető vagy felületi kiöntözése** is megoldható. Az esőztető öntözést szolgálja a csőkamrás adagolóberendezés.

A berendezés lényege, hogy a csőkamrákba a hígtrágyát alacsony nyomáson juttatja a töltőszivattyú, egyúttal a kamrában levő vizet visszanyomja a vízmedencébe. A következő fázisban a kamrák szerepet cserélnek, a vízszivattyú nagy nyomású vizet szállít a hígtrágyával feltöltött csőkamrába, s azt az esőztető berendezés felé vezető csőbe nyomja. Ezáltal elérjük, hogy a nagy nyomást a víz-



491. ábra. Hígtrágya kiszórás és talajba injektálása

szivattyúnak kell csak nyújtania (kb. 4 bar). A csövekben a 0,5–2 m/s áramlási sebességet kell biztosítani. A folyadékok szállítási irányát az összehangolt szeleprendszer és visszacsapó szelepek szabják meg *(492. ábra)* [79].



492. ábra. Hígtrágya kiszórás csőkamrás adagolóval
(1 homogenizáló szivattyú, *2* homogenizáló akna, *3* töltő szivattyú, *4* vízmedence, *5* szállítóberendezés szivattyúja, *6* csőkamrák, *7* esőztető öntözés, *8* felületi öntözés, biztonsági terület)

A hígtrágya kijuttatása a talajra vagy talajba nem minden időszakban végezhető el, ennek áthidalására általában nyárfákkal betelepített, árkos felületi öntözésre beállított terület szolgál.

A hígtrágya talajba juttatásának feltételei [29]

- Jó vízáteresztő talaj vagy hidromeliorációs beavatkozással azzá tett termőhely és viszonylag mély (maximálisan 2 m vagy mélyebb) talajvíz biztosítja szakszerű üzemeléssel a folyamatos hígtrágyaelhelyezést és hasznosítást.
- A talaj csak olyan mértékig terhelhető hígtrágyával, hogy termőképessége hosszú távon ne csökkenjen, tehát az elhelyezésre kerülő hígtrágyamennyiség N-, P-, K-hatóanyag-tartalmának egyensúlyban kell lennie a termesztendő növénnyel a termesztendő növényállomány tápanyagigényével és az adott talaj tulajdonságaival.
- Általában előnyös, ha a hígtrágya elhelyezés hidraulikus úton és szükség szerint öntözéshez kapcsolódva történik. Tenyészidőben és tenyészidőn kívül a mértékadó helyzetet a szélsőséges csapadékos időjárási helyzet adja. A tervezés alapját az elemi vízgyűjtő területi egység dinamikus vízmérlege adja.
- A hígtrágyával öntözött területről felszíni elfolyás nem keletkezhet, csak a szivárgás (talajszűrés) útján elvezetendő vízmennyiség engedhető be a befogadókba.
- A humán- és állathigiéniai okok, valamint a hígtrágya elhelyezési gondok miatt olyan biztonsági területre van szükség, amely térben és időben, minden esetben fogadni tudja a hígtrágyát. Ez rendszerint alagcsövezett vagy

csörgedeztető tálcás, esetleg mélyárkos öntözésre berendezett bakhátas nyárerdő, néha növény nélküli alagcsövezett szántó vagy ugar.

- El kell készíteni a tervezéshez az állattartó telepre és az elhelyező területre vonatkozó dinamikus sómérleget. Öntözővíz minőségű itató és technológiai víz, valamint higítóvíz feltétlenül szükséges.
- Célszerű, ha a hígtrágyakezelő és elhelyező telep egy üzemeltető kezelésében és irányításában van.
- Figyelembe veendő a terület belvízhelyzete.

A hígtrágya **komposztálással** is hasznosítható, kezelhető, melynek során általában szalmaszecskával való keverést valósítunk meg. A keverést követően a trágyát istállótrágyaként kezeljük.

A hígtrágya **halastavi elhelyezése** korlátozottan oldható meg összhangban a zootechnikai, higiéniai, környezetvédelmi előírásokkal.

Fázisbontásos hígtrágya kezelés

A hígtrágya szilárd és híg részeinek szétválasztását azért végzik, hogy a szilárd részek elkülönítése révén a híg fázis tárolása, szállítása és kiöntözése kedvezőbb hidraulikai viszonyok között, üzembiztosabban történhessen. A szétválasztás önmagában nem elégséges kezelés, csak közbenső munkafolyamat. A szétválasztott részek elhelyezéséről és hasznosításáról ezután is gondoskodni kell.

A híg fázis kb. 0,5–1% szárazanyagot tartalmaz, az ún. szilárd vagy sűrű fázis szárazanyag-tartalma 15–30% között van.

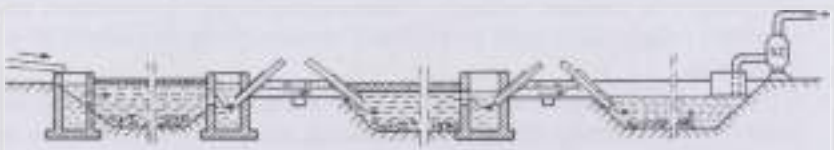
A hígtrágya fázisainak szétválasztására több megoldást próbáltak ki, amelyek alapelvüket tekintve két fő csoportba sorolhatók:

- gépi mechanizmusok nélkül működő,
- gépi mechanizmusokkal működő megoldások.

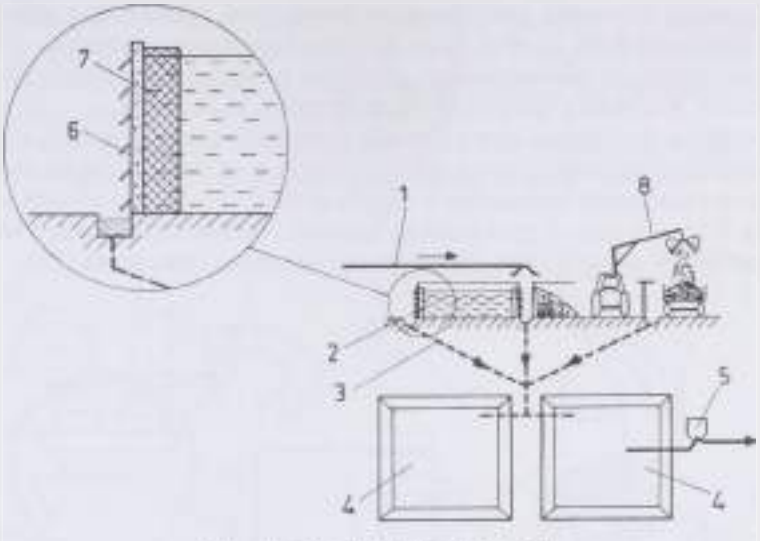
Az első csoportba az **ülepítő–szűrő** rendszerek tartoznak, amelyek közül a földmedencés ülepítők, a nagy felületű szűrőterek és a szűréssel kombinált ülepítők terjedtek el hazánkban.

A **földmedencés ülepítők** lényege, hogy a medencékben fázisokra bomló anyagból a hígfázis szintjéről vezetjük az anyagot a következő medencébe, így egyre tisztább folyadékot kapunk, ill. a medencékből a szilárd rész időszakonként eltávolítható *(493. ábra)* [29].

A **nagy felületű szalmaszűrők** használata esetén a szűrés és ülepítés összekapcsolódik *(494. ábra)*. A szűrőfelület azonban gyakran eltömődik, vagy ha nem elég figyelmesen készítik, a hígtrágya „kitörhet".

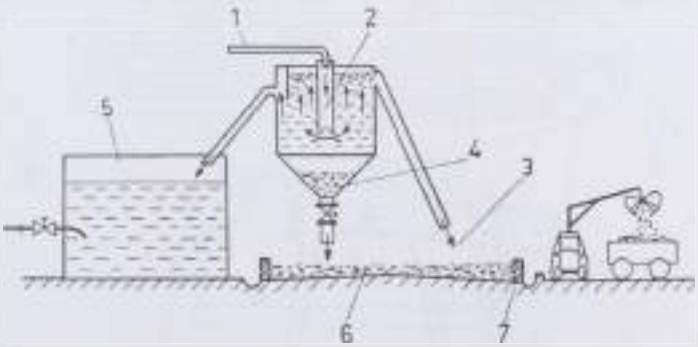


493. ábra. Földmedencés ülepítő



494. ábra. Nagy felületű szalmaszűrő
(*1* töltővezeték, *2* szűrő-ülepítő medence, *3* folyóka, *4* létározó földmedence, *5* szivattyú, *6* betonrács, *7* szalma, *8* a szilárd rész kitermelése)

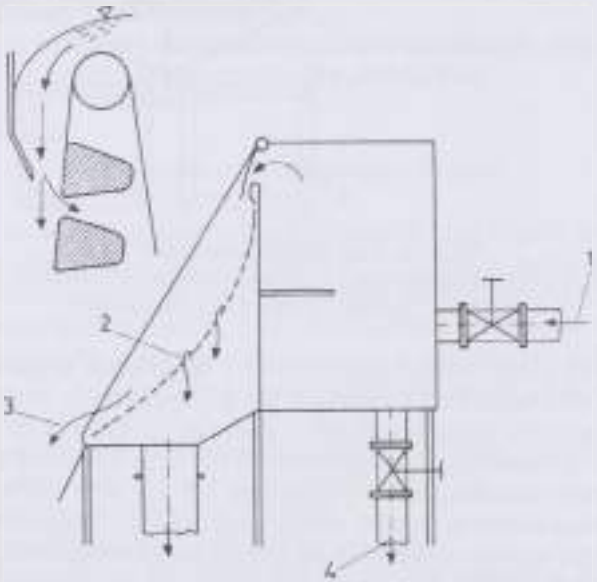
Az ellenáramú osztályozás elve érvényesül a **függőleges áramlású ülepítő-toronyban.** A töltővezetékből a hígtrágya kis sebességgel lép ki a tartály közepén, majd természetes osztályozódással a sűrű fázis uszadékot és üledéket képez (kb. 15–16% szárazanyag-tartalommal). A híg fázis 0,6–0,7% szárazanyag-tartalmú. A tartály szétválasztási teljesítménye 1,8–2,2 m^3/h egy négyzetméter alapterületre vonatkoztatva. A sűrű részek szalmabálás szikkasztótérbe jutnak, ahol nedvességük tovább csökken. A sűrű fázis ezt követően istállótrágyaként kezelhető *(495. ábra)* [29].



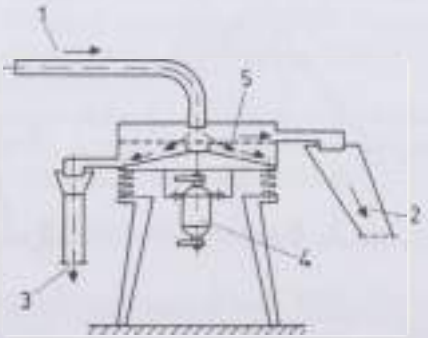
495. ábra. Függőleges áramlású ülepítő–szikkasztó
(*1* töltővezeték, *2* csillapító henger, *3* felúszott szilárd rész, *4* üledék, *5* létároló, *6* szikkasztótér, *7* szalmaszűrő)

A hígtrágya fázisainak szétválasztását hatékonyan biztosítják a különböző **mechanikai eszközök** (a sűrű fázis 25–30% szárazanyag-tartalmú). Számos változatuk ismert, de többségük igen költséges, energiaigényes eljárás alkalmazását jelenti. A teljesség igénye nélkül említhetők a következők.

Az **ívszita** szétválasztási elve a Coanda–Rainer effektuson alapul. A folyadék a szitaelemeken legördül, követi a szita görbületét, a szilárd fázis pedig lecsúszik a szitán. A szitaelemek hajlásszöge a függőlegeshez 15°–45°. Az elemek közötti távolság 0,25–1,5 mm. A gyakorlatban használt ívszináták teljesítménye közepes méret esetén kb. 40 m³/h *(496. ábra)*. Mozgó alkatrészei nincsenek [79].



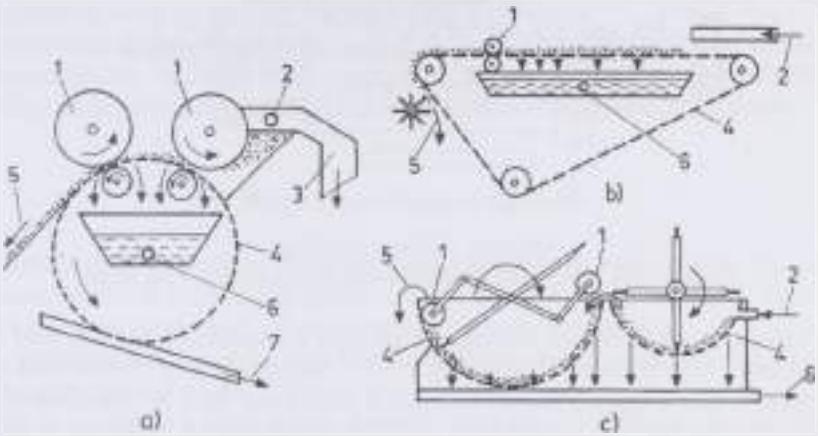
496. ábra. Ívszita
(*1* homogenizált hígtrágya, *2* híg fázis, *3* szilárd fázis, *4* visszafolyó hígtrágya)



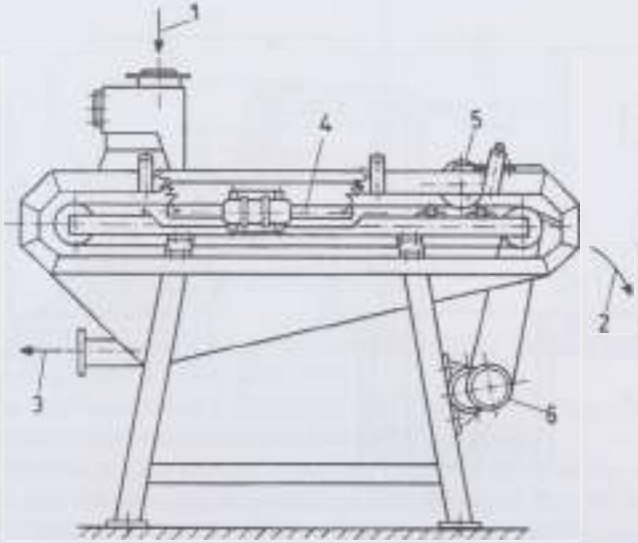
497. ábra. Vibroszita
(*1* hígtrágya, *2* szilárd fázis, *3* híg fázis, *4* hajtó motor excentrikus tömeggel, *5* szita)

A **vibroszita** síkfelületű, rugós függesztéssel csatlakozik a kerethez, rései 0,4×0,32 mm-esek. A rezgést villanymotor által forgatott excentrikus tömeg gerjeszti. A dobszitáról a szilárd fázis oldalt gyűjthető, a híg fázis pedig a szitán áthatol *(497. ábra)*. Teljesítménye kb. 5–8 m^3/h.

A különféle **présszíták** (dobos, szalagos, íves) jellegzetessége, hogy a szűrőfelületre a hígtrágyát fúvott gumihengerek nyomják *(498. ábra)*.



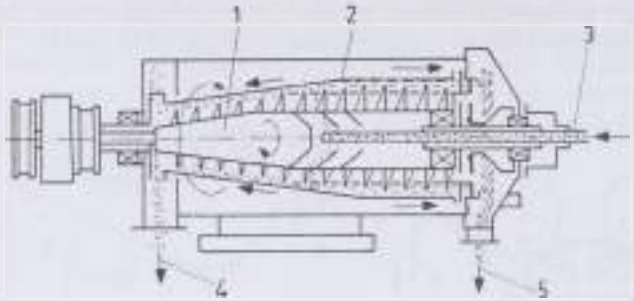
498. ábra. Présszíták
(1 fúvott gumihengerek, *2* beömlőcsonk, *3* túlfolyó, *4* szűrő, *5* a szilárd fázis elvezetése, *6* a híg fázis elvezetése, *7* a híg fázis túlfolyója)



499. ábra. Vibrációs szalagszűrő
(1 hígtrágya, *2* szilárd fázis, *3* híg fázis, *4* vibrációs asztal, *5* nyomógörgő, *6* meghajtás)

A **vibrációs szalagszűrő** érvényesíti a vibrációs hatást is és nyomóhengerrel is rendelkezik *(499. ábra)*. Teljesítménye kb. 20 m^3/h.

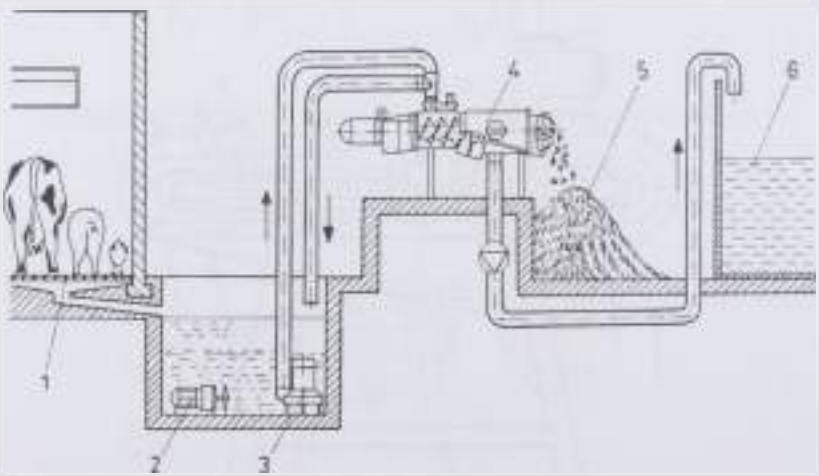
A **dekanter centrifuga** hatékony szétválasztást végez *(500. ábra)* [29].



500. ábra. Dekanter centrifuga
(1 kúpos csiga, *2* forgódob, *3* befolyócsonk, *4* szilárd fázis, *5* híg fázis)

A befolyócsonkon érkező homogén hígtrágya a forgódobba kerül, a dob fordulatszáma 1500–3000 min^{-1}, melynek következtében sűrűség szerint válik szét az anyag. A kúpos csiga a szilárd részeket a folyékony fázis leválasztásával ellentétes irányba tereli. A szilárd fázis 20–25% szárazanyagot tartalmaz. A folyamatos centrifuga teljesítménye mérettől függően 2,5–15 m^3/h. A trágyával érintkező rész rozsdamentes acélból készül.

A **folyamatos présszűrő** csigás forgórésze szűkülő szitahenger belső felületére préseli az anyagot, hatékony elválasztás jön létre.



501. ábra. Szétválasztás folyamatos csigás présszűrővel
(1 istálló, trágyarács, *2* keverő szivattyú, *3* átemelő szivattyú, és szeparátor tápszivattyú, *4* folyamatos csigás présszűrő, *5* szilárd rész, *6* folyékony rész)

A hígtrágya fázisbontás utáni mezőgazdasági hasznosításának technológiái nem igénylik a tökéletes szétválasztást, csupán olyan fázisok nyerése a cél, hogy a további folyamatok követelményeinek megfelelő anyagi tulajdonságokkal rendelkezzenek *(501. ábra)*.

Gyakorlatilag kielégítő a szétválasztás akkor, ha a híg rész rostos, szálas anyagokat és 0,5 mm-nél nagyobb méretű szemcséket nem tartalmaz, szárazanyag-tartalma 1% alatt van, a szilárd rész szabad, csurgó vizet nem tartalmaz, szárazanyag-tartalma pedig 25% felett van.

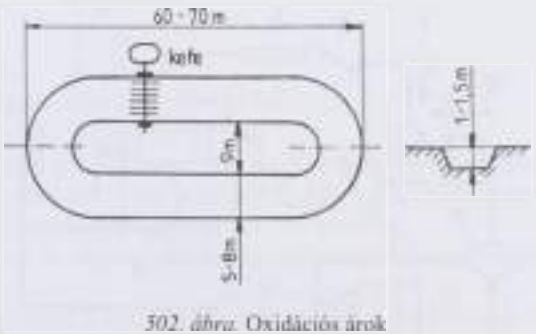
A híg fázis öntözésre felhasználható. A szilárd fázis istállótrágyaként kezelhető, komposztálható, biohumusz alapanyagként biogilisztákkal feldolgoztatható, ill. szárítva takarmányként hasznosítható, vagy biogáz előállítására is alkalmas.

A hígtrágya részleges tisztítása

A tisztítás célja a hígtrágya környezeti ártalmasságának csökkentése. Ez a szétválasztott fázisok közül a híg fázisra vonatkozik. A tisztítás biológiai, mechanikai, kémiai módszerekkel és ezek kombinációival oldható meg.

A biológiai tisztítás egy- vagy többlépcsős, aerob vagy anaerob eljárás, ill. a hideg vagy meleg (45–60 °C) módszer.

Az oxidációhoz a hígtrágyába levegőt juttatnak. Ez történhet ún. **oxidációs árokban,** melyben egy forgó kefe segíti a levegő bekeverését, ill. tartja lassú áramlásban az anyagot *(502. ábra)* [38].



502. ábra. Oxidációs árok

A **mélylevegőztető készülék** nagy mennyiségű levegőt juttat a folyadékba, ellátja az anyag forgatását is *(503. ábra)* [79].

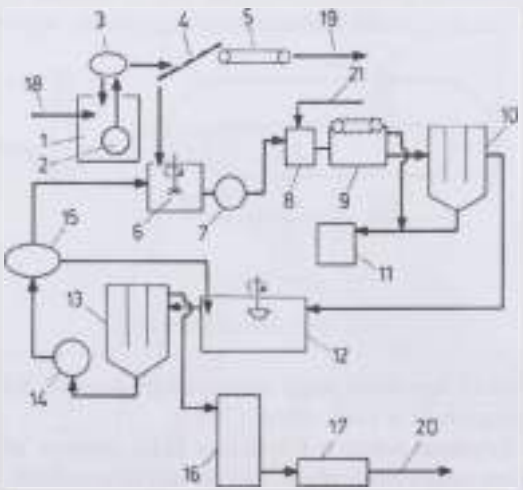
Az oxidációs folyamat során a folyékony fázis szerves anyaga részben lebomlik, kellemetlen szaga megszűnik, öntözéssel kijuttatható.

A biológiai tisztítás meleg eljárási változata hatékonyabb a hideg módszernél. A híg fázis szerves anyagának lebomlása hőfejlődéssel jár, ami a közeget fűti. A néhány napos meleg kezelés a kórokozókat, fertőző anyagokat, gyommagvakat lebontja, káros hatásukat csökkenti. A híg fázis ún. reaktorokba kerül, ahol a biokémiai folyamat megindul. A reaktorok célszerű egymáshoz

503. ábra. Mélylevegőztető készülék
(*1* a levegő bevezetése, *2* habtörő, *3* villamos motor, *4* terelőburkolat, *5* légelosztó)

kapcsolása, mélylevegőztető alkalmazása teszi lehetővé a fertőtlenített, szagmentes anyag előállítását.

A **kombinált biológiai-kémiai-mechanikai** tisztítási módszer különböző rendszerei ismertek. Ezek lényege a híg fázisból minél tisztább víz előállítása. Ezek az eljárások olyan minőségű vizet nem produkálnak, melynek ún. biológiai oxigénigénye a megengedett 25–280 mg/l (BOI) értéket meghaladja, ezért élő vizekbe nem juttatható. A *504. ábrán* egy kombinált tisztítási rendszer vázlata látható [79].



504. ábra. A biokémiai kezelés elvi vázlata
(*1* homogenizálóakna, *2* átemelőszivattyú, *3* osztótartály, *4* vibroszita, *5* szállítószalag, *6* előlevegőztető, *7* szivattyú, *8* vegyszerbekeverő, *9* hablekötő, *10* előülepítő, *11* iszaptároló, *12* levegőztető, *13* utóülepítő, *14* recirkulációszivattyú, *15* eleveniszaposító tartály, *16* baktériumágy, *17* fertőtlenítő, *18* hígtrágya, *19* szilárd fázis, *20* tisztított víz, *21* $Al_2(SO_4)_3$)

A hígtrágya anaerob kezelésének különleges esete a **biogáztermelés** [13]. A szerves anyagok fermentációjával nemcsak biogázhoz jutunk, hanem a környezetszennyező hatás is jelentősen csökkenthető.

A szerves anyag bomlása baktériumok anyagcsere-folyamatai közben megy végbe. Első lépésben a nagy molekulájú szerves vegyületek savképző baktériumok segítségével kis molekulájúvá alakulnak. A második fokozatban ezeket a vegyületeket a metánképző baktériumok szén-dioxiddá, metánná és vízzé alakítják. A baktériumok életfeltételeinek (hőmérséklet, sötétség, pH=6,5–7,5, anaerob körülmények, szén:nitrogén = 16:1–19:1; N:P:K = 3–5,4:2,5–4,4:0,7–1,9) biztosításától függ a bomlási folyamat sebessége.

A metánképző baktériumtörzsek hőmérsékleti igénye:

- pszichrofil törzs: 15 °C,
- mezofil törzs: 35 °C,
- termofil törzs: 55 °C.

A biogáztermelő berendezés meghatározó szerkezeti egysége a fermentor (erjesztő), ahol a biológiai folyamat lezajlik. Különböző anyagból (acél, beton, műanyag) készülhet, alakja is változó, föld feletti vagy föld alatti tartály. A keverést általában szivattyú biztosítja. A megfelelő hőmérséklet eléréséhez hőszigetelésről és fűtésről is gondoskodni kell. A trágya felmelegítést általában hőcserélő oldja meg. A keletkező biogáz tárolása történhet kis nyomáson (0,05 bar alatt), közepes nyomáson (20 bar-ig) és nagy nyomáson (200 bar-ig).

A biogáz átlagos összetétele:

CH_4: 60%,
CO_2: 36,6%,
H_2: 3%,
O_2: 0,2%,
H_2S, NH_3: 0,2%.

A biogáz átlagos fűtőértéke: 22–25 MJ/m³.

Az anyag erjedése 20 nap körül van.

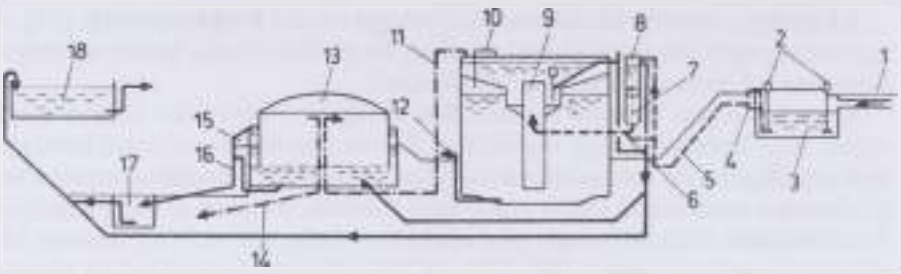
A biogáz fűtésre, robbanómotorok hajtására is felhasználható. A szarvasmarha és sertéstrágyából 0,25–0,5 Nm³/kg biogáz termelhető szerves szárazanyagra vonatkoztatva, baromfitrágyából kb. 0,6 Nm³/kg.

A gyakorlatban is megvalósított biogáztelep folyamatábrája a *505. ábrán* látható.

A biogáztelep csak a megfelelő tűzvédelmi és biztonsági előírások mellett üzemeltethető.

A biogáz előállításának és felhasználásának az energetikai mérlege akkor pozitív, ha több energiát termelünk, mint amit ráfordítunk. A gazdaságossági mérleg készítésekor a költségráfordításokkal a nyert energia értéke áll szemben. A kapott eredménynél azonban mindenkor figyelembe kell venni a környezetszennyezés elmaradásából adódó előnyöket is.

A biogáz előállítása után ún. biotrágya keletkezik. Ebben a masszában kevesebb a szárazanyag és a szervesanyag tartalom, ugyanakkor tápanyagdúsulás következik be. A trágyázás lehetséges időpontjai figyelembevételével kell a biotrágya tárolására szolgáló tárolókapacitást méretezni. A biotrágyában a mik-



505. ábra. Biogáztelep folyamatábrája
(*1* trágya az istállókból, *2* szivattyú, *3* előtároló szivattyúkkal, keverővel, aprítókkal, *4* 3 járatú osztó, *5* nyomóvezeték, *6* tolózár, *7* keverőmű, 8 ellenáramú hőcserélő rotációs határréteg-megújítóval, *9* erjesztőtartály, *10* biztonsági gázcsappantyú, *11* gázelvezető, *12* fenékiszap-letürítés, *13* gáz és trágyatároló, *14* gáz további felhasználásra, *15* túlfolyó, *16* trágyaelvezetés, *17* szivattyúakna, *18* végső trágyatároló)

roorganizmusok száma kevesebb, mint a hígtrágyában, a szagemisszió alacsonyabb szintű, a gyommagvak csírázóképessége 95%-kal csökken (termofil erjesztésnél). Komposztálási műveletet követően a biokomposztnak a talajokban a humuszképzésben van jelentős hatása.

Állattartó telepek automatizált irányítása

A különböző állattartási ágazatokban a 70-es évek közepétől az állatállomány koncentrációja felgyorsult, a létszámnövekedés informatikai gondokkal járt. A termelés irányítóinak a termelés fokozása, a termékek minőségének javítása érdekében olyan nagy adathalmazzal kellett dolgozniuk, hogy azt a hagyományos módon naprakészen már nem lehetett telepi szinten megoldani. A számítástechnika fejlődésével, a számítógépek elterjedésével felmerült a lehetőség az állattartásban is, hogy az adatok rögzítésére, a számítási feladatok elvégzésére számítógépet használjanak. Erre a célra a személyi számítógépek használata látszott a legcélszerűbbnek. A számítógépek árának csökkenése lehetővé tette, hogy egyre több gazdaság vásároljon a telepi munkafolyamatok irányításához számítógépet.

A számítógépes termelésirányítás bevezetése több állatfajnál is lehetséges. A tehenészeti telepeken alkalmazott irányítási rendszer elvi vázlatát az *506. ábra* szemlélteti.

A számítógéppel vezérelt telepirányítási rendszerek alapvetően három fő szerkezeti részegységből épülnek fel:

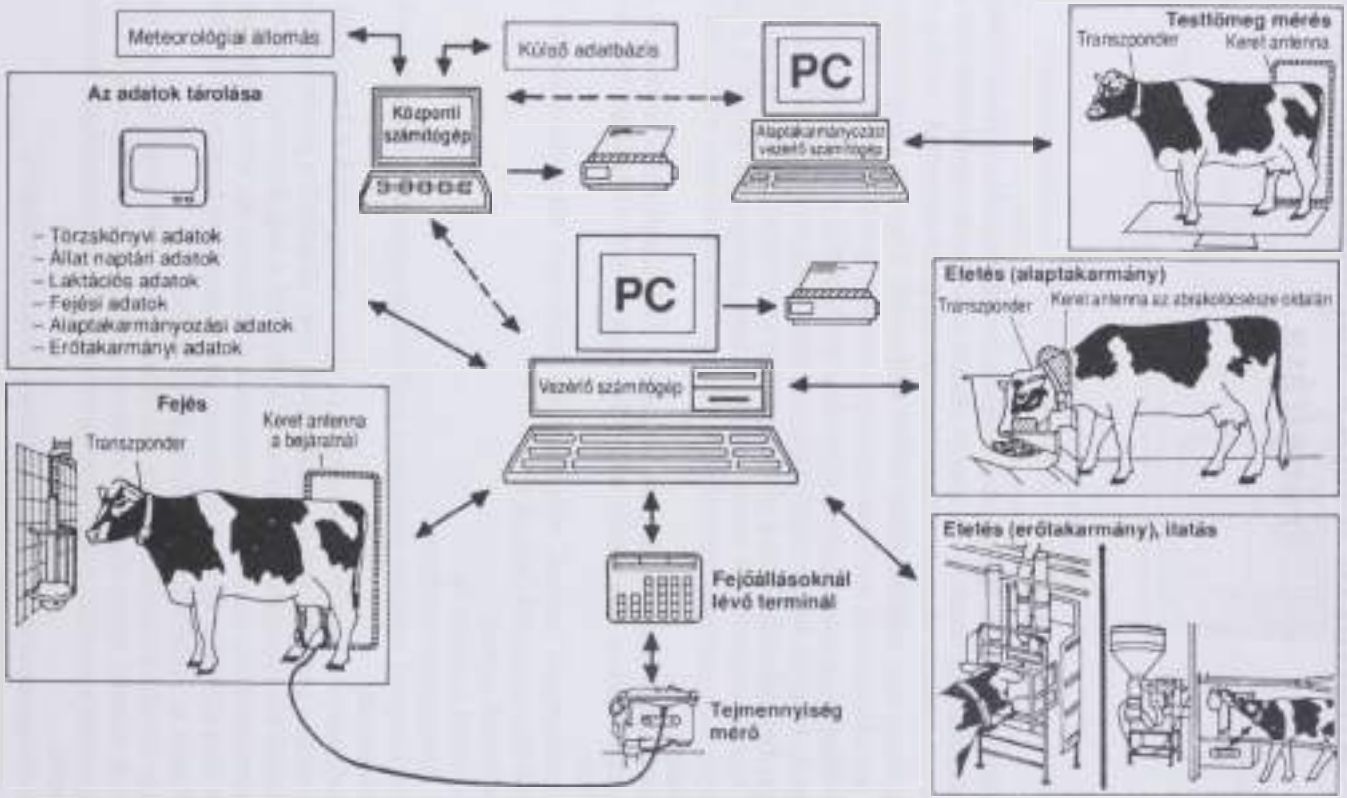
- a központi egység,
- a fejőházi rendszer és
- az abrakadagoló rendszer.

Az ún. komplett rendszer részelemei önállóan és egymással összekapcsolva is funkcionálnak.

A modulszerűen kiépített rendszernél az egyes részegységeket kommunikációs vezetéken keresztül kell összekapcsolni, mely kiegészül a perifériák hálózatra történő bekapcsolásával. A hálózat kiépítésénél a nagyfeszültségű kábelek és a kommunikációs vezetékek párhuzamos vezetésénél, ill. keresztezésénél a gyártók által előírtakat úgy kell biztosítani, hogy megoldott legyen a frekvencia stabilitása és az áramkimaradás elleni adatvédelem.

A nagy létszámú tehenészetekben a keletkező nagymennyiségű napi adathalmaz miatt célszerű egyes adatok bevitelének automatizálását megoldani. Ebből a szempontból a komplex telepirányítási rendszerek kulcsfontosságú elemeinek tekinthetők:

- az állatazonosításban résztvevő elemek (jeladók, jelfogók),
- a tejmennyiségmérők,



306. ábra. Számítógéppel irányított tehenészeti telep (a főbb műveletek)

- az automatikus abrakadagolók és
- az állatok egyéb adatait rögzítő jeladók, így a tömeg, lépésszám, testhőmérséklet, szívritmus meghatározásában résztvevő elemek.

Az állatok egyedi felismerése, azonosítása

Az állatazonosításban résztvevő elemek, kezdetben az állatok nyakszíjára rögzített elektronikus egységek, a jeladók az első megoldásoknál műszakilag nagyon egyszerűek voltak. A zárt dobozban, elemmel működtetett monofrekvenciájú, ill. -amplitúdójú kódadókat helyeztek el. Ezeknél az azonosítás a moduláció mértéke alapján volt lehetséges. Az ilyen azonosító jeladók legnagyobb hibája az volt, hogy a szárazelemek rövid idő alatt kimerültek, a cseréjük hosszadalmas, körülményes volt.

A fejlettebb változatoknál az energiát már nem elem szolgáltatja. Az azonosítás helyén olyan elektromágneses mezőt hoznak létre, amely a hatósugárba kerülő jeladó aktivizáló tekercsében olyan feszültséget indukál, amely elegendő annak működtetéséhez. Ez egy modulált frekvenciájú vagy amplitúdójú jelsorozatot küld vissza a felismerő logikai egység (jelfogó) vevőantennája felé, amely elégséges a jelek pontos azonosítására. A rendszer elvét a *507. ábra* szemlélteti.

A válaszadókat több szempont szerint lehet csoportosítani, az egyik szerint ismertek a *duplex- és a félduplex transzponderek.* Ezek elvi működési vázlatát mutatja be a *508. ábra.*

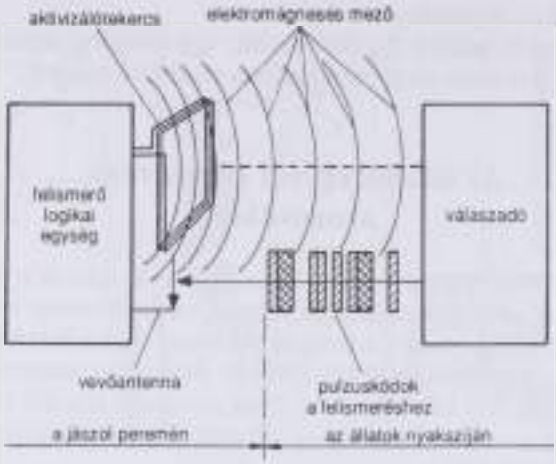
Az ábra alapján is látható a működési elvben való különbség, melynek alapján a következők szerint lehet jellemezni a jeladókat:

Félduplex transzponder:
Előnye: nagy hatótávolság,
gyors információátvitel.
Hátránya: több alkatrész a két frekvencia miatt,
interferencia léphet fel.

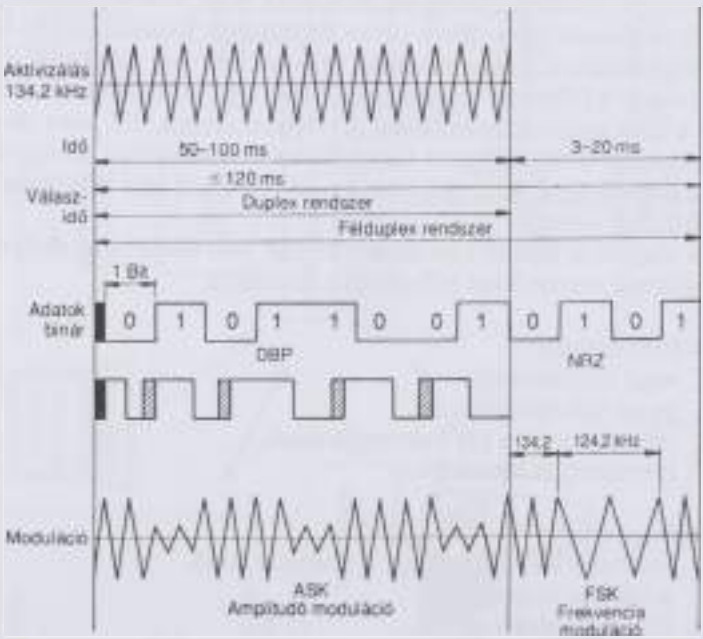
Duplex transzponder:
Előnye: kevesebb alkatrész az egy frekvencia miatt,
árfekvése kedvezőbb.
Hátránya: kisebb a hatótávolsága,
lassúbb az információátvitel sebessége.

Jelenleg a gyakorlatban nagyobb számban az ún. passzív (áramforrás nélküli) jeladók a legelterjedtebbek.

Ma már hagyományosnak tekinthetők az állatok nyakszíjára erősített ún. nagyméretű transzponderek, mind passzív, mind aktív változatokban. Speciális körülmények között jól alkalmazhatók a fülkrotériába szerelt kisméretű kivitelek *(509. ábra).*

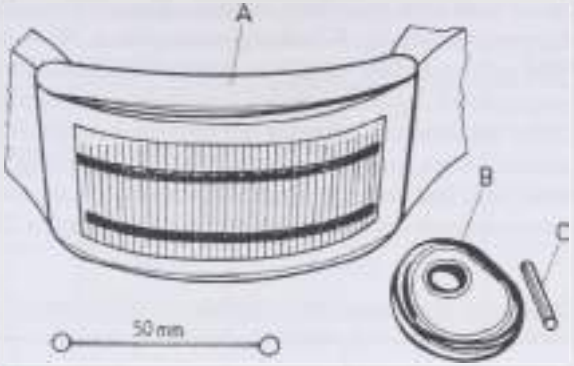


507. ábra. A jelátvitel elvi sémája

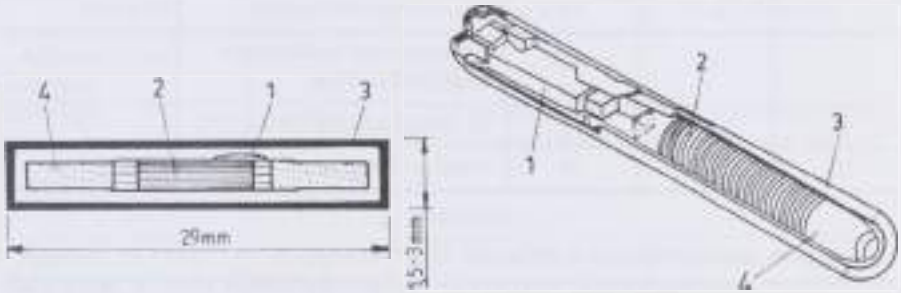


508. ábra. A duplex és a félduplex transzponderek működési elve

Sok szempontból előnyösek az injektálható kivitelek, amelyek miniatürizáltak és csupán néhány építőelemből állnak. A fejlesztések révén integrálták a transzponder elektronikát és egyetlen chipben egyesítették. Csökkentették az információ áramlás (az adás és vétel) energiaszükségletét és növelték a vételi távolságot *(510. ábra)*.



509. ábra. A transzponderek főbb kiviteli formái
A hagyományos nyakszíjra szerelt kivitel, *B* fülkroétriába szerelt (kisméretű), *C* injektálható (miniatürizált)



510. ábra. Az injektálható transzponderek szerkezete
(*1* csipbe integrált elektronika, *2* tekercs, *3* vasmag, *4* üveg, vagy műanyag ház)

A különféle gyártók által forgalmazott injektálható transzponderek főbb jellemzőit a *27. táblázat* tartalmazza.

27. táblázat. A forgalomban lévő injektálható transzponderek főbb jellemzői

Jel	Átmérő, mm	Hossz, mm	Hatótávolság, cm
I. (nagytestű állatok)	3,6	28	>50
II. (baromfi, kutya)	2,8	19	>30
III. (madarak, hobbi állatok)	2,2	12	>20

A transzponderek nem csak méretben, hanem villamos kivitelben is eltérnek egymástól. Az Európai Gazdasági Közösség országaiban 1994. év elejére elkészült az **ISO II 804** jelű szabvány, amely az alapvető kódolási formát tartalmazza. Ezzel a transzponderek egyedi gyártási lehetősége is megmarad, ugyanakkor az adatátvitelnél alkalmazott villamos normatívák koordináltak lesznek.

Így az állat azonosítására szolgáló adatsor 64 Bit hosszúságú. Az egyes helyeken lévő bináris jelek információ tartalmát csoportokra osztva pontosan behatárolták. A transzponderek kódolására szolgáló adatsorokat a *28. táblázat* tartalmazza.

28. táblázat. A transzponderek kódolására szolgáló adatsorok

Adat-csoport	Bit-tartomány	Bitszám	Információtartalom	Érték (a megkülönböztető egységek mennyisége)
I.	1	1	Állat (1), nem állat (0)	0/1
	2–15	14	Nem használható, tartalék	0-16 383
	16	1	A transzponder rendszerének megkülönböztetése	
II.	17–26	10	Az országok kódjai (ISO 3 166)	
III.	27–64	38	Nemzeti állatazonosító számok	0-274 877 906 943

Az egyes transzponderek a műszaki kivitelüket tekintve duplex és félduplex rendszerben kommunikálnak. A szabványban gondoskodtak arról is, hogy a két rendszer összekapcsolható legyen, s az adó–vevő egységek mindegyik rendszernél működjenek. A félduplex (HDX) és duplex (FDX) rendszerben az adatok formáját az állatok azonosító számára vonatkozóan a *29. táblázat* tartalmazza.

A szabványosítást követően kezdték el kifejleszteni a speciális írható–olvasható és mérési adathordozó transzpondereket, amelyek már a jövő igényeit is képesek kielégíteni.

Az ún. komplex transzponder műszaki előírásaira vonatkozó paramétereket a *30. táblázat* szemlélteti.

Az írható és olvasható kiviteleknél nyilvánvalóan a legnagyobb gondot az írható adatok mennyisége, sorrendje, ill. a helyi értéke jelenti. Megfelelő és egységesített szoftverek segítségével azonban ezen adattárolás és forgalmazás is megoldható.

A transzponder és az azonosításra vonatkozó kódolás változatlanul a meglévő ISO norma szerint történik és ehhez kapcsolódóan további adatokat is tartalmaz a transzponder, amelyek szintén megváltoztathatók. Lesznek viszont írható, olvasható és törölhető adathelyek is. A szoftver révén létrehozható eltérések, ha például tenyészállatról, védett állatról, rövid tartási idejű haszonállatról van szó, a transzponder felhasználási helyétől függnek.

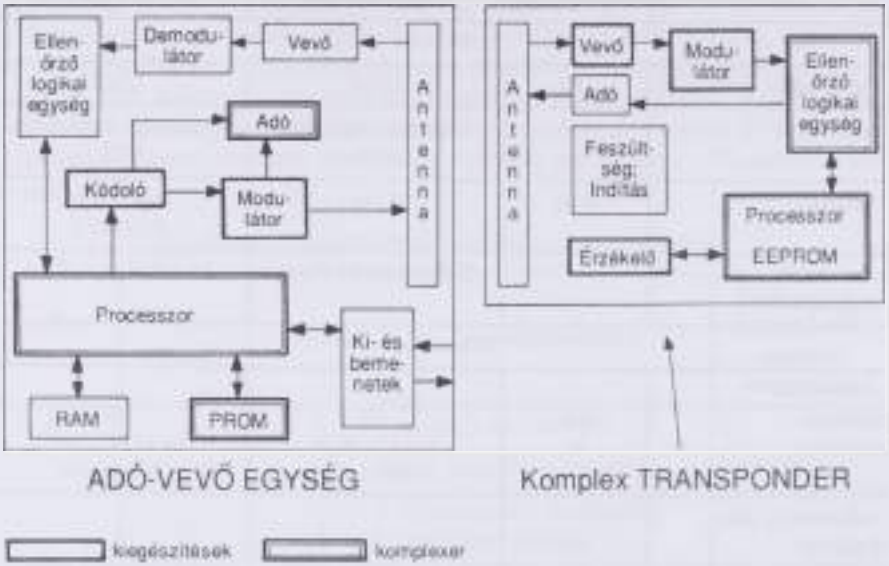
29. táblázat. Transzponderek kódolási formája (ISO 11 784 szerint)

Tényező	Mértékegység	Duplex rendszer	Félduplex rendszer
Adatátvitel			
Aktivizálási frekvencia	kHz	134,2	134,2
Moduláció		Amplitúdó moduláció ASK	Frekvencia moduláció FSK
Sebesség	Bit/s	4194	(1) 776,5 (0) 8387,5
Az adatok kapcsolódása		Differential Bi-Phase	Non-Return to Zero
Időtartamok			
Aktivizálás minimum maximum	ms ms	50 ha az FDX jel a 100-at eléri	50 ha az FDX jel a 100-at eléri
Aktivizálási fázis minimum maximum	ms ms	3 ha 3 ms után a HDX Transzponder válaszol: 20	3 ha 3 ms után a HDX Transzponder válaszol: 20
Adatterjedelem			
Alap	Bit	11	8
Azonosítási kód	Bit	64	64
Biztonsági kód	Bit	16	16
Csatlakozás	Bit	24	24
Bitstuffing		13	0

30. táblázat. A komplex transzponder műszaki adatai

Paraméter	Érték	Előírások
Átviteli frekvencia	134,2 kHz	ISO/DIS 11 785
f/N	8387,5 Bit/s	N = 16
Adatkódolás	eltérő Bi-fázis	ISO/DIS 11 785 (FDX)
Moduláció	ASK	ISO/DIS 11 785
Kommunikáció formája	FDX	nagy adat transzfer

Felismerő egységek a komplex Transponderrel



511. ábra. Felismerő egység a komplex transzponderrel

A komplex transzponder technikai adatátviteli rendszere már megfogalmazást nyert *(511. ábra)*.

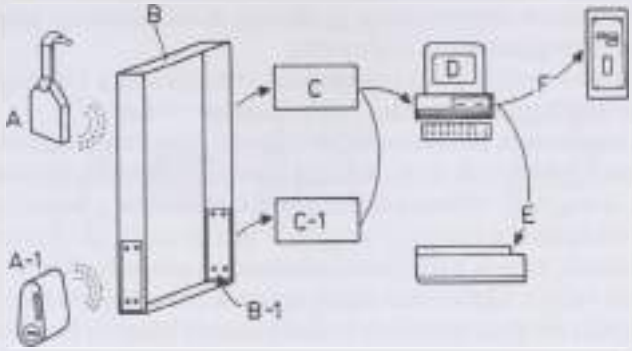
Az üzemeltetéshez természetesen még számos speciális technikai kivitelt eljárásra és szabványosításra van szükség. Fontos a kiolvasási kódrendszer, a törlési, a nyitási, az írási olvasási, új adatbeviteli, vagy adatkiegészítési kommunikációs protokoll pontos lefektetése.

Az állatfelismerésben a jeladókkal kommunikáló felismerő adó–vevő egységeket ott kell elhelyezni, ahol az állatok azonosítására szükség van, így a fejőteremben, az abrakadagoló automatáknál és az állatmérlegnél.

Ha a fejőteremben abrakolást is alkalmaznak, akkor az adó vevőket a fejőállások előtti abrakoscsészék peremén vagy oldalán helyezik el. Ekkor még a legkiválóbb termékek esetében is csak 97–98%-os azonosítási arány érhető el. Ennek oka az, hogy a jeladók nem minden esetben kerülnek be a felismerő hatótávolságába.

A fejőtermekben ma már nem alkalmazzák a fejés alatti abrakadagolást, így e módszerrel kevésbé meghatározható a tehenek helyzete a fejés során. Ez valamilyen mértékben javítható, ha ún. csalogatóabrakot helyeznek el az abrakoscsészékbe.

Az előzőnél kedvezőbb azonosítási arány érhető el, ha az állatok azonosítása a fejőállások bejáratánál történik, nagyméretű adó–vevő antennákkal. A bejárati (portálkapus) azonosítási rendszer elvi felépítését a *512. ábra* szemlélteti.



512. ábra. Bejárati azonosítási rendszer elvi felépítése
A nyakszíjra szerelt transponder, *A 1* bokaszíjra szerelt transponder, *B* keret antenna, *B 1* bokaszíjra szerelt transponder lap antennája és a pedométer kiolvasó, *C és C 1* adó-vevő vezérlő elektronikák, *D* PC, *E* adattároló, *F* nyomtató

A bejárati kapuk azonosító antennáján áthaladó és felismert állatok adatgyűjtő általi rögzítése csak akkor történik meg, ha a bejárati kapu kapcsolója szabad jelzést ad, tehát a kaput kinyitották, és az a kapcsolót működésbe hozta. Az azonosító egységek vezérlői megjegyzik a beérkező tehenek sorrendjét, ill. a későbbi adathozzárendelés ennek megfelelően történik meg. A nem azonosult állatok (pl. jeladó elvesztése, sérülése miatt) számának korrigálását a fejőmunkásnak kell elvégeznie.

A tehenek nyakán lévő transzponderek azonosítási ideje rövidebb, mint amire a kapun áthaladó állatnak szüksége van.

Az automatikus abrakadagolás kötetlen tartásban

A hagyományos, kötött tartástechnológiát alkalmazó tehenészeti telepeken az állatok részére viszonylag egyszerű volt az egyedi takarmányozás megvalósítása. Ehhez például az állásoknál elhelyezett fejtáblákon feltüntetett adatok nyújtottak támpontot. Kötetlen körülmények között, ahol az állatok elveszítették egyediségüket, meg kellett oldani az egyedi abraktakarmányozás lehetőségét.

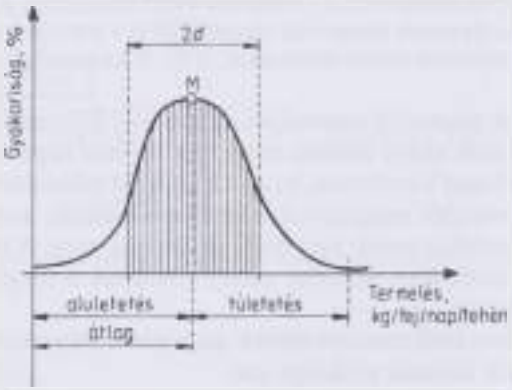
Az egyedi abrakolás szükségessége

A nagyobb, több száz, esetleg ezres nagyságú állománynál közismert, hogy az állatokat bizonyos szempontok szerint csoportosítják. A csoportosítás legfőbb szempontja az állatok termelésben elfoglalt helye, vagyis a laktációjuk státusza. Takarmányozási és etológiai vizsgálatok alapján az optimális csoportnagyság 40–50 tehén/csoport lenne, de ennél általában nagyobb, 100 tehén/csoport az el-

terjedten alkalmazott csoportosítási gyakorlat. A csoportosítás alapja a befejések alkalmával meghatározott tejtermelés.

A tejtermelésre vetített abrakszükségletet vizsgálva az a Gauss-görbéhez hasonló gyakoriságfüggvényt mutat *(513. ábra)*.

Az ábra alapján, ha a takarmányozási szintet a termelési átlagértékhez (a görbe maximuma) határozzuk meg, akkor a kisebb termelésű egyedeket túltakarmányozzuk, a nagyobb tejhozamúakat pedig korlátozzuk a termelésben azáltal, hogy nem biztosítunk a részükre megfelelő mennyiségű, ill. összetételű takarmányt. Mindezek, vagyis a telepeken alkalmazott csoportosítások, ill. az, hogy a csoportokon belül a laktációban eltérő egyedek is vannak, indokolják az egyedi abrakadagolás megvalósításának szükségességét kötetlen tartástechnológiájú telepeken is.



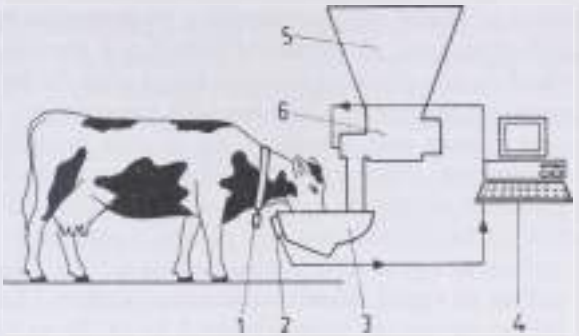
513. ábra. A tehénegyedek koncentrált takarmányigényének sűrűségfüggvénye

Az automatizált egyedi abrakadagolás

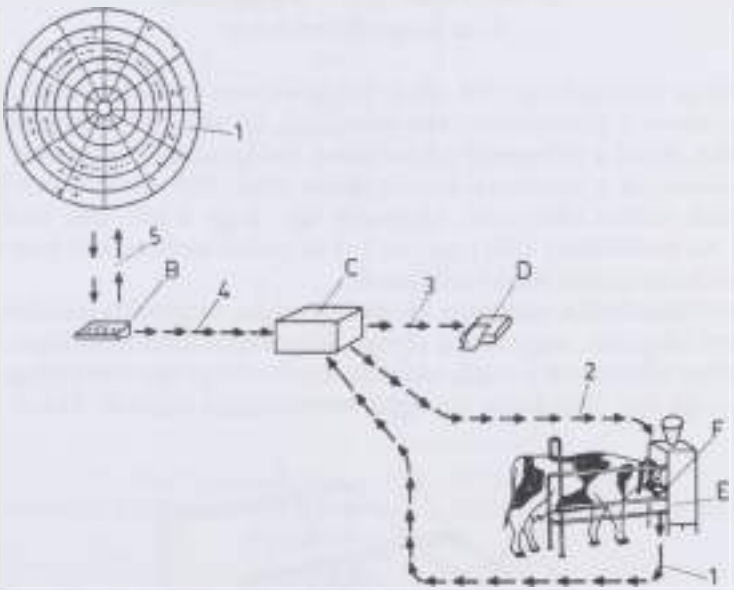
A telepen elhelyezett állomány részére a szükséges takarmánymennyiség az ellést megelőző, a frissfejős, a termelő és a szárazra állítási időszakban előre beállítható, meghatározható. A kiosztandó mennyiséget kézi adatbevitellel lehet a számítógépben beállítani, de a rendszerprogramok segítségével ezt ki is lehet számíttatni, ahol a program figyelembe veszi az egyed tejelési teljesítményét, testtömegét, pillanatnyi kondícióját, a laktáción belüli elhelyezkedését stb.

Ha a telepen kiépítették az állatok egyedi felismerési rendszerét, akkor az állatfelismerés alapján lehetőség nyílik az automatikus abraktakarmány kiosztására is. Az elektronikus felismerésen alapuló egyedi takarmányozás elvi vázlata látható a *514. ábrán*.

Az állat azonosítása során a vevőegység az egyedre jellemző jelet az erősítőn keresztül továbbítja a vezérlőegységbe, ill. a mikroszámítógépbe. A számítógép a felismert jelekhez hozzárendeli a megfelelő takarmányadagot, ill. azt az adagolóberendezés segítségével kiadagolja az állat számára *(515. ábra)*.



514. ábra. Elektronikus felismerésen alapuló egyedi takarmányozás elvi vázlata
(*1* transzponder, *2* adó–vevő, *3* abrakos csésze,
4 villamos egységek (erősítő, processzor, adatfeldolgozó stb.),
5 takarmánytároló garat, *6* adagoló)



515. ábra. Az egyedi abrakadagolás vezérlésének elvi felépítése
(*1* azonosító jel, *2* abrakadagolási „parancs", *3* az adatok kiírása, *4* az adatok betáplálása,
5 személyi kapcsolat a tehénnaptárral, *A* tehénnaptár, *B* beíró és kiolvasó,
C vezérlő és adattároló, *D* kiíró, *E* abrakoló, *F* azonosító adó–vevő rendszer)

A számítógéppel nemcsak az egyedenként kiadagolandó takarmány mennyisége, hanem a kiadagolt mennyiség időrendi eloszlása is programozható.

A takarmány napi folyamatos kiosztására többféle módszert is alkalmaznak. A legelterjedtebb a napi 24 órából 8 óra éjszakára eső, ún. pihenőidőt „kiemelnek". Az így fennmaradó 16 órát 4–10 részre lehet felosztani. Ez annyit jelent, hogy

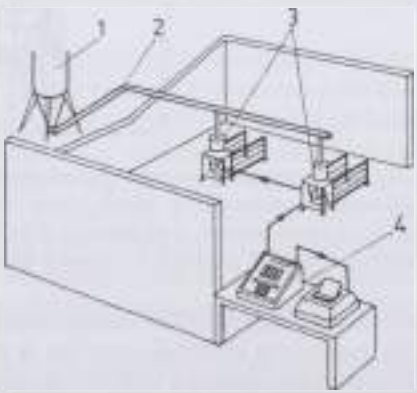
egy-egy szakaszban az állatok elfogyaszthatják a programozott napi takarmányadagjuk legfeljebb egynegyed, ill. egytized részét. Egyik napszakról a másikra a maradék nem vihető át, de a pihenőidőszakban még a rendelkezésükre áll. 24 óra elteltével a központi egység kijelzi a napi maradék mennyiséget, amely azonban a következő napra szintén nem vihető át. Az el nem fogyasztott takarmány mennyiségének ismerete felhasználható bizonyos problémák jelzésére is.

A másik megoldásnál csupán az egy adott időtartam alatt elfogyasztható takarmány mennyiségét határozzák meg. Így például a programóra indulását követő első négy órában az egyed időarányosan elfogyaszthat 2 kg takarmányt, a második négy órában az egyed időarányosan elfogyaszthat 2 kg takarmányt, a második négy órában ugyancsak időarányosan 2 kg-ot. Ez az előbbinél annyival előnyösebb, hogy két intervallum – evés az egyik időszak végén és a másik elején – teljes dózist tekintve nem kerülhet egymás mellé.

Az etetők elhelyezése, szabályozása és az adagolás módszerei

Az etetők az istállón belül *(516. ábra)* és szabadtéren is elhelyezhetők. Az istállóban gyakran a pihenőbokszokat használják fel az etető elhelyezésére. Ez előnytelen, mivel a felhasznált pihenőboksz férőhelycsökkenést okoz, és ezzel relatív növekszik a beruházási költség. Ezért célszerűbb az etetőket a közlekedőfolyosók mellett elhelyezni, mégpedig úgy, hogy a közelben itatók is legyenek. Az etetőállások előtt legalább 3×4 m szabad területet kell hagyni, hogy a tehenek könnyebben megközelíthessék.

Az etetőállásoknál a takarmány kijuttatását csigás, forgócellás-mindkettő térfogatszerinti adagolás-, vagy tömeg szerinti adagolókkal lehet megoldani. A legelterjedtebben alkalmazott a csigás adagolás, amelynél egy-egy elemi adag mennyisége a csiga egy fordulatára kiadagolt mennyiséggel egyenlő. Ekkor az adag

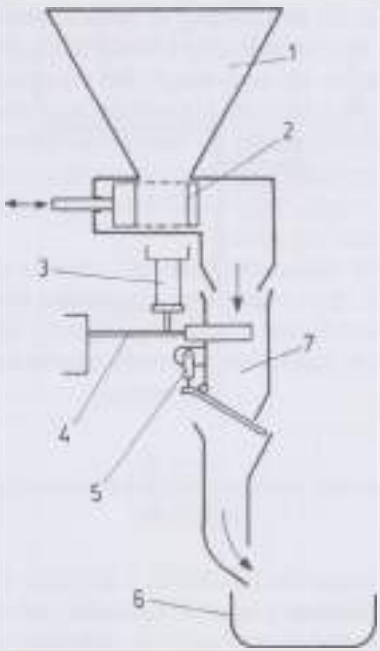


516. ábra. Adagolók elhelyezése a tehénistállóban
(*1* tároló, *2* szállító csiga, *3* ahrakolók, *4* vezérlő és nyomtató)

mennyiségének szabályozása a csiga fordulatával valósítható meg. Újabban ezt a megoldást felváltja a csiga működési idejének nagyságával történő szabályozás.

A legpontosabb berendezések a tömegméréssel működnek *(517. ábra)*.

Az előtároló garatból (1) vibrátor (2) juttatja a takarmányt a mérlegkaron (4) függő tartályba (7). Ha a mérlegtartályban megfelelő mennyiségű takarmány gyűlik össze, a villamos érzékelő (3) elmozdul és működésbe lép a nyitó mágnes (5), amely a tartály alján lévő reteszt kinyitja és a takarmány az etetőcsészébe (6), az állat elé kerül.



517. ábra. Tömegmérésen alapuló adagoló működési vázlata
(*1* előtárológarat, *2* térfogat adagoló, *3* érzékelőcella, *4* mérlegkar, *5* működtető mágnes, *6* etetőcsésze, *7* tartály)

Mivel az állatok a különféle takarmányokból egységnyi idő alatt más-más mennyiséget tudnak elfogyasztani, ezért szükséges a mennyiségi szabályozást műszakilag úgy megoldani, hogy az adagok kiadagolását az állomány evési sebességéhez is igazítani lehessen. Vizsgálatok szerint dercés takarmányból 0,2–0,3 kg/min, míg pelletált takarmányból 0,4–0,5 kg/min az állatok átlagos evési sebessége.

Az abrakadagolókhoz automatikus ürítőt is csatlakoztathatunk, mely akkor lép működésbe, amikor a tehénegyed elhagyja az etetőállást úgy, hogy nem fogyasztotta el a részére kijuttatott teljes takarmányadagot. Ekkor a csésze alján lévő zárólap elmozdul, és a takarmány az alatta lévő gyűjtőtálcába hullik, mely ismételten felhasználható.

Az ismertetett egyedi abrakadagoláshoz kapcsolódóan kétféle etetési forma terjedt el. Az egyikben a koncentrált takarmány teljes mennyiségét abrakadagolókból etetik, a jászlakból csupán az alaptakarmányt. A másik megoldásban – főként ott, ahol a telepeken villamos mérleggel ellátott keverő–kiosztó kocsikat alkalmaznak – csupán a prémiumtakarmányt adják az abrakadagoló automatákból. A csoportban előforduló legkisebb tejhozamig a keverő–kiosztó kocsikból az alaptakarmányhoz hozzákeverve kapják az állatok az abrakot, a prémium mennyiséget pedig az abrakadagolókból a teljesítményüknek megfelelően.

Az alkalmazott etetési forma meghatározza a telepen elhelyezendő abrakadagoló automaták számát is. Ha az állomány az összes abraktakarmányt az automatákból fogyasztja, akkor egy berendezéssel 20–22 tehén etethető (5000–6000 liter laktációs tejtermelés esetén). Ha csak kiegészítő takarmányt adagolnak automaták segítségével, akkor elégséges 30 állatonként egy abrakadagolót elhelyezni.

Üzemeltetési szempontból fontos az automaták takarmányellátásának állandó biztosítása is. Ez megoldható úgy is, hogy az átmeneti tárolókból az etetőállások fölötti garatokba csigás, vagy szállítóelemes berendezéssel juttatják el a dercés, vagy pellet formájú takarmányt.

Ismert olyan megoldás (hazai fejlesztés is), ahol az előtárolókat az adagoló garatok fölé helyezték el, így a takarmány gravitációs úton jut el az adagolóhoz. Ekkor célszerű az abrakadagoló vezérlőegységével működtetett boltozódásgátló alkalmazása is, hogy különösen a dercés takarmány folyamatos kiadagolása biztosított legyen.

Teljesen automatizált takarmányozási rendszerek

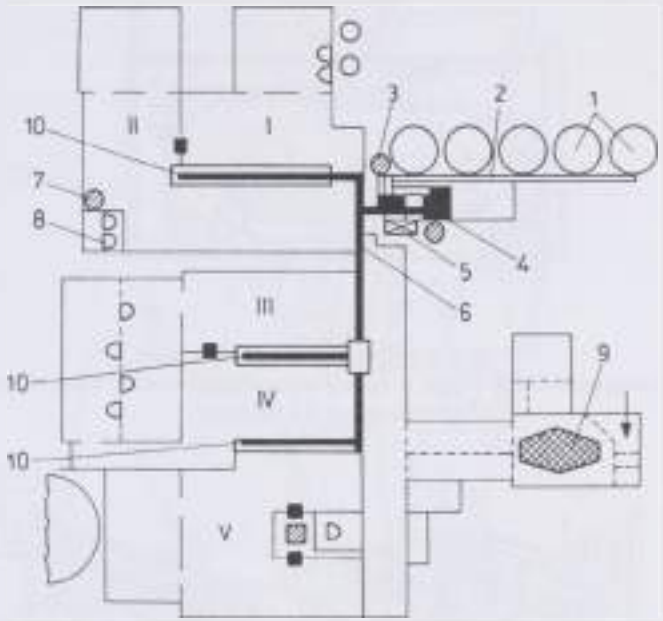
A takarmányozás további racionalizálása és a termelés fokozása céljából kísérletek folynak a tömegtakarmány egyedi etetésével is. Azt vizsgálják, hogy a rendszerrel elérhető gazdasági eredmények arányban vannak-e a beruházás értékével.

A rendszerben a tehenek egyedi azonosítóval vannak felszerelve. A telepen egyedi abrakadagolókat és tömegtakarmány etetésére alkalmas vályúk is vannak. Az abraktakarmányt hasonló módon kapják meg az állatok, mint a korábban bemutatott rendszerekben. Az alaptakarmányt azonban a silók melletti tárolókból szállítószalagok továbbítják a stabilan beépített keverőegységbe. A takarmánykeveréket a vezérlő számítógép utasítására aszerint állítja elő a keverőberendezés, hogy melyik takarmányozási csoport etetése következik. A csoportokban a tehenek létszáma kevés, 30–40 db, jó ha az állatok testtömege közel azonos, de egyéb paraméterekben is közel esnek egymáshoz *(518. ábra)*.

Kötött tartásban a jászlak előtt (töltött) mobil kiosztóberendezés halad végig, amelyen jelfogóhoz csatlakoztatott vezérlő számítógép is van. A borjak állása fölötti jeladók a korábban már bemutatott transzponderek. Az etetőjászlak között végighaladó kocsi a jeladó hatására automatikusan megáll, azonosítja az adott etetési helyet (adott állatot), és az előre beprogramozott összetételű és

mennyiségű takarmányt a jászolba juttatja. A kocsi tartályának kiürülését is érzékeli a központi egység és parancsot ad, hogy guruljon az istálló végénél lévő feltöltési helyre.

Egy-egy etetési helyre már többféle összetételű takarmányt is ki lehet adagolni, például két komponens esetén az egyik fehérjében és vitaminban dús, míg a másik kifejezetten magas energiatartalmú anyagokat tartalmaz.



318. ábra. Automatizált takarmányozási rendszer
(*1* toronysilók, *2* szállítószalag, *3* koncentrált takarmány tárolója, *4* mérleg, *5* vezérlőegység, *6* szállítószalag, *7* koncentrált takarmány tárolója, *8* egyedi abrakoló, *9* polygon fejőállás, *10* jászlak, *I, II, III, IV és V* tehéncsoportok)

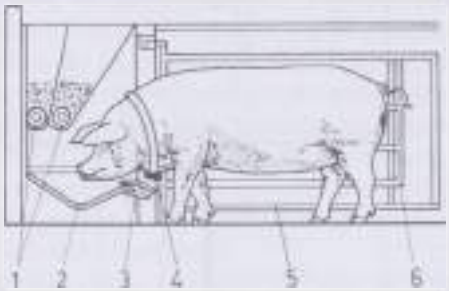
A kocák automatizált egyedi etetése

A 80-as évek közepétől terjed az egyedi abrakadagoló berendezés a kocatartásban. A kocák azonosítására – a szarvasmarhatartásban megismert – nyakszíjra erősített egyedi számjegykódos adók mellett a kocák fülébe helyezett vagy bőr alá inplantált miniatürizált transzpondereket is alkalmazzák. A különböző megoldásoknak előnyei és hátrányai is vannak. A nyakszíjra erősített transzponder a kocák nyakáról gyakran lehullik, s munkát jelent az ismételt fölhelyezése. Előnye, hogy igen megbízható az azonosítás. A fülbe erősített, miniatürizált típusoknál kisebb a jelszint, s ennek megfelelően igen szűkre kell határolni az állatok mozgásterét az etetőn belül, hogy az adó a vevőhöz közel kerüljön és biz-

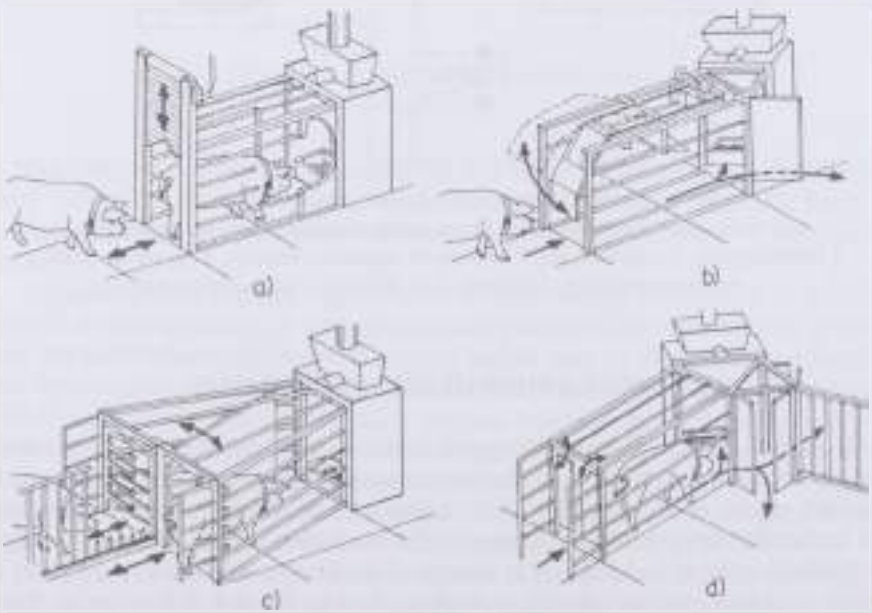
tonságos legyen az azonosítás *(519. ábra)*. Gyakran a kocák kidörzsölik fülükből az azonosítókat, illetve az agresszív egyedek ki is harapják.

Az *520. ábrán* négy különféle etetési rendszert mutatunk be.

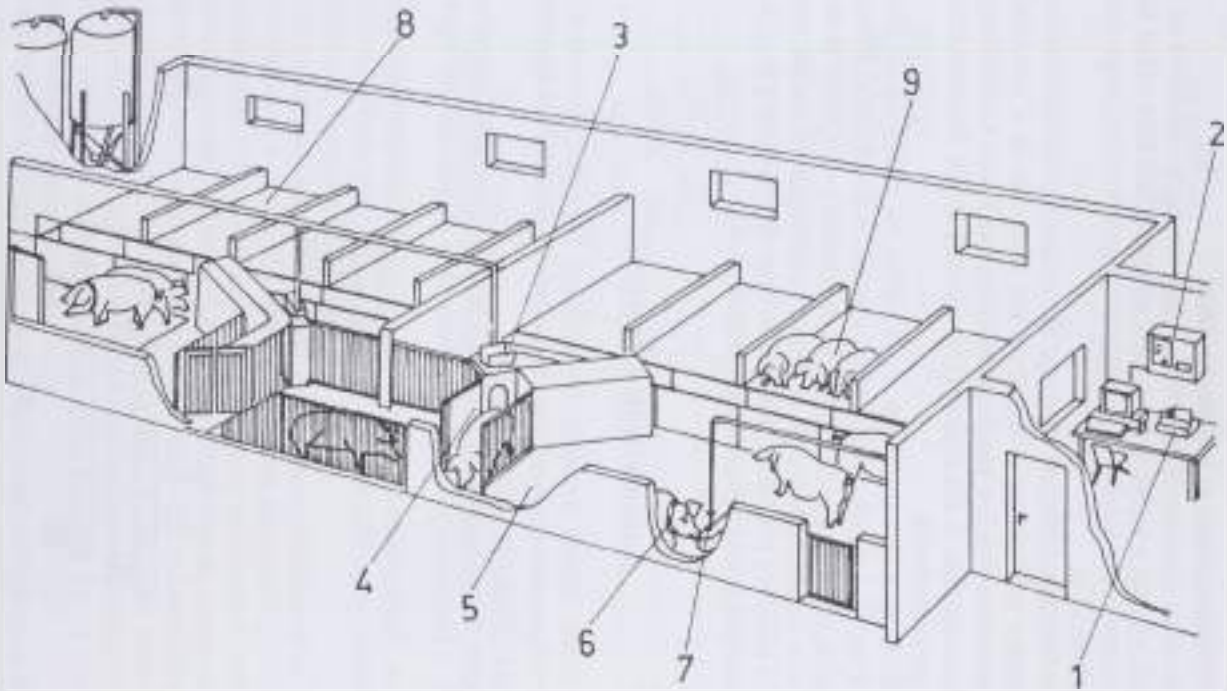
Az A jelű rendszernél amikor a koca az etetőállásba bemegy és ott az azonosítása megtörténik, a bejáratnál lévő pneumatikus működtetésű kapu bezárul. Mindaddig amíg a koca a program szerint takarmányát meg nem ette, a bejárati kapu zárva marad, s így a bent lévőt a többiek az állás előtt várják, nem tudják



519. ábra. A sertésazonosítás elvi felépítése
(1 takarmánytovábbító csigák, *2* vályú, *3* azonosító adó–vevő, *4* transzponder, *5* elválasztórács, *6* lezárórács*)*



520. ábra. Az etetőboxok főbb kivitelű rendszere
a) egyszerű, a koca hátramenetben hagyja el, *b)* kettős kivitel, *c)* oldalt vagy elöl hagyja el, *d)* oldalt és elöl is elhagyhatja



521. ábra. Kocaszállás és hizlaló felépítése automatizált etetés esetén
(*1* számítógép (PC), *2* vezérlő, *3* takarmányadagoló, *4* etetőállás, *5* kocák, *6* azonosító adó, *7* itató, *8* takarmányszállító csiga, *9* hízósertések)

zavarni. Amint a bent álló elfogyasztotta a megfelelő mennyiségű takarmányt, a hátsó kapu kinyílik és az állat kihátrál az állásból.

Hasonló kivitelű a B jelű is, azon eltéréssel, hogy a kutricák közé elhelyezve két állatcsoport is használhatja az etetőberendezést.

A C jelű változat az előzőeknél fejlettebb. A bejárati kapu működése az előzőekhez hasonló, viszont a kocák a takarmány elfogyasztása után oldalt hagyhatják el a berendezést. Az oldalsó kapu úgy van megszerkesztve, hogy azon át a kocák nem juthatnak be.

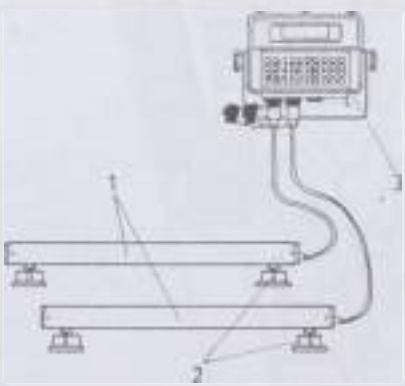
A D jelű az utóbbi korszerűsített változata. Az etetési funkción túlmenően az állatok válogatására is alkalmas. A kijáratnál két kapu van és a pneumatikus munkahenger aszerint nyitja ki a kapuk egyikét, hogy az állatot a vezérlőegység melyik kutricába irányítja. A két kijárattal rendelkező etetők fiaztatóketrecekhez kapcsolva működhetnek.

Ajánlott istállóelrendezést szemléltet a *521. ábra*. Az istálló elülső oldalán kapnak helyet a kocák, a másik oldalon pedig a hízók. A kocákhoz számítógéppel vezérelt egyedi takarmányozó tartozik. Az automaták a válogatási és az etetési feladatokra is felhasználhatók. A központi számítógép az etetést vezérlő funkción kívül a komplex sertéstartó rendszerben egyéb feladatokat is ellát, így az istálló szellőztetésének és világításának vezérlését stb.

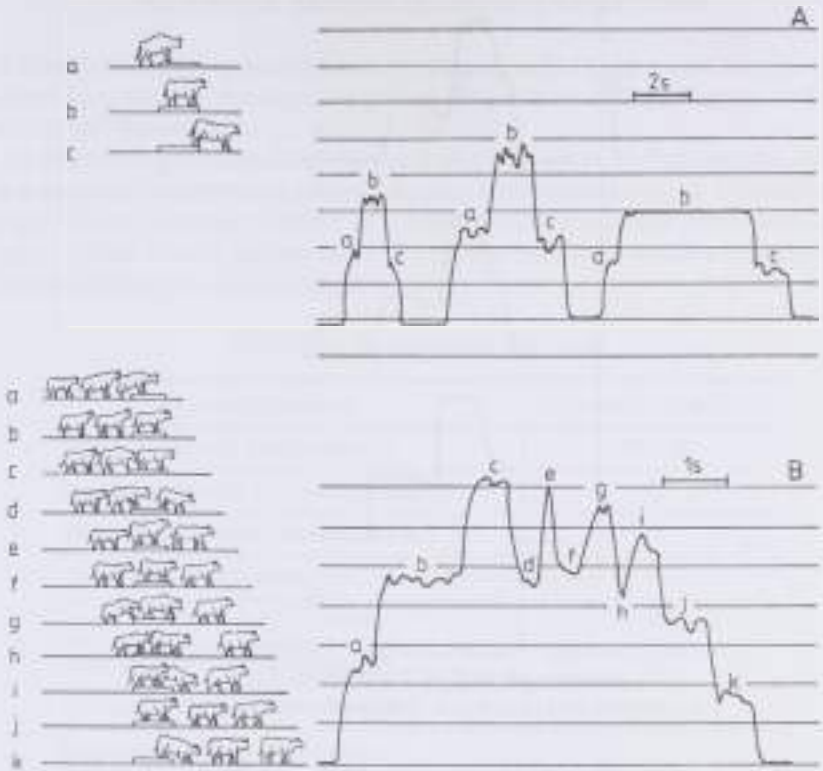
Automatizált mérlegelés

A szarvasmarhatartó telepek termelésellenőrzésének lényeges eleme az állatok testtömegének folyamatos regisztrálása. A testtömeg változásából leginkább a takarmányozási hibákra lehet következtetni.

A számítógépes telepirányítási rendszert alkalmazó tehenészeti telepeken lehetőség adódik a hagyományos kivitelű mechanikus működésű mérlegek fel-



522. ábra. Tenzós mérleg felépítési vázlata
(*1* mérleg talp, *2* cellák, *3* villamos egység (jelfogó, Wiston mérőhíd, erősítő, kijelző, soros kimenet))



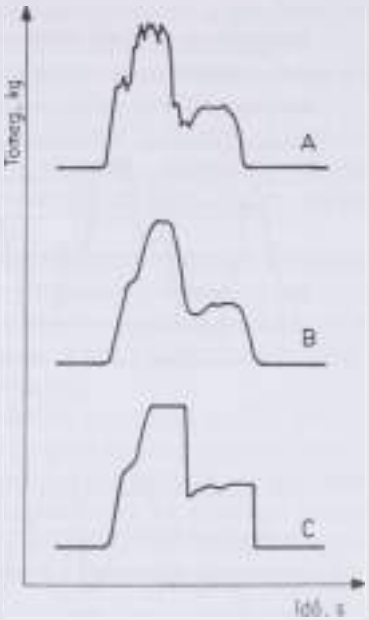
523. ábra. Az áthajtós rendszerű mérleg alkalmazásának lehetőségei
A egy állat mérése esetén, *B* sorban haladó állatok áthajtása esetén, (Pieper, 1987)

váltására elektronikus érzékelés alapján működő mérlegekkel. A számítógéphez csatolással lehetőség nyílik az adatok értékelésére, és azok szükség szerinti csoportosítására, kimutatások készítésére.

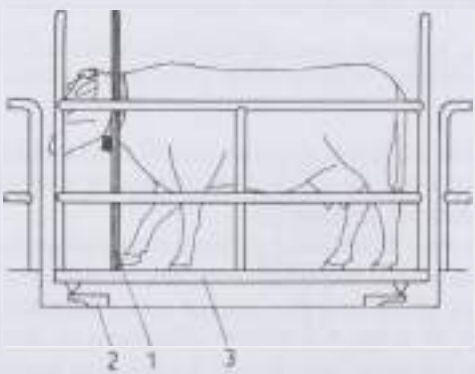
Ezek a mérlegek elhelyezhetők az etetőbokszok padozatára is, de leggyakrabban a fejőtermek visszahajtó folyosóiban vannak elhelyezve *(522. és 523. ábrák)*.

A diagramon *(524. ábra)* az *a* és *c* jelszint azt az állapotot mutatja, amikor az állat a mérlegre fel-, ill. lelép. A *b* jelszint időtartama az, amely alatt az állat teljes testtömegével a mérlegen tartózkodik. Ez 1–1,5 m hosszúságú mérlegeknél hozzávetőlegesen 1,2–1,5 másodpercig tart. A villamos berendezésekkel, a nagysebességű processzorokkal ez idő alatt nagyszámú mérés elvégezhető és a méréssel egyidőben átlagértékeket is lehet képezni. Így a pontos testtömeg meghatározásnak nincs akadálya.

A fejőállások visszahajtó folyosóin elhelyezett mérleghez az állatok egymást követve, egymáshoz tömörülve érkeznek, ami a villamos jelszintek különválasztásán alapuló tömegmérést nem teszi lehetővé. Az ábrán lévő jelsorozatból csupán a *b* és a *j* az az időpillanat, amikor az állat egymagában teljes testtöme-



524. ábra. Az áthajtós rendszerű mérlegnél a jelfeldolgozás menete
A a mérlegről jövő jel, *B* a jel szűrés után,
C a mérlegről jövő jel szűrés és feldolgozás után (Filby, 1992)



525. ábra. Az áthajtós rendszerű mérleg a fejőfolyosóban
(*1* kóranterena, *2* mérőcella, *3* mérleg talp)

gével a mérlegen tartózkodik. Több olyan jel is van, amely ezekkel közel azonos, ill. ezeknél nagyobb. Ezért, ha lényegesen eltérő testtömegű állatok is vannak a mérlegelendő csoportban, a módszer nem alkalmazható. Ez olyan felhajtófolyosó rendszer kialakításával küszöbölhető ki, ahol az állatok tömörülése kizárt *(525. ábra)*.

Az állatok aktivitásának meghatározása

A különböző biológiai paraméterek mérésének célja, hogy a számítógép segítségével igen nagy biztonságú prognózist lehessen készíteni az egyes biológiai események időpontjáról.

Az állattartás gazdaságossági tényezői közül az egyik leglényegesebb lehetőség a megfelelő szaporaság elérése. A szarvasmarhatartásban ez különösen lényeges. Ezért keresnek többféle fiziológia paramétert annak megállapítására, hogy az állatokat mely időpontban kell vemhesíteni, hogy annak eredményessége minél jobb legyen *(31. táblázat)*.

31. táblázat. Ivarzó egyedek felismerése

Felismerés módszere	Felismerési százalék (%)
Progeszteronpróba (hetente kétszer)	99–100
Ivarzás megfigyelés (naponta háromszor)	87
Tejhőmérséklet mérés (naponta kétszer)	74
Aktivitásmérés (állandóan)	72
Megfigyelés és/vagy hőmérséklet	95
Megfigyelés és/vagy aktivitásmérés	95
Hőmérséklet és/vagy aktivitásmérés	93
Megfigyelés és/vagy hőmérséklet és/vagy aktivitásmérés	98–100

Az ivarzó állatok köztudottan nyugtalanabbak, mint a nem ivarzók. Ha a lépésüket egy meghatározott időtartam alatt mérjük, előfordul, hogy 30–200%-kal magasabb értékek adódnak, mint a normál lépésszámuk.

Aktivitásmérővel az ivarzó állatok 72%-a kimutatható.

A lépésszámlálóval ellátott egyedek adatai mind a fejés helyén, mind pedig az automatikus abrakadagolóknál leolvashatók. Ezzel, ill. a hőmérséklet mérésével (kombinálva) a felismert egyedek száma lényegesen magasabb.

A lépésszámláló berendezéssel kötetlen tartási körülmények között az ivarzás időpontja 90–95% pontossággal jelezhető. Ezeken a napokon az aktivitás, ill. a lépésszám 200–300%-kal is megnövekedhet *(526. ábra)*. Kötött tartású istállóban is kimutattak aktivitásnövekedést, de a referencia szintjétől nem tért el olyan markánsan, hogy a pontos időpontra következtetni lehetett volna.

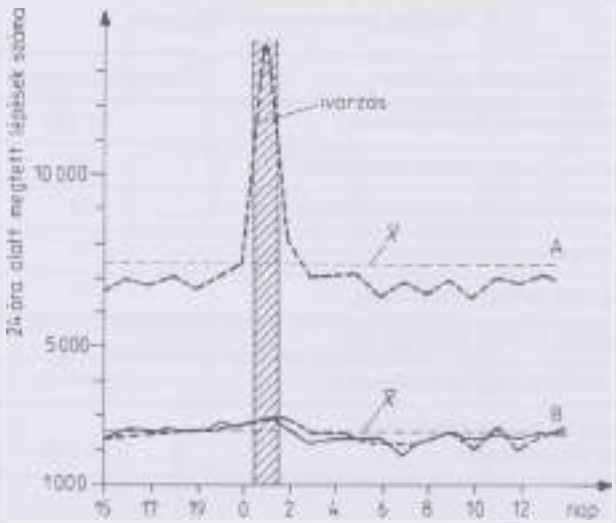
Más kutatók szerint, az ivarzási hajlam felismerése, ha az kizárólag a tenyésztő megfigyelésén alapszik csupán 60–85%-os.

A lábszáron elhelyezett lépésszámlálók egyik hátránya, hogy felhelyezésük meglehetősen körülményes, üzemeltetési szempontból sérülésveszélyesek, szennyeződésnek vannak kitéve [42]. Tartós felhelyezés esetén gyakori elvesz-

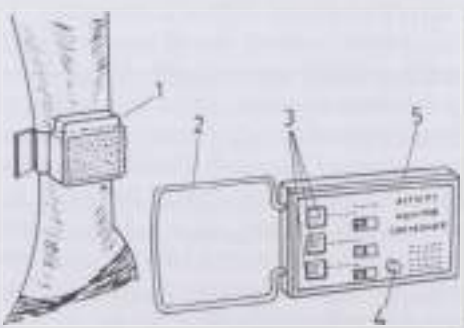
tésük, időszakos felhelyezéskor külön gondot kell fordítani a referencia-lépésszám meghatározására is *(527. ábra)*.

További hátrányukként említhető az, hogy a telepirányítási rendszerprogrammal működtetett aktivitásmérőknél a leolvasás a fejőteremben történik, így a napi kétszeri, esetleg háromszori fejés alkalmával ez a leolvasási gyakoriság kevésnek bizonyul [46].

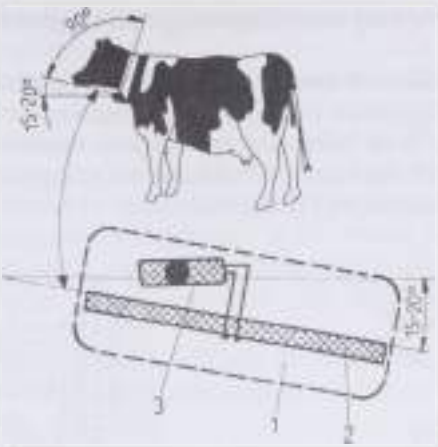
A probléma megoldását jelentheti az azonosításhoz a nyakszíjon elhelyezett transzponder és az állatok aktivitására utaló lépésszámláló egybeépítése *(528. ábra)*.



526. ábra. A napi lépésszám az ivarzás előtti és utáni napokon



527. ábra. Lábra erősített lépésszámláló (kézi kiolvasóval)
(*1* azonosító és lépés számláló, *2* adó-vevő antenna, *3* jelző lámpák, *4* akkumulátor töltöttség, *5* soros porton a PC-hez kapcsolható műszer)



528. ábra. Nyakszíjra erősített lépésszámláló
(*1* azonosító és lépésszámláló, *2* lépésszámláló panelsíkja, *3* a gúlyos kapcsoló elhelyezkedése)

A testhőmérséklet mérése

A betegségekkel kapcsolatos jelzésekre jó lehetőséget nyújt az állatok testhőmérsékletének meghatározása. A testhőmérsékletmérő műszereket az állatok testében, ill. testére kell rögzíteni, és az érzékelőit olyan helyekre kell juttatni, ahol megbízható referencia-hőmérséklet van.

A kifejt tej igen jó korrelációban van a test hőmérsékletével, ezért a kifejt tej hőmérsékletéből következtetni lehet a betegségekre, ill. azok lefolyására. Többféle betegségnél is jelentős testhőmérséklet-növekedést mértek.

Egymáshoz viszonyítva, az állatok testhőmérsékletében 0–1,5 °C eltérés van, ezért a mérésekhez először mindig az adott tehén referencia-hőmérsékletét kell megállapítani.

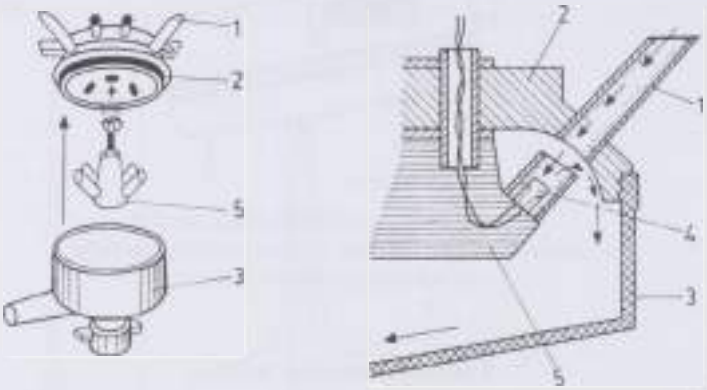
Referencia-hőmérsékletet kapunk, ha az egészséges tehén 7–8 napon keresztül mért testhőmérsékletének átlagát kiszámítjuk. A pontos diagnózisához ezenkívül szükséges a testhőmérséklet-ingadozás szélső értékeinek ismerete is.

A testhőmérséklet ingadozása betegségek hatására sem olyan mérvű, hogy egyértelmű diagnózist szolgáltathatna. A fejés során a tej hőmérsékletében a differencia még inkább elmosódik. A tized °C pontosságú mérés miatt a berendezések drágák és bonyolultak. Ezért sok kutatónak az a véleménye, hogy a test hőmérsékletének a fejt tej alapján való mérése sem szolgáltat elégséges mértékű információt az ivarzás meghatározásához.

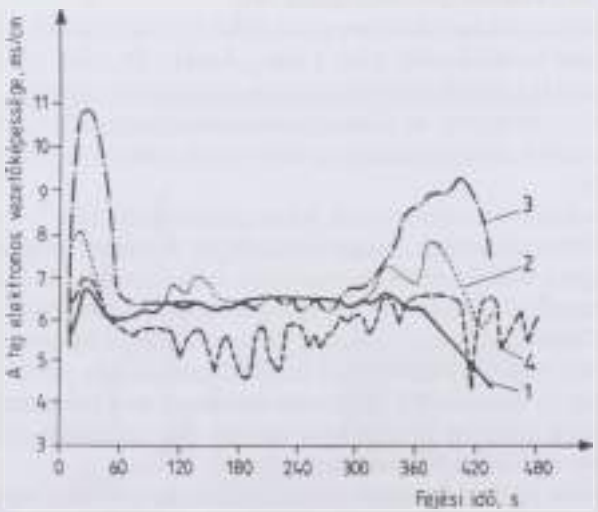
A kollektorba, a rövid tejtömlő becsatlakozási helyén elhelyezett hőmérséklet érzékelők segítségével határozható meg a kifejt tej hőmérséklete. Mivel e kis idő alatt a tej csak rövid utat tesz meg, a mért hőmérséklet közel az állat testhőmérsékletével egyezik meg.

A kifejt tej vezetőképességének meghatározása

Több kutató is foglalkozott annak vizsgálatával, hogy a kifejt tej fizikai paraméterei milyen összefüggésben vannak az állatokkal kapcsolatos fiziológiai jelenségekkel. Az egyik ilyen jellemző a tej villamos vezetőképessége, amely pl. a fejőberendezések kollektorában jól mérhető, sőt az egyes tőgynegyedek közötti összehasonlítás is lehetséges *(529. ábra)*.



529. ábra. A fejőkészülék kollektorába épített vezetőképesség érzékelő
(1 a tejömlő csőcsonkja, *2* kollektor felső rész, *3* kollektor alsó része, *4* elektródák, *5* elektróda ház (Rossing nyomán))



530. ábra. A különböző tőgynegyedekből kifejt tej elektromos vezetőképessége
(1 jobb első tőgynegyed, *2* jobb hátsó
tőgynegyed, *3* bal első tőgynegyed, *4* bal hátsó tőgynegyed)

Rossing (1988) mérései szerint a tej vezetőképessége a laktációs idő folyamán néhány százalékkal változik.

Eltérés mutatható ki az első, második vagy annál több laktációt befejezett tehenek között.

A fejés kezdetén és végén az egyes tőgynegyedek tejének a vezetőképessége is jelentősen eltér egymástól. (Ez akár 50–60% is lehet). Általában a 6–6,5 mS (Simens)/cm érték jellemző az egészséges tejre *(530. ábra)*.

A fejés kezdeti időszakában a tőgybimbó belső terében lévő korábbi maradványtej (reziduál) a nap során jelentős mértékben bakteriálisan fertőződhet. Ezt a mérőegység rövid időtartamban intenzíven jelzi, de ez nem jelent kifejezett tőgygyulladást.

Súlyos a tőgygyulladás, ha a fejés befejező fázisában van jelentős növekedés. Ekkor már feltétlenül szekréciós zavarra (tőgygyulladásra) kell számítani.

A szívritmus meghatározása

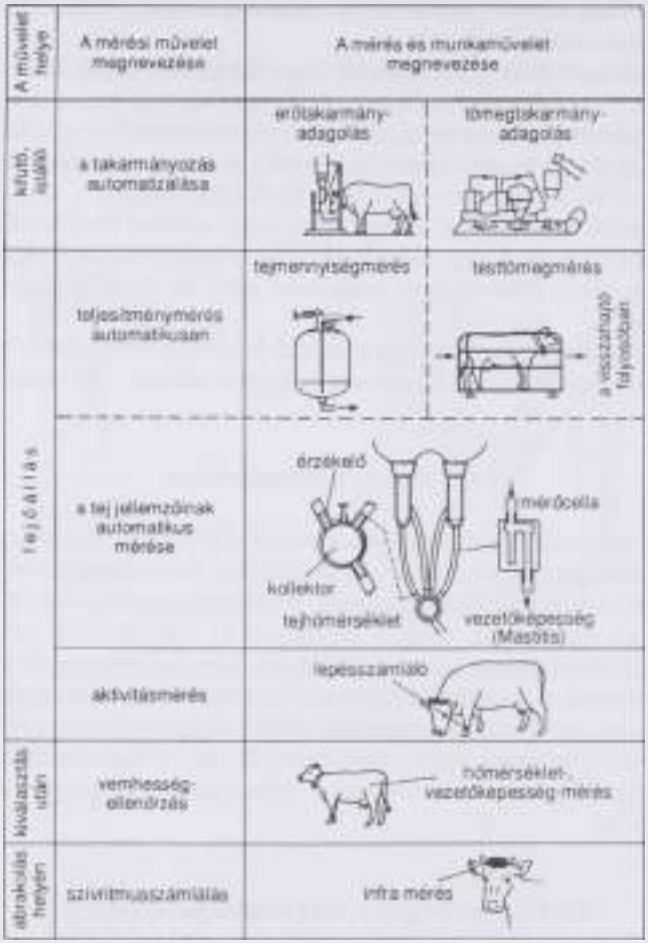
A szívritmus meghatározásának célja azonos az aktivitás meghatározásánál leírtakkal. A mérésekhez elektronikus nyomásmérőket használnak, amelyet az állatok testfelületére helyeznek és rögzítenek. A laboratóriumban végzett kísérletek eredményei azt bizonyítják, hogy a szívritmus az ivarzás előtti néhány (2–3) nappal megnövekszik és az ivarzás napján 10–15%-kal magasabb, mint a normál referenciaszint. A maximális értéket az ivarzás napján éri el, majd azt követően 1–2 nap múlva visszaáll a normális értékre. A gyakorlatban ezeknek az érzékelőknek akkor lehetnek számottevő szerepük, ha az inplantálható kivitelben gyártott válaszadók alkalmasak lesznek e jelsorozat érzékelésére, tárolására és továbbítására is.

Mérési lehetőségek a szarvasmarhatartásban

A *531. ábra* összefoglalva szemlélteti azokat a mérési eljárásokat, amelyek a fizikai és a fiziológiai paraméterek meghatározását szolgálják.

A *32. táblázatban* a mérés módszere és a mérőműszer, a tehenek reakciója, valamint a diagnózis szerepel. E táblázat felhívja a figyelmet arra, hogy a mérésekből fakadóan több probléma diagnosztizálható megfelelő pontossággal. Ilyenek például a tőgygyulladás, az anyagforgalmi zavarok, valamint a végtagi betegségek. Néhány adat az inszeminálás időpontját jelzi. Több paraméter mérése esetén – amennyiben a mérési helyeket központi számítógépre kapcsolják – nagy biztonsággal lehet jelezni az inszeminálások optimális időpontját, és kiszűrhetők a legsúlyosabb betegségek.

A jövőt tekintve, de napjaink realitását is figyelembe véve készült el az *532. ábra*, amely a számítógéppel vezérelt rendszer elvi felépítését szemlélteti. A telep központjában van a különféle perifériákkal ellátott számítógép, amely ellenőrzési, számítástechnikai funkciókat lát el, de utasítások adására is alkal-



531. ábra. Mérési lehetőségek a szarvasmarhatartásban

mas. Ehhez kapcsolódik a helyi – tehenészeti telepen pl. a fejőházban elhelyezett – vezérlő számítógép, amelynek fő feladata az utasítások továbbítása és a különféle helyekről beérkező jelek (adatok) rögzítése. Ugyancsak e vezérlőkkel létesítenek kapcsolatot a fejőállásban a műveleteket végző személyek (fejők vagy adott helyen a felhajtó személyzet).

A vezérlő számítógép a bemutatott biológiai paraméterek figyelésén túl alkalmas a gépegységek ellenőrzésére, ill. vezérlésére is. Így jelezheti a fejőberendezésekben a hibás vákuumviszonyokat, a pulzátorok helytelen működését, az előírttól eltérő tisztítószer koncentrációt stb. A központi gépegységen tárolni is lehet az adott fejőberendezéshez rendelkezésre álló tartalék alkatrészek listáját, a fogyóeszköz-változás intenzitását stb. A telepi be- és kimenő adatokból gazdaságossági értékelést lehet készíteni.

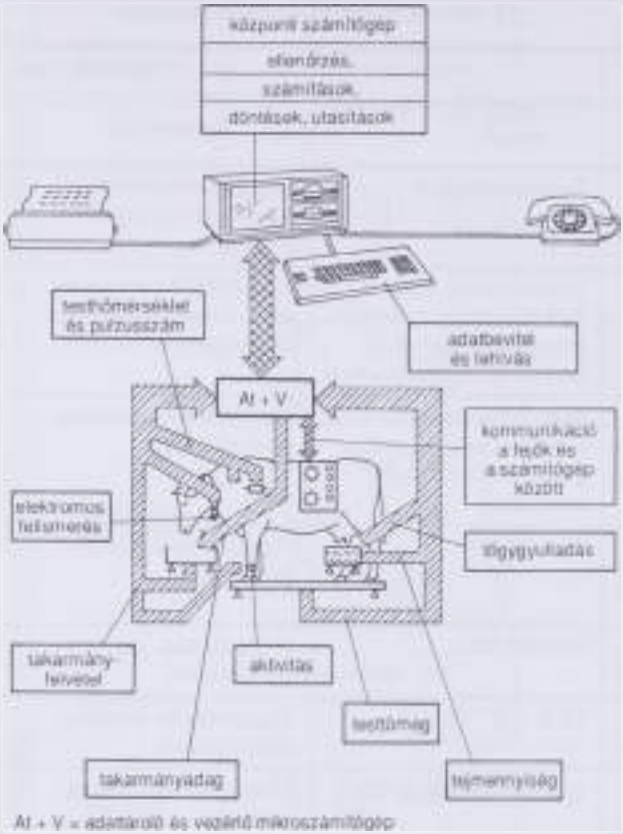
32. táblázat. A mért paraméterek jellemzése

A tehenek reakciója	Mérési mód és mérőműszer	DIAGNÓZIS	
		Egészségügyi	Szaporodás-biológiai
A tejmennyiség változása	Tejmennyiségmérő	Tőgygyulladás, szekréciós zavarok, anyagforgalmi zavarok	Folyat
A testhőmérséklet változása	Tejhőmérséklet-érzékelő fejőkészülékben, hőmérséklet-érzékelő a vaginában, infravörös sugárzás-érzékelő	Tőgygyulladás, anyagforgalmi zavarok végtagi megbetegedések (köröm)	Folyat, ellés, szaporodás-biológiai zavarok
A tej összetételének a megváltozása	Vezetőképesség-mérés a tejben, a tej progeszteronvizsgálata, elektromos sejtszámlálás	Tőgygyulladás, anyagforgalmi zavarok	Folyat, vemhes
A takarmányfelvétel változása	Vízmérő óra	Tőgygyulladás, anyagforgalmi zavarok	Folyat
A vízfelvétel változása	Vízmérő óra	Tőgygyulladás, anyagforgalmi zavarok	Folyat
A szívritmus megváltozása	EKG	Tőgygyulladás, anyagforgalmi zavarok	Folyat, ellés
A mozgási aktivitás változása	A lépésszámlálók, az EKG	Körömgyulladás, végtagi betegségek	Folyat, ellés
A hüvelyváladék megváltozása	A pH-mérés, az elektromos vezetőképesség-mérés		Folyat

Ezek után nézzünk egy példát a személyi számítógép és az azonosítás jelentőségéről a tehenészeti telepi irányítási rendszerben!

A bejárati kapuk azonosító antennáján áthaladó és felismert állatok adatgyűjtő általi rögzítése csak akkor történik meg, ha a bejárati kapu kapcsolója szabad jelzést ad, tehát a kaput kinyitották és az a kapcsolót működésbe hozta. Az azonosítóegységek vezérlői megjegyzik a beérkező tehenek sorrendjét, ill. a későbbiekben a tejmennyiségmérők által mért adatokat és ezeket az adott helyen tartózkodó tehén számához rendelik. A kapun belépett és nem azonosult tehén számának korrigálását a fejőnek kell elvégeznie. A nem azonosuló állatok számát a fejőállásokban lévő numerikus tasztatúrán a fejők billentyűzik be.

A közvetlen tejmennyiségmérő mikroprocesszorok az adott fejési helyen mérnek. Az általuk szolgáltatott adatokat a fejőállást is ellenőrző nagyobb táro-



332. ábra. Számítógépes telepirányítás lehetőségei a tehenészeti telepeken

lókapacitású mikroprocesszoros vezérlő fogja össze, de ez sem rendelkezik perifériákkal, hanem a külső beavatkozást tekintve a központi komputerhez csatlakozik.

A fejést megelőzően a fejőállást vezérlő mikroprocesszor kapcsolatba lép a központi egységgel, ahonnan megkapja a következő napszakhoz szükséges utasításokat. Ezeket a fejés idején tárolja és szükség szerint aktivizálja. Általában a következő jelek továbbítására kerül sor (nem a teljesség igényével):

- az adott tehenet nem szabad megfejni, mert korábban tőgygyulladás miatt kezelték,
- tehenet külön kell választani a fejést követően, hogy vemhesség ellenőrzést végezzenek,
- az adott tehén tejét nem szabad összekeverni az egészséges tejjel,
- a tehenet vemhesíteni kell, stb.

Mindezen információkat a fejés során – az állatok azonosítását követően – az adott fejési helyen lámpák kigyulladása jelzi. Mindezek elmaradnak, ha az azo-

nosítás nem valósult meg. Ilyenkor szükséges az állat számának manuális bebillentyűzése. Az azonosítás akkor is elmarad, ha az állat nyakából a transzponder leesett vagy meghibásodott.

A fejéskor automatikusan megtörténik a fejt tejmennyiség mérése. Ezt az adatot a fejés ideje alatt a fejőházi vezérlő tárolja, majd a központi egység felé továbbítja.

A központi számítógép az adatokat feldolgozza és elraktározza. A fejést követően lehetőség van a központi egységgel további kommunikációkra (adatok bevitelére vagy lekérdezésére). Ilyenkor használhatja a gépet a telepi állatorvos is. Egészségi adatokat kérdezhet vagy közölhet és a napi adatokat is aktualizálhatja. Ekkor módosíthatók az abraketetéssel kapcsolatos adatok is. A központi számítógépbe a két fejés között eltelt időszak eseményei táplálhatók, például a napközben megállapított tőgyfertőzödések, betegségek, vélelmezett ivarzások stb. Az adatbevitel rendszeressége akkor indokolt, ha a teheneket a fejőállásból kijövet külön kell választani. E kommunikáció a számítógép és a telep vezetői között párbeszédes formában valósul meg.

Az esti fejés hasonlóan zajlik le, mint a délelőtti és az adatok úgyszintén a központi egységbe kerülnek. Ezt követően a központi egység egyéb számítástechnikai funkciók elvégzésére is felhasználható, mint független személyi számítógép.

A tejmérőkhöz kapcsolódó mikroprocesszorok a tehenek közvetlen azonosításában és a tejmérési adatok tárolásán túl egyéb feladatokat is ellátnak. Korrigálják a tejmérők hibáját, vezérlik a tej vezetőképességének és hőmérsékletének mérésére szolgáló érzékelőket.

Példaként a rendszer a következő lehetőségeket kínálja (közel sem a teljesség igényével):

Naponta kilistázza a problémás teheneket a következő adatokkal:
- dátum,
- a tehén kódszáma,
- a tehén nyilvántartási száma,
- a fejt tejmennyiség 7–10 napos bázishoz való viszonya, 20%-os eltérések kiírása,
- a programozott abrakmennyiség 25%-nál nagyobb mértékű megmaradása,
- a kezelendő tehenek és a kezelés módja.

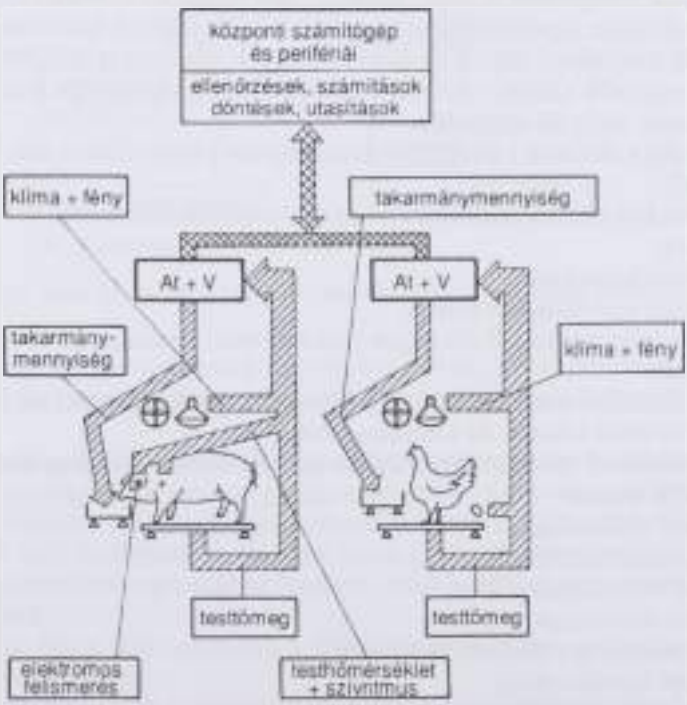
A fentieken túl tehenek adatai tetszés szerinti időben bármikor listázhatók, a következők szerint:
- a napi abrakadag,
- az elfogyasztott abrakadag,
- a laktációs napok száma,
- tehén testtömege,
- tejmennyiség a laktáció kezdetétől,
- a napi tejmennyiség,
- az állomány listázása,
- a szabad azonosítók listája,
- a listázás a megmaradt adagok alapján,
- a tejmennyiség listázása stb.

PC a sertés- és a baromfitartásban

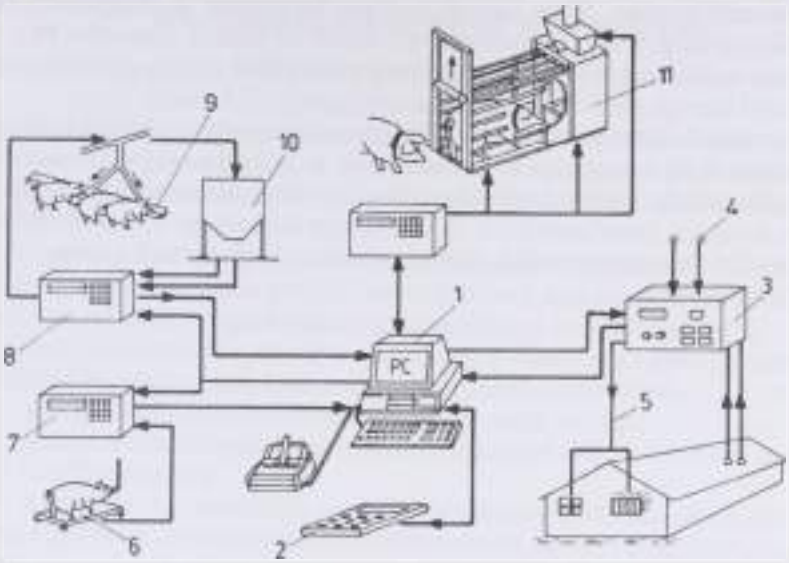
A központi számítógépes vezérlési megoldások – a tehéntartáshoz hasonlóan – a sertés- és a baromfi tartásban is felhasználhatók különféle feladatok ellátására *(533. ábra)*.

A számítógép-vezérlésű sertéstelepek központjában a személyi számítógép található, amely több vezérlőegységgel van kapcsolatban *(534. ábra)*. Külön vezérlőegység látja el a kocacetető automatákat. Ugyancsak külön vezérlőegységek gondoskodnak a hízlaldákban a takarmány kiosztásáról, esetleg előkészítéséről, az állatok mérlegeléséről és a víz adagolásáról stb. Külön speciális vezérlő és mérőegység szolgál a mikroklima szabályozására. A klímavezérlő az érzékelt jelek alapján működteti a fűtőberendezéseket, a világítást és esetleg a nyílászárókat. A napi eseményekről folyamatosan információt szolgáltat a központi egység felé.

Sertéstartásban az elektronikus azonosítás révén az etetőknél, vagy az itatóknál megoldható az egyedek testtömegének meghatározása.



533. ábra. Számítógépes termelésirányítási rendszer elvi felépítése a sertés- és baromfitartásban



534. ábra. Számítógéppel vezérelt fontosabb műveletek a sertéstartásban (*1* számítógép, *2* kézi adatgyűjtő, *3* klímavezérlő, *4, 5* kritikus adatok, *6* mérleg, *7* mérlegelektronika, *8* etetővezérlő, *9* vályú és adagoló, *10* takarmánytároló, *11* egyedi etetőboksz)

535. ábra. Ülőrúd gyanánt használható testtömeg meghatározó

A baromfitartásban főleg ülőrúd gyanánt helyeznek el függesztett tenzometrikus mérőgyűrűket. E mérlegek állandóan be vannak kapcsolva és a vezérlő mikroszámítógép folyamatos regisztrálást végez. A mérleg gyűrűjére rálépő baromfi tömege alatt deformálódik a mérőgyűrű *(535. ábra)*.

A deformáció elektromos jellé alakítva jut a mérőegység vezérlőjéhez. Az így meghatározott jelek nagysága és száma alapján az átlagtömeg igen jó közelítéssel megállapítható. A következő időszakban egy meghatározott mennyiségű jel után az átlagokat összehasonlítják és két jelszint különbsége adja az eltelt időszakban elért tömeggyarapodást. Hasonló rendszer kivitelezhető a koca-, ill. hízómarhatartásban is.

Az elektronika, mint a precíziós állattenyésztés alapja

A műholdas helymeghatározás termelésbe állításával új technológiák alakulnak ki a szántóföldi termelésben. A szakirodalom ezeket összefoglaló néven precíziós mezőgazdaságnak (PRECISION FARMING, PRECISION AGRICULTURE) hívja.

A fogalmat általánosítva: precíziós gazdálkodás az egzakt mérési információk elektronikus feldolgozása alapján hozott döntések szabályozott (controlled) beavatkozással történő végrehajtása a mezőgazdasági termelésben [105].

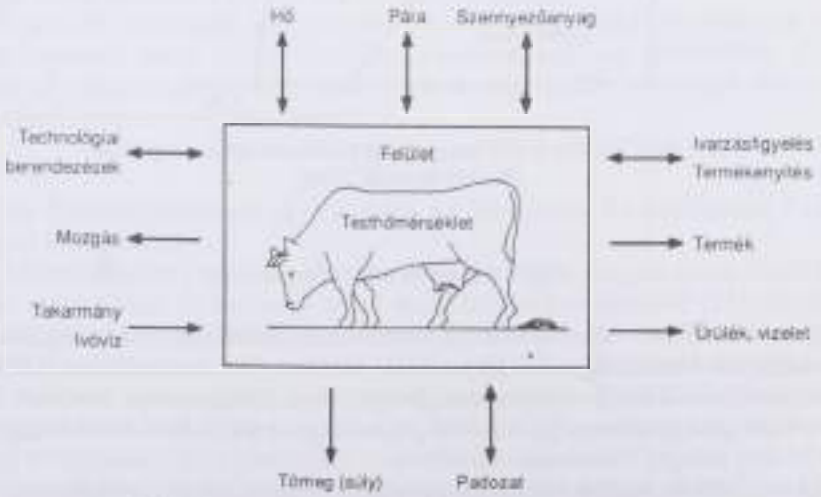
A fenti meghatározás lehetővé teszi, hogy a fogalmat az állattenyésztésre is kiterjesszük, amennyiben három alapkövetelménye teljesíthető:

- a termelést befolyásoló legfontosabb tényezők mérése;
- a mérési eredményeknek a folyamattal azonos idejű (real time) elektronikus feldolgozása;
- a termelési folyamatba az eredményét tekintve is ellenőrzött beavatkozás.

Az egyébként szoros egységet alkotó rendszert, amely a termelésbe vont biológiai tényezőkből, a környezetből, és a technológiai berendezésekből áll, gondolatban három részre bonthatjuk:

- az élő biológiai egyed, vagy egyedek, amelyek önszabályzók;
- a környezet, amelyet az ember rendszerint csak bizonyos határok között tud befolyásolni;
- az ember alkotta technológiai eszközök, amelyeknek felépítése kellő mértékben ismert ahhoz, hogy a működésüket megfelelően szabályozni tudjuk.

A technológiai berendezések irányításával az azok felépítését ismertető fejezetek foglalkoznak. E fejezet célja a termelésbe vont biológiai rendszerrel, va-



536. ábra. Az állat és mikrokörnyezete kapcsolatrendszere

gyis az állattal, valamint közvetlen környezetével kapcsolatos információgyűjtés módjainak és eszközeinek bemutatása.

Az állat környezetével szoros kapcsolatban áll *(536. ábra)*. Belső szabályozórendszerébe ismereteink jelenlegi szintjén csak igen szűk körben tudunk beavatkozni (hormonok adagolása, géntechnológia, gyógyszerezés, stb.), és e műveletek hatásukat tekintve rendszerint kellő mértékben még nem ellenőrizhetők. A technológiai beavatkozások ennek megfelelően a legtöbb esetben egyes fiziológiai és anyag-, valamint energiaforgalmi jellemző mérése alapján az anyag és energiaforgalom beviteli (input) oldalának (pl. takarmányozás), valamint a környezeti tényezőknek megváltoztatására korlátozódnak. Ezek ugyanakkor élettani reakciókat is kiváltanak az állatból, így a gondolatban szétválasztott rendszer a gyakorlatban egyetlen egységként viselkedik minden külső hatással szemben.

Kleiber 1961-ben kidolgozott diagramja az állat és mikrokörnyezete közötti szoros kapcsolatra utal [69] *(537. ábra)*.

537. ábra. Az állat és mikrokörnyezete közötti energetikai kapcsolat (Kleiber nyomán) [109]

Hőérzékelés és szabályozás

A környezet effektív hőmérséklete (a hőmérséklet, páratartalom és a légmozgás sebességének hatását egyesítő fiktív érték) az állat által maximálisan átalakítható (metabolizálható) energiamennyiséget, és a környezetnek átadható hőmennyiséget egyaránt meghatározza. Termelésre az átalakított, és a környezetnek átadott energia különbsége fordítható.

A környezet és az állat közötti hőtranszport számos, sokszor véletlenszerűen fellépő zavartényező hatása alatt áll. Tekintettel arra, hogy ezek hatásmechaniz-

musa és oka még nem kellően tisztázott, a változásokat a legegyszerűbben méréssel követhetjük.

Az állattartás szempontjából szóba jöhető klimatartományban a hőmérsékletet rendszerint elektronikus, ill. gáz- vagy gőztenziós hőérzékelőkkel mérik.

A félvezető hőérzékelők működésének alapja, hogy atomjaik külső elektronhéjáról hullámtermészetű energiával történő gerjesztés (hő, fény, mágneses tér) hatására elektronok válnak le, amelyek vezetőképességüket jelentősen befolyásolják.

$$\frac{1}{R(T)} = \frac{1}{R_0 e^{-\frac{B}{T}}}.$$

Az összefüggésben T az abszolút hőmérséklet, R a félvezető villamos ellenállása, R_0 és B a félvezetőre jellemző, az adott hőtartományban állandó érték.

A megfelelő módon (diffúziós ötvözéssel) szennyezett félvezetőkben kialakuló p–n átmenet szintén alkalmas hőérzékelésre, mert nyitó irányú áramának hőfüggése:

$$\frac{di_f}{dT} = 0{,}16 i_f,$$

amely összefüggésben i a fajlagos áramerősség, T az abszolút hőmérséklet. Állandó áram esetén a nyitóirányú feszültség változása [71]:

$$\frac{dU_F}{dT} = \frac{1}{T}\left(U_F - \frac{m\Delta E}{e}\right).$$

Az összefüggésben U_F a nyitóirányú feszültségesés, m = 1...2 konstans anyagjellemző, e = 1,6 10^{-19} Ws/J, ΔE az elektromos térerőváltozás. Szilícium alapú félvezetőknél ez kb. 0,2 mV/K, állandó értékű.

A gáz-, ill. gőztenziós hőérzékelők igen elterjedtek a mezőgazdaságban használt kapcsoló típusú hőszabályzókban (termosztátokban). Működésük alapja, hogy az általános gáztörvény szerint a gázok, vagy túlhevített gőzök nyomása a hőmérséklettel arányosan változik:

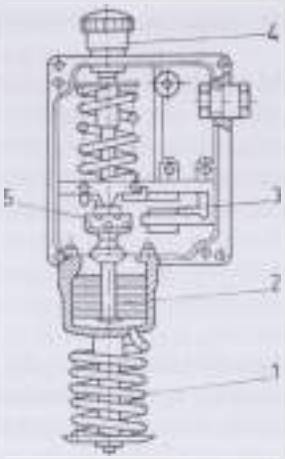
$$pv = RT,$$

amely összefüggésben p a gáz nyomása, v a fajtérfogat, R a gázállandó, T az abszolút hőmérséklet.

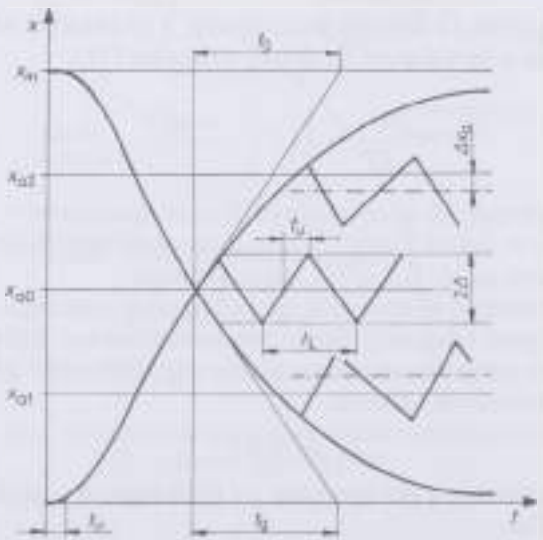
A hőmérséklettel változó nyomás a szabályzó membránján annak érintkezőit záró erővé alakul, és kapcsoló típusú szabályozást tesz lehetővé *(538. ábra)*.

A kapcsoló típusú szabályozás fontos jellemzőjére kell felhívnunk a figyelmet a tároló típusú szabályzott szakaszokkal (pl. az istálló, ahol a légtér hőt, párát, valamint szennyező anyagokat tárol) kapcsolatban [109] *(539. ábra*, ahol t_L lengési periódusidő, t_U lappangási idő, t_e felfutási idő, x_s alapjel, $\Delta x_s = x_s - x_K$, x_K a jel középértéke, 2Δ hiszterézis).

A tároló hatás következtében a változások időt igényelnek. Ezt az időt a kapcsoló hiszterézise (a be-, ill. kikapcsoláshoz tartozó értékek közötti különbség),



538. ábra. Danfoss gáztöltésű hőszabályzó [107]
(*1* hőérzékelő, *2* csőmembrán, *3* pillanatkapcsoló, *4* hőmérséklet beállító csavar, *5* hiszterézis állító)



539. ábra. A kapcsoló típusú szabályozás működése

és a rendszer jellemzői befolyásolják. Az említett tényezők következtében a szabályzott jellemző (pl. hőmérséklet, páratartalom, szennyezőanyag-koncentráció) a beállított alapérték körül ingadozik, de optimális esetben átlaga a beállított alapértékkel egyenlő. Ha azonban figyelembe vesszük, hogy a kezdetben, ill. a beavatkozó szerv (pl. fűtőberendezés, ventilátor stb.) maximális terhelhetősége közelében a beavatkozás lényegesen kisebb hatékonyságú (a létrehozott

változás meredeksége kisebb), a tényleges átlag a beállított értéktől induláskor, ill. a minimális teljesítményigény közelében felfelé, a maximális terhelés körül lefelé tér el.

A zavaró külső hatások (pl. fűtésénél a méretezéskor alapul vettől lényegesen alacsonyabb, vagy magasabb külső hőmérséklet) következtében a beavatkozó szerv túl nagy, vagy túl kicsi teljesítménytartaléka miatti eltérés minden rendszerben jelentkezik. A szabályzott jellemző értékét tehát a szabályzótól független méréssel rendszeresen ellenőrizni kell. A mérés eredménye alapján a beállított alapérték automatikus, vagy kézi úton történő korrekciójával e hibajelenség kiküszöbölhető.

Páratartalom

A levegő páratartalmának meghatározására állattartó épületekben pszichrometrikus, vagy kapacitív páratartalom-érzékelő használható.

A pszichrometrikus légnedvességmérés alapja, hogy a víz párolgáskor környezetéből hőt von el. Ha tehát két hőmérő közül az egyiket nedves szövettel burkolják be, majd levegőt áramoltatnak körülöttük, a száraz hőmérő állandóan magasabb hőmérsékletet mutat, mint a nedves. Azzal a Lienveg által bevezetett közelítő feltételezéssel, hogy a pszichrometrikus görbék egy ponton mennek keresztül 10 °C feletti hőmérsékleten az alábbi összefüggés érvényes:

$$1-\varphi=\frac{c(t_s-t_n)}{a+t_s+bt_s^2},$$

ahol: t_s a szárazhőmérséklet,
t_n a nedveshőmérséklet,
φ a relatív páratartalom,
a, b, c állandók.

A modern műszerek már nem matematikai összefüggés alapján számolják, hanem memóriájukban rögzített táblázatból választják ki φ értékét t_s és t_n alapján. E módszerrel a Lienveg közelítés 3%-os hibája a táblázat méretétől függően tetszőleges mértékben csökkenthető.

A kondenzátoros (elektronikus) légnedvesség érzékelés alapja, hogy az anyagok relatív dielektromos állandója általában 10 alatt marad, a vízé azonban 80. A kondenzátorlemezek közötti levegő abszolút páratartalma ennek megfelelően a kapacitás nagyságát megmérve meghatározható.

Az elektronikus légnedvesség érzékelők kondenzátorának egyik lemeze légáteresztő aranyfüst. A kondenzátorlemezeket elválasztó dielektrikum olyan speciális műanyag, amely a vízmolekulákat jól adszorbeálja. Az adszorpciós–deszorpciós folyamatok sebessége miatt az érzékelő átlagos beállási ideje 20 s.

A félvezetős légnedvesség-érzékelő porérzékeny. Porszennyezett környezetben csak a pszichrometrikus érzékelő használata ajánlott.

Légsebesség

A harmadik fontos környezeti tényező, a légsebesség mérésére turbinás (kanalas, vagy lapátos), ill. hőérzékelős mérőeszközöket használnak. A turbinakeréknek a légáramlás sebességétől függő fordulatszámát impulzus jeladókkal (induktív, fotoelektromos) alakítják elektronikusan feldolgozható villamos jellé.

A hőérzékelős (hődrótos, vagy elektronikus érzékelővel ellátott) légsebességmérőkben az érzékelőt az áramló levegőénél lényegesen magasabb (félvezetőknél 100–120 °C, fémszálnál 300 °C, vagy magasabb) hőmérsékletre fűtik. Az érzékelő által leadott hőmennyiség a hőátadási tényező $\alpha(w)$ függvénye, ahol w a légáramlás sebessége. Fémszál esetén King szerint:

$$I^2 = A\sqrt{w} + B,$$

amely összefüggésben I az érzékelőn átfolyó fűtőáram erőssége, w az áramlás sebessége, A és B anyagfüggő konstansok. A magas hőmérsékleten fellépő korrózió elkerülése érdekében platina, vagy wolfram szálat használnak.

Mivel az áramerősség a sebesség negyedik hatványa szerint változik, e műszerrel a turbinás eszközökkel már mérhetetlenül kicsiny áramlási sebesség is meghatározható.

Gázok meghatározása az istállók légterében

A Kleiber diagram nem utal az fiziológiai folyamataiból származó, élettani szempontból káros gázok (CO_2, NH_3, H_2S, NO_2) termelésre gyakorolt hatására, pedig ez az állat-egészségügyi szempontok alapján meghatározott kritikus értékek alatt is jelentős. Baromfinál pl. az NH_3 szennyezés már a határérték felét elérő koncentrációnál is 20% nagyságrendű termeléscsökkenést okoz.

A légszennyezés mérésének hagyományos, kémiai reagensekkel történő kimutatása (pumpás légszennyezésmérők) mellett egyre nagyobb teret hódítanak az elektronikus érzékelők, amelyek használata az automatikus szabályozásban sokkal egyszerűbb.

A MOSFET tranzisztorok gate-kondenzátorából igen érzékeny szelektív gáz- és ionérzékelő készíthető. Működésének alapja Nerst egyenlete [71]:

$$U_g = \rho_0 + \frac{RT}{zF} \ln \alpha,$$

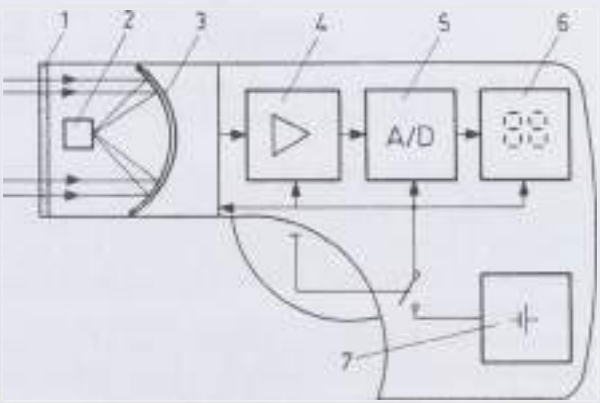
ahol: U_g a gate-feszültség,
ρ_0 az érzékelő réteg elektródpotenciálja,
R a gázállandó,
T az abszolút hőmérséklet, z a vegyérték,
F a Faraday-konstans,
α az ionaktivitás.

Néhány gyártó (pl.: Sensidyne – USA) cég az alábbi ionok és gázok érzékelésére forgalmaz félvezető érzékelőket: Cl_2, NH_3, H_2S, PH_3, H_2S, SO_2, ClO_2, CO_2, HF, HCl, HCN, aminok, I_2, NO_2, AsH_3, PH_3, SiH_4, H_2, Br_2. Az érzékelők 4–20 mA analóg áramkimenettel készülnek, élettartamuk 1–3 év.

Az állatok testhőmérséklete

Az állat konstans maghőmérsékletének fenntartása érdekében felületi hőmérsékletét szabályozza, így az állat és környezete közötti hőtranszport csak a tényleges felületi hőmérséklet ismeretében számítható. Méréséhez olyan eszköz szükséges, amely nem okoz stresszhatást, ugyanakkor gyors és egyszerű mérést tesz lehetővé. E célra a pirométereket (infravörös sugárzást mérő távhőmérőket) használják.

A pirométer a mérendő felület által kibocsátott hősugárzást elektronikusan érzékeli félvezetők, vagy félvezető műanyagok (polivinilid-difluorid, PVDF) [71] segítségével. Az utóbbiak kisebb érzékenységűek, ezért csak kisebb pontosságú műszerekben használják őket. Az érzékelő félvezető-elemére a hősugárzást speciális lencserendszer és/vagy parabolatükör gyűjti össze. A háttérsugárzás a fókuszból elállított második érzékelővel, valamint megfelelő színszűrőkkel szűrhető ki *(540. ábra)*.



540. ábra. Elektronikus távhőmérő
(*1* színszűrő, *2* érzékelő elem, *3* parabolatükör, *4* erősítő, *5* A/D átalakító, *6* kijelző, *7* akkumulátor)

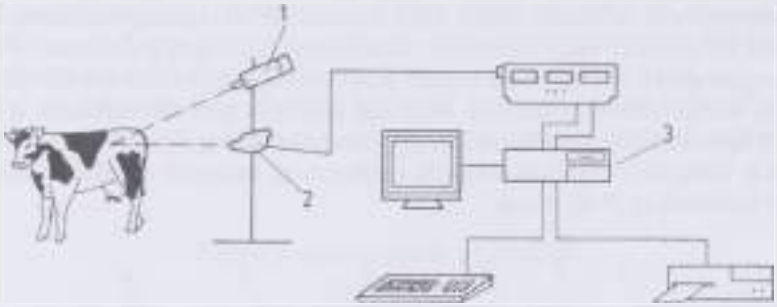
A hőtranszport számításához a felületi hőmérsékleten kívül a felület nagyságát is ismernünk kell. Az állat felülete Moiret-elven működő készülék *(541. ábra)* segítségével mérhető [145]. A készülék speciális fényforrás strukturált fényével világítja meg a testet, majd egy kamerával felvételt készít róla. A digitalizált képre a számítógépben szoftver úton egy fiktív hálót helyez, és a ve-

titett csíkok elhajlásából az egyes pontok gömbkoordinátái segítségével három dimenziós képet alkot. A módszer megfelelő felbontással mérésre alkalmas.

A termelés alapját adó, és az állatban lezajló élettani folyamatokra üzemi körülmények között az ezzel járó fizikai változásokból következtethetünk legegyszerűbben. Ilyenek:

- az állat, ill. az állati termék tömegének nagysága, vagy változása;
- a maghőmérséklet megváltozása (pl. lázas állapot);
- a szövetek testnedv ellátottságának megváltozásával járó elektromos vezetőképesség-változás;
- a különböző összetételű szövetrészek határfelületének alakulása.

Az állat maghőmérsékletének mérése részben a széles skálán gyártott elektronikus tapintóhőmérőkkel (állatorvosi hőmérőkkel), részben a technológiába építve egyes technológiai műveletekhez kapcsolva (fejés, etetés) történhet.



541. ábra. Mozgó-topogram felvételére alkalmas készülék vázlata (*1* fényforrás, *2* kamera, *3* PC)

Szarvasmarhák belső hőmérsékletének ellenőrzésére tipikusan alkalmazott megoldás a fejőgép kollektorába épített hőérzékelő. A környezeti hatások befolyásának csökkentésére a tőgybimbóhoz minél közelebb kell az érzékelőt elhelyezni. E célra a megfelelő mintavételi sebesség elérése érdekében az elektronikus hőérzékelőket használják.

Sertések hőmérsékletének automatikus ellenőrzésére a beültetett (implantált) azonosítókba épített hőérzékelő-távadó szolgál. A mért értéket minden azonosításkor (pl. az etetőnél) az azonosító jellel együtt olvassák le.

A testtömeg meghatározása

Az egyedi testtömeg, ill. tömegváltozás méréséhez mindenek előtt megfelelő azonosításra van szükség. (Ennek megoldásával a telepek automatizált irányítását ismertető fejezetben foglalkozunk.) A modern állatmérlegeknek ezen kívül az alábbi követelményeknek kell eleget tenniük [97]:

- a mért adatok tárolása és kiértékelése;
- ±1%, vagy ezen belüli mérési pontosság;

– a mérlegelés illeszkedjen a termelési folyamatba;
– a célnak megfelelő mérési tartománya legyen;
– elfogadható ára legyen.

Manapság a hibrid, ill. elektronikus mérlegeket használják. A hibrid mérlegek a mérendő tömeg nagyságát karos áttétellel, hagyományos mérlegszerkezettel redukálják a mérlegcellák előtt. Nagy előnye ezekkel szemben a tisztán elektronikus mérlegeknek, hogy a mérendő tömeg mozgó alkatrészek közbeiktatása nélkül, közvetlenül hat a mérlegcellákra. Így a mérleg legkényesebb, legnagyobb pontatlanságot okozó és legkönnyebben meghibásodó eleme, a csapágyazás kiküszöbölhető.

A mérlegcellák közül a nyúlásmérő bélyegekkel, ill. a magnetosztatikusan mérők terjedtek el legszélesebb körben.

Az ún. piezoellenállásos, vagy nyúlásmérő bélyeges érzékelőkben a súlyerőnek egy rugalmas mérőelemen (pl. ötvözött acéltuskó) létrehozott deformációját mérik a bélyegeken lévő fém vagy félvezető ellenállások megváltozása alapján. A deformáció okozta hossz-, ill. keresztmetszet-változás ugyanis ellenállásváltozással jár:

$$R = \rho \frac{n(l \pm \Delta l)}{A \mp \Delta A},$$

ahol: R a bélyeg ellenállása,
ρ a huzal fajlagos ellenállása,
n a huzalok száma a bélyegen,
l egy huzal hossza,
A a huzal keresztmetszete.

Fémhuzalként konstantánt használnak, amelynek igen kicsi a hőérzékenysége.

A magnetosztatikus érzékelőkben a ferromágneses anyag mágnesezhetősége változik meg a benne ébredő mechanikus feszültségek hatására, ezáltal más lesz a rajta elhelyezkedő tekercs önindukciós tényezője, ezzel együtt váltakozó árammal szembeni ellenállása is.

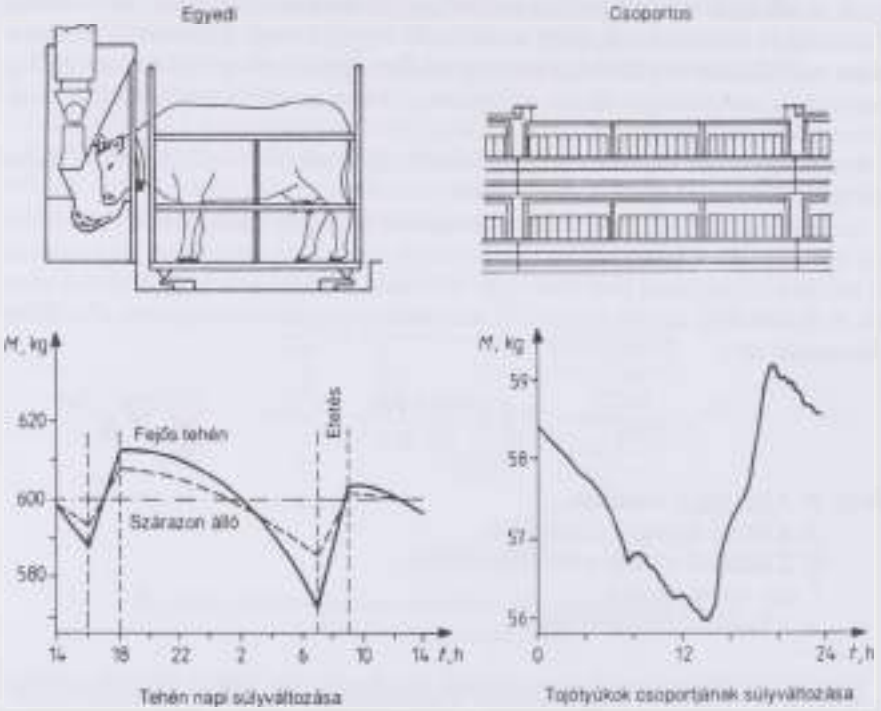
Az állatmérlegek az alábbi kivitelekben készülhetnek:
– az állat tömegét részben, vagy egészében mérő;
– egyedet, vagy állat csoportot mérő;
– hitelesített, vagy technológiai.

A mérés történhet álló, vagy áthajtó módszerrel.

Az állatok tömegének megállapítását megnehezíti, hogy az állat a mérlegen mozog. A pontos tömeg csak nagyszámú mérés átlagaként határozható meg a megkívánt pontossággal. A nagyszámú mérés vagy gyors mintavételt (áthajtásos mérlegek), vagy viszonylag hosszú mérési időt (álló helyzetben mérő mérlegek) kíván. A lengések mechanikus módszerekkel is csillapíthatók, azonban ez a mérési pontosságot is csökkenti *(542. ábra)*.

A technológiai mérlegek általában olcsóbbak, és a technológiai céloknak tökéletesen megfelelnek. A kereskedelmi ügyletekben azonban csak hitelesített

mérlegek használhatók, amelyeknél ma már rendszerint a hiteles dokumentálás is követelmény. A mérési eredmények tárolása és összehasonlítása segítségével számos következtetést vonhatunk le mind a technológiával, mind az állat élettani állapotával kapcsolatban is.

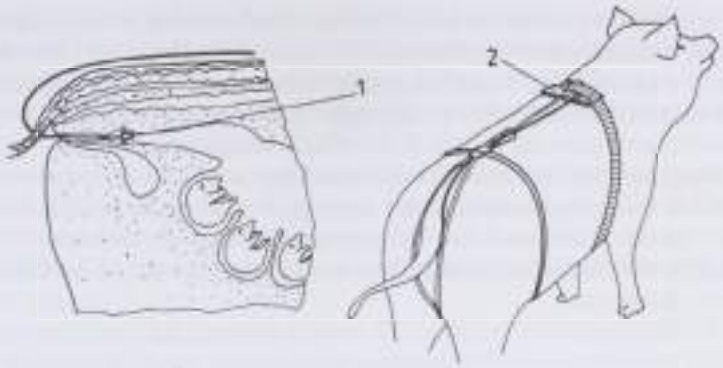


542. ábra. Egyedi és csoportos állatmérleg, valamint a súly napi változása [97]

Az ellés időpontjának jelzése

Elsősorban kis létszámú üzemekben (pl. családi farmokon) jelentős nehézséget okozhat, hogy mivel az ellés pontos időpontja előre nehezen becsülhető, a készenlét hosszabb időre munkaerőt von el más területektől. Ennek kiküszöbölésére a hüvelybe elhelyezett hőérzékelővel, amely a magzatvíz megindulását jelzi, valamint az állatra szerelt kisteljesítményű adóval riasztanak. A megoldás rádiótelefonhoz, személyi hívóhoz csatlakoztatva, vagy speciális riasztó rádió segítségével akár távolabbi (pl. szántóföldi) munkavégzést is lehetővé tesz a elléshez szükséges segítség elmulasztásának kockázata nélkül *(543. ábra)*.

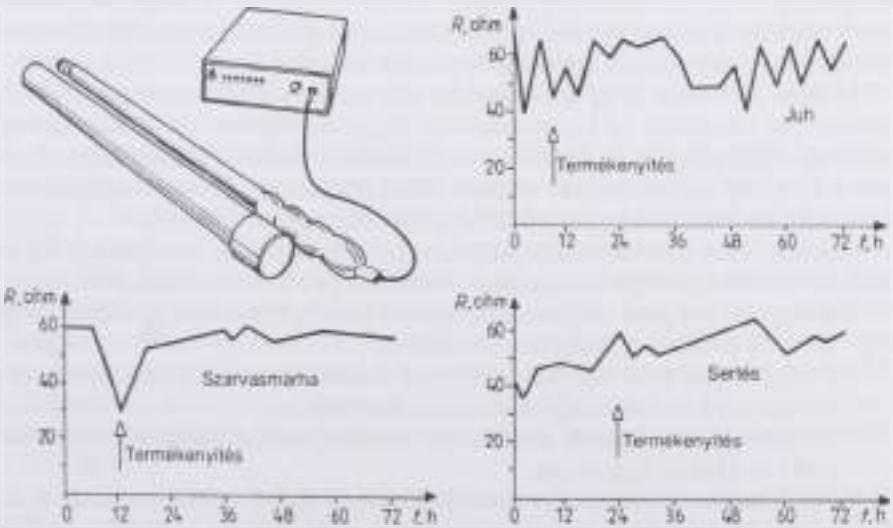
A hüvely-nyálkahártya testnedv-ellátottságának mérése alapján lehetőség nyílik a mesterséges termékenyítés optimális idejének megállapítására. Az állatok megfigyelése, naptár, a telepek automatizált irányításánál tárgyalt aktivitás-



543. ábra. Az ellés megindulásának automatikus jelzése (REINTECHNIK)
(*1* érzékelő, *2* rádióadó)

mérés felhasználásával, vagy egyéb módszerrel kiválasztott ivarzó egyedek hüvelyében végzett vezetőképesség-méréssel a *544. ábrán* bemutatott diagramnak megfelelően a minimális elektromos ellenállás (maximális vezetőképesség), vagy más jellemző érték időpontjában termékenyítve érhető el a legjobb termékenyülési hányad.

A készülék működésének alapja, hogy az ösztrogén folyamatok a tapasztalat szerint megváltoztatják a hüvelyben mérhető elektromos vezetőképességet. Ennek fiziológiai alapjául nemcsak a hüvelynyálka, hanem a nyálkahártyában lévő sejtközi testnedv mennyiségének növekedése szolgál.



544. ábra. A hüvelyben mért villamos ellenállás változása az ivarzás folyamán különböző állatfajoknál [83; 84; 106]

A sejtközi testnedvek és a testfelszínen lévő váladék mennyisége megváltozásának érzékeléséhez kisfrekvenciás (400–3000 Hz) [106] vezetőképességmérésre van szükség. Nagyfrekvenciát alkalmazva ugyanis kapacitív úton az egyébként szigetelőnek tekinthető sejtfalakon belüli testnedvet is mérjük, ami az érzékelhető változás mértékét töredékére csökkenti.

A tapasztalatok szerint a hüvely hosszában a vezetőképesség és annak megváltozása különböző mértékű. Az legnagyobb változást mutató hely kételektródás szondával jobban behatárolható, mint a nagyobb szondahosszat igénybevevő többelektródás megoldásokkal, mert ezek a szonda elektródákkal ellátott hosszán átlagolnak.

A tej elektromos vezetőképessége

A tej elektromos vezetőképességének mérése jól használható információkat szolgáltat az állat-egészségügyi, és tejminőségi szempontból egyaránt káros tőgygyulladásról, amely a tej Na^+ és Cl^- iontartalmának növekedésével jár.

A tőgygyulladásnak az ionkoncentráció mérésére alapozott meghatározása céljából kétféle elven építenek készülékeket. Az egyik csoportba tartozók statisztikai úton meghatározott határértékhez (5–9 mS/cm fajlagos vezetőképesség) hasonlítják a mért értéket. Kétségtelen, hogy statisztikai módszerekkel kimutatható olyan vezetőképesség tartomány, amely felett nagyobb a tőgygyulladás valószínűsége, ez azonban az egyedekre nem alkalmazható diagnosztikai céllal. Egyrészt azért, mert az egészséges és beteg tőgynegyedekből származó tej vezetőképességének eltérése egyes teheneknél, amelyeknek teje egészséges állapotban is magas vezetőképességű, csupán 2%. Ennek a megadott határérték-tartomány közel negyvenszerese. Másrészt a tej vezetőképessége olyan sok tényező függvénye, hogy egyedi jellemzőnek tekinthető.

További probléma, hogy a folyadékok elektromos vezetőképességét azok hőmérséklete jelentősen (a koncentrációtól függő mértékben, de %/K nagyságrendben) befolyásolja. A fejőházakban előforduló hőmérsékletingadozás mellett a kifejt tej sem tekinthető állandó hőmérsékletűnek. Ennek megfelelően a készüléknek hőmérés alapján a mért értéket hőkompenzálnia kell.

Megbízhatóbb eredményt szolgáltatnak azok a készülékek, amelyek egy egyed tejének vezetőképességét önmagához hasonlítják [104; 108]. Ez megoldható:

- a négy tőgynegyed elegytejének vezetőképességét korábbi értékéhez, vagy korábbi értékeinek átlagához hasonlítva;
- a négy tőgynegyed tejének elektromos vezetőképességét külön mérve, és a mérési eredményeket egymással összehasonlítva;
- a tőgynegyedek tejének elektromos vezetőképességét külön mérve, és korábbi értékéhez hasonlítva.

Az első módszert alkalmazza az AFIMILK (AFIKIM, Izrael) rendszer. A fejés alatt a fejőkollektorba épített elektromos vezetőképesség-érzékelő, valamint hőérzékelő segítségével folyamatosan méri a kifejt tej jellemzőit, majd a telepirányító számítógépen tárolja és kiértékeli az eredményeket. A tőgygyulladás

felismerését segíti, hogy a rendszert tejmennyiség-mérővel is ellátták. A tőgygyulladás kezdeti szakaszában ugyanis a kifejhető tej mennyisége nő, majd rohamosan csökken. A növekvő vezetőképesség, valamint a kifejhető tej mennyiségének hirtelen (egy napon, vagy napokon belüli) változása tehát nagy valószínűséggel kezdődő tőgygyulladásra utal.

A módszer egyetlen hátránya, hogy mivel kezdeti stádiumban a négy tőgynegyed sosem egyformán gyulladt, egyrészt a változás az elegytejből nehezebben mutatható ki, másrészt a gyulladt tőgynegyedek nem azonosíthatók, így a kezelés további vizsgálatokat igényel (a kezelés alatt nem kell feltétlenül gyógyszeres kezelést érteni).

A második módszert alkalmazza számos kéziműszer. Általában abból a feltételezésből indulnak ki, hogy mivel a négy tőgynegyed nem egyformán gyulladt, a legegészségesebb áll legközelebb az egészséges állapothoz [108]. A kiértékelés az ehhez viszonyított elektromos vezetőképesség-különbség, vagy vezetőképesség-arány alapján történhet [104]. Itt a kifejt tejminták különböző mértékű hűlése miatt különösen nagy jelentősége van az eredmény hőmérés alapján történő korrekciójának.

A harmadik módszer alkalmazásához tőgynegyedenkénti érzékelőt kell a fejőkollektorba építeni. E megoldás széles körű elterjedését elsősorban tisztíthatósági problémák gátolják jelenleg.

Az ultrahangos mérőberendezések

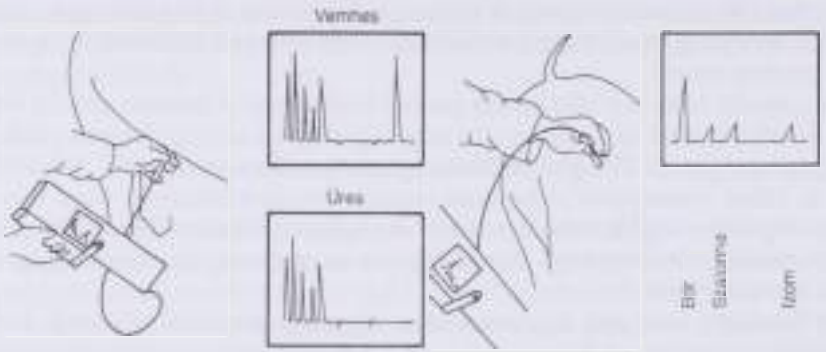
Az ultrahangnak azt a tulajdonságát, hogy a különböző testszövetek határfelületéről részben visszaverődik, a test belső felépítésének vizsgálatára lehet használni. A sertéseknél pl. a hátszalonna vastagságának mérésére, több állatfajnál (sertés, juh, szarvasmarha, ló) pedig a vemhesség korai kimutatására használnak ultrahangos készüléket.

Az ultrahangos vemhességellenőrző készülék kb. 5 mm átmérőjű sugárban bocsát ki jelet, majd a visszavert hangot ugyanazon érzékelő másik felével felfogja. A visszaverődésig megtett utat a hang futásideje alapján határozza meg. A kibocsátott jel 1–15 MHz frekvenciájú, egy impulzus hossza 0,01 ms, gyakorisága 400–1000 imp/s. A jel a különböző szövetek határfelületéről különböző mértékben verődik vissza. Folyadékfelszínről (vizelet, magzatvíz) a kisugárzott hang nagy része visszaverődik. A készülékek egy része a kiértékelést is elvégezve az eredményről fény és/vagy hangjelzést ad. A pontosabb, szélesebb körben alkalmazható készülékek képernyőn olyan oszcillogramot mutatnak, amelyen a visszavert hang intenzitása (amplitúdója) jelenik meg a távolság függvényében *(545. ábra)*.

A testfelszín, bőr, és felületi régetek vonalai után a vehem nagyobb mélységből ad nagy amplitúdójú jelet. A mélységi jel távolsága az állat nagyságától függ (anyajuhnál 60–80 mm, tehénnél 120–200 mm mélységből érkezik a visszhang).

Igen fontos a szonda és a bőrfelület közötti jó hangátvitel megteremtése. Ezt általában zsírok, gélek, vagy olajoknak a szonda és a bőrfelület közé történő felvitelével oldják meg.

A műszerekkel történő mérésnél a begyakorlottság is nagy szerepet játszik, hiszen a korai stádium miatt a vehem kisméretű, így rendszerint pásztázó mozgás szükséges a megtalálásához, miközben a húgyhólyagot a sugárral kerülni kell.



545. ábra. Vemhesség és szalonnavastagság mérése sertésnél (ILIS PREG-CHECK)

Elektromos immobilizátor

A technológia érdekében számos esetben nélkülözhetetlen az állat mozgásának befolyásolása. Ennek egyik formájával, az elektromos kerítésekkel külön fejezet foglalkozik. Sok esetben azonban (pl. különböző kezelések) nem elegendő a mozgás korlátozása, hanem szükség van annak teljes kiiktatására mégpedig a sérülés veszélye nélkül, ill. a kezeléssel járó fájdalomérzet csökkentésére.

A hagyományos gyógyszeres kezelés tömeges esetben időrabló, költséges, és a szervezetben lassan lebomló, vagy kiürülő szermaradványt hagyhat hátra. E hátrányok kiküszöbölésére fejlesztették ki az elektromos immobilizátorokat.

Különösen a fájdalomérzettel járó kezeléseknél (szarvtalanítás, ivartalanítás, stb.) mind állatvédelmi, mind kezeléstechnikai szempontból előnyösebb az elektromos immobilizátorok alkalmazása az egyéb megoldásoknál. Hatása ugyanis csak a kezelés időtartamára korlátozódik, és nem jár semmilyen káros utóhatással.

A műszer szúróelektródákkal vezeti az áramot az állat testébe, mert így az elszarusodott bőr nagy villamos ellenállása miatti feszültségigény jelentősen csökkenthető.

A készülék kisfeszültségű, így éppen a bőr nagy villamos ellenállása miatt a kezelő személyre teljesen veszélytelen. Mivel azonban a bőr alá szúrt elektródákkal az emberre is az állathoz hasonló hatást gyakorolna, a visszaélések elkerülése végett kezelése csak felelős személyre bízható.

Az elektródákat a bőrrel 45°-ot bezáró szögben célszerű a bőr alá szúrni. A sterilitás és a könnyebb kezelhetőség érdekében a műszert szabványos fecskendő–kónusszal látják el, így injekciós tű használható elektródaként.

A különböző kezelésekhez 40–400 Hz közötti frekvencián 0–150 mA közötti áramerősség, és 3–10%-os kitöltési tényezőjű impulzusok használhatók. 150 mA feletti áramerősségnél fájdalomérzet alakul ki. Tehén elfektetéséhez pl. 100 Hz, 100 mA, és 10% kitöltési tényezőjű impulzus szükséges. Fájdalomcsillapításhoz az 50 Hz, 50 mA 10% kitöltési tényezőjű impulzusokat találták megfelelőnek. Hosszabb kezelés esetén mind a frekvenciát, mind az áramerősséget célszerű változtatni a megszokás elkerülésére. Magas pulzusszám, görcsös állapot, szapora légzés esetén az áram csökkentése és a frekvencia növelése szükséges. Az áramerősség az állat tömegének is függvénye.

Elektromos állatterelők

Ha az állatot mozgásra akarjuk bírni, fájdalomérzetet keltő áramerősséget kell alkalmazni. E célra használják az elektronikus kézi terelőket (ösztökéket). Nagy előnyük a hagyományos ütlegeléssel történő tereléssel szemben nemcsak sokkal állatbarátibb hatásukban van. Az ütlegeléskor keletkező *zúzódások* jelentősen rontják az állat húsának felhasználhatóságát is (PSE jelleget idéznek elő). Így az elektronikus ösztökék használata a minőségi hústermelés szempontjából is fontos.

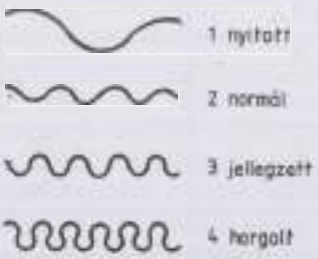
Az kézi terelők konstrukciós elve a villamos kerítésekével egyező. A munkavédelmi szempontból maximum 3 J energiájú jelnek 150 mA feletti amplitúdójúnak kell lennie. Mivel itt a bőrátszúrás nem alkalmazható, a bőr átmeneti ellenállása miatt ez 3000 V feletti üresjárati feszültséget igényel. Az impulzus szélessége ennek megfelelően maximálisan 6,6 ms lehet. Mivel a nagyobb hatékonyság érdekében másodpercenként több impulzus szükséges, ez az érték tovább csökken. Az ilyen rövid idejű impulzusok átvitelére a készülékben impulzustranszformátort kell használni (pl. ferritmagos tekercs).

Juhok gépi nyírása

Gyapjúismeret

A hazai juhtenyésztésben ma már száznál is több fajta található. A nálunk őshonosnak tekinthető racka sok változata közül azonban ma már csak a Hortobágyi racka maradt fenn. A legnagyobb létszámban található magyar fésűsmerinónak két vonala alakult ki. Az eredeti állomány különbözősége, valamint a nemesítésben később résztvevő alfajták különbözősége miatt a mai magyar merinó mind testalkat, mind a termelés tekintetében széles variációt mutat. Az anyák gyapjútermelése 3,5–6 kg, a kosoké 9–12 kg. A juhok testét borító bundában általában az alábbi szőrképleteket szokták megkülönböztetni. **Pehelyszálak,** hosszúsága 1 év alatt 3–24 cm-t ér el, átmérőjük 9–30 mm, ezüstösfehér fényűek. **Felszőrök,** egy év alatt 15–30 cm-t nőnek, átmérőjük 45–200 mm között változhat, üveges fényűek. **Átmeneti szálak,** átmenetet képeznek a pehelyszálak és a felszőrök között. A „hamis" gyapjúszál nem fonható, nem nemezesedik és nem festhető kellőképpen. Előfordulhat kosok homlokán, arclebenyén, a juhok arci részén, fiatal bárányok öv mögötti bundájában. Ez ki is hullhat néhány hónap múlva, de megmaradhat az állat egész élete folyamán ollóvágás vagy kutyaharapás hegein. Mint látjuk, hamis szálakat eredményez az olló vagy a nyírógéppel történő sebzés. Ezért különös figyelemmel kell lenni a nyírás során a sebzés elkerülésére.

A gyapjút szemmel minősítő szakember, a **bonitáló,** a gyapjúszál átmérője és az ívelődések sűrűsége alapján állapítja meg annak finomságát. Ha a gyapjúszál 1 cm-nyi hosszúságára 6–7 ív esik, akkor AA, ha 5–6 ív esik, akkor A/AA, ha 3–4 ívet találunk, akkor A, 2,8–3 ív esetén A/B, 2–2,5 ív esetén B minőségi kategóriába soroljuk *(546. ábra).*



546. ábra. A gyapjúszálak és fürtök ívelődésének jellemzői

Nálunk 2 testtájról (lapocka mögött és a koncon) vett mintán végzik el a vizsgálatot. Más országokban az oldalról vagy a hasról vett minta eredményét is figyelembe veszik. Ma már olyan műszerek is rendelkezésre állnak, melyek egy-egy minta számos textilipari értékmérő tulajdonságát egy időben, automatikusan állapítják meg (hosszúság, finomság, rendement, szilárdság stb.). A finomsági osztályt mindkét osztályozási rendszerben **szortimentnek** nevezik. A szálfinomságon alapuló gyapjúosztályozást a *33. táblázatban* ismertetjük.

33. táblázat. Szálfinomság jelölései

Bradford	Hazai jelölés	Szálátmérő
80	AA–A/AA	19,01–20,3
70	A/AA	20,31–21,5
64	A/AA–A	21,51–23,1
60	A–A/B	23,11–24,7
58	A/B–B	24,71–26,4
56	B	26,41–28,0
54	B/C	28,01–30,0
50	C/1	30,01–32,0
48	C_2–C/D	32,01–34,2
46	D/D–D_1	34,21–36,8
44	D_1	36,81–37,6
40	D_1–D_2	37,61–38,6
36	D_2	38,61–39,4

34. táblázat. A gyapjúszálvastagság szórása

Finomság	Megengedett szórás, s mikronban kifejezve
A/AA	±5,10
A	±5,90
A/B	±6,75
B	±7,50
B/C	±8,25
C–C/D	±10,60
D–D/E	±15,85

A **szálfinomság** a gyapjúszál textilipari értékét meghatározó tulajdonság. Az elemi szálak átmérője közötti szórás (eltérések) csak szabott határértékek között ingadozhat. Ha ennél nagyobb a szórás, akkor egy szortimentummal alacsonyabb fokozatba sorolják a mintát, ill. az általa képviselt gyapjútételt.

A gyapjúszálaknak, mint textilnyersanyagnak értékét a hosszúsága, a finomsága, a nyúlékonysága, a rugalmassága, a zsugorodóképessége mellett a hőszigetelő-képessége, a szagelnyelő-képessége (pl. az izzadtság), a nedvszívóképessége (30–40% vizet is megköthet) és a simulékonysága is meghatározza. A **rendement** (randman) vagy tisztaság azt jelenti, hogy a zsírban nyírt gyapjúnak hány százaléka a 17% nedvességet tartalmazó tiszta gyapjú. Ennél nagyobb víztartalmú gyapjú nem tárolható (!), mert a zsákban, bálában befülled és megsárgul. A gyapjú organikus szennyeződése takarmánytól, a legelőn található gyomoktól, növényektől ered.

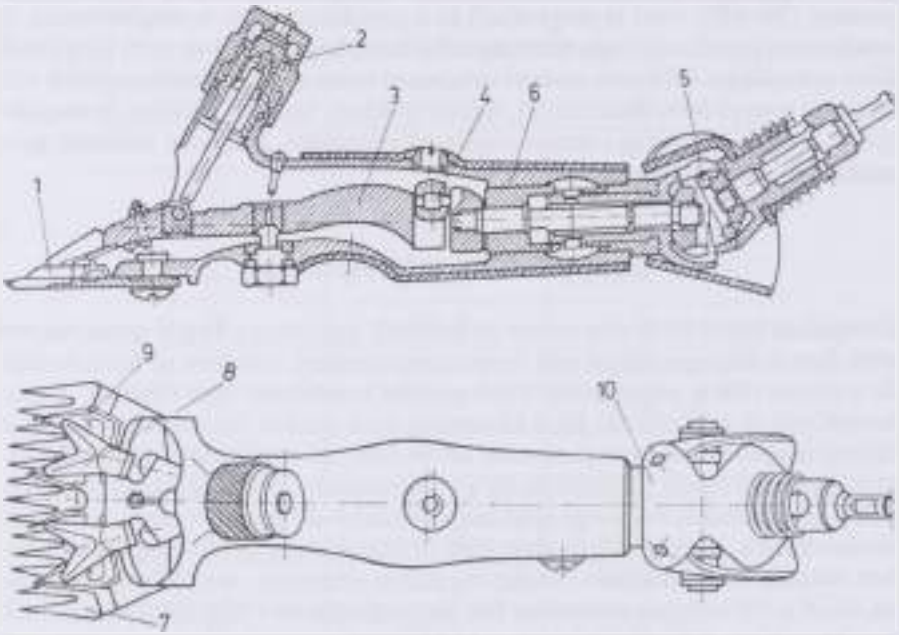
Gyapjúleválasztási eljárások

Európában közel 2000 éve ismert és használt szerszám a **rugós gyapjúnyíró olló.** Ennek alkalmazásával nőtt a munkateljesítmény, csökkent az állatelhullás, és a nyírást nők is végezhették. Több gyapjút nyerhettek, mint tépéssel. A gyakorlott nyírók kézi ollóval 40, a közepesen gyakorlottak 30, a kezdők 20 juhot tudnak megnyírni naponta (kosokból kevesebbet, növendékekből többet). A kézi ollóval való nyírás hátránya, hogy a visszamaradó „tarló" egyenetlen, gyakoriak a bőrsérülések, s egy-egy állat megnyírása 15–20 percig is eltart. Az utóbbi nemkívánatos, mivel a nyírás ideje alatt az állatok természetellenes testhelyzetben vannak, ami különösen vemhesség esetén veszélyes. A **nyírógép** feltalálása, majd a XX. századi elterjedése folytán megszületett a juhnyírásnak egy jobb munkaeszköze. A kezdeti mintegy 1,5 kg tömegű nyírógép nehéznek bizonyult, s ezért tömegének csökkentésére folytak kísérletek. Ennek határt szab, hogy a gép tömegének csökkentésével káros rezonanciák lépnek fel. A nagyrezgésű nyírógéppel nehezebb a nyírás, elfárad a dolgozó keze, a rezgő gép az állaton bőrsérüléseket okoz.

Izzószálas nyírás. Hazánkban létrehoztak egy olyan nyíróberendezést, amelynél a gyapjúszál elvágását egy elektromos izzószál végezte, azaz elégette. Ez a berendezés súlyban lényegesen alatta maradt a korábban gyártott gépeknek, teljesítménye közel azonos volt a nyírógépekével. A gyapjú elégetésekor azonban az elemi szálakon egy kis gömb képződött, ami gátolta a gyapjút a feldolgozásban, így ez a berendezés nem nyert polgárjogot. A juhok **lézeres** nyírása egyelőre csupán kísérlet. Nagy reményeket fűztek olyan anyagok etetéséhez (PAP, cyklopashand, myozin), melyek hatásukat csupán a toxikus adag közelében fejtik ki; a szőrtüszők néhány napra megszüntetik a gyapjúszálak növesztését, utána a juhokról kézzel letéphető a gyapjú. A juhok bundája az eddigi tapasztalatok szerint nem minden testrészen vált le, illetőleg az egyes állatok számára az azonos adag mérgezőnek bizonyult, míg a másiknál pedig nem mutatkozott kellő hatás. Az itt ismertetett módszereket a gyakorlatban még nem alkalmazzák.

Nyírógépek

Az első juhnyíró berendezést 1792. október 20-án New York-ban szabadalmaztatták, „The wheel of knives" címen. A szabadalmaztatás óta eltelt majd két évszázad jelentős változást hozott a nyíró berendezések konstrukcióiban. A *547. ábrán* egy **kétkarú emelővel** épített nyírógép metszetét mutatjuk be.



547. ábra. Juhnyírógépek felépítése, részei
(*1* vágószerkezet, *2* késnyomószerkezet, *3* lengőkar, *4* kulisszás hajtómű, *5* kúpfogaskerekek, *6* kés, *7* fésű (állópenge), *8* késmegvezető szerkezet, *9* kés (mozgó penge), *10* védőburkolat)

Főbb szerkezeti egységeik: a vágószerkezet, a forgattyús mechanizmus, a markolat, az erőátviteli szerkezet és a hajtómű. A **vágószerkezet** nyírógéptípustól függetlenül mozgó (kés) és álló pengéből (fésű) áll. A fésűs állópenge fogai által megvezetett és megtámasztott gyapjút az alternáló mozgást végző fésűs kések vágják le. A fésűk mérete, fogszáma, fogprofilja a gyapjú fizikai tulajdonságaitól függően változhat. A **forgattyús mechanizmus** a vágószerkezet működéséhez szükséges alternáló mozgást hozza létre. A **nyírófej** a vágószerkezetet és a forgattyús mechanizmust egyesíti. A vágószerkezetet, a forgattyús mechanizmust, továbbá géptípustól függően az erőátviteli szerkezetet és a hajtóművet vagy csak az erőátviteli szerkezet egy részét fémből vagy műanyagból készült ház foglalja magába, ami egyben a **markolat** is. A forgattyús mechanizmust hajtómű működteti erőátviteli szerkezet közbeiktatásával. A forgattyús mechaniz-

musok többféle módon meghajthatók. A **pneumatikus** meghajtású gép nyírófejét a markolatban elhelyezett kéthengeres V-elrendezésű pneumatikus motor hajtja (40–80 kPa túlnyomást és 500–600 l/min levegőt szolgáltató kompresszorról üzemeltethető). A nyírófej, a motor háza speciális alumínium öntvény. A motor a nyírófej oldalán elhelyezett markolatkapcsolóval indítható. A kompresszor által szállított levegő mennyisége és a kívánt üzemi nyomás reduktorral szabályozható, amely lehetővé teszi a kés löketszámának (min^{-1}) a változtatását, 0–10 000-ig. Így a nyírók az általuk megszokott vágási sebességhez, s a nyírt gyapjú minőségéhez legmegfelelőbb löketszámot állíthatják be. Bizonyos típusok forgattyús mechanizmusát **közvetlenül** a villanymotorok hajtják, a markolatba épített kétállású kapcsolóval működtetve. A legtöbb gép meghajtómotorját nem a markolatban, hanem attól függetlenül helyezik el, s a forgatónyomatékot **flexibilis** vagy **kardántengely** adja át a forgattyús mechanizmusnak.

A nyírógépek egyik igen lényeges jellemzője nyírókészülékének tömege, mivel jelentősen befolyásolja a nyírók teljesítményét és munkájuk minőségét. Ha a nyírókészülék nehéz, a nyíró keze idő előtt elfárad. A flexibilis tengellyel hajtott nyírókészülékek flexibilis tengelye is terheli a dolgozók kezét. A forgalomban lévő nyírógépek általában kielégítik a követelményeket. Ezért is a nyírási teljesítmény és a munka minősége alapvetően nem a nyírógépek típusától, hanem a készülék karbantartásától és a nyírók szaktudásától függ. Természetesen az sem közömbös, hogy milyen a nyírógép ára és alkatrész ellátása. A kések és a fésük **anyagminősége** és **felületi megmunkálása** közvetlen hatással van a nyírás mennyiségi és minőségi mutatóira. Ha kézbe vesszük a fésűt, és a fogait tenyerünkön végigtoljuk, elbírálhatjuk a megmunkálás minőségét. A durván megmunkált fésű nem siklik, hanem megakad a bőrfelületen. A sorjáktól meg nem tisztított fésű a juhok bőrét felsérti, s gyakori vérzést okoz, amelyet nem lehet a nyírók hiányos szaktudásának tulajdonítani. A fésűk és a kések anyagminősége meghatározza az egy élezéssel megnyírható juhok számát. A gyenge anyagminőségű kések és fésűk a gyakori élezés következtében hamar elkopnak.

A nyírógépek késsebessége

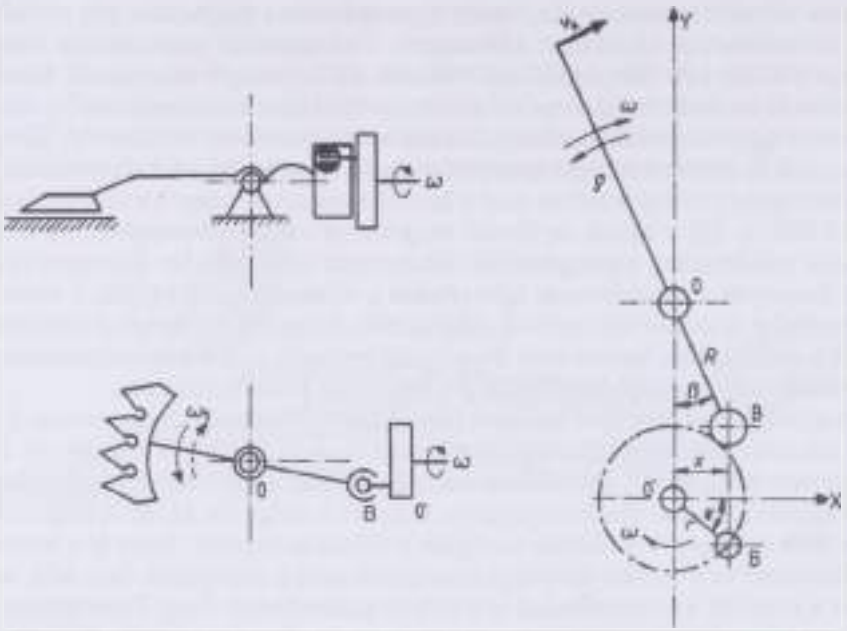
Az *548. ábrából* kitűnik, hogy a forgattyú egy fordulata alatt a kar teljes lengést végez és a nyírókésnek kettős löketet biztosít. Ha felírjuk a karnak a vízszintes síkra vetített egyenletét, megkapjuk a nyírókés $v_{kés}$ sebességének az értékét. Ha a forgattyúnak a vízszintes átmérőtől számított forgási szögét α-val, a BO karok, valamint a szimmetriatengely között szögét β-val jelöljük, akkor az x tengelyen a közös B pont elmozdulását a következő egyenletekkel írhatjuk fel:

$$x = r\cos\alpha$$

$$x = R\sin\beta,$$

amelyből:

$$\sin\beta = \frac{r}{R}\cos\alpha.$$



548. ábra. Nyírógépek kinematikai sémája

– A forgattyú sebességének vízszintes vetülete: $v_1 = r\omega \sin\alpha$.
– A kar B pontja sebességének vízszintes vetülete: $v_B = -R\omega \cos\beta$.

Minthogy azonban a B pont együttal a forgattyúhoz is tartozik, így ezek a vetületek azonosak, s ebből a kar ω_1 szögsebessége:

$$\omega_1 = \frac{r\omega \sin\alpha}{R\cos\beta}.$$

A nyírókés sebessége egyenlő a 0 kar végének forgási sebességével, vagyis:

$$v_k = p\omega_1,$$

$$v_k = \frac{rop\sin\alpha}{R\cos\beta}.$$

Az utolsó képletből következik, hogy a nyírókés tetszés szerinti élpontjának sebessége három változó értéktől függ: a forgattyú α elfordulási szögétől, vagyis a vizsgált pontnak a kar forgási középpontjától való távolságtól. A P értéke a P_0-tól (ami a kés vágóélének a kezdete) a $P_0 + h_k$-ig a vágóélek végein elhelyezkedő pontokig terjedhet. Az α szög a forgattyú vízszintes síkba vetített harmonikus lengését jellemzi. A β szög nullától maximális értékig változva, összetettté teszi a nyírókés mozgásának jellegét. A rendelkezésre álló nyírógépek szerkezetében ennek a szögnek a maximális értéke Melnyikov adatai alap-

ján, $\beta = 7–8°$ között mozog, tehát az érték viszonylag kicsi. A kar ilyen kis amplitúdói mellett a $\cos\beta \approx 1$, s a nyírószerkezet nyírókésének mozgását harmonikus lengő mozgásnak fogadhatjuk el, ahol a nyírókés sebessége:

$$v_k = \frac{rp\omega \sin\alpha}{R}$$

Ha $A = \frac{r}{R}$, akkor a nyírógép késsebességét végső alakban a következő számított képletekkel fejezhetjük ki:

$$v_k = Ap\omega \sin\alpha, \text{ vagy}$$

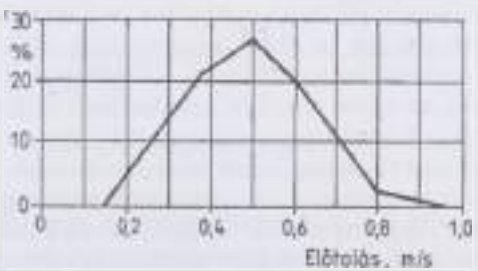
$$v_k = 2A\pi p n_c \sin\alpha,$$

ahol: n_c a kés másodpercenkénti kettős löketeinek száma, vagyis a forgattyú fordulatszáma, s^{-1}.

Mindkét képlettel csak megközelítő értékeket kaphatunk, mivel azok ténylegesen csupán a kés valódi sebességének a karlengések szimmetria tengelyére merőleges irányú vetületét reprezentálják. Az s késlöket a t nyírókésosztat és a t_0 fésűkésosztat alábbi arányai az elfogadott $t_0 = 6{,}4$ mm-nél $S = t = 3\,t_0$.

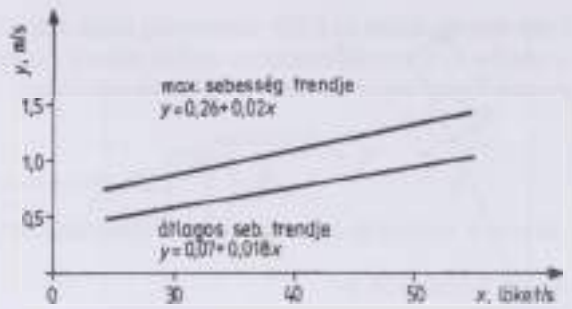
A nyírógépek főegységeinek jellemzése

Vágószerkezet. Percsihin (1964) szerint [143] az előtolási sebességeloszlást mutató *549. ábra* alapján megállapítható, hogy az 1800 kettőslöket/min paraméterrel dolgozó nyírógépek munkájuk kb. 90%-át a 0,3–0,7 m/s tartományban végzik.



549. ábra. Tolási sebességek gyakorisága

Magyar kutatások alapján (Varga 1983) [143] tanulmányozható ugyanez a problémakör, kibővítve a gyakorlati tapasztalatok alapján kiszámított kettőslöket–tolási sebesség összefüggésének ismertetésével *(550. ábra)*, és megjegyezve, hogy a max. tolási sebesség statisztikusan 90%-ban függ a gép paramétereitől, 10%-ban pedig a nyíró képességeitől. Az átlagos sebességet döntően a bőr ráncoltsága és az egyed egyéb jellegzetességei határozzák meg.



550. ábra. Kettőslöket–tolási sebesség összefüggései

Percsihin (1964) szerint a nyírógép **optimális tolási sebessége** (1800 löket/min – 30 löket/s-nál), melynél még nem jelentkezik kihagyás, ill. a gyapjú előredöntése, *s* a tarló megnövekedése 0,7 m/s [143]. A kihagyásnál visszamaradt gyapjút előredöntött késsel lehet csak vágni, ami megnövekedett erőkifejtést kíván a nyírótól, valamint a szecskázott hulladék mennyisége is nagy mértékben gyarapodik. Megszerkesztve a kés mozgásának diagrammját *(551. ábra)* megállapítható, hogy a kettőslökésre eső előtolás (*L*) megegyezik a mozgópenge magasságával és kiszámítható az előtolás sebessége (*v*) az alábbi képlettel:

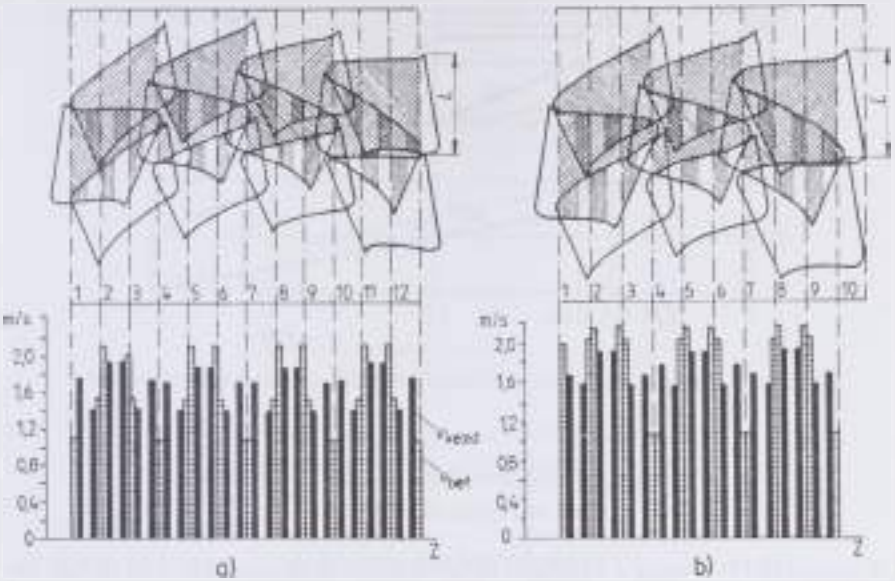
$$v = \frac{Ln}{60},$$

ahol: *n* a kettőslöketek száma percenként.

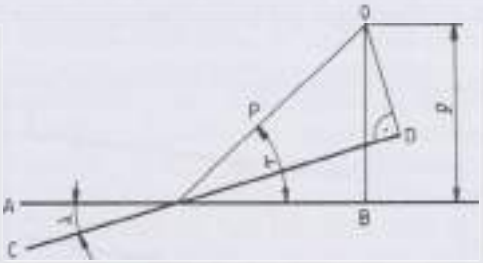
A *551. ábrán* vastag vonallal körülhatárolt területek a kések mozgása során lefedett területet jelzik, a számozott tengelyvonalak az állópengéket szimbolizálják. v_{vesd} vágási sebesség a metszés kezdetén, v_{bef} vágási sebesség a metszés végén, *L* előtolás egy kettőslöket alatt. A **késekre jutó terhelés** a bevonalkázott területek nagyságával arányos és akkor a legnagyobb, amikor a mozgópenge középső helyzetből a szélső helyzetbe kerül. Valójában a nyírógép hajlatokon (görbületeken) mozog, az egyes élek által körülhatárolt felületek különbözőek.

A diagrammot azzal a feltételezéssel szerkesztették, hogy a gyapjú **merőlegesen** kerül a fésű fogai alatt elvágásra, és ott zajlik le a metszés, ahol a mozgópenge találkozik az állópenge fogaival. A nyírógépek késmozgásának sebessége nem szabályos szinusz függvény szerint változik, mert a kulisszában a kulisszakő a mozgásátalakítás során tengelyirányú mozgást is végez (az *R* változik). A **vágási sebesség** optimális előtolás esetén 1,1–2,1 m/s között ingadozik, ha a vágás kezdetének azt a nyílásszöget tekintjük, ahol elkezdődik a gyapjú tömörítése a pengék között. Gyorsabb előtolás esetén hamarabb tömörödik a gyapjú és a sebesség a vágás elején csökken. A *552. ábrán* az *AB* egyenes jelképezi a mozgópenge élét, amely az *0* pont körül forog, a *CD* egyenes az állópenge egyenesét, τ az elhelyezkedési szög, λ a nyílásszög. A vágás geometriáját leíró egyenlet:

$$\sin \tau = \frac{\varepsilon}{P}.$$

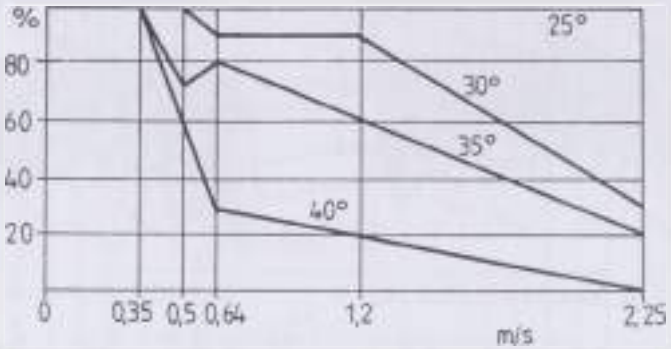


551. ábra. Késelmozdulás–vágási sebesség diagram
a) széles késpárral, *b)* keskeny késpárral



552. ábra. A vágószerkezet geometriai viszonyai

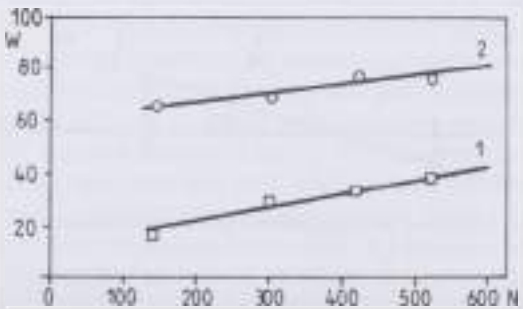
Az elhelyezkedési szög növekedésével a metszési erőszükséglet csökken, a nyílásszög nem szabad, hogy meghaladja a csúszó vágás minimális szögének kétszeresét. Megállapítást nyert, hogy a nyílásszög nagysága befolyást gyakorol a vágási erőszükségletre, szélsőértéke változó és a nyírás sebességétől függ. A jó vágási eredmény (%-ban) függ a kés különböző nyílásszögű mozgásának sebességétől *(553. ábra)*. A diagramun szerint a 25°-os nyílásszög tökéletes metszést biztosít 2,25 m/s vágási sebességig. Nem célszerű 7–8°-nál jobban csökkenteni a szöget a vágási energia jelentős megnövekedése miatt. Tehát ha a vágás elején meg is engedhető nagyobb nyílásszög, az élek zárásakor nem vehetjük 25°-nál nagyobbra. Ellenkező esetben a késsek tompulása lényegesen csökkenti a tolási sebességet.



553. ábra. A vágási sebesség és a nyílásszög hatása a nyírás eredményességére

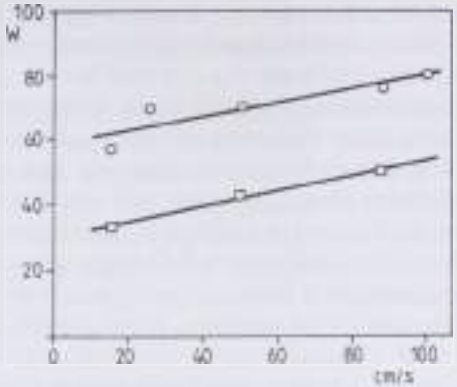
A nyírógép energiamérlege, a gépi nyírás erő- és energiaszükséglete

Atkinson (1977) szerint a nyírógép működéséhez szükséges kb. 350 W-ból valójában csak 30 W-ot használunk ki a gyapjúszál elmetszésére [6]. A többi a különböző erőátviteli egységekben, ill. a nyírófejben alakul át súrlódási munkává. Az alábbi összefüggések, megállapítások egyrészt laboratóriumi mérések, másrészt üzemi vizsgálatok alapján születtek, melyek nem tökéletesen, de jó megközelítéssel jellemzik a valóságos erő és energiaviszonyokat.



554. ábra. A metszés energiaszükséglete a leszorítóerő függvényében
(*1* üresjáratban, *2* nyírás közben)

A *554. ábra* [143] a nyírófej energiaszükségletét ábrázolja üresjáratban és nyírás közben 50 cm/s tolási értékeknél, 5,5 cm fogásszélességnél, a **leszorítóerő** függvényében. Megállapítható, hogy a leszorítóerő nagyságától jelentősen nem függ a metszés energiaszükséglete, ebben az esetben megközelítően 40 W. Két különböző löketszámnál mért energiaigényt ábrázol a *555. ábra* a tolási sebesség függvényében.



555. ábra. Teljesítményfelvétel az előtolás függvényében
(*1* 2240 kettőslöket/min, *2* 3400 kettőslöket/min)

A nyírás technológiája

A nyírógépek kivitele és használatuk módja lényegesen befolyásolhatja a nyírási teljesítményt. A jó nyírás után 2–3 mm hosszú tarló maradhat (az 5 mm-t nem lépheti túl). A gyapjú minőségének megóvása szempontjából fontos a nyírás időpontjának helyes megválasztása. Már sok gazdaságban felismerték, hogy a korán nyírt gyapjú fehérebb, szárazabb, jól kezelhető (tárolható) és tisztább. Ezért rohamosan terjed a márciusi és áprilisi nyírás. Ekkor azonban még fennáll a juhok megfázásának veszélye, ezért jó hőszigetelésű, bőven almozott hodályról kell gondoskodni számukra. Csak száraz bundájú juhokat szabad megnyírni, mert a megázott, megizzadt juhok lenyírt bundája bemelegszik, károsan színeződik, és veszít az értékéből. A gyapjúnyírást nem véletlenül nevezik a juhászok aratásnak. A juhokat a nyíráshoz elő kell készíteni. Már 5–10 nappal a nyírás előtt óvni kell őket a megázástól. A koloncokat le kell vagdosni, és célszerű a nyírás megkezdése előtt 12 órával megszüntetni a takarmányozást. Egy közepes szakképzettségű nyíró 6–12 perc alatt nyír meg egy finomgyapjas juhot.

A nyírás

A gyapjú fizikai jellemzői (sűrűsége, a gyapjúszálak vastagsága stb.) testtájanként változó. Ha állandónak vesszük a nyírógép vágószerkezetének paramétereit, akkor a nyírónak kell megválasztania a mindenkori optimális előtolási sebességet. Ehhez a nyírási rutin mellett érzék is kell. Üzemi körülmények között a nyírógép vágószerkezetének paraméterei nem állandóak. A karbantartások elmulasztása, a vágószerkezet szakszerűtlen beállítása, a kés és a fésű többszöri élezése, valamint a természetes kopásból származó méretváltozások mind befolyásolják a vágószerkezet működését. A nyírókészülékek vágószerkezeté-

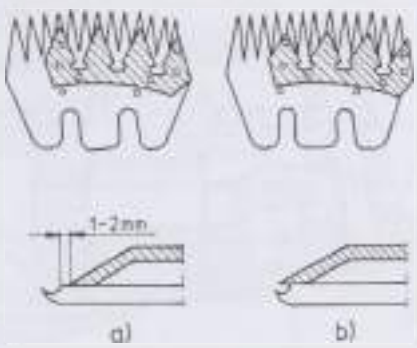
nek paramétereit kísérleti úton határozzák meg. Az így megválasztott (javasolt) előtolási sebesség és dőlésszög mellett minimális mennyiségű „szecska" (a kettős vágások következtében keletkező 0,1–1,0 mm hosszú gyapjúszálhulladék) keletkezik, és a fésűk sem sértik fel a juhok bőrét. A vágószerkezet fontos paramétere a vágási sebesség, mely adott pillanatban, az adott helyen meghatározza a vágóerő mértékét. A fésűt minden késpár cseréjekor újra és újra be kell állítani. A készüléken a kés helye állandó, és ehhez kell az előírt értékkel beállítani a fésűt. A kések és a fésűk élezésekor csökken a magasságuk, helyzetüket tehát nem lehet fix ponthoz kötni (jelölni). A fésű fogmagassága meghatározza a visszamaradó tarló magasságát. A vágás pillanatában a fésű foga támasztja meg a gyapjúszálakat a kés vágóélével szemben. A vékonyabb fognak kisebb a támasztófelülete, s a szálak el tudnak hajolni, ami kettős vágást okoz, vagyis növeli a szecska mennyiségét. A **fogmagasság csökkenése** tehát kedvezőtlenül hat a nyírás minőségére. Az elvékonyodott fésű az élezés folyamán jobban felhevül, rideggé válik, és könnyen törik. Ezért a fésű vastagságának 10–15%-os csökkenésekor a késpárt (fésűt és kést együtt) selejtezni kell. Az előtolás sebességét a nyíró választja meg. Ha az előtolás túl nagy, a gyapjú a haladás irányában elfekszik, ezzel megnövekszik a relatív vágófelület, ami a vágószerkezet megszorulásához vezet. Ha az előtolás kicsi, a vágószerkezet több szecskát képez.

A juhok **földön** vagy **nyírópadon** nyírhatók. A földön nyírás nehezebb, de gyorsabb módszer. A *556. ábrán* az ausztrál nyírási módszert mutatjuk be. Az ábrán jól megfigyelhető, hogy e módszerrel a gyapjúsávokat nem szakaszosan, hanem egy lendülettel vágják le. Csak így érhető el, hogy a bunda egyben maradjon. A szakaszosan vágott bunda nem teríthető ki a vágóasztalra, s ezáltal nem különíthető el a szecska. Az állat rögzítését a nyíró végzi, mégpedig a lábával és a szabad kezével. Ezekben a helyzetekben, ahogy a juh a nyírás közben tartózkodik, mindig feszült a bőr a nyírógép alatt, tehát nem áll fenn annak a veszélye, hogy a nyíró esetleg a bőrráncba vág.

556. ábra. Ausztrál nyírási technika

Nyírógépek üzembe helyezése, beállítása és karbantartása

A nyírási hely kijelölésekor, ill. a nyíróberendezés felszerelésekor figyelembe kell venni, hogy a nyírónak 2 m²-es körzetben szabad helye legyen, s ott mozoghasson. A működtető kapcsolókat, a készülékek tartóit és a mosóedényeket a padozattól számított 600 mm magasságban kell elhelyezni. Szóltunk róla, hogy a nyírás minőségét a nyírógép műszaki állapota lényegesen befolyásolja. Ezért a gépeket fokozott gonddal kell üzembe helyezni és beállítani. A fésű rádiusza hegyének vége és a kés csúcsa között 1,0–2,0 mm legyen a távolság. Ha ettől eltér, akkor meg kell lazítani a fésű csavarjait, és a megfelelő helyzetbe tolni *(557. ábra)*.



557. ábra. A vágószerkezet helyes *a)* és helytelen *b)* beállítása

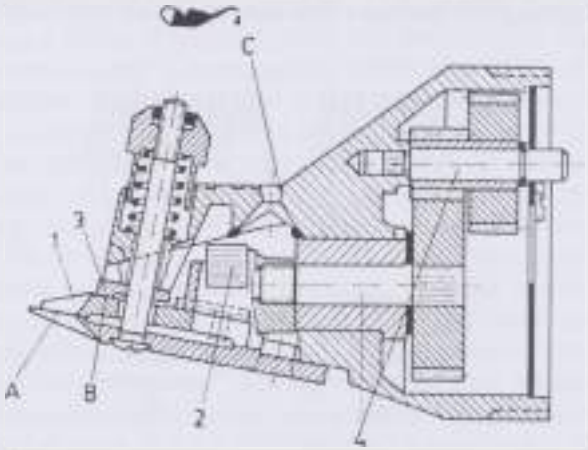
A kés fésűre ható nyomása a szorítóanyával szabályozható. Ha helyesen állítottuk be a nyomóerőt, a villamos motor forgórészének tengelye még **kézzel** elforgatható. Nem szabad a nyírókészüléket beindítani, ha gyenge a kések leszorítása, mivel a kirepülő (elszabaduló) kések súlyos balesetet okozhatnak. A nyírás megkezdése előtt ellenőrizzük a nyírókészülékek állapotát, távolítsuk el róluk a konzerváló anyagokat, és kenjük meg a súrlódó alkatrészeket. A nyírás közben időszakonként tisztítsuk meg a motorok szellőzőcsatornáit a lerakódott szennyeződésektől.

Minden készülékhez be kell osztani a késpárokat. Nyírás közben nem szabad azokat másik készülékre felrakni. A kések kicserélésekor először lazítsuk meg a szorítóanyát, majd hajtsuk ki a fésű rögzítőcsavarjait. Ezt követően a fésűt és a késpárt együtt emeljük ki. A nyírókészülék kenési helyeit a *558. ábra* szemlélteti.

A késeket és a fésűket egy-egy állat megnyírása után gázolajba vagy motorolajba kell mártani (anélkül, hogy a gépet kikapcsolnánk). Raktári tárolás, nagy távolságra való szállítás vagy egy hónapnál hosszabb üzemszünet esetén a gépeket konzerválni kell. E munkát a következő sorrendben végezzük: a főbb részegységeket szétszereljük, és megtisztítjuk a szennyeződésektől; a korrózionak kitett felületeket vonjuk be tartósítózsírral; a nyírókészüléket szétszerelés után

tartósítózsírral bevont állapotban kell összeszerelni. Tartósítás után a gépet faládába csomagolva, száraz, +3 °C-nál magasabb hőmérsékletű helyiségben kell tárolni. A tárolóhelyiségben savak, lúgok (egyéb vegyszerek) nem raktározhatók.

A B helyeket 10 üzemóránként grafitos olajjal, az A vágószerkezetet szükség szerint, a C helyeket 10 üzemóránként dízelmotorolajjal kell kenni. A flexibilis tengelyt és tartozékait üzembe helyezés előtt szét kell szerelni és petróleumban gondosan át kell mosni, majd a tengelyt vékony rétegben grafitos olajjal be kell kenni. Ha a flexibilis tengely új, a kenést 6–8 órás üzemelés után meg kell ismételni. A tengely kenése 25–30 üzemóránként esedékes.



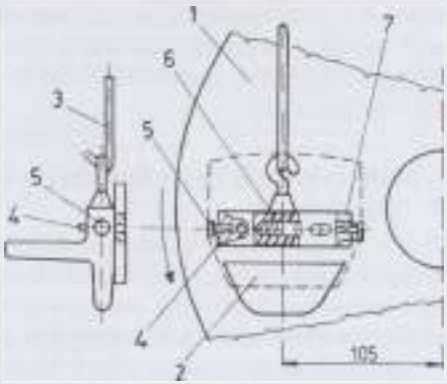
558. ábra. Nyírókészülék kenési helyei
(*A* vágószerkezet, *B* nyomólap és a kés csúszórésze, *C* hajtószerkezet, *1* vágószerkezet, *2* excenter, *3* nyomólap, *4* tengelyek)

Élezőkészülék

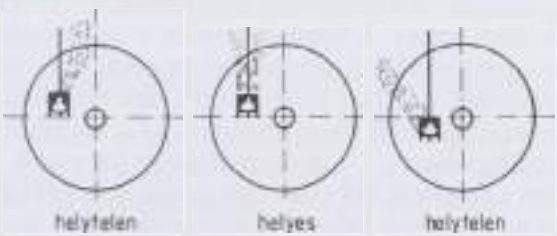
Az élezőkészülék a nyírógépek elengedhetetlen tartozéka, amelyeket rendszerint a nyírógépekkel együtt forgalmaznak. Az élezőkészülékek állványzatból, villanymotorból, élezőkorongból és befogókészülékből állnak. Az élezőkorong anyaga öntvény, vastagsága 18 mm, átmérője 350 mm, fordulatszáma 1400 min^{-1}. A korong homlokfelületén a csiszolómassza jobb tapadása céljából kör alakú hornyok találhatók. A kés- és fésűbefogó szerkezete azonos megoldású *(559. ábra)*.

A nyírás minőségét és sebességét meghatározza a kés és a fésű élezettsége. Élezés előtt a késről és a fésűről forró lúgos vízben vagy petróleumban – kefe segítségével – el kell távolítani a zsírt és a gyapjúszálakat. Az élezőkészülék korongjára ecsettel kell felkenni csiszolópor és motorolaj keverékét (lehetőleg vékony rétegben). A keveréknek olyan állapotúnak kell lennie, hogy fennmaradjon a korong felületén. A késtartóba behelyezett kést vagy fésűt enyhén az

élezőkoronghoz nyomva lassan oldalirányba kell mozgatni. A kés legfeljebb egy, a fésű két foggal érhet túl az élezőkorong felülethatárain. A nyomóerő nem lehet nagy, mert túlmelegedés következhet be, és az élek kilágyulnak. A fésűt sohasem szabad 5 s-nál hosszabb ideig az élezőkoronggal érintkezésben hagyni. Az élezés folyamán az élezendő felületről lepattanó szikrák mennyiségéből és irányából következtetni lehet az élezés helyességére *(560. ábra)*.



559. ábra. Élezőkészülékek kés, ill. fésűbefogó szerkezete
(*1* élezőtárcsa, *2* befogószerkezet, *3* függesztőrúd, *4* utánállító befogócsap, *5* befogócsap-rögzítő, *6* szorítógomb, *7* csúszócsap)



560. ábra. Az élezés helyességének ellenőrzése a szikrák alapján

Ha a szikrázás mérsékl6dik vagy megszűnik, újra fel kell vinni a csiszolómasszát, mert a nélkül az élezőkorong gyorsan kopik. Az élezés minősége a vágóéleken ellenőrizhető. A kés vagy a fésű élezett felülete és a mellé tett mérővonalzó közötti hézag nem haladhatja meg a 0,05 mm-t. A többszöri élezés után a fésű fogai kihegyesednek, és ez a juhok bőrének sérülését okozhatja. Ezért a fogak végeit szükség szerint csiszolókövön le kell tompítani. A durvább csiszolókő okozta barázdák megszüntethetők, ha puhafával felpolírozzuk. A késekről és fésűkről élezés után a csiszolópor maradványokat petróleummal moshatjuk le. Általános alapelv, hogy a késeket és a fésűket párban kell használni, és élezni is páronként kell őket. Legjobb, ha a párokat az élezőkészülék melletti asztalon, rekeszekben tároljuk. Minden nyírónak legyen külön rekesze, s így a kés-

párok nem cserélődhetnek fel. Az élezőkészülék mindig a nyírómunkások munkahelyének közelében legyen. Az élezőkorongot olyan magasságban helyezzük el, hogy középpontja az élezőmunkás könyökével azonos szintre kerüljön. Mindenképpen célszerű egy szabályozott tartalék korongot készenlétben tartani. A szabályozás és a rovátkolás munkáját fölöslegessé teszi az Ausztráliában kialakult gyakorlat, hogy az élezőkorongra finom szemcsézetű csiszolópapírt ragasztanak. Erre a célra olyan ragasztót használnak, amely nem köt meg, de megfelelő a tapadóereje. A csiszolópapírt elhasználódás után lehúzzák, s újat ragasztanak a helyébe. E módszer bevezetése nálunk is előnyös lenne, mivel így a vékonyabb élezőkorong is megfelelő, s az élezőfelület is mindig egysíkú.

Nyíróhelyiségek (nyíróműhelyek)

A nyírók általában 10 órás műszakban dolgoznak. A munkaidő előrehaladtával egyre inkább elfáradnak, és csökken a figyelmük (fokozottan jelentkezik ez ott, ahol nem megfelelőek a munkakörülmények). Juhászatainkban főként más célra épült gazdasági épületeket (juhhodályokat, raktárakat, garázsokat stb.) rendeznek be a nyírás céljára. Ezek az épületek az esetek többségében nem is felelnek meg a célnak méretük, rossz belső megvilágítottságuk vagy a klímájuk hiányosságai miatt. Előnyösebb lenne, ha a nyírás céljára épült épületet vagy épületrészt használnák a nyírás után más mezőgazdasági célra. Ausztráliában és Új-Zélandban a juhtartók gyakran csak egyetlen épületet építenek és azt csupán nyírás céljára használják. A nyírómühely kialakításakor a következő szempontokat kell szem előtt tartani. A nyírómühelyben a munkahelyek természetes megvilágítása a legelőnyösebb. A mesterséges megvilágítás – különösen nappal – fárasztja a dolgozókat, torzítja a gyapjú színét, ami megnehezíti az osztályozást. A természetes megvilágítottsági tényezőre és a különböző munkahelyek mesterséges megvilágítására a *35. táblázat* adatai az irányadók.

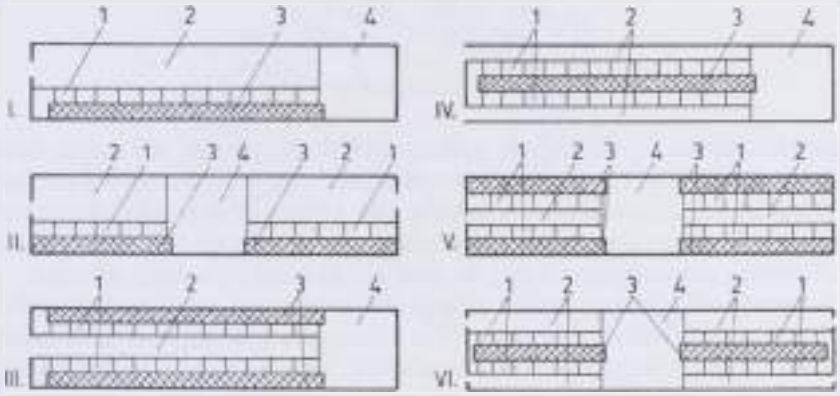
A nagy zajszint a dolgozók idő előtti elfáradásához, reflexeik lelassulásához vezet. A zajszint a nyírógépek helyes beszabályozásával és rendszeres kenésé-

35. táblázat. Megvilágítási tényezők a különböző munkahelyeken

A munka megnevezése	Természetes megvilágítottsági tényezők e%*	Mesterséges megvilágítás, lux
Nyírás	1,0	167
Élezés	1,5	278
Osztályozás	1,5	278
Gépbeállítás	1,0	167

* A helyiség belsejében egy meghatározott pontban mért, valamint a szabadban mért megvilágítás hányadosa.

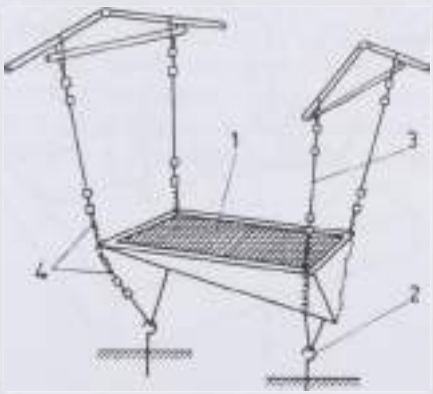
vel csökkenthető. A helyiségben a hőmérsékletnek 18–20 °C-osnak, a relatív páratartalomnak 40–70%-osnak kell lennie. Az ártalmas gázok koncentrációja a levegőben nem haladhatja meg ammóniából a 0,02 mg/m³, kén-hidrogénből a 0,01 mg/m³, szén-dioxidból a 0,02 mg/m³ értéket. A technológiai folyamatnak megfelelően a nyíróhelyiséget négy részlegre kell osztani: juhnyírók munkahelye, nyíratlan juhok várakozókarámja, gyapjúosztályozó, gyapjúcsomagoló. A helyiség elhelyezésének lehetőségeit a *561. ábra* szemlélteti.



561. ábra. A nyíróhelyiség belső elrendezésének lehetőségei
(*1* nyíróállások, *2* nyíratlan juhok várakozóhelye, *3* gyapjúszállítás útja, *4* kiszolgáló, osztályozó, tárolóhelyiség)

Az üzemi gyapjúkezelés eszközei, berendezései

A lenyírt gyapjú először az osztályozóasztalra kerül. Hazai viszonylatban az üzemen belüli gyapjúkezelésnek ez az egyetlen eszköze sem mindig felel meg a követelményeknek. Az osztályozóasztal *(562. ábra)* általában 3×3 m-es keretre



562. ábra. Függesztett osztályozóasztal

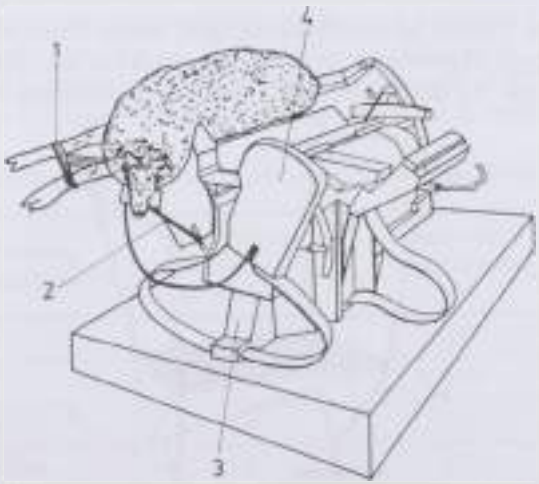
erősített 5×5 cm osztású háló, vagy rács (1) (készülhet fából vagy fémből). Lényeges, hogy az asztalra terített bunda széle ne lógjanak le. A lelógó részek ugyanis leszakadhatnak, és csak a hulladék mennyiségét növelik. Az asztalt a bunda ráterítése után meg kell rázni, hogy a szecska kihulljon. Jó megoldás, ha a keretet drótkötéllel (3) és rugóval (4) a nyíróhelyiség mennyezetéhez, valamint padozatához (2) kötik. Ez a kívánt magasságra való beállítást is lehetővé teszi. Az osztályozott gyapjút ömlesztve, vagy bálázottan tárolhatjuk. A hazai juhászatokban a bálázást nem alkalmazzák.

A juhok robotizált nyírása

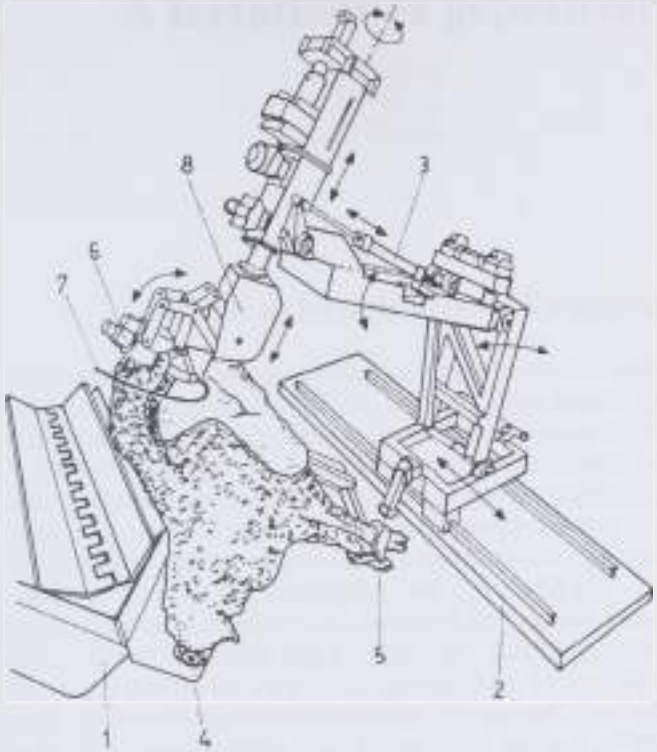
Ausztráliában és Új-Zélandban a hatalmas juhállományok időszakos nyírása nem kis gonddal jár, hiszen rövid időszakra sok és igen nagy szakértelmet igénylő munkást kell felvonultatni. A kutatók már a 70-es évek végén hozzákezdtek olyan nyíró manipulálókarok fejlesztéséhez, amelyek a későbbiekben alkalmasak lehetnek számítógépes vezérlés révén a nyírási műveletek elvégzésére.

A kutatók elképzelése szerint a beérkező juhokat egy munkaművelettel rögzítik a munkaasztalhoz *(563. ábra)*. Ezt követően a nyírófejjel ellátott manipuláló-kar megközelíti a testfelületet mindaddig, amíg a nyírófej mellett levő nyomásérzékelő szenzor jelet nem szolgáltat, hogy a nyírófej kellő közelségbe került a nyírandó testfelülethez.

Ezt követően a vezérlés kombinált. A fő mozgásokat a nyírófej, mint tanuló-robot végzi, vagyis a korábban a nyírófejet kézzel vezető jó nyírómunkás mozdulatait követi. Eközben a nyomásérzékelő szenzor folyamatosan jeleket szolgáltat, hogy a nyírófej megfelelő távolságban legyen a bőrfelülettől. Akadályoz-



563. ábra. Juhnyíró robot
(*1* a lábak rögzítése, *2* a fej rögzítése, *3* állvány, *4* manipuláló-asztal)



564. ábra. A juhnyíró robot manipuláló-egysége
(*1* asztal, *2* a manipulátor talpazata,
3 manipuláló-egység hidraulikus munkahengerekkel és szervomotorokkal, *4* a fej rögzítése,
5 a láb rögzítése, *6* nyírófej, *7* nyomásérzékelő, *8* precíziós manipuláló-fej)

tatás esetén a nyírófejet azonnal leállítja, és más pozícióba rendeli. A nyírás közben a nyíróasztal is megfelelő mozgást végez, hogy az állat nyírandó testfelületével forduljon a manipuláló-kar irányába *(564. ábra)*. A leválasztott gyapjút az állat mellé elhelyezkedő szállítószalag viszi tovább a gyűjtőhelyek felé. A nyírómunkás csupán a robot felügyeletét, az állatok rögzítését és a megnyírt állatok elengedését végzi. A kísérletek során 80–95%-os eredményt értek el a berendezésekkel (a műveleteket csak a főbb testtájakra korlátozódtak).

A fertőtlenítés gépesítése

A tisztítás és fertőtlenítés szükségessége

Az állatállomány betegségek, járványok elleni védelme alapvető fontosságú gazdasági érdek. Hazánkban számos, nagy állatlétszámmal üzemelő állattartó telep működik. Ezeken a telepeken jelentős veszteségeket okoznak a ciklikusan fellépő fertőző betegségek. A lokális, vagy országos méretű betegségek, járványok kialakulásának és elterjedésének megakadályozásában a preventív fertőtlenítésnek igen nagy szerepe van. Ezen munkafolyamatok elvégzéséhez hatékony fertőtlenítőszerekre, az előkészítő műveletekben és a hatóanyag kijuttatásában pedig célszerűen alkalmazható gépekre van szükség.

Ma már nemcsak a tenyészállat, hanem az árutermelő, vágóállat előállító telepeknek is szinte létérdeke, hogy telepük ún. „hármasmentes", SPF (Specific Pathogen Free) minősítést kapjon. Ez annyit jelent, hogy az állomány mentes az Aujeszky, brucelozis és leptospirozis nevű betegségek kórokozóitól.

Ennek érdekében a telepek kezdik komolyan venni a „fekete-fehér" öltözők rendeltetését. Megtiltják, hogy idegenek lépjenek be a telepre, ill. ha ez elkerülhetetlen, a teljes átöltözés, személyi fertőtlenítés nem kerülhető meg. Érthető okokból a telepen elhullott állatok központi, regionális begyűjtésétől is ódzkodnak. Amennyiben anyagi lehetőségeik megengedik, több milliós beruházással megépítik a szigorú állat-egészségügyi előírások betartását biztosító elhullott állataikat feldolgozó üzemüket. Megszigorították a telepen belül végzett időszakos tisztítás–fertőtlenítés munkafolyamatait is.

Az állattartó telepen belül, az egyes termelési ciklusok végén, a következő állomány ugyanazon istállótérbe telepítése előtt végzett tisztás és fertőtlenítés célja, hogy megakadályozza az állományban előforduló fertőző betegségek, valamint az esetlegesen behurcolt kórokozó mikroorganizmusok szétterjedését.

A preventív védelem sikerének feltételei:

- telepre szabott tisztítási–fertőtlenítési technológia,
- hatékony fertőtlenítőszer,
- a tisztítási műveletek hatékony elvégzésére és a fertőtlenítőszer kijuttatására alkalmas célgép,
- szigorú munkafegyelem,
- lelkiismeretes munkavégzés, tulajdonosi szemlélet.

A témakörnek megfelelően az előbbi felsorolás közül az első és harmadik kérdéscsoport tárgyalásával foglalkozunk.

A tisztítás–fertőtlenítés munkafolyamatai

Tisztítás

Az istálló határoló elemei (falszerkezetek, térelválasztó elemek, kutricarácsok, padozat, trágyarács), az etető-itató berendezésekben visszamaradt takarmány, valamint a trágyatapadék a betegséghordozó kórokozóknak kiváló életteret, búvóhelyet jelentenek.

Ahhoz, hogy a fertőtlenítőszer hatásmechanizmusa megfelelően érvényesülhessen, a szerkezeti elemek felületén, sarkaiban leülepedett por, takarmány- és trágyamaradványok fellazítása, eltávolítása alapvető fontosságú feladat.

A preventív védelem első lépése tehát a tisztítás-tisztogatás. A tisztítás fázisai a következők:

- Száraz tisztítás: porolás, söprés, pókhálók eltávolítása, etetőberendezések kiürítése.
- Áztató lemosás: a porral vegyes szerves tapadékok felpuhítása, fellazítása.
- Tisztító lemosás: nagynyomású vízsugárral, vizes gőzzel, gőzsugárral és mechanikus eszközökkel (súrolókefe) végzett alapos tisztogatás.

Minden vízzel végzett tisztítási munkafolyamatnál ügyelni kell arra, hogy csak az okvetlenül szükséges vízmennyiséget használjuk fel (a hígtrágya mennyiség növelésének elkerülése!).

Az **áztató lemosást** a vízhálózatra csatlakoztatott tömlő (slag) helyett is a tisztító–fertőtlenítő célgéppel kell elvégezni. Minden géphez rendszeresítettek széles sugarat adó porlasztót. Az ilyen porlasztóval felszerelt tisztítószárral közepes nyomáson (2–3 MPa), kis vízfelhasználással (8–10 dm^3/min), nagy felületnedvesítési teljesítmény (10–20 m^2/min) érhető el.

Az áztató lemosást követően, az istálló méretétől, a berendezések bonyolultságától függően néhány óra, fél nap elteltével végezhető el a **tisztító lemosás.** A tisztító lemosást a célgép éles, „késpengeszerű" vízsugarat adó fúvókájával, géptípustól függően 8–16 MPa nyomással kell végezni. A forróvíz-vízesgőz-gőzüzemű gépeknél a tisztítósugár nyomása alacsonyabb, 1–8 MPa, viszont a 80–100 °C hőmérsékletű sugárral hatékonyabb tisztítás érhető el. A célgépek tisztítási teljesítménye 1–2 m^3/min között változik.

Fertőtlenítés

Fertőtlenítésen (dezinficiáláson) a kórokozó mikroorganizmusok vegetatív alakjainak elölését értjük [70]. A fertőtlenítés elvégezhető száraz, vagy nedves hővel; sugárzó energiával (250–260 nm-es hullámhosszúságú UV-sugarak), valamint vegyszerekkel.

Az állattartásban a vegyszeres fertőtlenítés terjedt el. A fertőtlenítőszerek általában oxidatív alapon károsítják, szétroncsolják a sejteket. A fertőtlenítőszerekkel szemben támasztott néhány fontos követelmény:

- hatása legyen széles és gyors,

- ne legyen mérgező se emberre, se állatra,
- ne okozzon korróziót,
- gazdaságosan legyen alkalmazható.

A hatóanyagot ki lehet juttatni vizes oldatban, elgázosítva és aeroszol formájában.

A telepeken alkalmazott célgépekkel a hatóanyag kijuttatás vizes oldatban és aeroszol formájában történik. Jól zárható kisebb légterekben, például egyes sertéstelepek fiaztató termeiben a nyílászárók tömítése után, a formaldehid vizes oldatával, **gázosítás** útján is kijuttatható a hatóanyag. Ehhez a módszerhez célgépek nem szükségesek.

A tisztító–fertőtlenítő célgépeket legkevésbé a **jódvegyületek** károsítják. Alkalmazásuk egyetlen hátrányának az tekinthető, hogy a szükséges, 0,5–2,0%-os koncentráció a gépeken nehezen állítható be. A klórlúg (hidroxilénlúg, H-lúg) 3–5%-os vizes oldatának koncentrációját ugyan jobban be lehet állítani, viszont a szer korróziót okoz. Egy hidegvizes tisztító–fertőtlenítő gép hatékonysági jellemzőit az *36. táblázat* tartalmazza.

A kórokozó baktériumok, vírusok jelentős része a fertőződött állatok köhögése, tüsszentése, az áramló levegő felkavarta por útján terjed. Az **aeroszolos légfertőtlenítésnek** különösen nagy jelentősége van a nagy állatkoncentrációjú telepeken. Az aeroszolképzés beépített, stabil berendezésekkel, porlasztás útján, vagy hordozható hőmechanikus aeroszolgenerátorokkal oldható meg. Az ilyen gépekre jellemző főbb hatékonysági mutatókat a *37. táblázat* tartalmazza [74; 75].

36. táblázat. Istállóhatároló elemek fertőtlenítési eredményei
(Forrás: FM Műszaki Intézet és Állatorvostudományi Egyetem Állathigiéniai Tanszék)

Határoló-szerkezet megnevezése	A fertőtlenítés utáni fertőzöttség					
	Enterococcus		Aerob spórások		Ecoli	
	csíra-szám	fertőzött-ség foka	csíra-szám	fertőzött-ség foka	csíra-szám	fertőzött-ség foka
Alumínium lemez, sima	0	steril	0	steril	0	steril
Bitumenpadozat	8	elvétve	5	elvétve	0	steril
Téglafal, vakolva	19	kisfokban	10	elvétve	9	elvétve
Téglafal, vakolva, meszelve	0	steril	5	elvétve	0	steril
Farostlemez, festve	0	steril	0	steril	0	steril
Eternitlap	0	steril	0	steril	0	steril
Vaslemez, festett	0	steril	0	steril	0	steril

Megjegyzés: fertőtlenítő oldat: 3%-os H-lúg, összehasonlítási alap: sima alumínium lemez.

37. táblázat. Aeroszolos fertőtlenítés hatékonysága

Kezelt felület	Vakolt fal		Fémlemez kutrica fal		Betonpadozat	
Kórokozó megnevezése	Fertőtlenítés					
	előtt	után	előtt	után	előtt	után
	(db)					
Összcsíraszám	600	150	szőnyeg*	30	szőnyeg	0-20
Coliform	0	0	0	0	60	0
Staphylococcus	50	3	200	0	szőnyeg	2
Gomba	60	4	140	0	200	10

Megjegyzés: a légtér mérete: 3000 m³; az alkalmazott fertőtlenítőszer: 17,5 g/m³ (formaldehid); a várakozási idő: 4 h; * a táptalajon az egyedek száma megszámlálhatatlan.

A tisztítás–fertőtlenítés gépei

A tisztításifertőtlenítési munkafolyamatok gépesítésének szükségessége hazánkban az 1960-as évek végén, a 70-es évek elején jelentkezett, amikor igen sok állattartó telep létesült, amelyeken a preventív védelmet jelentő tisztítás és fertőtlenítés kézi erővel már nem volt megoldható.

A telepekre bekerült első célgépek külföldi gyártmányúak voltak. (GERNI K-80 dán; SCIA-CARPI hidegvizes, olasz; SUPER-SIOUX forró vizes, angol).

Az építőiparban használatos (a hazai gyártmányú GF-251 típus) gőzfejlesztők, ill. az ún. gőzborotvák (pl. a GB-120 típus), a túlságosan nagy méreteik miatt az állattartó telepeken nem megfelelőek. A hazai állattartó telepeken közép- és magasnyomású, hideg- és melegvizes, ill. forróvíz–gőzüzemű tisztító-fertőtlenítő gépek terjedtek el (főként a magyar fejlesztésű STERIMOB gépek).

A nemzetközi piacon ma már számos olyan tisztító–fertőtlenítő gép van, amelyek akárcsak a hazai gyártású STERIMOB gépcsalád, az állattartásban, élelmiszeriparban, és egyéb területeken (szerviz, autómosók) egyaránt megfelelő (K.E.W. INDUSTRI A/S, Dánia; PORTOTECNICA S.p.a., Olaszország stb.).

A tisztító–fertőtlenítő gépek konstrukciós kialakítását, műszaki–üzemeltetési jellemzőit alapvető működési módjuk szerint csoportosítva az alábbiak szerint ismertetjük:

- hidegvizes üzemmódú gépek,
- melegvizes-gőzüzemű gépek, és
- aeroszolgenerátorok.

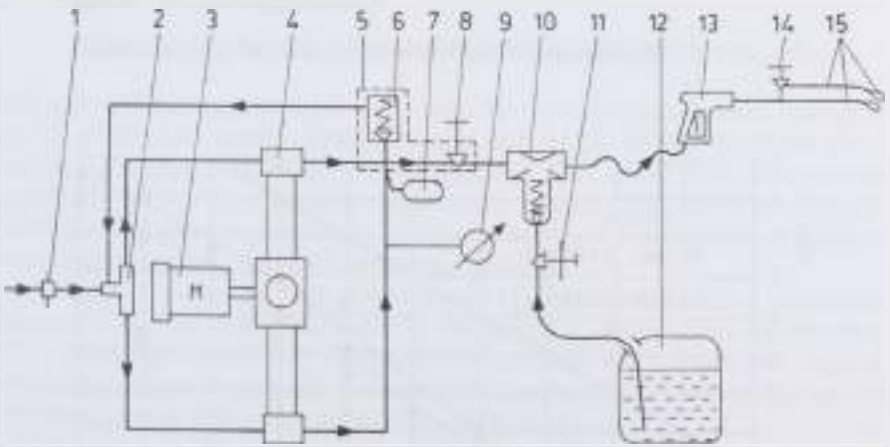
Meg kell jegyezni, hogy a hidegvizes üzemmódú gépek – amelyeknek nem tartozéka a forróvizet–vizes gőzt előállító spirálcsöves fűtőegység – maximum 90 °C hőmérsékletű tápvizet szolgáltató hálózatról is üzemeltethetők.

A gépek szennyezett felületek hideg, vagy tápvízhálózatról nyert max. 90 °C hőmérsékletű melegvízzel történő tisztítására, valamint mosó-fertőtlenítőszerek (hatóanyag) kijuttatására szolgálnak. Biztonságos üzemeltetésükhöz, típustól függően, 10–16 dm³/min hozamú víz- és 380/220 V feszültségű elektromos hálózatra van szükség.

A gépek szerkezeti felépítése lényegében azonos. Főbb részeik: a villamos motorral hajtott fekvő elrendezésű dugattyús szivattyú, a légüst, a nyomásmérő óra, a vízmennyiség szabályozó, hatóanyag adagoló és kombinált szelepek; az injektor, a hatóanyagtartály, a vízhálózati csatlakozó tömlő, a nagynyomású tömlő, valamint a szórópisztoly az iker-szórószárral. Az automatikus üzemmódú gépek kiegészülnek még üzemmódváltó kapcsolóval, állandó mágnessel és relével.

A kombináltszelep üresjárati szelepe a szórópisztoly zárt állásánál a szivattyú által szállított víz szívóoldalra történő visszavezetését, recirkulációját biztosítja. A nyomás, így a szállított vízmennyiség változtatása, a kombinált szelepben lévő mennyiségszabályzó szeleppel valósítható meg. Hatóanyag kijuttatásakor az injektorhoz csatlakozó szeleppel lehet a kívánt koncentrációt beállítani. A szórószáron lévő szelep nyitása után a nyomás az injektor bekapcsolási nyomása alá esik vissza, s a hatóanyagtartályból az ikerszórószár mindkét fúvókájának működése közben megindul a vegyszerszállítás.

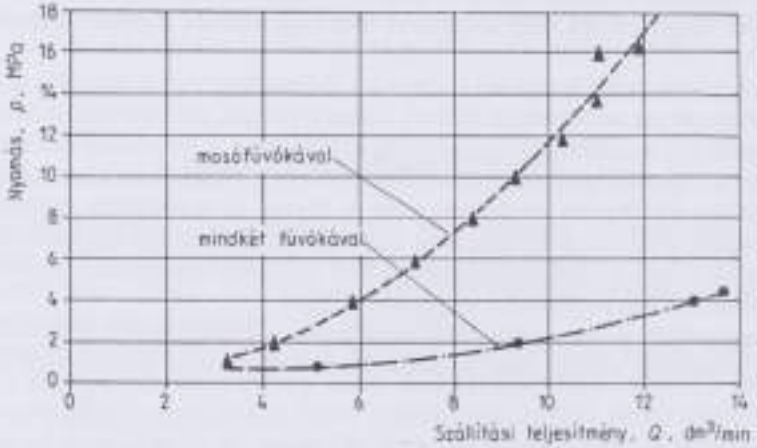
A korszerűbb, automatikus üzemmódú gépek a szórópisztolyról működtethetők. A kombinált szelep utáni nyomóágba a vízáram által működtetett állandó



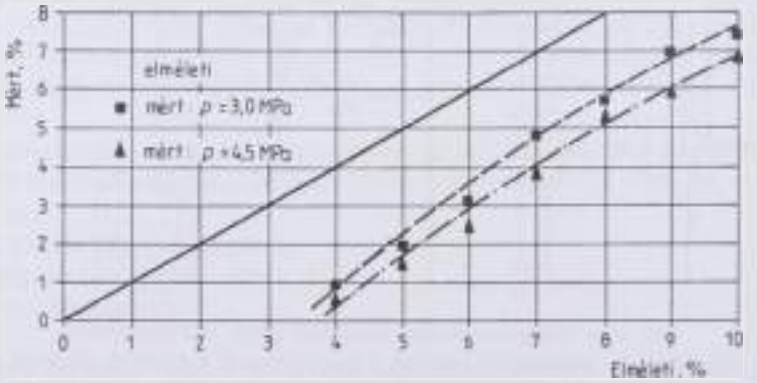
563. ábra. Hidegvizes tisztító-fertőtlenítő gépek működési vázlata
(*1* vízhálózati csatlakozó, *2* vízszűrő, *3* meghajtómotor, *4* dugattyús szivattyú, *5* kombináltszelep, *6* üresjárati szelep, *7* légüst, *8* mennyiségszabályzó szelep, *9* nyomásmérő óra, *10* injektor, *11* hatóanyag adagoló szelep, *12* hatóanyagtartály, *13* szórópisztoly, *14* szorószár szelep *15* ikerszórószár a fúvókákkal)

mágnest szereltek, ami automatikus üzemben (szórópisztolyról történő motor ki- és bekapcsolásával) a szórópisztoly nyitásakor egy relével zárja a meghajtó motor áramkörét, így megindul a vízszállítás. A szórópisztoly zárásakor a vízáramlás megszűnik, egy rugó alaphelyzetbe nyomja vissza a mágnest, a relé megszakítja az áramkört, a motor leáll. A hidegvizes üzemmódú gépek jellemző szerkezeti felépítését az *565. ábra* szemlélteti. Az ezen csoportba tartozó gépek főbb műszaki–üzemeltetési mutatóit a *38. táblázat* tartalmazza.

Az ST-80 HS magasnyomású, hidegvizes üzemmódú gép vízszállítási jelleggörbéi a *566. ábrán* láthatók, míg az ST-A 80 HS típusjelű, automatikus üzemmódú gép hatóanyag bekeverési jelleggörbéit a *567. ábra* szemlélteti.



566. ábra. ST-80 HS típusjelű hidegvizes tisztító–fertőtlenítő gép vízszállítása



567. ábra. ST-80 HS típusjelű hidegvizes tisztító–fertőtlenítő gép hatóanyag bekeverési jelleggörbéi

38. táblázat. Hidegvizes tisztító–fertőtlenítő gépek műszaki üzemeltetési mutatói

Megnevezés	Mértékegység	Típus			
		ST-60 H	ST-80 H	ST-80 HS	E 2840 T
Hosszúság	mm	1400	1400	1400	740
Szélesség		470	750	480	430
Magasság		750	735	670	810
Motorteljesítmény/Hálózati feszültség	kW/V	1,1/220	2,2/380	4/380	4/380
Tömeg	kg	65	112	90	44
Tisztítási nyomás	MPa	6	8	16	19
Fertőtlenítési nyomás		3	4	4,5	4
Vízszállítás tisztításnál	dm^3/min	3–10	12–13	16	13
Vízszállítás fertőtlenítésnél		10	12–13	13,5	–
Tisztítási teljesítmény	m^2/min	0,8–1	0,7–1,8	1–2	–
Fertőtlenítési teljesítmény		20–22	18–20	7–9	–
Beállítható hatóanyag koncentráció	%	0–12	0–12	0–10	–

Melegvizes-gőzüzemű tisztító–fertőtlenítők

Ezen gépcsalád jellegzetes tagja az ST-A 80 MG típusú nagynyomású, melegvizes, ill. gőzsugaras tisztító–fertőtlenítő gép, ami az ST-80 MG alaptípus automatikus üzemeltetést is lehetővé tevő változata *(568. ábra)*. Üzemeltetéséhez legalább 14–15 dm^3/min hozamú vízhálózatra, valamint 380/220 V feszültségű elektromos hálózatra van szükség. Az előzőeknél kissé bonyolultabb felépítése és működése miatt részletesebb ismertetést érdemel.

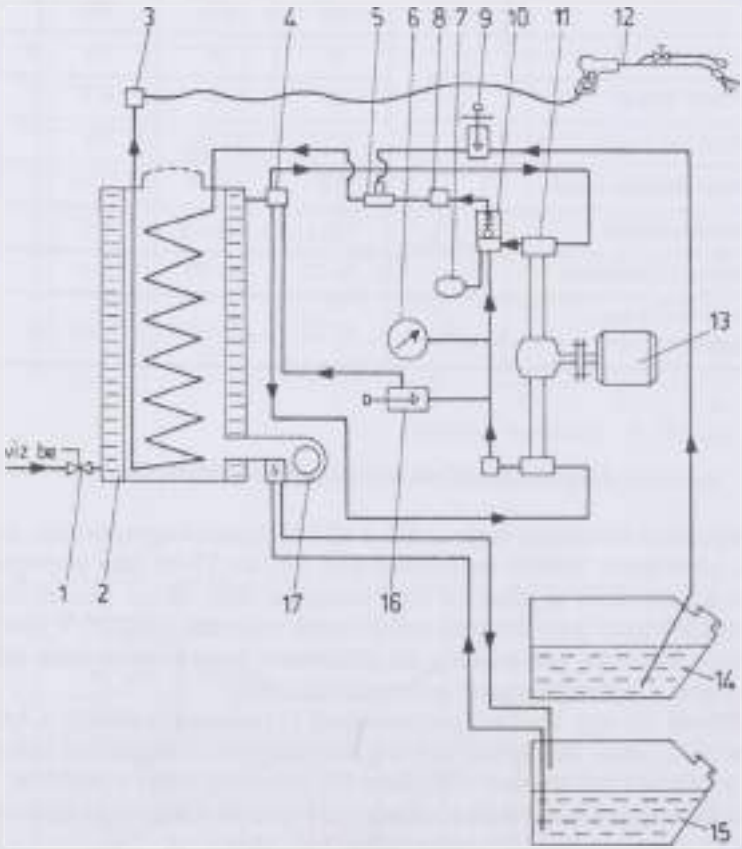
A hálózati víz egy főelzáró golyóscsapon (1) áthaladva feltölti a kettősfalú kazánteret (2), ahol melegüzem esetén előmelegszik. A dugattyús vízszivattyú (11) a kettősfalú kazántérből vízszűrőn (4) keresztül nyeri a tápvizet, majd a nyomágában épített kombinált szelepen (10) vezérlő relén (8) és injektoron (5) benyomja a kazántérben lévő csőspirálba *(569. ábra)*.

Az injektornak hatóanyagszállításnál, fertőtlenítésnél van szerepe. A szórószár mindkét fúvókáját működtetve a nyomás az injektor bekapcsolási nyomása alá esik, így a hatóanyagtartályból (14) a fertőtlenítőszer az adagolószeleppel szabályozva (9) be tud jutni a kazán csőrendszerébe. Innen a mosóvíz, vagy a fertőtlenítőszerrel adagolt mosóvíz vízhiánykapcsolón és termosztáton keresztül jut a szórópisztolyhoz. A vízmennyiség, ill. a nyomás szabályozó szeleppel

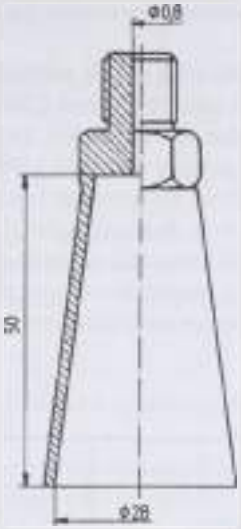
(16) állítható be a kívánt üzemi nyomás. A vízhőfok szabályozását a termosztát (3) végzi, a beállított hőfoknak megfelelően, az olajégő (17) ki- és bekapcsolásával. A mágnes relé (8) a távvezérlést biztosítja, ami pisztolyról való üzemeltetést (ki- és bekapcsolást) tesz lehetővé.

A melegvizes–gőzüzemű gépek műszaki–üzemeltetési mutatóit a *39. táblázatban* foglaltuk össze.

A saját melegvízelőállító és üzemanyagellátó egységekkel rendelkező gépek gázolaj fogyasztása a hőmérséklettől csak jelentéktelen mértékben függ (pl.: 35 °C-on 6,63 kg/h, 100 °C-on 6,69 kg/h).



568. ábra. Melegvizes–gőzüzemű tisztító–fertőtlenítő gépek működési vázlata (ST-A 80 MG)
(*1* golyóscsap, *2* kettősfalú kazán, *3* termosztát, *4* vízszűrő, *5* injektor, *6* nyomásmérő óra, *7* légüst, *8* vezérlő relé, *9* hatóanyag adagoló szelep, *10* kombináltszelep, *11* vízszivattyú, *12* szórószár, *13* meghajtómotor, *14* hatóanyagtartály, *15* üzemanyagtartály, *16* vízmennyiség szabályzó szelep, *17* olajégő)



569. *ábra.* Melegvizes–gőzüzemű tisztító–fertőtlenítő gép mosófuvókája ($T_{bemenő}$: 25 °C, $T_{kilépő\ vegyület}$: 98–100 °C, üzemi nyomás: 8,5 MPa, vízszállítás: 6 dm³/min)

39. *táblázat.* Melegvizes–gőzüzemű tisztító–fertőtlenítő gépek műszaki–üzemeltetési mutatói

Megnevezés	Mértékegység	Típus				
		ST-80 M	ST-80 MG	GB-120	2260 T	DS 2280 T
Hosszúság	mm	1630	1500	1850	1000	1000
Szélesség	mm	680	550	1000	640	640
Magasság	mm	920	845	1650	870	900
Motorteljesítmény/ Hálózati feszültség	kW/V	2,2/380	2,2/380	3/380	4/400	5,5/400
Tömeg	kg	185	220	590	150	165
Tisztítási nyomás	MPa	8	8	0,9–1	3–15	3–15
Fertőtlenítési nyomás	MPa	4	4	0,5	–	–
Vízszállítás tisztításnál	dm³/min	13–15	13–14	5–22	7,5–15	10,5–21
Vízszállítás fertőtlenítésnél	dm³/min	13–15	13–14	–	–	–
Üzemanyag fogyasztás	kg/h	4–6	8	14–30	5,6	7,4
A tisztítósugár max. hőmérséklete	°C	95	95	160	140	140
Tisztítási teljesítmény	m²/min	0,2–0,5	0,2–0,4	0,6–1,0	–	–
Fertőtlenítési teljesítmény	m²/min	8–12	14–15	–	–	–
Beállítható hatóanyag koncentráció	%	2–12	0–12	–	–	–

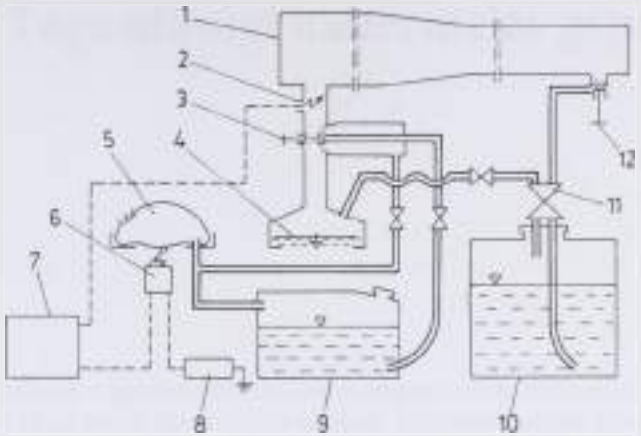
Az aeroszolképző levegőfertőtlenítő gépek jellegzetes típusa a PULSFOG-K2 típusú hőmechanikus aeroszol generátor, ami 2500–3000 m^3 térfogatú helyiségek és külső területek aeroszolos elárasztására, kezelésére készült.

Működése a rezgőszelepes reaktív motorok elvén alapul. Az így előállított – nagy sebességgel kiáramló – forró füstgázokat használja fel a porlasztásra. A kiáramló gázok vákuumhatása és a hatóanyagtartályban lévő túlnyomás következtében – a porlasztó fúvókán keresztül a forró gáztérbe jutnak a fertőtlenítőszer cseppecskéi. A viszonylag nagyobb cseppecskék a hőhatás következtében felrobbannak és aeroszolt képezve az időközben lehűlt füstgázokkal együtt távoznak.

40. táblázat. Aeroszolgenerátorok műszaki–üzemeltetési mutatói

Megnevezés	Mértékegység	Típus	
		PULSFOG-K2	MD-2500
Hosszúság	mm	1400	620
Szélesség	mm	320	360
Magasság	mm	360	485
Tömeg (üresen)	kg	15	7,8
Üzemanyagtartály térfogata	dm^3	2	–
Hatóanyagtartály térfogata	dm^3	8	1
Porlasztott cseppek átmérője fúvókától függően	µm	0,5–200	2–7
Hőteljesítmény lángszóró adapterrel	MJ/h	462–924	–
Porlasztási teljesítmény	dm^3/h	13–63	2,5
Üzemanyagfogyasztás (benzin)	dm^3/h	2,9*	**
Távozó füstgázok hőmérséklete a torokban	°C	330	–
Aeroszol hőmérséklete a torokban	°C	50–60	–
Kezelhető légtérfogat	m^3	2500–3000	400–500

Megjegyzések: * konstans, ** teljesítményfelvétel: 075 kW; hálózati feszültség: 220 V; 50 Hz. Az MD-2500 típus aeroszolgenerátor légszállítása: 130 m^3/h.



570. ábra. Hőmechanikus aeroszolgenerátor működési vázlata (PULSFOG-K2)
(*1* füstgázelvezető cső, *2* gyújtógyertya,
3 üzemanyagszabályzó szelep, *4* rezgőszelep, *5* indító légszivattyú, *6* megszakító,
7 transzformátor, *8* áramforrás, *9* üzemanyagtartály,
10 hatóanyagtartály, *11* hatóanyag elzáró szelep, *12* hatóanyagporlasztó fúvóka)

Az időegység alatt kiszórható fertőtlenítőszer mennyisége, ill. a porlasztás mértéke a porlasztó fúvókák méretével változtathatók.

Az aeroszolgenerátor felépítését az *570. ábrán* szemléltetjük. A főbb műszaki-üzemeltetési mutatókat a *40. táblázatban* foglaltuk össze.

Tógazdasági haltermelés gépei

Magyarországon a haltermelés kb. háromnegyed része halastavakban történik, egynegyed része pedig természetes vizeken. Halastavainkban általános a gabonaetetésre alapozott polikultúrás tenyésztés, azaz ponty, növényevő halak és kisebb arányban egyéb halfajok vegyes telepítése. Ennek a célja a tóban fejlődő természetes táplálék minél teljesebb felhasználása. Halláp általában csak ivadéknevelésnél kerül etetésre.

Napjainkban világszerte terjedőben vannak az éghajlattól és vízminőségtől függetleníthető iparszerű haltermelési rendszerek. Elsősorban azokban az országokban ahol hiányzik, vagy kevés a tógazdaságok építésére alkalmas terület, kevés a haltermeléshez még megfelelő tisztaságú víz, vagy rövid a tenyészidő.

Hazánkban jelenleg angolna és afrikai harcsa előállítás történik termálvízre telepített medencés rendszerekben, ill. pisztráng előállítás átfolyós rendszerű hidegvizes medencékben. Várható, hogy az iparszerű rendszerek termékhányada a jelenlegi néhány százalékról emelkedni fog. A viszonylag magas tőkebefektetés miatt azonban tevékenységük az értékesebb húst adó halfajok termelésére korlátozódik. A közeljövőben azért az áruhaltermelés alapvető formája továbbra is a tógazdasági haltermelés marad.

A tógazdaságokban alkalmazott gépek csoportosítása

A tógazdasági munkafolyamatok egy része speciális gépeket igényel [149]. Ezen munkafolyamatok közül a legfontosabbak a következők:

- tókarbantartás,
- káros növényzet irtás,
- tótrágyázás,
- halszállítás,
- vízlevegőztetés,
- takarmányozás,
- lehalászás.

Az első négy munkafolyamat gépei csak vázlatosan kerülnek ismertetésre, a vízlevegőztetés, takarmányozás és a lehalászás gépei azonban bővebb terjede-

lemben. A speciális gépek mellett természetesen a mezőgazdaság más ágazataiban használt gépekre is szükség van, például szállító járművekre, szivattyúkra, takarmánytároló tartályokra stb.

Tókarbantartás

A tógazdaságok általában nem rendelkeznek elég gépkapacitással komolyabb törendszerek kialakításához, azt speciális földmunkagépekkel felszerelt cégekkel végeztetik el.

A tókarbantartás keretébe tartozó munkák:

- a külső csatornák tisztítása és helyreállítása,
- a halastöltések elhabolásainak helyreállítása,
- az ideiglenes hullámvédelem kialakítása,
- a feliszapolódott halágyak és belső lecsapoló csatornák tisztítása,
- tófenékművelés.

A csatornák tisztításához, karbantartásához traktor oldalára, vagy hátuljára szerelt csatornatisztító gép használható. A két tagból álló gémszerkezet végére különböző munkaeszközök szerelhetők: körfűrész, zárt iszapoló kanál, kosaras kasza, perforált iszapoló kanál, rotációs rézsűkasza, kétesészés markoló, lengőkéses kasza, villás markoló, rendsodró, mélyásó kanál.

A töltések javítása, karbantartása tolólappal, földnyesőládával és kotrógépekkel oldható meg. A feliszapolódott halágyak tisztítása lecsapolt állapotban kis fajlagos talajnyomású mocsári kotrógéppel végezhető el.

Hagyományos szántóföldi csatornatisztító gépekkel legfeljebb 6 m szélességű csatornák tisztíthatók. Ennél szélesebb csatornák és tavak tisztításához fejlesztették ki a kotrócsónakokat. Ezek 2–3 m-es vízréteggel borított tó- vagy csatornafenékről is el tudják távolítani az iszapot. A csónaktest szélessége 2,5–3 m, hosszúsága 8–10 m. A tófenékre eresztett, hidromotorral hajtott marófejük segítségével fellazítják a lerakódott iszapot. A víz–iszap keveréket a csónakba épített zagyszivattyú felszívja és úszókra fektetett csöveken 200–400 m távolságra nyomja, vagy csatornáknál egy sugárcsövön keresztül a partra lövelli.

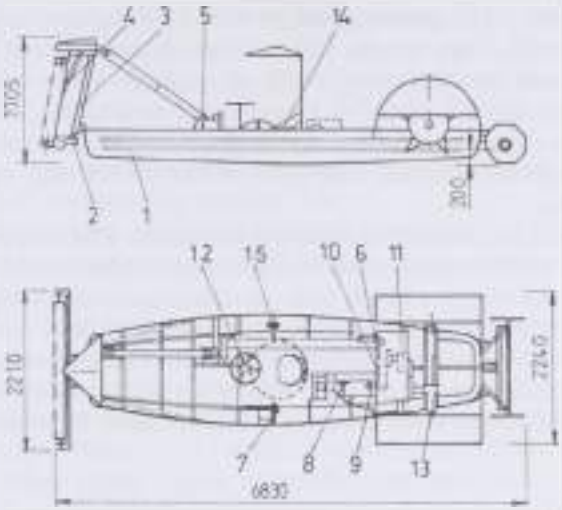
Gyártanak hagyományos kotrógémmel és iszapoló kanalakkal felszerelt változatot is. Partközelben dolgozva a kotró közvetlenül a partra, a parttól távolabb egy uszályba tudja rakni a kitermelt iszapot. A kisebb méretű kotrócsónakok a munka befejeztével két kereken, egy traktorral a következő munkahelyre vontathatók.

A következő szezonra való előkészítés érdekében a lecsapolás és az újrafeltöltés közti időben a tófenék talaját fel kell lazítani. Erre a szántóföldi növénytermesztésben alkalmazott tárcsás talajművelő eszközök jól alkalmazhatók.

Káros növényzet irtás

A tavak termőképességét a különböző vízinövények, nád, gyékény és hínár károsan befolyásolják. Ezek irtása fontos feladat. Gazdaságaink az elmúlt évek-

ben nagy számban szereztek be csehszlovák Esox típusú tókaszákat. A tókasza vázlata az *571. ábrán* látható. Növényevő halak tóba telepítésével a vízinövények gépi irtásának igénye csökken, de teljesen nem szűnik meg.



571. ábra. Tókasza felépítési vázlata
(*1* csónaktest, *2* kaszaszerkezet, *3* kaszatartó, *4* vágási mélység állító, *5* kasza hajtómű, *6* kaszaszerkezet hajtás, *7* vágási mélység állító csörlő, *8* hajtómotor, *9* hajtó tengely, *10* láncfeszítő, *11* sebességváltó ház, *12* sebességváltó kar, *13* lapátkerék hajtás, *14* vezetőülés, *15* vágószerkezet ki-be kapcsoló)

Az ESOX típusú tókasza jellemző méretei:
- a csónaktest merülése: 20 cm,
- legnagyobb vágási mélység: 90 cm,
- benzinmotor teljesítménye: 3,9 kW,
- munkasebesség: 2,4–4 km/h.

Tótrágyázás

A tóban képződő természetes táplálék (algák) mennyiségének növelése érdekében a vízbe szervesanyagot, vagy műtrágyát kell juttatni. Speciálisan tótrágyázásra kialakított gépeket elvétve alkalmaznak. Hig szervestrágya kijuttatására a takarmánykiosztó csónakok alkalmasak. A szilárd szervestrágyát előzőleg áztatni szükséges. A felhasználásra kerülő juhtrágyát szervestrágyaszóró kocsival aprítják, majd tartályban vízzel elárasztva áztatják. Az így keletkező zagyot 10–12 óra múlva egy önürítős csónakba engedik, amiből az alsó nyíláson át menet közben kimosódik a tó vizébe.

A műtrágya kiszórása a partról pneumatikus takarmánykiosztó kocsival, vagy a vízről takarmánykiosztó csónakkal végezhető.

A keretre feszített ponyvában, vagy alumíniumkádban történő szállítást ma már a műanyag halszállító tartályban való szállítás váltotta fel. Szállítás közben oxigén utánpótlásról is kell gondoskodni.

Ez vagy levegő, vagy oxigén befúvatással történik. Levegő befúvatásra a szállítójármű saját kompresszora helyett célszerű egy külön erre a célra felszerelt, olajmentes levegőt biztosító kompresszor használata. Palackról történő oxigén befúvás fejlettebb módszer. Az oxigén minél hatékonyabb felhasználása érdekében finom buborékokat biztosító porózus csövet vagy egyéb porlasztót kell alkalmazni.

A hosszú távú szállításokhoz speciális halszállító kamionokat alakítottak ki fixen beépített szállító tartályokkal és folyékony oxigénre alapozott oxigénellátó rendszerrel. Az oxigén a kettős falú, vákuumszigetelésű tartályból elpárologtatón és a befúvott mennyiség szabályozását lehetővé tevő rotaméterekeren keresztül jut a kádakban elhelyezett porlasztókhoz. A még gáznemű állapotban is hűvös oxigén másodlagos hatásként hűti is a vizet. A halak, ill. az ivadékok ezért jobb kondícióban érkeznek meg a célállomásra, különösen hosszú távú szállításoknál.

Halastavi vízlevegőztetés

A halastavak terméseredményeinek fokozása következtében egyre nő az egységnyi víztérfogatban tartott halak súlya. Már elértük azt a szintet, hogy bizonyos körülmények között a víz természetes gázcseréje következtében lekötött oxigén nem fedezi a halak oxigénszükségletét. Az oxigénhiány fedezésére mesterséges oxigénbevitelről kell gondoskodnunk. Vízlevegőztetésen a levegőből a vízbe történő oxigén bevitelt értünk. Ennek alapvetően két módja lehetséges:

- a víz elporlasztása a levegőben, ill.
- levegő átbuborékoltatása, vagy bekeverése a vízbe.

Az előbbi esetben a víz a porlasztás hatására leadja a megkötött gázokat és oxigént vesz fel, a második esetben a víz megköti a rajta átbuborékoló levegő oxigéntartalmának egy részét.

A vízlevegőztetés elméleti kérdései

Az oxigénnek a vízbe való oldódása a levegő és a víz parciális nyomásának kiegyenlítődése által, konvekció útján megy vége, a víz és a levegő érintkezési határán. Az oxigéntartalom-növekedés sebessége egyenesen arányos a víz és a levegő érintkezési felületével. Az érintkezési felület finomabb porlasztással növelhető. Minél kisebbek a buborékok, annál nagyobb a levegő és a víz közötti

érintkezési felület, másrészt az apróbb buborékok lassabban emelkednek, ezáltal hosszabb ideig tartózkodnak a vízben, emiatt kisebb levegőmennyiséggel érhető el azonos levegőztetési hatás.

A víz oxigéntartalma a telítődési függvénynek megfelelően emelkedik.

Az emelkedés sebességét leíró differenciál egyenlet:

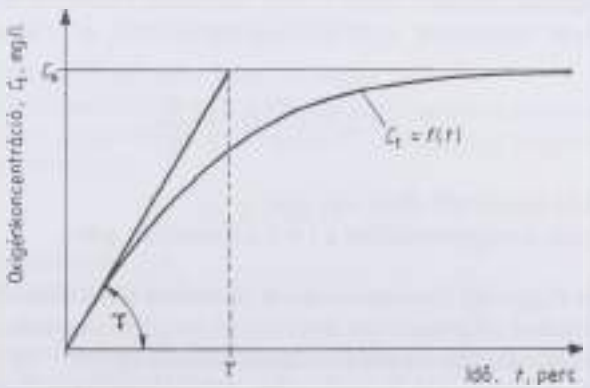
$$\frac{dC_t}{d_t} = K_L a(C_s - C_t),$$

ahol: dC_t/d_t az oldott oxigéntartalom növekedésének sebessége, g/m³/h,
$K_L a$ bővített anyagátadási tényező, 1/h,
C_s telítettségi oldott oxigénkoncentráció, g/m³,
C_t a víz oldott oxigéntartalma t időpontban, g/m³.

Az oxigénfelvételi folyamat hajtóereje a már elért C_t érték és a C_s maximum közti különbség, amit telítetlenségnek, vagy oxigéndeficitnek ($d_t = C_s - C_t$) nevezünk. Levegőztetés során az oxigéndeficit csökkenésével csökken a víz időegység alatti oxigénfelvétele. Az oldott oxigéntartalom fokozatosan lassulva közelít a telítettségi értékhez. Az oxigéntartalom növekedésének sebessége a $C_t = f(t)$ függvényhez húzott érintők meredekségével arányos.

A *572. ábrából* és az előbb elmondottakból következik, hogy levegőztetéssel a tisztaviz oldott oxigéntartalmát maximum a telítettségi értékig, tehát 100% relatív telítettségig lehet emelni. Olyan vízben (élővíz, szennyvíz), ahol oxigénfogyasztás történik (vagy az van túlsúlyban) levegőztetéssel nem lehet elérni a telítettséget. Ilyen esetben az oldott oxigéntartalom a telítettségi értéknél alacsonyabb, úgynevezett egyensúlyi oldott oxigéntartalomhoz közelít és ott stagnál (ahol a fogyasztás és az oxigénbevitel egyensúlyba kerül).

Pontyos tavak oxigénháztartására a magas vízhőmérséklet és a tápanyaggal való telítettség hatására elszaporodott algáknak van a legnagyobb befolyása. Emiatt a tóvíz oldott oxigéntartalmának a napsütéstől függő, szinuszhullám-



572. ábra. Telítődési függvény a nulla oxigéntartalomhoz húzott érintővel

szerű, 24 órás periódusú változása van. Az oxigéntartalom a délutáni órákban a legmagasabb és a hajnali órákban a legalacsonyabb. A mesterséges levegőztetés hatása ehhez a görbéhez adódik hozzá. Ezért ha a görbe eső szakaszában levegőztetünk a tényleges oxigénbevitelnél kisebb értéket tudunk kimutatni, de kis teljesítményű berendezésnél előfordulhat az is, hogy az oxigéntartalom a levegőztetés ellenére is tovább csökken. Az emelkedő szakaszban viszont a berendezés működésétől függetlenül is emelkedik az oxigéntartalom.

Algák által túltelített vizet levegőztetve, vagy bármilyen módon keverve az oxigént „kiűzzük" a vízből, mert ilyenkor a levegőben kisebb az oxigén parciális nyomása mint a vízben.

A levegőztető berendezések két legfontosabb jellemzője az oxigénbeviteli képesség (kgO_2/h), ami teljesítmény jellegű adat és a fajlagos oxigénbeviteli képesség (kgO_2/kWh), ami hatásfok jellegű adat.

Ezek meghatározása az előbbi differenciálegyenlet megoldása után kapott egyenlet segítségével történik:

$$OC = K_L a C_{s10} \sqrt{\frac{K_{L10}}{K_{L,T}} \frac{1013}{p}},$$

ahol: OC oxigénbeviteli képesség (Oxigenation Capacity), amely megadja, hogy a vizsgált levegőztető berendezéssel 1 óra alatt 1 m^3, 10 °C hőmérsékletű vízbe, 1013 mbar légnyomás mellett hány gramm oxigén vihető be, ha a víz oldott oxigéntartalma zérus, $g/m^3/h$,

C_{s10} a 10 °C hőmérsékletű tisztavíz telítettségi oldott oxigénkoncentrációja 1013 mbar légnyomásnál, 11,24 g/m^3,

$\sqrt{\frac{K_{L10}}{K_{L,T}}}$ szorzótényező az oxigénbeviteli képesség 10 °C hőmérsékletre történő átszámításához,

p abszolút légnyomás, mbar.

Az OC meghatározásához előbb ki kell számítani a bővített anyagátadási tényezőt, amelyre ugyancsak a differenciálegyenletből az alábbi összefüggés adódik:

$$K_L a = 2{,}303 \frac{60}{t} \lg \frac{C_s - C_0}{C_s - C_t},$$

ahol: t a mérés kezdetétől eltelt idő, min,

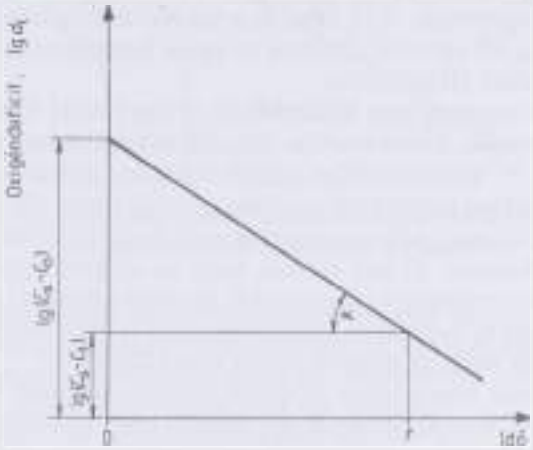
C_0 az oldott oxigéntartalom a $t = 0$ időpontban, g/m^3.

A telítődési függvény logaritmizálással lineárissá transzformálható. Amennyiben a különböző időpontokban mért oldott oxigénkoncentráció értékek és a telítettségi oldott oxigénkoncentráció közti különbségeket – az „oxigéndeficitet" – a hozzájuk tartozó idő függvényében féllogaritmus papíron ábrázoljuk, a pontok egy egyenesen fognak elhelyezkedni.

A *573. ábra* alapján látható, hogy az előbbi egyenletben szereplő:

$$\frac{60}{t}\lg\frac{C_s - C_0}{C_s - C_t}$$

tag két mérési pont által meghatározott egyenes meredeksége. Elméletileg bármely két mérési ponton átfektetett egyenes meredeksége ugyanaz.



573. ábra. A tg α értékének meghatározása

A gyakorlatban azonban a mérési pontok – mérési hibából eredően – egy egyenes körül szórnak. A feladat tehát egy ponthalmazhoz tartozó regressziós egyenes meredekségének a meghatározása. Ez grafikusan, vagy matematikai úton történhet. Ezek után a bővített anyagátadási tényezőt az alábbi módon határozhatjuk meg:

$$K_L a = 2{,}303 \operatorname{tg} \alpha,$$

ahol: tg α a regressziós egyenes iránytényezője, 1/h.

Az így módon kiszámított értéket az egyenletbe helyettesítve megkapjuk az *OC* értékét. Ennek ismeretében a levegőztető berendezés oxigénbevitelét az alábbiak szerint számoljuk:

$$OCV = OC \cdot V,$$

ahol: *OCV* oxigénbevitel, g/h,
V a levegőztetett víz térfogata, m³.

A fajlagos oxigénbeviteli képesség meghatározásához meg kell még mérni a berendezés teljesítményfelvételét:

$$\text{fajlagos oxigénbeviteli képesség, kg/kWh} = \frac{\textit{oxigénbevitel, kg/h}}{\textit{teljesítményfelvétel, kW}}.$$

Légbefúvásos levegőztetőknél az oxigénmegkötés hatásfoka is számítható a következő képlettel:

$$\text{oxigénmegkötés, \%} = 100 \frac{\text{oxigénbevitel, kg/h}}{\text{a befúvott levegő oxigéntartalma, kg/h}}.$$

Az előbbiek alapján meghatározott oxigénbeviteli érték megadja, hogy az illető berendezés egy óra alatt hány kg oxigént tud oldani a vízbe, ha a víz hőmérséklete 10 °C, a légnyomás 1013 mbar és a víz oldott oxigéntartalma nulla. Ez az érték alkalmas, sőt egyedül alkalmas az egyes berendezések hatékonyságának, teljesítményének elbírálásához.

A gyakorlatban azonban más hőmérsékleti és légnyomás értékek között működnek a berendezések. Ebből eredően 100–200 m körüli tengerszint feletti magasság és 20–25 °C vízhőmérséklet mellett 5–8%-kal csökken a berendezések oxigénbevitele. Sokkal jelentősebb azonban a levegőztetett víz oxigéntartalmának hatása. Halastavaknál nem engedhetjük meg, hogy az oldott oxigéntartalom nulla értékre csökkenjen. El kell érnünk, hogy az oxigénfogyasztás és az oxigénbevitel közötti egyensúly a megengedett minimális értéknél magasabb szinten álljon be. Ebben az esetben az oxigénfogyasztás (r) és a tényleges oxigénbevitel (OC) egyenlő, tehát az oxigéntartalom nem változik.

Az oxigénbeviteli képességnek az oldott oxigéntartalomtól való függését a „kétfilm-elméletet" leíró differenciál egyenletből lehet levezetni [151]. A szorzás elvégzése után kapjuk:

$$\frac{dC_1}{d_1} = -K_L a C_1 + K_L a C_s.$$

A fenti egyenlet derékszögű koordináta rendszerben egy egyenesnek felel meg *(574. ábra)*, mivel $K_L a$ és C_s állandó.

Az egyenes tengelymetszetei:

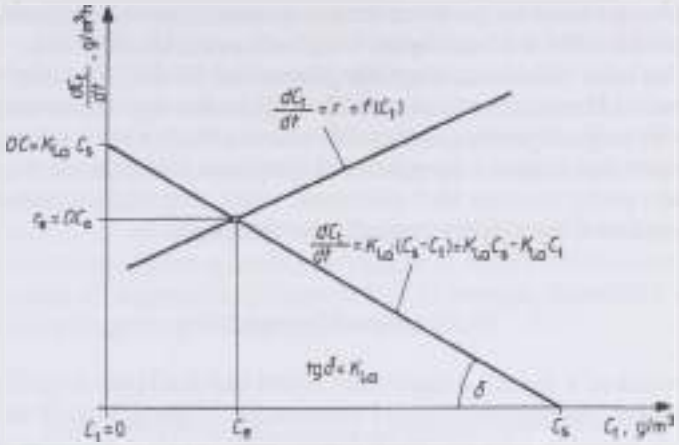
$$C_1 = 0\text{-nál}, \quad \frac{dC_1}{d_1} = K_L a \quad C_s = OC,$$

mivel az OC oxigénbeviteli kapacitás definíciójából következően:

$$C_1 = 0\text{-nál}, \quad \frac{dC_1}{d_1} = OC,$$

a $\frac{dC_1}{d_1}$ értéke $C_1 = C_s$ értéknél válik nullává, ami azt jelenti, hogy a telített víz oxigéntartalma nem emelkedik tovább, telített vízbe nem lehetséges további oxigén bevitel.

A másik tényezőről, az oxigénfogyasztásról (r) mérések hiányában korábban azt feltételezték, hogy az oxigénkoncentrációtól független, állandó értékű. Az említett koordináta rendszerben ennek egy vízszintes egyenes felelne meg.



574. ábra. Az oxigénbevitel és az oxigénfogyasztás kapcsolata, az egyensúlyi oldott oxigéntartalom kialakulása

A Haltenyésztési Kutató Intézetben végzett mérések szerint azonban a légzés intenzitása az oxigénkoncentráció emelkedésével egyenes arányban emelkedik, tehát egy emelkedő egyenessel ábrázolható. A számszerű értékek meghatározásához azonban még további kutatásokra van szükség.

Adott oxigénbevitel és oxigénfogyasztás esetén $r < OC$ feltételnél a 574. ábrán látható módon a két egyenes metszéspontja kijelöli a C_e egyensúlynyi oldott oxigénkoncentráció értékét.

Az $r > OC$ feltétel esetén – tehát ha az oxigénfogyasztás nagyobb mint a maximális oxigénbeviteli sebesség – az oldott oxigéntartalom nulla lesz.

Ha r értéke nullához tart, vagyis nincs oxigénfogyasztás, akkor az egyensúlyi koncentráció C_s-hez, a telítettségi értékhez tart.

Kisebb oxigénbeviteli képességű levegőztető berendezésnél az oxigénbevitelt ábrázoló egyenes laposabb lesz, az egyensúly alacsonyabb oxigéntartalomnál jön létre, ellenkező esetben pedig magasabb oxigéntartalomnál.

A 574. ábrán látható hasonló háromszögekből az egyensúlyi oxigénkoncentrációnál érvényes oxigénbeviteli kapacitásra, OC_e-re a következő összefüggés adódik:

$$OC_e = OC\left(1 - \frac{C_e}{C_s}\right).$$

Itt a $\frac{C_e}{C_s}$ tag a relatív telítettség tört formában.

Tehát a nulla oxigéntartalomra megadott OC érték, magasabb oxigéntartalmú vízben a relatív telítettség arányában csökken.

Ha például 25 °C hőmérsékletű vízben – melynek telítettségi értéke 8,18 mg/l – legalább 2 mg/l, tehát kb. 25%-os oxigéntartalmat kívánunk tartani a levegőz-

tető berendezés a nulla oxigéntartalomra megadott oxigénbevitelének 100–25 = = 75, vagyis kb. 75%-ára lesz képes, 4 mg/l-nél pedig kb. 50%-ára.

Nem lehet tehát célunk az, hogy levegőztetéssel 80–90%-os oxigéntartalmat tartsunk, mert a berendezés akkor csak 10–20%-os hasznos teljesítménnyel dolgozna. De ha mégis ilyen magas oxigéntartalom alakulna ki ez azt jelenti, hogy az oxigénigényhez képest a levegőztető berendezés fölöslegesen nagy teljesítményű, vagy pedig a vízben lévő élőlények, algák elegendő oxigént termelnek, tehát a levegőztető berendezés üzemeltetése fölösleges.

Vízlevegőztető berendezések

Pontyos tavakban a hajnali oxigénhiány miatti halelhullások megelőzése érdekében időnként, kárelhárító jelleggel mesterséges oxigénbevitelről kell gondoskodnunk. A termelés intenzitásának fokozódása egyrészt szükségessé teszi a vízlevegőztetést, másrészt megteremti a mesterséges levegőztetés költségfedezetét [152]. A 2–3 t/ha hozamú halastavaknál július közepe és szeptember közepe között alakulhat ki elhullással veszélyeztető helyzet. Ebben az időszakban néhány hétig szükség lehet a levegőztető berendezések éjszakai üzemeltetésére, alkalmanként 8–10 óra hosszat.

Extenziv termelési szinvonalon a beruházási és üzemeltetési költségek nem térülnének meg. Ebben az esetben a veszélyt csak megfelelő termeléstechnológiai eljárások bevezetésével és betartásával csökkenthetjük.

A speciális halastavi vízlevegőztető berendezések megjelenése előtt a halgazdaságok más célra szolgáló eszközöket használtak a víz oxigéntartalmának emelésére, például esőztető szórófejeket, szivattyús vízforgatást, néhány esetben pedig szennyvíz levegőztető berendezést. Ezek azonban csak kis hatékonyságú szükségmegoldások.

A hazai tómeretek mellett jelenleg *felületi levegőztetők* alkalmazása a legcélszerűbb, ezek közül is elsősorban a vízszintes tengelyű, *lapátkerekes levegőztetőké* [153].

Az úszókra épített berendezést hajtóműves elektromotor működteti, ami ékszíj, vagy görgőslánc segítségével hajtja meg az úszótesteken csapágyazott vízszintes tengelyt a két végén levő lapátkerékkel. A perforáltlemez lapátok levegőt kevernek a vízbe, ill. a vizet elporlasztják a levegőben és egyben vízszintes irányú áramlást hoznak létre a tóban. Ezáltal az oxigénnel dúsított víz a tó távolabbi részeibe is eljut a levegőztetőhöz pedig mindig alacsony oxigéntartalmú víz áramlik. Fajlagos oxigénbevitelük 1 kg/kWh körüli értékű.

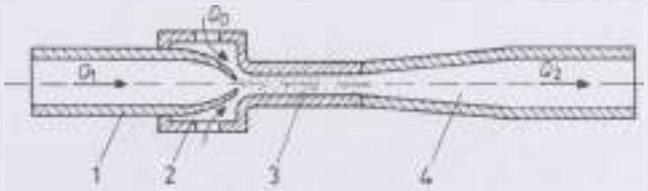
A függőleges tengelyű *propelleres levegőztetők* általában kisebb méretűek és kisebb teljesítményűek. Ebből eredően csak kis tavakon jöhet szóba az alkalmazásuk. Az USA-ban igen elterjedtek.

A víz porlasztását, vagy egy csőben vagy szabadon forgó függőleges tengelyű propeller végzi. A porlasztás minőségét a víz útjába helyezett porlasztó küppal vagy ráccsal javítják. A berendezések a cseppekre bontott vizet tölcsérszerűen szétteritik.

A vízlevegőztetők másik csoportját alkotják a *hidraulikus levegőztetők*. Ezeknél a vizet szivattyú áramoltatja. A *léginjektorok* a vízsugár-légszivattyú elvén működnek. Kialakításunk az *575. ábrán* látható.

A léginjektoron nagy sebességgel átáramoltatott víz a szűkületben levegőt szív be, amellyel az injektor keverőterében összekeveredik. Ezáltal a tóból elszívott és a léginjektoron keresztül odavisszanyomott víz oxigéntartalma jelentősen megemelkedik.

Folyadéksugaras levegőztetőnél az úszótestre függesztett búvárszivattyú a vízfelszín fölött elhelyezett speciális fúvókákon át ferdén lövelli vissza a vizet a tóba. Az áramló víz egyrészt a fúvókán át szív be levegőt, másrészt a vízfelszínbe becsapódó vízsugár ragad magával levegőt.



575. ábra. A léginjektor vázlata
(*1* nyomótér, *2* szívókamra, *3* keverőkamra, *4* diffuzor)

Légbefúvásos levegőztetésnél különféle légkiadagoló elemek segítségével levegőt buborékoltatunk át a vízen. A vízszennyezés megelőzés érdekében olajmentes levegőt biztosító légfúvóra van szükség: pl. oldalcsatornás fúvóra. A nyomásigény viszonylag alacsony (2–5 m vízoszlop), de nagy légmennyiségre van szükség (200–1000 m^3/h).

Légkiadagoló elemként perforált csövet, porózus anyagot, porlasztót vagy mamutszivattyút használhatunk. Nagyon fontos, hogy az elemek a vízszinttől ugyanolyan mélységbe kerüljenek, mert különben légelosztási zavarok lépnek fel. Pontyos tavaknál számítani kell arra, hogy időszakos üzemeltetés esetén a perforációkat vagy a porózus anyag nyílásait algatenyészetek fogják leszűkíteni, ill. teljesen lezárni. A légbefúvásos levegőztetés általában csekély vízáramlást idéz elő. A légkiadagoló elem körül maradó oxigéndús víz rontja a további oxigénbevitel hatékonyságát. Ez nem áll fenn ha a légkiadagoló elem úszóra van függesztve és így a befúvócső biztosította határok között vándorolni tud a vízfelszínen.

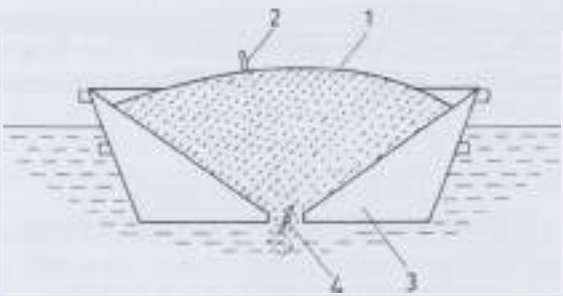
Teleltetők levegőztetésénél azonban előnyös a légbefúvásos rendszerek kis vízkeverő hatása, mert nem bolygatja meg a víz hőmérséklet szerinti rétegződését és így elkerülhető a víz túlzott lehűlése. A téli levegőztetés egyrészt közvetlenül emeli a víz oxigéntartalmát, másrészt a vízfelület egy részét jégmentesíti, így lehetőséget biztosít a természetes oxigénoldódáshoz az egyébként szokásos lékelés nélkül is.

A korábban elsősorban folyadékszállításra használt mamutszivattyú szintén alkalmas vízlevegőztetésre. A vízfelszín fölé érő függőleges csőben vagy lemez

csatornában az alsó végén befúvott levegő hatására a víz–levegő keverék – kisebb fajsúlyánál fogva – a környező vízszint fölé emelkedik és túlfolyik a cső felső végén. A mamutszivattyús levegőztetés előnye, hogy a felszínre emeli az oxigénben szegényebb, hűvös fenékvizet, a kifolyó víz irányítása esetén a tavon belül vízáramlást hoz létre, az előállítása és üzemeltetése pedig egyszerű.

A haltakarmányozás gépei

A magyar halgazdaságokban a haltakarmányozás jól gépesített, ami a KESZEG típusú önüritős csónakok általános elterjedésének köszönhető. A csónak keresztmetszeti vázlata a *576. ábrán* látható.



576. ábra. Az önüritős csónak keresztmetszeti vázlata
(*1* takarmány, *2* nyílás állítókar, *3* légkamra, *4* pillangószelep)

A csónak alján a rakodótér teljes hosszában végigfutó, pillangószeleppel zárható nyílás van. Ezen keresztül az etetésre szánt gabona gravitációs úton, ill. haladás közben az örvénylő víz segítségével folyamatosan, vagy szakaszosan üríthető a tóba. Két egymást követő etetés közti időben a szemes takarmány a csónakban áztatható. A csónakot a légkamrák tartják fenn, meghajtására általában trabant személygépkocsi motorból kialakított seprőmotort alkalmaznak.

A 8–10 hektárnál nagyobb tavakra a takarmányozás teljes gépsora kialakult. A központi tárolóból takarmányszállító–töltő kocsi viszi ki a takarmányt az egyes tavakhoz. A takarmány kiszállítására, az előtároló tartályokhoz vezető utak minőségétől függően, vagy 10–12 m^3 térfogatú tehergépkocsis, vagy kisebb térfogatú, vontatott kivitelű takarmányszállító–töltő kocsit alkalmaznak. Közvetlenül a tó szélére telepített takarmány előtároló tartályokban 4–5 napra elegendő takarmány tárolható. Az előtárolók feltöltése pneumatikus úton történik, ahonnan a takarmány egy surrantó csövön keresztül gravitációsan a csónakba juttatható.

Egyes tógazdaságok az etetésre szánt kukoricát fóliával fedve közvetlenül a tóparton tárolják, így a takarmány naponkénti kiszállítása megtakarítható. Csak kisebb tavaknál jöhet szóba a parton körbejáró pneumatikus takarmánykiosztó alkalmazása. Ez lehet traktor hátuljára függesztett, vontatott vagy önjáró. A be-

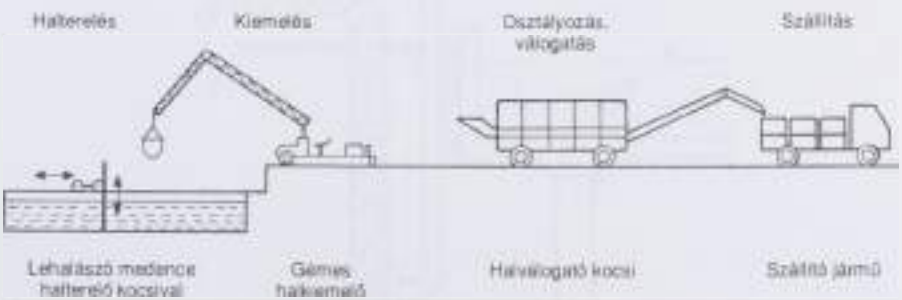
rendezések a fúvócsőbe hulló takarmányt egy ventilátor segítségével fújják be a partmenti sávba.

Az ivadéknevelléssel foglalkozó gazdaságok kisméretű tavakon, tápok etetésére időprogram szerint működő automatikus etetőrendszereket kezdenek alkalmazni. Ugyanis az ivadékok gyors fejlődésének előfeltétele a rendszeres, sűrű időközökben adagolt kis mennyiségű takarmány. Egy központi vezérlőegység 6–12 esetleg még több etető működését irányítja, beállítható rajta az etetések közti időtartam és az egyes etetések hossza. A 4–30 liter közti űrtartalmú takarmánytartály kifolyónyílásánál törpefeszültségű motorral működtetett kiosztó tárcsa vagy vibrációs lap van elhelyezve. A kiosztott takarmánymennyiség a kifolyórés méretével és a működési időtartammal szabályozható.

A lehalászás gépei

A lehalászás a tógazdasági munkák legnehezebbike. A lehalászó gépsor [150] a halaknak a medencéből való kiemelésére, osztályozására és szállítójárműre juttatására alkalmas *(577. ábra)*. A halak a lecsapoló vízzel együtt, ill. szembe áramoltatott csalogató víz hatására függőleges falú lehalászó medencébe jutnak. A következő gépegységekből áll:

- halterelő kocsi,
- gémes halkiemelő és a
- válogató kocsi.



577. ábra. Mobil gépsorral végzett lehalászás folyamata

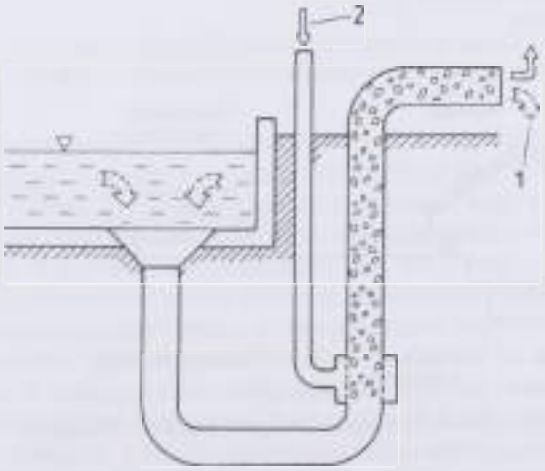
A halterelő kocsi csillekerekeken mozog előre-hátra a 23 m hosszú, 4 m széles lehalászó medence két partjára fektetett síneken. A kocsira függesztett terelőfésű kézi csörlő segítségével függőlegesen le-fel mozgatható. Alsó helyzetben a fésű a medence teljes keresztmetszetét zárja és a kocsi előrehaladása következtében a fésű előtt levő halakat a lehalászó medence vége felé kényszeríti. Hátra menetben a fésű a vízszint fölé emelhető. A gémes halkiemelő tulajdonképpen egy gépi szák. A meghosszabbított gémű rakodógép hidraulika szivattyúját vil-

lamos motor hajtja. A gém végén függ a körgyűrűkeretre feszített szák. A szák megtöltése megmerítéssel vagy kézi szákok segítségével lehetséges. A kiemelt halak kiürítése a szák alján, egy zsinórral zárható nyíláson keresztül történik. Alsó állásban a gém vége 2 m-rel a talajszint alatt, felső állásban 8 m-rel a talajszint fölött van. A szákot függesztő kötél hosszúsága a kívánt lenyúlási mélységnek megfelelően változtatható. Mind belső mind külső halágyból, sőt telelőből való lehalászásra is használható. Nagy előnye, hogy könnyen áttelepíthető, nem okoz halsérüléseket és nem igényel járulékos beruházásokat.

A halválogató kocsi egy pótkocsi alvázra szerelt válogatószalag. A szalag első végéhez a fogadógarat, a másik végéhez a rakodószalag csatlakozik. A legnagyobb mennyiséget adó halfajta a válogatószalagon és a rakodószalagon végighaladva a szállító tartályba jut. A kisebb frakciókat az asztal két oldalán álló válogató személyzet a szalagról leemeli és a kocsi mellett álló szállító jármű megfelelő tartályába továbbítja. A kocsi minden elektromos berendezése törpefeszültséggel működik.

Az egy-egy alkalommal kiemelhető halmennyiség átlagosan 85 kg. A kiemelési teljesítmény pedig 3,4 t/h. Ennek a halmennyiségnek a szétválogatásához a fajta és méret szerinti összetételtől függően 4–8 fő szükséges. A halak kezelése a kézi lehalászáshoz hasonlóan viszonylag kíméletes.

A fejlesztett megoldásoknál a gém végére hidraulikusan billenthető kanalat szereltek, így nem kell kézi munkaerő a halak betöltéséhez és ürítéséhez.



578. ábra. A mamutszivattyús halkiemelő vázlata
(*1* víz és a halak, *2* levegő)

A lehalászás munkáit igen jelentősen megkönnyíti a mamutszivattyús halkiemelő *(578. ábra)*.

Az alumíniumból készült U-alakú csövet terelő ráccsal ellátott lehalászó medencébe kell bebetonozni. A légfúvó a bekeverő galléron keresztül levegőt fúj

be, ennek hatására az U hosszabb ágában a vízszint megemelkedik és felfelé irányuló áramlás indul meg. Az áramló víz a rövidebb ág nyílásánál a halakat is magával ragadja. A kifolyó nyílás alá rácsos garatot és szállítószalagot helyezve a víz visszavezethető, a halak pedig a válogató asztalra, vagy a szállító tartályba juttathatók. A kiemelési teljesítmény elérheti a 20 t/h értéket. A rendszer legfőbb előnyei a törődésmentes halkiemelés és a nagy termelékenység.

A hagyományos lehalászás során a legnagyobb fizikai igénybevételt jelentő munka a hálóhúzás. Ahol erre továbbra is szükség van a munka hidraulikus hálóhúzógéppel könnyíthető meg. A csörlődobot hidromotor hajtja meg. A háló elszakítását megelőzendő a maximális húzóerő a biztonsági szelep segítségével határolható be. A háló két végének húzásához két gép szükséges, melyeket a parton ki kell horgonyozni.

Épületgépészet az állattartásban

Napjainkban a haszonállatok tartása hazánkban már legnagyobbrészt épületekben, építményekben történik. Az épületekben biztosítani kell az állat, az ott dolgozó ember és az alkalmazott technológia számára a megfelelő környezeti feltételeket, mindenekelőtt a vizet, a szellőztetést és a fűtést.

Az épületgépészeti rendszerek feladata, hogy ezeket a feltételeket az istállóban a mindenkori körülményekhez igazodóan valósítsák meg. Gyakran azonban a gazdasági körülmények olyanok, hogy nem lehet a technikailag legjobb megoldást alkalmazni, hanem olyan kompromisszumot kell keresni, mely még elfogadható az állat számára, ugyanakkor az adott esetben kifizetődőnek tekinthető.

Az állattartásban alkalmazott épületgépészeti rendszerek ezért legtöbbször kifogásolhatóak, de ez általában nem a szakmai hozzáértés hiányából adódik, hanem abból a kötöttségből, hogy csak olyan megoldásokat lehet alkalmazni, melynek költségei a termelés eredményeiben megtérülnek. Az élelmiszer árak emelkedésének mértéke az utóbbi években lemaradt az energiahordozók áremelkedésétől és így az épületgépészeti rendszerek tökéletesítésére fordítható források lecsökkentek. A fejlesztések ennek következtében nem a funkcionálisan tökéletesebb megoldások, hanem a kevésbé jó, de az energiafelhasználás szempontjából kedvezőbb rendszerek kialakításához vezettek. Az állattartó épületekben alkalmazott épületgépészeti rendszerek megítélésében a központi kérdés tehát nem a funkció, hanem az energiafelhasználás lett.

Az állattartó épületek épületgépészeti rendszereit abból a szempontból mutatjuk be, hogy az állattartó a megfelelő, számára legjobb rendszert ki tudja választani, ill. a meglevőt a lehetőségekhez képest a legjobban tudja üzemeltetni.

Állattartó létesítmények vízellátása

Állattartó létesítményekben az állatok életfeltételeinek biztosításához, a tartás technológiai folyamataihoz és a tűzvédelemhez alapvetően nélkülözhetetlen a víz. Az állattartó épületek és létesítmények vízellátásához gyakran nem áll rendelkezésre közüzemi vízhálózat, így a vízellátó rendszert a víznyerés és tárolás, valamint a hálózat egységes rendszerében tárgyaljuk. Ehhez a rendszerhez kap-

csolódnak az állat közvetlen kiszolgálására hivatott fogyasztói elemek és az egyéb technológiai berendezések. A vízellátó rendszer azonban többnyire nemcsak az állattartással összefüggő igények kielégítésére szolgál, hanem az ott folyó emberi tevékenység vízigényét is biztosítania kell.

Vízigények

A felhasználásra kerülő vízzel szemben mennyiségi és minőségi követelmények vannak, melyeket az ellátás során állandóan biztosítani kell.

A mennyiségi igényeket sok tényező befolyásolja, így a vízszükséglet mértékénél többnyire csak a tapasztalat adataira lehet támaszkodni. A felhasználandó vízigénynormákat az MSZ 15090 szabvány és az OVSZ-34 szakmai szabvány tartalmazza. A szabványban közölt adatokat a helyi adottságoknak megfelelően kell felhasználni. A helyi adottságoknál figyelembe kell venni az ellátandó létesítmények jellegét, a beépítési módot, a csatornázottságot, a szolgáltatás módját stb. A normatív vízigények alapján meg lehet állapítani a szükséges friss vízigény mennyiségét, ennek időbeli változását.

A vízigények megállapításánál a különböző minőségű vizeket külön kell számításba venni. Az állatok számára szükséges vízigényt a *41. táblázat*, az emberi tevékenységekhez tervezhető ún. kommunális vízigényt a *42. táblázat* mutatja.

A mezőgazdaság, ill. ipari tevékenység technológiai vízigénye minőségileg többféle. A technológiai vízigény meghatározása során elsőrendű feladat annak megállapítása, hogy milyen lehetőség van egyes technológiai vizek átadására más technológiák részére, ill. hogyan lehet a technológiák során használt vizet újrafelhasználni. Ehhez az szükséges, hogy feltérképezzük a technológiákhoz igényelt, valamint a technológiákból távozó víz mennyiségét és minőségét. Minden alkalmat meg kell ragadni a takarékos vízfelhasználásra, és egyre inkább kifizetődőbb is lesz a használt víz fizikai, kémiai vagy biológiai tisztítása az újrafelhasználás céljából. Törekedni kell a különböző fogyasztó egységek kooperációjára. A kooperáció lehet forgó, vagy sorozatos. A forgó rendszert elsősorban ott lehet alkalmazni, ahol a vizet főleg hűtésre használják. A sorozatos rendszer ott alkalmazható, ahol a különböző fogyasztók eltérő minőségű vizet igényelnek, és így az egyik fogyasztó által felhasznált víz más fogyasztónál még megfelelő.

A tűz elleni védekezéshez tűzoltási vízigénnyel is számolni kell. A tűz elleni védekezésről és a tűzoltásról szóló 4/1974. sz. BM rendelet szabályozza a tűzoltási vízigényt. A tűzoltóvíz mennyiségét a tűzveszélyességi, épületszerkezeti, tűzgátlási tényezők alapján a különböző célú és használatú létesítmények esetén külön kell meghatározni.

A vízigények megállapításánál számolni kell a csőhálózatból és szerelvényekből elszivárgó, elcsurgó vízmennyiséggel is. Ezeket a vízveszteségeket az összes vízfogyasztás 8–10%-ával szokták figyelembe venni.

A vízminőség tekintetében a legmagasabb igényeket az ivóvízzel szemben támasztjuk. Az ivóvíz minőségére az MSZ 448 szabvány előírásai az irányadók,

és nem elegendő az érzékszervi és ízlelési vizsgálat, mindig el kell végezni a bakterológiai vizsgálatot is (MSZ 22901).

Az ivóvíz fogyasztásánál a víz hőmérséklete sem közömbös. Az ember számára a 7–12 °C hőmérsékletű víz a kívánatos, az állatok számára biztosítandó víz optimális hőmérsékletét a *43. táblázat* tartalmazza [12].

A tejüzemek minőségi igényei a vízzel szemben az ivóvíznél is szigorúbbak, különösen bakteriológiai szempontból. Kémiai szempontból a víznek teljesen tisztának, szagtalannak, ízteleннek és színtelennek kell lennie. Vas- és mangán-

41. táblázat. Az állattartás napi vízszükséglete

Állattenyésztés	Vízigény dm³/állat, d
Szarvasmarha	
Nyári zöldtakarmányozásnál	50
Téli száraztakarmányozásnál	90
Növendékmarha (6–24 hónapos)	
Nyári zöldtakarmányozásnál	35
Téli száraztakarmányozásnál	45
Borjúk (6 hónapos korig)	30
Sertés 40 kg tömegig	10
40–75 kg tömegig	15
75–120 kg tömegig	18
Baromfi	
Csibe 4 hetes korig	0,1
4–10 hetes korig	0,2
Jérce	0,25
Tyúk télen	0,2
nyáron	0,4
Pulyka	0,2
Kacsa 28 napos korig	0,4
28 napos kortól	0,6
Liba 14 napos korig	0,2
14–28 napos korban	0,6
28–70 napos korban	0,8
70 napos kortól	1,0
Nyulak	0,5
Juhok, kecskék	10
Ló	75
Csikó	40

42. táblázat. Kommunális vízigény naponta

Vízvétel módja, célja	Vízigény
Közkifolyós ellátásnál*	
Ivóvíz, főzés, tisztogatás, mosás, tisztálkodás	30–50 dm^3/fő, d
Kert egyszeri locsolása	1–1,5 dm^3/m^2
Telken nevelt számosállat	40–70 dm^3/állat, d
Vízellátó hálózatnál	
Ivás	1–2 dm^3/fő, d
Főzés	4–5 dm^3/fő, d
Takarítás	8–12 dm^3/fő, d
Tisztálkodás félkomfort esetén	8–12 dm^3/fő, d
összkomfort esetén	120–180 dm^3/fő, d
Munkahelyek nem termelési vízigénye	
Ivóvíz dolgozónként	2–3 dm^3/fő, d
Használati vízigény	20–70 dm^3/fő, d
Tisztálkodás üzemekben	5–10 dm^3/fő, d
Tisztálkodás/fekete-fehér fürdő rendszereknél)	100–150 dm^3/fő, d
Tisztogatás, takarítás, felmosás	2–3 dm^3/fő, d

* Közkifolyós módon van ellátva az a fogyasztó, aki a csőhálózatra szerelt közkifolyós vízvételi helytől – úton mérve – legfeljebb 150 m távolságra lakik.

43. táblázat. Az ivóvíz optimális hőmérséklete az állattartásban

Állat	Optimális hőmérséklet, °C
Szarvasmarha	14–16
Borjú	14–16
Növendékmarha	14–16
Ló, csikó	14–16
Juh	10
Sertés	10–15
Baromfi	
Csibe 4 hetes korig	20
4–10 hetes korig	15
Jérce	13–15
Tyúk	13–15
Pulyka	13–15
Kacsa–liba	14–16

tartalma nem lehet, kalcium- és magnéziumsókat csak kis mennyiségben tartalmazhat. A kevés oxigén- és szén-dioxidtartalom előnyös.

Hűtési célra az agresszív víz nem alkalmas, mert a hűtőfelületeket megtámadja. Az olajtartalom hátrányos, mert az olajréteg a hőátadást csökkenti. A víz keménysége és oldott szervesanyagtartalma lehetőleg minél kisebb legyen. Elsősorban a változó keménységet okozó sók csak ott veszélyesek a hűtővíz hőmérséklete esetleg 100 °C fölé emelkedhet, mert ilyenkor az állandó keménységet okozó sók kicsapódnak. A változó keménységet okozó sók a felmelegedés mértékétől és a víz szabad szénsavtartalmától függően kicsapódhatnak és vízkő alakjában a hűtőberendezés falaira rakódnak.

A vízellátáshoz szükséges víz beszerzése történhet:

- csapadékvíz összegyűjtésből,
- felszíni vizekből,
- felszín alatti vizek feltárásából,
- közműhálózatról.

A vízellátó rendszer kialakításának és az elemek megválasztásának általános menete a következő:

Közműhálózathoz kapcsolódó rendszer esetén:

- a vízszükséglet megállapítása a vízigények alapján,
- a hálózat nyomvonalának kitűzése, a szükséges szerelvények megválasztásával és elhelyezésével,
- a hálózat csőméreteinek meghatározása.

Saját vízforrásból táplált vízellátó rendszer esetén:

- a vízszükséglet megállapítása a vízigények alapján,
- a vízbeszerzési lehetőségek felmérése, a kiválasztott vízelőhely kialakításának megtervezése,
- a tárolás tervezése a vízszükséglet és beszerzési lehetőségek alapján,
- a vízkiemelés megtervezése,
- a vízkezelés berendezéseinek megválasztása a vízminőségek figyelembevételével,
- a vízhálózat rendszerének és a hálózat nyomvonalának megválasztása a szükséges szerelvényekkel együtt,
- a hálózat csőméreteinek meghatározása.

A felsorolt főbb lépéseken belül legfontosabb a megfelelő vízbeszerzési lehetőség (közmű vagy elegendő vízhozamú kút, folyó, tó stb.). Ezért a gyakorlatban a részletes tervezést a vízszükséglet biztos fedezetének (közműhöz való csatlakozási engedély, megfelelő vízhozamú és minőségileg vizsgált kút stb.) birtokában célszerű csak elkezdeni.

A vízellátó rendszer legtöbb meghibásodása csak az épületvakolat megbontásával vagy költséges földmunkával együtt javítható ki. Mindezek elkerülésére a kivitelezés során a helyes szerelési, korrózióvédelmi munkákra, az alkalmazott anyagokra nagy súlyt kell helyezni.

A külső alapvezetékek szerelésénél a megfelelően biztos csőkötési mód, a csővezeték megsüllyedési lehetőségének kizárása, és a cső korrózió elleni megfelelő védelme jelentik a legfontosabb szempontokat. Épületen belüli

alapvezetékeket lehetőleg az alagsorba vagy pincébe szabadon kell szerelni, hogy az alapvezeték a felszállók felé egyenletesen emelkedjék. Az alapvezetéket vagy oldalfalra vagy mennyezetre függesztve kell vezetni. A vezetéket izzadás elleni szigeteléssel kell burkolni, mely nemezszalaggal való betekerést jelent. A szabadon vezetett csővezetéket alapozó és fedő mázolással kell bevonni.

A felszálló és ágvezetékeket szerelhetik szabadon, falba süllyesztve vagy falhoronyba. A felszálló vezetékeket és ágvezetékeket legjobb szigeteléssel beépíteni. Meleg és hidegvíz egymás mellett szigeteletlenül 16 cm-re, szigetelten 10 cm-re haladhat. Mindig a hidegvíz haladjon a jobb oldalon.

A vízellátó rendszerek karbantartása a szerelvények szükség szerinti tömítéscseréjéből, a szivattyúk és szabályozószerelvények rendszeres cseréjéből áll.

Használati melegvízellátás

A melegvíz előállítása általában hő-energiafelhasználást igényel, mely a költséges víz mellett tetemes energiaköltséget is jelent.

A melegvízellátáshoz használati és élelmiszer-ipari célra ivóvíz használható. Fontos követelmény, hogy a víz keménysége 15 nk° alatt legyen, mert nagyobb keménységű víz a vízmelegítő és elosztó csőhálózat fokozott vízkövesedését idézi elő.

A melegvíz mennyiségi igényeit tapasztalati adatok alapján ismerjük. Ezek az értékek azonban csak tájékoztatásul szolgálhatnak *(44. táblázat)*. Minden konkrét esetben mind a mennyiség, mint pedig az időbeli elosztása szempontjából gondos, körültekintő felmérést kell készíteni.

A melegvíz előállítására szolgáló berendezéseket több szempont szerint különböző csoportra oszthatjuk.

A víz melegítésére felhasznált energiahordozó fajtája szerint megkülönböztetünk

- széntüzelésű melegvíztermelőket,
- olajtüzelésű melegvíztermelőket,
- gáztüzelésű melegvíztermelőket,
- villamos vízmelegítőket,
- közvetítő közeggel fűtött vízmelegítőket.

A melegvíz előállítására szolgáló berendezések lehetnek nyitottak vagy zártak. A nyitott vízmelegítőkben a víz atmoszférikus nyomás alatt áll, a zárt vízmelegítőkben hálózati nyomás uralkodik. A zárt vízmelegítők lehetnek tároló és átfolyó rendszerűek.

A melegvízellátó rendszereket aszerint, hogy egy-, két- vagy több fogyasztó melegvízellátását kell biztosítani, megkülönböztetünk:

- helyi és
- központi melegvízellátó rendszereket.

A helyi melegvíz termelő berendezések egy-két fogyasztó melegvízellátását biztosítják, általában közvetlenül a kifolyás elé kapcsolva.

44. táblázat. A melegvízszükséglet tájékoztató értékei

Megnevezés	Hőmérséklet, °C	Egyszeri vízvétel, dm^3
Állattartásban		
Tehénistállóban tőgymosáshoz tehenenként, fejésenként	40	5–10
Sertéstartásban, nedves takarmány keveréséhez sertésenként, etetésenként	40	1,5
Tejüzemben edények, sajtárok tisztításához, 1 dm^3 tejre vonatkoztatva	50–70	1
Fürdők, szociális épületek		
Sormosdók	35	15–30
Zuhany szabadon	40	50
Zuhany fülkében	40	80
Kádfürdő zuhannyal	40	250–300
Kézmosó	35	5
Háztartási célra		
Egyszeri mosogatás	55	30
Kétszeres mosogatóban	55	80
Egy mosdáshoz	35	10
Egy kézmosáshoz	35	5
Főzéshez és öblítéshez naponta személyenként	55	9–10
Átlagosan személyenként naponta	55	75–100

A központi melegvízellátó rendszerek két fő részből állnak, ún. melegvíztermelő berendezésből és a csőhálózatból. A központi melegvíz termelő berendezésben önálló hőfejlesztővel vagy közvetítő közeggel biztosítják a hidegvíz kívánt hőmérsékletre való felmelegítését. A központi melegvízellátás többféle változata közül hazánkban a zárt tárolórendszerű terjedt el. Ennek a leggyakrabban alkalmazott két megvalósítási módja: az önálló hőfejlesztővel rendelkező bojlerkazán és a központi fűtéshez kapcsolt hőcserélős melegvíztároló.

Ahol télen-nyáron központi hőtermelés szükséges, vagy a melegvízellátás csak a fűtési időszakban kívánalom, a hőcserélős melegvíztárolóval biztosítható legkorszerűbben a többfogyasztós melegvízellátás. A hőcserélős melegvíztároló acélhengerből készült tartály, melybe fűtőcsőnyaláb nyúlik be. A fűtőcsövön keresztülvezetett forró víz vagy gőz melegíti fel a tárolóban levő vizet.

Helyi melegvíztermelők esetén a rendelkezésre álló energiaforrásokat, kezelési, elhelyezési és higiénés követelményeket is figyelembe véve, eldönthető, hogy milyen berendezést kell választani. A melegvíz-igény ismeretében pedig a megfelelő nagyság megválasztása a feladat.

Központi melegvíz-ellátó rendszer esetén először a melegvíztermelő, ill. tároló méreteit kell meghatározni. Kiindulási alap az igényelt melegvíz mennyisége és hőmérséklete, mely alapján az összes hőszükségletet tudjuk számítani:

$$Q = cm\,(t_m - t_h), \quad \text{kJ},$$

ahol: c a víz fajhője, 4,2 kJ/kg, K,
m a melegítendő víz tömege, kg,
t_m a szükséges melegvíz hőmérséklet, °C,
t_h a hidegvíz hőmérséklet, °C, (télen 5 °C, nyáron 10 °C hőmérséklettel lehet számolni).

Az összes hőmennyiség és a tervezett előfűtési idő alapján a szükséges fűtési teljesítmény:

$$q = \frac{Q}{e}, \quad \text{kW},$$

ahol: Q az összes hőszükséglet, kJ,
e az előfűtés ideje, s.

A hőtermelő vagy hőcserélő térfogatát a:

$$V = e\frac{q}{c(t_m - t_h)}, \quad \text{m}^3,$$

összefüggéssel lehet kiszámítani. (Jelölések és dimenziók az előző összefüggésben használtakkal azonosak).

A hőtermelő vagy hőeserélő méretei után központi melegvizellátási rendszer esetén a csőhálózat meghatározása következik. A melegvizellátás csőhálózatát a hidegvízzel azonos módon méretezik, csupán a csővezetékben várható vízkőleraködásból eredő nyomásveszteség-növekedés miatt a számított csőátmérőket felfelé kerekítik.

Az állattartásban sajátos lehetőség a hulladékhőnek melegvízkészítésre való hasznosítása, mely a magas energiahordozó árak mellett nem elhanyagolható. A legjellemzőbb ilyen lehetőség a tejhűtés hőjének hasznosítása. A fejést követően a tejet egy órán belül 10 °C hőmérsékletre kell hűteni, hogy a minőségi állapota a tárolás során nem változzon. A hűtőberendezés, mint hőszivattyú igen jelentős hőenergiát von el a tejből. Ezen energiát az sokáig léghűtéses kondenzátoroktól – a tejházak kompresszorházaiból – légárammal a szabadba szivattyúzták. A tejházak, ill. a tejtárolók melletti fejőházakban ugyanakkor jelentős mennyiségű melegvizet használnak fel.

A melegvíz egy részének 50–60 °C-osnak kell lenni, de a tőgyek mosásához igen nagy mennyiségű 32–35 °C-os langyos víz szükséges. Egy-egy tehén tőgymosásához 3–5 liter langyos vizet használnak fel. Az 50–60 °C-os melegvizet a fejőberendezések és a hűtőtartályok tisztogatása igényli.

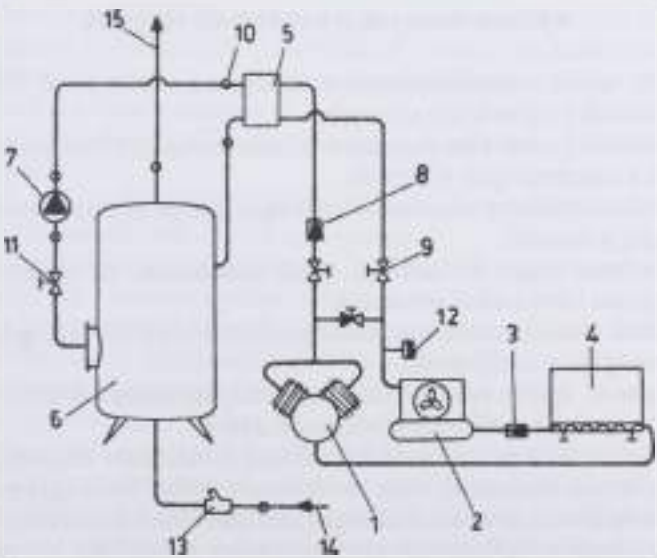
A tej hűtése során keletkező hulladékhő felhasználása gyakorlatilag azzal biztosítható, ha a léghűtéses kondenzátorok mellé vízhűtéses kondenzátorokat is beépítünk, e kondenzátorok hűtővizét felfogjuk, tároljuk és felhasználjuk az említett célokra. Tehát így a tejből elvont hőenergia, továbbá a hűtési körfolyamat fenntartásához szükséges villamos munka hőegyenértéke, a használati melegvíznek adódik át.

A tejházi hulladékhőt felfogó berendezések működési elvüket tekintve vízhűtéses kondenzátorok (gáz–víz hőcserélők).

Az *579. ábra* átfolyó rendszerű egyszerűsített gáz- és vízköri csatlakoztatását szemlélteti.

Az ábrán jelölt szerkezeti egységek:

- a gáz–víz ellenáramú hőcserélő (5) a kompresszor nyomócsövébe nyert elhelyezést, a léghűtéses kondenzátor (2) előtt,
- a hőcserélő kiiktatása, ill. a direkt léghűtéses kondenzátorüzem a kézi szabályozószelep (9) átkapcsolásával biztosítható,
- a kondenzációs nyomás állandó értéken történő tartása szabályozószeleppel (8) biztosított,
- a ventilátorok nyomáskapcsolói (12) a kondenzációs nyomásnak megfelelően és a túlkondenzáció elkerüléséhez szükséges szabályozási tartományra vannak beállítva,
- a léghűtéses kondenzátor ventilátorai akkor lépnek működésbe, ha a kondenzációs melegvíz hőfelvevő képessége már kimerült,
- a használati melegvizet (15) a tárolótartály (6) és a hőcserélő (5) között keringető vízszivattyú (7) kényszeráramlásban tartja,
- a szivattyú szállítási teljesítményének beállítása kézi szabályozószelep (11) segítségével történik,
- a vízoldali egységek gömbcsapokkal (10) szakaszolhatók, ill. választhatók le,
- a tárolótartály betáp vezetéke (14) kombinált biztonsági- és visszacsapószeleppel (13) kapcsolódik a hálózati (9) fővezetékhez,
- a víztároló tartályon belül a különböző hőmérsékletű vízrétegek keveredésének mérséklése miatt a különböző csatlakozócsonkok célszerűen különválasztottak.



579. ábra. A tejházi hulladékhő hasznosításának vázlata

Az ismertetett rendszeren túl számos műszaki megoldás ismeretes. Alapvető eltérés azonban csak a szabályozás és az automatizáció terén ismerhető fel.

A hőcserélő – kompresszorhoz viszonyított – függőleges elhelyezésekor (5 m szintkülönbséget meghaladva) a folyadékütés elkerülése végett, visszacsapó szelepet kell építeni a kompresszor nyomócsövébe.

Automatika elemekkel és szerelvényekkel részben biztosítható a kondenzációs melegvíztermelés és a használati melegvízfogyasztás egyensúlya, de ezek a berendezések beruházási költségeit jelentősen megnöveli.

Az energiahordozók árainak növekedése elősegíti a napenergia felhasználásának elterjedését.

A klimatizálás alapjai

Az állattartó épületekben az állatok számára megfelelő klímaviszonyokat kívánunk létrehozni, mert ez teszi lehetővé a genetikai adottságok jobb kiaknázását, másfelől az állatok egészségi állapota is nagymértékben összefügg (különösen az újszülött állatoknál) az istállóban levő klímaviszonyokkal. Ugyanakkor az állattartó épületek energiafelhasználásában legnagyobb szerepet az istállóklíma játssza. Az istállóklíma alakításában a hazai éghajlati viszonyaink között legjelentősebb tényező az épületek fűtése. A fűtésre felhasznált energia az állattartás termelési költségeit tetemesen megnöveli de ennek a költségnek a termelés eredményeiben is meg kell jelennie.

A klímaviszonyokat befolyásoló tényezők

Az állattartó épület mikroklímájának alakulásában a következő fontosabb tényezők játszanak meghatározó szerepet:

- az állattartó épület környezetének klímaviszonyai, általánosabban fogalmazva a meteorológiai jellemzők;
- az állattartó épületbe telepített állatok faja, fajtája, életkora, testtömege, fiziológiai jellemzői;
- az állattartó épület fő méretei, belső kialakítása, az épületszerkezetek anyagainak hőtechnikai jellemzői;
- az állatok életfolyamataihoz szükséges frisslevegő-bevezetés mértéke, általánosságban a szellőztetés;
- az állattartó épület mikroklímájának befolyásolására szolgáló egyéb klímaberendezések, a fűtő- és hűtőberendezések.

Az állattartó épületben kialakult mikroklíma mindenkori állapotát ezek a tényezők együttesen határozzák meg. Az állattartó épület hőenergia-gazdálkodása, valamint az állatok számára szükséges klímafeltételek kialakítása szempontjából kétségtelenül a legfontosabb klímaparaméter az istállótér levegőjének hőmérséklete.

A környezet hatása a mikroklímára

Az állattartó épület környezetének meghatározó szerepe van az istálló mikroklímájának alakulásában. Elsősorban a külső levegő hőmérsékletének és páratartalmának mindenkori értéke és változása lényeges, de nem lehet figyelmen kívül hagyni a többi meteorológiai tényező – szél, sugárzási viszonyok stb. – hatását sem.

Az állattartó épület környezetének meteorológiai viszonyai két úton fejtik ki hatásukat az istálló mikroklímájára:

- az állattartó épület határolószerkezetein keresztül áramló hő és nedvesség révén,
- az állattartó épület szellőztetésével a közvetlen levegőcsere formájában.

A külső tér meteorológiai viszonyainak van még egy további közvetett hatása az állattartó épületen belüli klímaviszonyok alakulására. Az állatok hőleadása az egyes meteorológia tényezők hatására közvetett módon befolyásolja a mikroklímát.

A meteorológiai tényezők közül a hőenergia-gazdálkodás szempontjából a levegő hőmérséklete, páratartalma, a szélsebesség és a napsugárzás intenzitása a leglényegesebb. E jellemzők értékei az ország különböző pontjain és a nap-, valamint az évszakok változásától függően jelentős ingadozást mutatnak.

Az állat hatása az épület mikroklímájára

Az állat és környezete között állandó az anyag- és energiakapcsolat. Az anyag- és energiaforgalom zárt állattartó épületekben a mikroklíma kialakulásának lényeges meghatározó eleme. A vizsgálat során elsősorban a következő fiziológiai paramétereket célszerű áttekinteni:

- az állatok hőleadása, a hőleadás formája és a hőleadás mértékét befolyásoló tényezők;
- az állatok nedvességleadása és ennek befolyásoló tényezői;
- az állat által leadott szén-dioxid mennyisége;
- az anyagcsere-folyamat során felvett, ill. leadott anyagok mennyisége, valamint azoknak a klímára gyakorolt hatása.

Az állat, ha környezetének hőmérséklete alacsonyabb, mint a bőrfelülete, sugárzással, konvekcióval, vezetéssel képes hőt leadni. Az állat által leadott hőmennyiség mindenképpen növeli a környezet hőtartalmát, de a sugárzással, konvekcióval és vezetéssel leadott hő a környezeti levegő hőmérsékletét is emeli. Ezért ún. *érzeti és rejtett hőleadást* különböztetünk meg. A sugárzással, konvekcióval és vezetéssel történő hőleadást érzeti, míg a párolgással történő hőleadást, amely a levegő hőmérsékletét nem növeli rejtett hőleadásnak nevezzük. A hőleadás az állat testfelületén és a légzőszervek segítségével megy végbe. A leadott hő mennyisége és ezen belül a különböző hőleadási módok aránya több tényezőtől függ, de ezek közül a leglényegesebbek: a fajta, a testtömeg, a

környezeti levegő hőmérséklete és páratartalma. Az állat hőleadása az állattartó épület klímájának egyik legfontosabb tényezője.

Sugárzás réven az állati szervezet hőt ad le, ha a környezet hőmérséklete alacsonyabb, és hőt vesz fel, ha a környezet hőmérséklete magasabb, mint a bőrfelületének a hőmérséklete. A környezet hőmérsékletén ilyenkor nem a levegő hőmérsékletét kell érteni, hanem a sugárzás szempontjából számításba vehető felületeket. A sugárzással leadott vagy nyert hőmennyiség függ a sugárzó felületek színétől, hőmérsékletétől, valamint a hőcserében részt vevő állat és a környezetében lévő különböző tárgyak egymástól való távolságától. A sugárzásos hőcsere mértékére vonatkozóan sok adat nem áll rendelkezésünkre, általánosságban csupán annyi ismeretes, hogy az állatok a semleges hőmérsékleti zónában a leadott összes hő közel egyharmadát sugárzással adják le. Nyilvánvaló, hogy ez csak nagyságrendi tájékoztatásra alkalmas értékként kezelhető, minthogy a sugárzási viszonyokat meghatározó leglényegesebb tényezőket (az állat környezetében levő felületek hőmérsékletét, színét, távolságát stb.) nem veszi figyelembe.

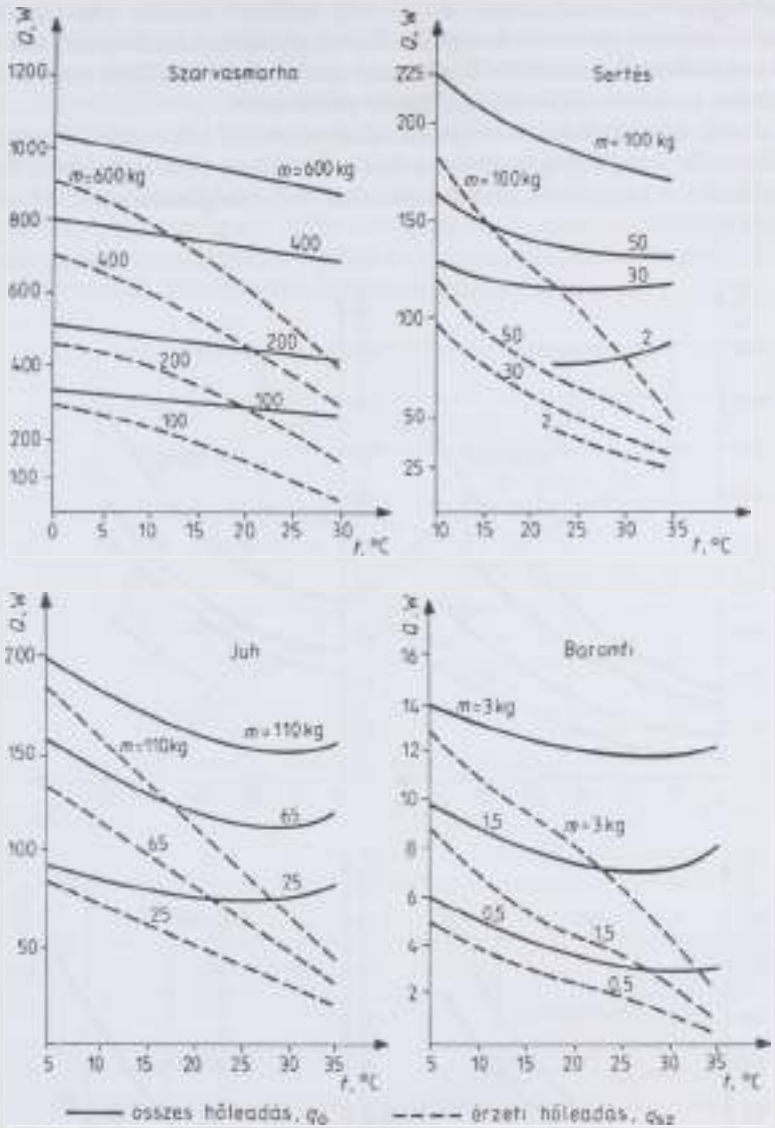
Az állat az alacsonyabb hőmérsékletű környezeti levegővel érintkező felületein (bőrfelület, légutak, tüdő) konvekcióval oly módon képes hőleadásra, hogy az érintkezés során felmelegedett levegőréteg részecskéi a sűrűségkülönbség és a légmozgás hatására elmozdulnak, elszállítva a leadott hőenergiát is. A hőcsere mértéke az érintkező anyagok – a levegő és a testfelszín – hőmérséklet-különbségétől, a levegő mozgási sebességétől és a hőátadó felület méretétől, alakjától függ.

Az állat vezetéssel akkor tud hőt leadni, ha testfelülete nála hidegebb felülettel közvetlenül érintkezik. Vezetéssel történő hőcseréről beszélünk elsősorban a padozatra vagy alomra fekvő állat érintkezési test felületén lezajló hőcsere esetén. A vezetéssel leadott hő mennyisége függ az állattal érintkező épületszerkezet hőtechnikai jellemzőitől, az érintkezés időtartamától, az érintkezés előtti felületi hőmérsékletektől és az érintkező felület nagyságától. A vezetéssel történő hőleadás vizsgálata az alom nélküli tartástechnológia elterjedésével került előtérbe. A padozatok hőtechnikai tulajdonságainak értékelése során a különféle állatok vezetéses hőleadására vonatkozóan is számos mérési adat jelent meg a szakirodalomban. A vezetéses hőleadás mértékének általános normáit vagy jellemzőit azonban nehéz meghatározni, mert azt a fajta, a tartástechnológia, az állat hőszabályozása következtében az állatok viselkedési jellemzői is számottevően befolyásolják.

Párolgás útján az állat a bőrén és légútjain keresztül ad le hőt a környezetének. A párolgásos hőleadás a testfelület nagyságától, a levegő és a nedves testfelület parciális gőznyomáskülönbségétől, továbbá a légmozgás intenzitásától függ.

A különböző állatfajok párolgással leadott hőjének mennyisége, ill. a hőleadás függése a külső hőmérséklettől, igen eltérő.

A hőleadás különböző formái egyaránt befolyásolják az állattartó épületben kialakuló mikroklímát, de arányait tekintve csak a konvekciós és nedves hőleadás számottevő. Az összes és érzeti hőleadás mértéke az egyes állatfajok hőmérsékletének és testtömegének függvényében az *580. ábra* adatai szerint vehetők figyelembe [13].

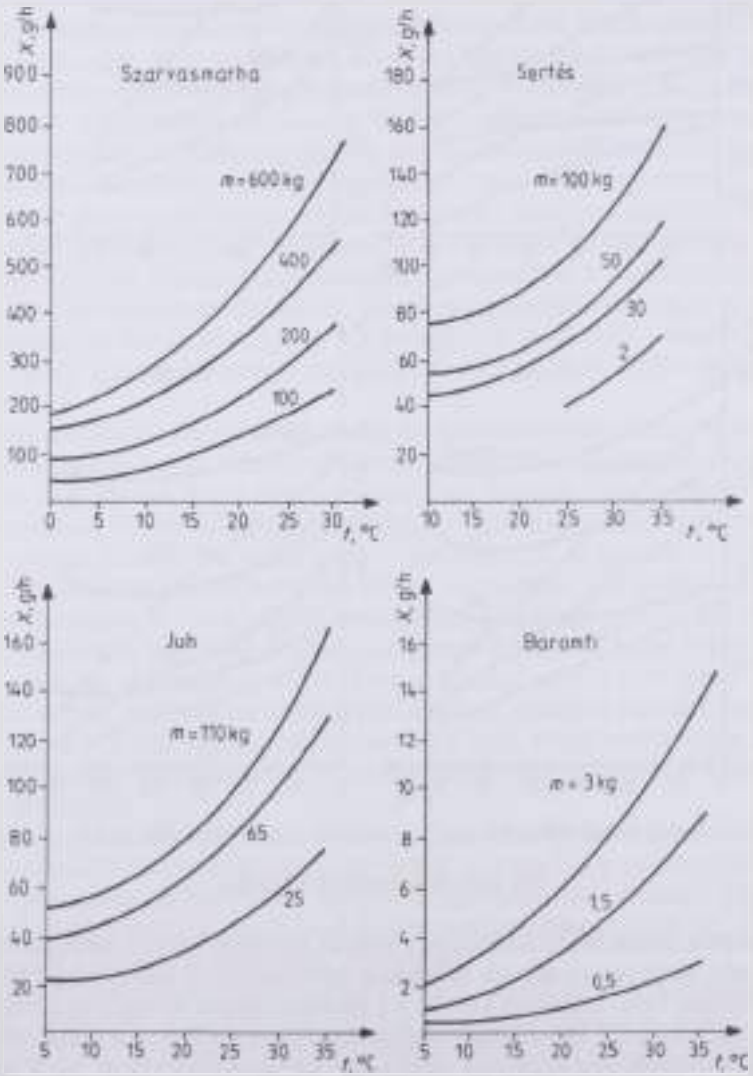


580. ábra. Haszonállatok hőleadása

Az állatok izzadt bőrfelületéről és a nedves légzőszerveiktől párolgással eltávozott gőz nemcsak az állatok hőleadása szempontjából befolyásolja az állattartó épületen belül kialakuló klímát. Az állattartó épület levegőjébe került nedvesség mértéke a téli időszakban meghatározó szerepet tölt be a szellőztetés intenzitását illetően, így közvetett módon hat a klímaviszonyokra. Az állat nedvességleadását csak részben jelenti a bőrfelületen, ill. a légzőszerveken keresz-

tül elpárolgott víz mennyisége. Az állatok ürülékei szintén párolognak, és ugyancsak terhelik az istálló levegőjét. Ennek ellenére a szellőztetés mértékének számításakor az ürülékekből származó nedvességet általában nem vesszük figyelembe, csupán az állatoktól származó páraleadást.

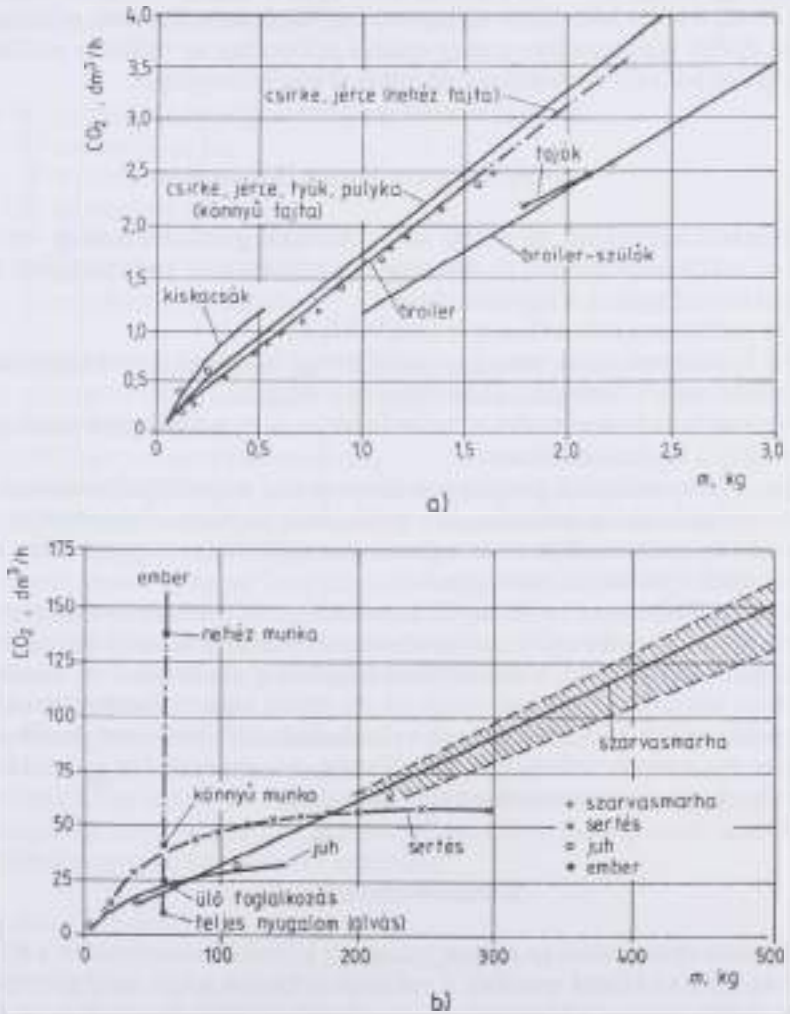
Az állatok közvetlen nedvességleadásának mértékét több tényező határozza meg. Közülük a leglényegesebbek: a faj, a testtömeg és a környezeti levegő hőmérséklete. A különböző állatok közvetlen nedvességleadása az *581. ábrán* látható [13].



581. ábra. Haszonállatok páraleadása

Az állat által termelt szén-dioxidot az istállóból el kell távolítani, és helyére friss levegőt kell juttatni. Napjainkban ezt sertés és baromfi esetén általában mesterséges szellőztetéssel oldják meg. Az állatok szén-dioxid-termelése ily módon a szellőzőlevegő minimális mennyiségét határozza meg, és ezért a mesterséges szellőztetéssel kapcsolatos hőcsere mértékét is befolyásolja.

A különböző állatfajok szén-dioxid-termelését több tényező határozza meg. Általánosan elfogadott, hogy minél fiatalabb az állat és minél élénkebb az anyagcseréje, relatíve annál több szén-dioxidot termel. A rendkívül intenzív anyagcsere miatt viszonylag a legtöbb szén-dioxidot a baromfi termeli. Erre vonatkozóan az *582. ábra* adatai adnak tájékoztatást [13].



582. ábra. Haszonállatok szén-dioxid leadása

Az állat kilélegzett levegőjén kívül jelentős mennyiségű szén-dioxid keletkezik az ürülékből is. Az ürülékből származó szén-dioxid-terhelést szintén több tényező befolyásolja. Általános tapasztalat szerint mindazok a feltételek, amelyek kedveznek a bélsárral kiürülő baktériumok elszaporodásának, egyben növelik a keletkező szén-dioxid mennyiségét is.

Az anyagcsere-folyamatok során az állat által felvett víz, takarmány és az állatból távozó anyagok (a bélsár és a vizelet) részben közvetlen, részben közvetett módon befolyásolják az épületen belüli klímát.

Az anyagcsere-folyamatban részt vevő anyagoknak az állattartó épület hőegyensúlyára közvetlen hatásuk nincs, mert az állattartó épület a benne levő állatokkal együtt egy rendszert képvisel, és az ilyen anyagok holléte (állaton belül vagy kívül) a teljes hőtartalom szempontjából közömbös. Ezeknek az anyagoknak az épület hőegyensúlya szempontjából elsősorban az istállóba szállításuk ill. az istállóból való eltávolításuk alkalmával van jelentőségük.

Az épület hatása a mikroklímára

Az épületszerkezeteknek az istálló mikroklímájára gyakorolt hatása, – s ezen belül az istálló hőháztartása, ill. hőenergia-gazdálkodása – szempontjából a következő összefüggések a legfontosabbak:

- az istálló határolószerkezetein lezajló hőcsere;
- az épületszerkezetek hatása az istállólevegő hőmérsékletszabályozására, a hőkésleltés, a hőtárolás, a hőcsillapítás alakulása;
- az istálló tartószerkezetei, a határolófelületek és a nyílászáró szerkezetek hatása a sugárzásos hőcserére;
- az épületszerkezetek páraátbocsátása és hatása az istálló hőháztartására;
- az épületek légtömörsége és a nyílászárók légáteresztő-képessége,
- az épületek tájolása a napsugárzás és a szélhatás szempontjából;
- az épület méretei és méretarányai.

Ha az istállóépületen kívüli légtér hőmérséklete és páratartalma megegyezik az istállóéval, az épületszerkezeteken keresztül történő hőáramlásról gyakorlatilag nem beszélhetünk. A hőmérséklet-különbség növekedésével azonban a konvektív hőcsere mértéke arányosan nő. Az épület tehát elsősorban az időjárási tényezők szélső értékeinek és azok változásának csillapításában játszik döntő szerepet, bár az épület hőenergia-gazdálkodása szempontjából az épület hőtechnikai viselkedésének mindenféle változása fontos.

Klímakövetelmények

Az állattartó épületekben az állatok számára a klímakövetelményeket a hőérzet fejezi ki. (Bár az állatok esetében a szó szerinti érzetet nehéz meghatározni, az ember esetén ugyanis a hőérzetet, mint szubjektív érzést vizsgálják és ez az állatoknál nem értelmezhető.)

A hőérzet a környezettel való termikus kapcsolatot fejezi ki. A hőérzetet meghatározó fontosabb tényezők a következők:

- a levegő hőmérséklete és annak térbeli, ill. időbeli változása,
- a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete,
- a levegő relatív nedvességtartalma,
- a levegő mozgása,
- az állat hőtermelése, hőleadása, és ennek szabályozási módja.

E tényezők értékeléséhez az élő szervezet és környezete közötti kölcsönhatásból lehet kiindulni. A kölcsönhatás a mérlegegyenlettel fogalmazható meg. A mérlegegyenlet az élő szervezet és a környezete közötti kapcsolat esetén a következő egyszerű alakban írható fel:

$$S = M - (W + E + R + C + V),$$

ahol: S az állat időegység alatti hőmérséklet-változása,
M metabolikus hő,
W a mechanikai munka,
E párolgásos hőleadás,
C konvekciós hőleadás,
R sugárzásos hőleadás,
V kondukciós hőleadás.

Az egyenlet a tápanyag elégetését, az anyagcserét, a hőtermelést és a hőleadást, valamint az állat mozgását veszi figyelembe. Az állat hőérzetét alapvetően az határozza meg, hogy az egyensúly milyen feltételek, az egyes tényezők milyen értékek mellett valósulnak meg.

Az az egyensúlyi állapot, amelynek fenntartásához az élő szervezet bonyolult rendszere a legkevesebb energiát igényli, megteremti a kellemes hőérzetet. Ez az állapot a hőegyensúlyt meghatározó tényezők bizonyos értékeivel alakítható ki. Nagyon fontos azonban hangsúlyozni, hogy a megfelelő vagy kellemes hőérzet nem jellemezhető a levegő hőmérsékletének egy meghatározott értékével. A megfelelő hőérzet kialakításához sok tényező együttes figyelembevétele szükséges. Ezek közül az egyik legfontosabb, de nem kizárólagosan meghatározó, a levegő hőmérséklete.

A hőérzet mutatószámai a hőérzetet jelentősen befolyásoló tényezők különböző kombinációi. Ezeket a kombinációkat a kutatók különféle kísérletek során alakították ki, és miután a hőérzet bonyolult összetettségének leegyszerűsítésére szolgálnak, nem valamiféle szabatos jellemzők, csupán igaznak talált állítások. Néhány egyszerűbb hőérzeti mérőszám:

Operatív hőmérséklet:

$$t_{op} = 0{,}55\, t_s + 0{,}45\, t_l,$$

ahol: t_s a környező felületek átlagos hőmérséklete, °C,
t_l a levegő hőmérséklete, °C.

Eredő hőmérséklet a magyar műszaki előírás szerint:

$$t_E = 0{,}5\, t_s + 0{,}5\, t_l.$$

Javított operatív hőmérséklet:

$$t_{op} = 0{,}55\, t_s + 0{,}32\, t_l + 0{,}46\sqrt{v}t_l - 18{,}35\sqrt{v} + 5, \qquad °C,$$

ahol: v a levegő sebessége, m/s.

Ekvivalens hőmérséklet:

$$t_{eq} = 0{,}522\, t_l + 0{,}478\, t_s - 0{,}01474\sqrt{v}(100 - t_l), \qquad °C.$$

Klímanomogramok

A szakirodalomban fellelhető vizsgálati adatokra alapozva különböző klímanomogramokat fejlesztettek ki. A háromdimenziós nomogramok esetében a hőmérséklet és a légmozgás, valamint a hőmérséklet és a relatív páratartalom hatását együttesen értékelik úgy, hogy a két-két tengely által kimetszett mezőkre berajzolják a termelési és tűrési zónák értékeit, és az állat környezetében ténylegesen mért értékeket a nomogramhoz hasonlítják.

A hőérzet fogalmának rövid áttekintése is világosan rávilágít arra, hogy a környezet levegőjének megfelelő értéke az egyik legfontosabb, talán meghatározó tényező a termikus közérzet szempontjából. Az energiaráfordítás vizsgálata szempontjából azonban azt is meg kell látni, hogy azonos hőérzet egymástól lényegesen különböző energiamennyiségekkel alakítható ki. Az energiagazdálkodás nézőpontjából a fűtéssel kapcsolatos teendők úgy merülnek fel, hogy milyen módon lehet a kellemes hőérzetet a lehető legkisebb energiaráfordítással elérni. Ez a mindennapos gyakorlat számára azt jelenti, hogy törekedni kell a fűtött helyiség levegőjének minél kisebb értékére, és azt ki kell egészíteni a hőérzetet meghatározó többi tényező – pl. páratartalom, légsebesség, hőszigetelés – előnyös befolyásolásával. Ezeknek leginkább megfelelő a sugárzó és padozat fűtés, melyek alkalmazásával kapcsolatos tapasztalatok is igazolják a kedvező tulajdonságokat, de elterjedésüket az alkalmazással kapcsolatos hőérzeti technológiai paraméterek határértékeinek hiánya még akadályozza. Jelenleg még az állatok hőérzetére vonatkozó követelményeket csak a hőmérséklet és páratartalom adataival határozzák meg [12] de ez csupán leegyszerűsítése a hőérzet összetett követelményrendszerének *(45. táblázat)*.

A klímaalakítás lehetőségei

Az állattartó épületek fűtésére akkor van szükség, ha az állattartó épületben az állomány számára megkívánt hőmérsékletre felírt hőegyensúlyi állapot csak pótlólagos energiaráfordítással alakítható ki, másként szólva: ha az állatok által

45. táblázat. Klímakövetelmények az állattartásban

Állatkorcsoport	Hőmérséklet, °C		Relatív páratartalom, %
	teremben	műanya alatt	
Szarvasmarha			
Borjúnevelő			
10–30 nap	15–18		
30 nap után	12–16		
Tehénistálló			
(fejős, előkészítő, involutiós)	8–15		
Fejőház	15–20		
Növendékhízómarha-istálló	5–15		
Sertés			
Fiaztatóterem	15–16		70–60
Malacfészek			
3 hétig	32–26		
elválasztás után	25–22		
Hizlaló			
24–40 kg testtömeg	22–20		85–60
40–70 kg testtömeg	20–18		
70–110 kg testtömeg	18–16		
Kocaszállás	10–15		
Kanszállás	12–15		
Juh			
Juhellető, inszeminálló	18–28		85–60
Juhfejő helyiség	12–28		
Juhhodály	4–28		
Pecsenyebárány-hizlaló	10–24		80–60
Ló			
Csikóistálló	8–26		80–60
Tyúk			
Ketreces tojóház	18–22	–	65–70
Mélyalmos tojóház	18–22	–	80
Csirke			
Napos, szállítás alatt	32		
1–7 hét	22–26	28–32	60
8 hét	22	–	60–65
9 héten felül	16–22	–	60–70
Pulyka			
Tojástermelés időszakában	10–15	–	70–80
Tojástermelési időnyen kívül	10–15	–	
Pipe 1–3. hét	15–24	21–37	60–70
Gyöngyvak			
Csibe 1. napon	22	30–32	
1–6 héten	20–22	20–30	

45. táblázat folytatása

Állatkorcsoport	Hőmérséklet, (°C)		Relatív páratartalom (%)
	teremben	műanyag alatt	
Fácáncsibe			
Zárt előnevelőben			
1–30 napig	20–26	26–35	60–70
Dobozban 1–5 napig	24	35	
Kifutós nevelőházban	–	23	
1–5 napig	–	23	
5–12 napig	–	30	
Liba			
Tojástermelés időszakában	16–26	–	65–75
Tojástermelési időszakon kívül	10–16	–	75–85
Tömőházban	10–15	–	75–85
Kisliba napos szállítás alatt	32	30–31	55–60
0–20 napos	18–20	20–31	55–60
21–24 napos	18	18	65–70
25–28 napos	16	16	65–70
Kacsa			
Tojástermelés időszakában	12–15	–	64–80
Tojástermelési időszakon kívül min.	0–5	–	
Kiskacsa			
1–7 nap	22	30–28	75–85
8–14 nap	20	26–24	
15–21 nap	18	22–20	
22–28 nap	18	–	
5–9 hét	8–12	–	

leadott hőmennyiség nem fedezi az istállóból az épület szerkezeti elemein és a nyílászárókon keresztül, valamint a szellőzéssel eltávozott hőmennyiséget. Magyarország éghajlati viszonyai között a termelési zóna alsó hőmérséklethatárának fenntartására csaknem valamennyi haszonállat számára szükséges a fűtés az év rövidebb, hosszabb szakaszában. Kivétel a felnőtt szarvasmarha: lévén a termelési zóna alsó hőmérséklethatára már olyan alacsony, hogy azt az állat hőleadása fűtés nélkül is fenntartja.

A fűtési időszak hosszát a fűtési határhőfok alapján határozzuk meg. A fűtési határhőfokon azt a külső hőmérsékletet kell érteni, amely alatti hőmérsékleten fűteni kell az istállóban megkívánt termelési zóna hőmérsékletének kialakításához. A fűtési határhőmérsékletet a következő tényezők határozzák meg:

- az istállóépületben megkívánt hőmérséklet,
- a hőmérséklet megengedett ingadozása az istállóban,
- az istálló hőveszteségei,
- az istálló épületanyagának tömege,
- a szellőztetés mértéke,
- az istállóban fejlődő hő mennyisége.

A felsorolt tényezők közül az istálló-hőmérséklet megengedett napi ingadozása és az istálló épületanyagának tömege kisebb jelentőségű, mert az intenzív szellőztetéshez képest az épület hőkésleltetésének és hőcsillapításának jelentéktelen szerepe van az istállólevegő hőmérsékletének alakulásában. Mivel az állatok friss levegő-szükségletének kielégítéséhez a mesterséges szellőztetéssel az istállótér levegője óránként többször is kicserélődik, az istállótér hőmérsékletének kialakulásában a szellőztetésnek elsődleges, meghatározó szerepe van.

A fűtési határhőmérséklet az istállóépület hőegyensúlya alapján:

$$t_{kf} = t_{ha} - \frac{\sum nq_e}{\sum kA + cnl_{min}}, \quad °C,$$

ahol: t_{kf} a fűtési határhőmérséklet, °C,
t_{ha} a termelési zóna alsó határhőmérséklete, °C,
l_{min} az istálló szellőztetéséhez szükséges levegőmennyiség, kg/s, db,
n az istállóba telepített állatok száma, db,
ΣkA az istálló hőszigetelése, kW/K,
q_e az állatok érzeti hőleadása, kW/db,
c a levegő fajhője, kJ/kg, K.

A fűtést a külső levegő annál magasabb hőfokán kell elkezdeni, minél magasabb az állat számára megkívánt minimális hőmérséklet, minél kisebb az állatok által leadott hő, minél több párát termelnek az állatok, minél rosszabb az épület hőszigetelése és minél intenzívebb a mesterséges szellőztetés. Az épület kivételével minden további tényező az állattól függ, így a hazánkban alkalmazott istállóméretek és épületszerkezeti anyagok figyelembevételével a különböző állatfajok korcsoportonkénti fűtési határhőmérsékletét ki lehet számítani.

A fűtési határhőmérséklet ismeretében a fűtési időszak hossza meghatározható, mert a különböző hőmérsékletű napok gyakoriságát az ország főbb körzeteiben a sokévi meteorológiai megfigyelések alapján ma már megfelelő valószínűséggel ismerjük.

A fűtési időszak alatt az állattartó épületek racionális hőenergia-gazdálkodása végett célszerű a mesterséges szellőzés mértékét minimálisra csökkenteni. A mértéket az élettani feltételek szabta szén-dioxid-koncentráció határozza meg. A szellőztetés azonban csak akkor tartható ezen a minimális szinten, ha az istállólevegő a keletkező nagy mennyiségű párától nem válik telítetté, vagy (esetleg) a keletkező pára megkötéséről valamilyen módon gondoskodunk. A fűtési határhőmérsékletnél magasabb külső hőmérsékleten a szellőzés mértékének változtatásával az istállótér hőmérséklete csökkenthető. A szellőzésnek ebben az esetben a keletkező anyagcseretermékek (pára, szén-dioxid) eltávolításán túl a klímatényezőket befolyásoló hatása, pontosabban mesterséges épülethűtési funkciója is van. Ezt a funkcióját a szellőzés elvileg addig a határig képes ellátni, amíg a külső hőmérséklet nem emelkedik az istállóban megkívánt hőmérséklet, azaz a termelési zóna felső hőmérsékleti határa fölé. Gyakorlatilag a

szellőzéssel addig lehet hűteni, amíg az állatok által termelt hőt a szellőzőlevegő el tudja szállítani, azaz

$$nl_{max}(i_b - i_k) = nq.$$

A hőtartalom helyett az $i = t + 2{,}25x$ összefüggést beírva és átrendezve az egyenletet a külső levegő-hőmérsékletre a következőket kapjuk:

$$t_{k2} = t_{bf} + 2{,}25 \quad °C,$$

ahol: t_{k2} a szellőzési határhőmérséklet, °C,
t_{bf} a termelési zóna felső hőmérséklethatára, °C,
q az állat összes hőleadása, kW/db,
l_{max} a szellőztetés maximális értéke, kg/s/db.

A szellőzés felső határhőmérséklete, a t_{k2}, annál magasabb, minél magasabb a termelési zóna felső hőmérséklethatára (t_{bf}), minél nagyobb az istállóban megengedhető abszolút páratartalom, minél szárazabb a külső levegő, minél több a szellőzőlevegő mennyisége és minél kisebb az állatok által termelt hő. Elvileg is csak végtelen nagy levegőszállítással ($l = \infty$, $x_b = x_k$) érhető el, hogy a szellőzés felső határhőmérséklete az istállótér belső hőmérsékletével azonos legyen.

A gyakorlatban a szellőzőventilátorok maximális légszállítását – éppen a szellőzés mértékének növelésével elérhető viszonylag kis hűtőhatás miatt – nem növelik az ésszerű szint fölé. A ventilátorok maximális légszállításának mértékét a tervezési segédletek, normatívák vagy ajánlások az állatonkénti frisslevegőszükséglet vagy az épület óránkénti légcsereszámának közlésével adják meg, így a szellőzés felső határhőmérséklete a különböző állatfajokra meghatározható.

A szellőzés határhőmérsékletéből és a napi hőmérsékletek gyakoriságából meghatározható azoknak a napoknak a száma, amelyek folyamán az istállótér hőmérséklete a termelési zónahatárokon belül marad.

A szellőzési határhőmérsékletnél magasabb külső hőmérsékleten az istállóban megkívánt hőmérséklet csak hűtéssel alakítható ki.

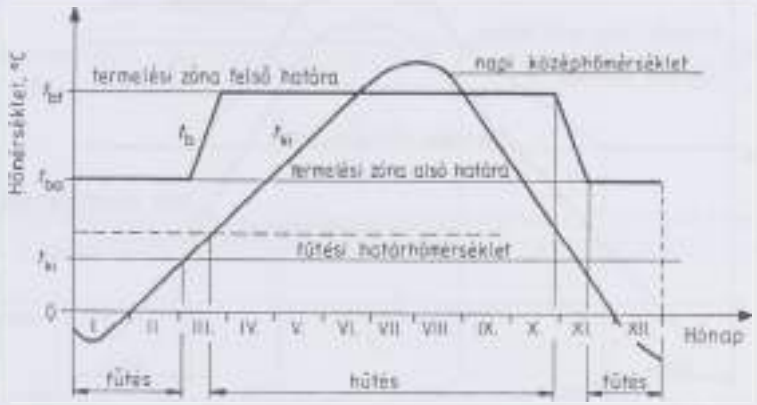
A hűtés technikai megvalósításakor az állattartásban két lehetőség kínálkozik:
– az adiabatikus hűtés és
– a gépi hűtés.

Az adiabatikus hűtés során a levegőbe permetezett víz elpárolgásával elvont hő mérsékli a szellőzőlevegő hőmérsékletét. Alkalmazása néhány állattartó telepen már ismert, de a végleges hűtőhatás tekintetében eltérőek az üzemi tapasztalatok. A adiabatikus hűtéssel elérhető hűtőhatás korlátozott, és a megnövekedett páratartalomnak az állati termelésre gyakorolt hatása ma még kellőképpen nem tisztázott.

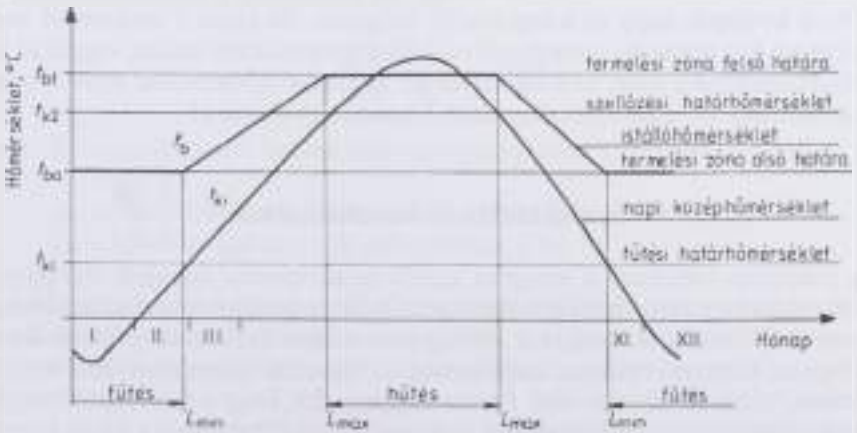
A hűtőgépes hűtést az állattartásban a hűtőberendezések költséges volta miatt üzemszerűen jelenleg nem alkalmazzák. A hőenergia-gazdálkodás tanulmányozása keretében azonban vizsgálni kell a hűtőberendezések használatának lehetőségeit, ill. korlátait, mert a hűtést igénylő napokban a termelés számottevő visszaesése adott esetben nagyobb veszteséget jelenthet, mint a hűtés együttes beruházási és üzemeltetési költsége.

Az istállóklíma kialakításának három fontos technikai lehetőségét (fűtés, szellőztetés, hűtés) figyelembe véve, különböző rendszerű klímatizálásról lehet beszélni [13]. Elvileg az lenne a legegyszerűbb klímarendszer, amely az állatok számára szükséges, minimális légcsere állandó értéken tartása mellett hűtené, ill. fűtené az istálló légterét, s egyidejűleg a páratartalmat a kívánt mértékben változtatná meg *(583. ábra)*. Így a mindenkor megkívánt klímaállapot a lehető legegyszerűbben lenne beállítható, és nem okozna problémát az istállón belüli egyöntetű klímaállapot fenntartása sem. A gyakorlatban azonban ez a megoldás szóba sem kerülhet, mert az állatok hőtermelése következtében a rendkívül nagy hűtőteljesítmény-igény beruházási terheit és a megnövekedett üzemeltetési költséget az állattartás jelenleg nem képes elviselni.

A hűtés ideje szempontjából kedvezőbb az a klímarendszer, amelyben az épülettér hűtését a szellőzőlevegő hűtőhatásának kihasználásával és a gépi hű-



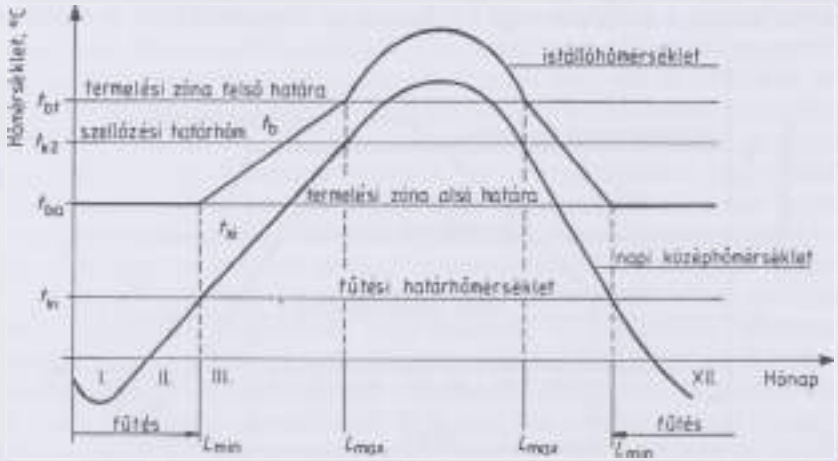
583. ábra. Az évi fűtési–hűtési idő hossza állandó mennyiségű szellőzőlevegő esetén



584. ábra. Az évi fűtési–hűtési idő hossza változó mennyiségű szellőzőlevegő esetén

tőberendezés együttes alkalmazásával valósítják meg *(584. ábra)*. Ez a klímarendszer a szabályozhatóság szempontjából lényegesen bonyolultabb, ugyanakkor költséges hűtőberendezést is igényel. Ebben a rendszerben szabályozás alatt nemcsak a klímajellemzők értékének adott határok közötti tartását kell értenünk, hanem az állattartó épületen belül a szellőzőlevegő mennyiségének változtatásával párhuzamosan a homogén állapot létrehozását is.

A gyakorlatban az előzőekben vázolt rendszerek elsősorban költséges voltuk miatt nem terjedtek el. Napjainkban a hazai gyakorlat lényegében az olyan klímarendszereket alkalmazza, amelyek fűtő- és szellőzőegységekből állnak, és általában mind a fűtő-, mind pedig a szellőzőegység teljesítménye változtatható *(585. ábra)*.



585. ábra. Az istállólevegő hőmérséklete fűtés és szellőztetés esetén

Nem kétséges, hogy ez a legolcsóbb megoldás, de ezzel a rendszerrel nem alakítható ki a termelési zóna megkívánt felső hőmérsékleti határa, vagyis az istállóépületekben a nyári időszak folyamán az állatok hőtermelése miatt a megengedhetőnél, ill. a külsőnél magasabb hőmérséklet alakul ki.

Szellőztetés és berendezései

Az istállóban keletkező a levegőbe kerülő nemkívánatos anyagok legegyszerűbb módon szellőztetéssel távolítható el. Gyakran szellőztetéssel oldanak meg olyan problémákat is, melyeket elvileg más módon kellene megoldani. Ilyen jellegű az állattartó épületek szellőztetése az átmeneti időszakban, ahol a szellőztetés, hűtési funkciót is ellát. Fontos megjegyezni, hogy a helyiségek levegőjének hűtése csupán szellőztetéssel csak addig biztosítható, míg a külső levegő hőmérséklete alacsonyabb a belső levegő hőmérsékleténél.

A szellőztetés mértéke, levegőszükséglet

A szellőztetés mértékét a gyakorlatban kétféleképpen fejezik ki: a levegőszükséglettel és a légcsereszámmal.

A levegőszükséglet a helyiségből időegység alatt elviendő levegő mennyiségét jelenti, mely térfogatával vagy tömegével adható meg:

– a térfogattal adott levegőszükségletet V, m³/s,
– a tömeggel megadott levegőszükségletet L, kg/s

jelöljük. A térfogat és tömegegységet a sűrűség ismeretében át lehet számítani:

A ρ_t a levegő t hőmérsékleten vett sűrűsége, melyet a 0 °C hőmérsékletű sűrűség $\rho_0 = 1{,}293$ kg/m³ és a levegő térfogati hőtágulási tényezőjéből számolhatunk:

$$\rho_t = \rho_0 \frac{1}{1+\beta_t}.$$

A légcsereszám a levegőszükséglet (V) és a szellőztetett helyiség térfogatának (V_h) hányadosa:

$$n = \frac{V}{V_h}, \quad 1/s.$$

A levegőszükségletet a helyiségben keletkező szennyező anyagok mennyisége (K), a helyiségben megengedett koncentrációja (k_b) alapján lehet számítani:

$$V = \frac{K}{k_b - k_k}.$$

Állattartó épületek, valamint humán létesítmények szellőztetési levegőszükségletét az anyagcserefolyamatokból a levegőbe kerülő szén-dioxid és pára mennyisége határozza meg elsősorban.

Levegőszükséglet a párafeltétel alapján:

$$V_x = \frac{X}{x_b - x_k}, \quad \text{kg/s},$$

ahol: X a szellőztetett helyiségben időegység alatt keletkező pára mennyisége, g/s,
x_b az istállóban megkívánt páratartalom abszolút értéke, g/kg,
x_k a külső levegő abszolút páratartalma, g/kg.

A külső és belső levegő abszolút páratartalom értékei általában a hőmérséklet és a relatív páratartalom által közvetve adottak.

Levegőszükséglet a szén-dioxid feltétel alapján:

$$V_{CO_2} = \frac{C}{c_b - c_k}, \quad \text{m}^3/\text{s},$$

ahol: C az istállóban időegység alatt keletkező szén-dioxid mennyisége, dm^3/s,
c_b az istállóban megengedett szén-dioxid-koncentráció, dm^3/m^3,
c_k a külső levegő szén-dioxid-koncentrációja, dm^3/m^3.

Különböző technológiai folyamatok során felszabaduló és levegőbe kerülő gázok, gőzök esetén a levegőszükséglet ugyanígy számolható. Az istálló szellőztetésének mértékét végül is a legnagyobb levegőszükséglet határozza meg.

A szellőztetett helyiség légcseréje során hőcsere is végbemegy. Az istálló és környezete közötti hőáram, mely a szellőztetés anyagáramával együtt alakul ki, az extenzív mennyiségek árama alapján számolható:

$$I_h = L\,(i_b - i_k), \quad \text{kW},$$

ahol: L a szellőztetett helyi levegőszükséglete, kg/s,
i_b és i_k a belső és külső levegő entalpiája, kJ/kg.

A hőáram irányát az entalpiák értéke határozza meg:

$i_b > i_k$, akkor a helyiségből hő áramlik ki, ezért a hőáram negatív;
$i_b < i_k$, akkor a helyiségbe hő áramlik be, ezért a hőáram pozitív.

A szellőztetés hőáramát a fűtési teljesítmény meghatározásánál feltétlenül figyelembe kell venni, mert a téli időszakban a szellőztetett helyiségeknél a szellőztetés hőárama általában a legfontosabb tényező.

A szükséges levegőmennyiség biztosítása és a helyiségekben való elosztása különböző szellőzőberendezésekkel valósítható meg. A szellőztető berendezéseket aszerint, hogy a légcserét gépi berendezéssel, vagy anélkül biztosítják, megkülönböztetünk:
– természetes és
– mesterséges szellőztetést.

Természetes szellőztetés

A természetes szellőzés alapja a hőmérséklet- és szintkülönbség vagy a külső levegőmozgás hatására létrejövő nyomáskülönbség. A külső levegő mozgását kihasználó szellőzést szélszellőzésnek, a hőmérsékletkülönbség hatását kihasználó szellőzést gravitációs szellőzésnek nevezik.

A szélszellőzésnél az épület szélfelőli és szélárnyékolt oldalai között létrejövő nyomáskülönbség hatására áramlik a levegő.

Az épületbe áramló levegő mennyisége függ a nyomáskülönbségtől, a szellőzőnyílások áramlási ellenállásától és méreteitől. Miután az épület szellőzőnyílásokkal rendelkező felületein a szél hatására kialakult nyomás a mindenkori szélsebesség és irány függvénye, így állandó mértékű szellőztetési szélszellőzéssel nem biztosítható. Ezért kizárólag szélre alapozott szellőzést a gyakorlat-

ban nem alkalmaznak, de a szél hatását mind a gravitációs, mind pedig a mesterséges szellőzésnél figyelembe kell venni.

A gravitációs szellőzés működésének alapja a hőmérséklet-különbségből adódó sűrűségkülönbség, mely a különböző szinteken kialakított nyílásokon levegőáramlást hoz létre. A levegő áramlását biztosító nyomáskülönbség:

$$\Delta p = H\Delta\rho = H(\rho_1 - \rho_2)g, \quad \text{Pa},$$

ahol: H a szellőzőnyílások szintkülönbsége, m,
ρ_1 a levegő sűrűsége a helyiség hőmérsékletén, kg/m³,
ρ_2 a levegő sűrűsége a külső hőmérsékleten, kg/m³.

A nyomáskülönbség hatására levegőáramlás akkor jön létre, ha ez a nyomáskülönbség nagyobb, mint a levegőáramlás ellenállásának leküzdéséhez szükséges nyomás. A nyomáskülönbség általában olyan értelmű, hogy télen a helyiség melegebb levegője a felső nyílásokon kifelé, az alsó nyílásokon a hidegebb levegő befelé áramlik. Nyáron ez fordítva is előfordulhat. A két ellenkező értelmű nyomáskülönbségű szint között van olyan szint, ahol nyomáskülönbség nincs. Ez a semleges szint. A semleges szint helyzete a be- és kiömlőnyílások méretétől és áramlási ellenállásától függően változik. Közel azonos méretű és kialakítású alsó és felső szellőzőnyílások esetén a semleges szint a két nyílás középvonalában van. Az alsó nyílás keresztmetszetének növelésével a semleges szint lejjebb tolódik. Ugyanúgy eltolódik a semleges szint a szél hatására kialakuló nyomáskülönbség miatt is. A szél hatására kialakuló nyomáskülönbség szuperponálódik a gravitációs nyomáskülönbséghez, és ez nyári időszakban nagyon kedvező. A nyári időszakban ugyanis hőmérsékletkülönbség nincs, vagy alig van és így a gravitációs szellőzés nem funkcionál.

A természetes szellőztetés esetén a kialakuló térfogatáram nagysága a be- és kiömlőnyílások ellenállása és a nyomáskülönbség a meghatározó. Általánosságban a természetes szellőztetés légszállítása:

$$V = \mu A\sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}, \quad \text{m}^3/\text{s},$$

ahol: μ az ún. átfolyási tényező, dimenzió nélküli szám.

A természetes szellőztetés levegőszállításának kiszámításához a be- és kiömlőnyílásoknál kialakuló nyomáskülönbségek ismerete szükséges. A nyomáskülönbséget a be- és kiömlőnyílásoknál külön-külön kell meghatározni a külső és a helyiségben levő nyomások alapján. A nyomás a helyiségben a levegő felmelegedése hatására is változik.

A természetes szellőztetés levegőszállítására alkalmas egyszerűsített összefüggés:

$$V = A\sqrt{\frac{2\rho_s(t_s - t_k)gH}{3T_s\rho}}, \quad \text{m}^3,$$

ahol: A az áramlási keresztmetszet, m^2,
ρ_k a levegő sűrűsége a külső hőmérsékletnél, kg/m^3
t_b és t_k a belső és külső levegő hőmérséklete, °C,
H a be- és kiömlőnyílás közötti szintkülönbség, m,
ρ a normál állapotú levegő sűrűsége, kg/m^3,
T_b a belső levegő hőmérséklete, K.

Ez az összefüggés a gyakorlat számára elegendő pontosságú és kielégítő eredményt ad állattartó épületek gravitációs szellőztetésénél a be- és kiömlőnyílások méretének meghatározásához.

Mesterséges szellőztetés

A mesterséges szellőztetés esetén ventilátorral biztosítják a levegő mozgatását. Erre akkor van szükség, ha természetes szellőzéssel nem oldható meg a légcsere, vagy a szellőztetésnél a be- vagy elvezetett levegő kezelésére van szükség.

A szellőztetett helyiség környezetéhez viszonyított nyomása alapján megkülönböztetnek:

- túlnyomásos,
- kiegyenlített, vagy
- elszívásos szellőzőrendszert.

A túlnyomásos szellőzés esetén a szellőztetett helyiségben a környezethez képest túlnyomás van. A túlnyomás értéke 10–50 Pa értékű szokott lenni. Túlnyomás azáltal jön létre, hogy a ventilátor a szellőző levegőt a helyiségbe befújja és a használt levegő a rendelkezésére álló nyílásokon távozik. A túlnyomás mértékét a ventilátor légszállításával, ill. a levegő elvezetésére szolgáló nyílások méretével lehet beállítani.

A túlnyomásos szellőzést olyan helyen használják, ahol a szellőztetett helyiséget a környező levegő szennyeződéseitől védeni kell, vagy a levegőt a szellőzéshez előkezelni (fűteni, tisztítani) szükséges. Nem alkalmazható olyan helyen, ahol a levegő a helyiségben olyan szennyezőket, szaganyagot vehet fel, melynek a környezetbe való kiáramlása nem kívánatos.

Kiegyenlített szellőzés esetén a helyiségből ugyanannyi levegőt szívnak el, mint amennyit befújnak. Így a helyiségben a nyomás közel azonos a környezeti nyomással. A gyakorlatban inkább kis túlnyomásra törekednek a huzatjelenség kiküszöbölésére. A kiegyenlített szellőzési rendszer előnye, hogy a szellőzés minősége – a levegő szervezett ki- és befúvása, a helyiség átszellőzése, a szűrés, fűtés stb. kedvező, – hátránya, hogy azonos mennyiségű levegő mozgatásához két berendezés szükséges, amely beruházás és üzemeltetés szempontjából mindenképpen többletkülönbséget jelent.

Elszívásos szellőzési rendszer esetén a szellőztetett helyiségben 10–30 Pa depresszió van, a környezethez képest. A depresszió azáltal jön létre, hogy a ventilátorok a helyiségből elszívják a levegőt és a levegő utánpótlás a rendel-

kezésre álló szellőző ill. egyéb nyílásokon keresztül, azok áramlási ellenállásának leküzdésével történik. A depresszió nagysága az elszívott levegő mennyiségétől és a nyílások ellenállásától függ. Az elszívásos szellőztetést olyan helyen alkalmazzák, ahol a helyiségben keletkező káros gázok vagy szaganyagok környezetbe jutását meg kívánják akadályozni. Nem alkalmazható olyan helyiségek szellőztetésénél, melyek környezetünkből káros gáz beáramlása fordulhat elő.

A mesterséges szellőztetés megoldható:
- központi ventilátorhoz kapcsolt nyomó és elszívó légcsatornával,
- egyedi szellőző egységekkel.

A megfelelő szellőzési rendszer kiválasztásához általános szabályt felállítani nem lehet. Az irányadó mindig a szellőztetett helyiség szellőzési követelményei és a szellőzőberendezés kialakítására fordítható költségek. A helyiség szellőzési követelményeit a felhasználás, a helyiség méretei befolyásolják, de általános szempont, hogy:
- a szellőző levegő összes mennyisége a mindenkori követelményeknek feleljen meg,
- a helyiséget megfelelően, lehetőleg egyenletesen öblítse át,
- a levegő be- és elvezetése ne okozzon huzatot,
- az elhasznált levegőt lehetőleg a keletkezés helyén a legrövidebb úton vezessük el,
- általában több kisebb, mint kevesebb de nagyobb levegő be- és elvezető nyílást célszerű alkalmazni.

A központi ventilátoros és egyedi szellőzőkkel kialakított rendszerek összehasonlításaként általánosan megállapítható:
- *központi ventilátoros szellőztető rendszer*
  - előnyei: jobb átszellőzést biztosíthatunk vele,
    a levegő elő- és utókezelése könnyebben és olcsóbban megoldható,
  - hátránya: nagyobb beruházási költség,
    épülettipusonként és méretenként egyedi kialakítást igényel;
- *egyedi szellőzőkkel kialakított szellőztető rendszer*
  - előnyei: olcsóbb beruházás-költségigényű,
    többfajta típusú és méretű épületekben azonos kialakítású egyedi berendezések változatlanul használhatók,
  - hátránya: egyenletes átöblítést nem biztosít,
    a levegő elő- és utókezelése bonyolult és költséges.

A mesterséges szellőztetés kialakításánál a legfontosabb a légbevezetés és elvezetés helyének meghatározása, mely a megfelelő átszellőzés feltétele. A levegő bevezetésének és elvezetésének helyét a helyiség mérete és jellege, a szellőző levegő nagysága és mozgásának iránya szabta követelmények, valamint a helyiség és a szellőző levegő hőmérsékletviszonyai határozzák meg.

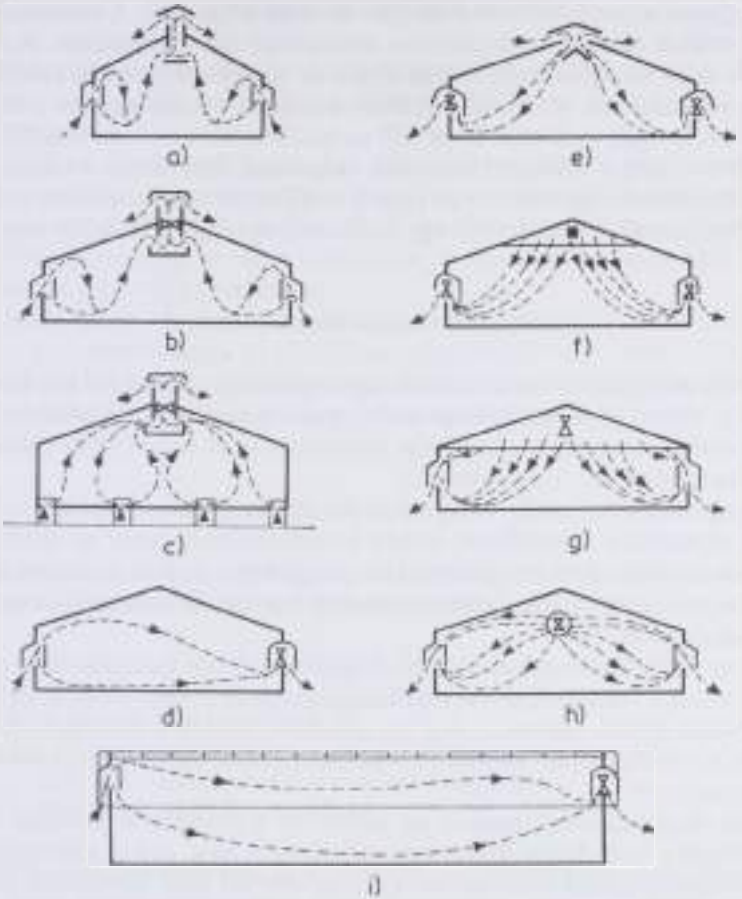
Szarvasmarha-istállók szellőztetése. A szarvasmarhatartás épületei és a tartástechnológia is jelentős változáson ment keresztül az utóbbi évtizedekben. Ma már az istállók nagyrészt nyitottak és a szellőztetést természetes úton oldják meg.

Sertés-istállók szellőztetése. Hazánkban a sertésistállók közül a fiaztató és malacutónevelő épületeket fűteni kell és ezért ezekben az istállókban a szellőztetést mesterséges úton kell biztosítani. A hízlaló épületekben és kanszállásokban a fűtés elkerülhető és a szellőztetést általában mesterséges rendszerrel oldják meg.

A fiaztató épületekben a kocák nagy testtömege miatt jelentős a levegőszükséglet, ugyanakkor az újszülött állatok számára fűteni kell. A mesterséges szellőztetést igényli az is, hogy a kocák egymástól elválasztott térrészben helyezkednek el. Az elválasztás gyakran csak valamilyen csőváz, de ez is akadályt jelent a kis sebességű levegő mozgásánál. A célszerűen használható szellőztetési megoldást meghatározza az a körülmény is, hogy a fiaztató termekben a helyi fűtésen kívül légtérfűtést alkalmaznak, és ez túlnyomást eredményez a teremben. Így a fiaztató termekben általában a túlnyomásos szellőztetés biztosít elfogadható légállapotokat. A levegő bevezetése történhet az állatok felett légcsatornából, ill. a födémen keresztül vagy oldalfalon keresztül. Az a legelfogadhatóbb megoldás, ha a frisslevegő bevezetése tetőszellőzőn keresztül, az elhasznált levegő elvezetése alul az oldalfalakon keresztül történik. A frisslevegő bevezetőt szabályozhatóra kell kialakítani, másrészt a bejutó levegőt a födém síkjával párhuzamosan el kell terelni, hogy a téli időszakban a hideglevegő ne jusson közvetlenül az állatokra.

A malacutónevelőkben az állatok testtömege betelepítéskor még nem túl nagy de az állatlétszám miatt általában jelentős a szellőztetési levegőigény. Minthogy a kis testtömeg miatt fűteni is kell a termeket, így a szellőztetést mesterséges szellőztetési rendszerrel kell megoldani. A szellőztetési rendszer kialakítására általában a túlnyomásos szellőztetés a leginkább megfelelő. A frisslevegő bevezetése az állatok felett tetőtéri ventilátorokkal, vagy központi szellőztetési rendszernél légcsatornával oldható meg. A frisslevegőt a fűtési meleglevegő felett kell bejuttatni, hogy a felszálló meleglevegő és a beáramló hideglevegő az állatok feletti légtérben keveredjen. A levegő elvezetésére a trágyacsatorna (esetleg ventilátor szívja meg), vagy ha nincs trágyacsatorna akkor az oldalfalon a padozat felett néhány centiméterre kialakított nyíláson kell lehetőséget biztosítani. Az oldalfali nyílás esetén szél elleni túlnyomásvédőt kell alkalmazni, mely megakadályozza a szél befúvását a terembe.

Néhány szellőztetési megoldás és a jellemző áramlási kép látható az *586. ábrán*. Az áramlási kép természetesen a levegő hőmérsékletétől és a levegő mennyiségétől függően változik. A levegő mennyiségének változásának hatását a beáramló keresztmetszet szabályozásával ki lehet és célszerű is kiküszöbölni. A keresztmetszet változtatását úgy célszerű biztosítani, hogy teljesen is el lehessen zárni a levegő útját, így meg lehet akadályozni a meghibásodott vagy kikapcsolt állapotban levő ventilátor esetén a levegő kiáramoljon az istállóból.



586. ábra. Levegőáramlás baromfi-istállókban különféle szellőztetési megoldások esetén
a) a természetes szellőzés sémája, *b)* hagyományos szellőzésventilátorral,
c) „cölöpökön" álló istálló szellőztetése (padlócsatorna),
d) keresztszellőzés, a tetőt nem terheli a ventilátor, *e)* fordított légvezetés,
f) fordított légvezetés (perforált mennyezet és légcsatorna),
g) túlnyomásos szellőzés (perforált mennyezet), *h)* túlnyomásos szellőzés,
i) hosszirányú szellőzés

Baromfi-istállók szellőztetése. A hazai baromfitartás általános szellőztetési megoldása mesterséges szellőztetés. A baromfiistállók szellőztetési rendszerére jellemző a szellőző levegő nagymértékű változtathatósága. Ez például a brojlertartásnál azt jelenti, hogy az állatok testtömege a tartási ciklus 7–8 hete alatt majdnem a százszorosára növekszik és a levegő mennyiségét is kb. ilyen mértékben kell növelni. A levegő mennyiségének ilyen változtatását egy istállóban úgy kell megoldani, hogy közben a tartózkodási térben állatok számára elfogadható egyenletes klímaviszonyok alakuljanak ki. Ezt a követelményt nem egysze-

rű és a gyakorlatban többnyire csak részben lehet teljesíteni. A tartózkodási tér átszellőztetését általában túlnyomásos rendszerrel lehet biztosítani. A baromfiistállók nagy levegőszükségletéhez általában egyedi ventilátoros szellőztetési rendszert építenek ki. A ventilátorokat az oldalfalon ritkább esetben a tetőn helyezik el. A levegőt az állatok felett kell az istállóba befújni és az átszellőzéshez a levegő elvezetését a padozat felett kell megoldani (586. ábra). A baromfiistállók szellőztetésére régebben olyan egyedi szellőzőket is alkalmaztak, melyek a levegő bevezetését és elvezetését egy szerkezeti egységben oldották meg.

Szellőztetési rendszerek szabályozása

Az istállók szellőztetési rendszerének szabályozására alapvetően két lehetőség van az ún. mennyiségi és minőségi szabályozás. A mennyiségi szabályozás esetén a levegő mennyiségét, a minőségi szabályozásánál a minőségét (hőmérsékletét, páratartalmát stb.) változtatjuk.

A levegő mennyiségének változtatása a ventilátorok fordulatszám-szabályozásával egyszerűen megoldható. Ennek következménye, hogy az istállótér átszellőzése a mindenkori levegőmennyiség függvénye, és csak bizonyos levegőmennyiségnél teljes az átszellőzés, egyébként lepangó, át nem szellőztetett területek alakulnak ki.

Mint az istállók klímaviszonyainak tárgyalásánál már bemutattuk, a szellőztetés nemcsak a szén-dioxid, vagy páratartalom megkövetelt értékeinek biztosítását hivatott ellátni, hanem az éve egy jelentős részében a hőmérséklet szabályozását is szellőztetéssel kívánjuk megoldani. Ennek megfelelően szükséges a kézi beavatkozás is.

Abban az időszakban, amikor az istállóban a mértékadó szellőző levegő mennyiségét a szén-dioxid-koncentráció határozza meg, akkor nincs szükség a levegő mennyiségének változtatására. Ez az eset áll fenn általában a téli időszakban. Ilyenkor nyugodtan ki lehet kapcsolni, ill. célszerű kikapcsolni a szellőzést szabályozó hőérzékelőt. Amikor a külső hőmérséklet növekszik és ezzel általában a levegő páratartalma is, a szellőztető levegő mennyiségét a páratartalom határozza meg. Mivel a legtöbb istállóban nem építenek be páratartalom érzékelőt, így a szellőztetés mértékének alapértékét kézzel kell beállítani, és be kell kapcsolni a hőmérsékletérzékelőt. A külső levegő további melegedésével az istálló szellőztetését az állatok által termelt hő elszállításával összhangban a belső levegő hőmérséklete alapján kell szabályozni. Ilyenkor a szellőztető levegő mennyiségét kézzel a maximális értékre kell beállítani és ennek változását a hőmérsékletérzékelő alapján a szellőztető rendszert automatikája fogja szabályozni.

Célszerű a levegőmennyiség változtatásának kézi változtatásán kívül a befúvónyílás keresztmetszetét is szabályozni. A téli időszakban egészen leszűkíteni, esetleg a nem működtetett ventilátorok beömlő nyílását teljesen le is zárni, majd a külső hőmérséklet növekedésével a beáramlási keresztmetszeteket folyamatosan növelni kell.

Hazai éghajlati viszonyaink és az állatok genetikai adottságainak kiaknázása érdekében a téli időszakban néhány állattartó épületben szükséges ill. kifizetődő a fűtés.

Hazánkban a jelenlegi gazdasági körülmények között általában csak a baromfi-istállókat (a tojóházak kivételével) és a sertésistállók közül a fiaztató valamint a malacutónevelő istállókat fűtik. Ezekben a istállókban a fűtés szokásos és szükségszerű, de az olcsó kialakítású és üzemű fűtési megoldás ezekben az esetben is alapvető követelmény.

Majdnem minden fűtési rendszert alkalmazni lehet az állattartó épületek fűtésére is, de a mindennapos gyakorlatban mindezideig csak néhány fűtési megoldás terjedt el. A célnak legjobban megfelelő és a gazdaságilag is megengedhető fűtési rendszer megválasztása nagy körültekintést igényel.

A fűtési szükséglet

A fűtés szükségességét és mértékét az istálló hőegyensúlya alapján lehet meghatározni. Egy istállóra felírt momentán hőegyensúlyi egyenlet:

$$Q_a + Q_f + I_k + I_s = 0 ,$$

ahol: Q_a az állatok által leadott hő, W,
Q_f a fűtési hőleadás, W,
I_k az istálló határolószerkezetein átáramló hő, W,
I_s a szellőztetéssel távozó hő, W.

Az állatok által leadott hőt „A klímaviszonyokat befolyásoló tényezők" rész adatai és az állatlétszám alapján lehet figyelembe venni, az istálló határolószerkezetein átáramló hőt a következő összefüggéssel lehet számolni:

$$I_k = \Sigma k A (t_b - t_k), \quad \text{W},$$

ahol: k az épülethatárolószerkezetek hőátbocsátási tényezője, W/m²K,
A a határolószerkezetek felülete, m²,
t_b az istálló belső hőmérséklete, °C,
t_k a mértékadó külső hőmérséklet, °C.

A szellőztetéssel távozó hő:

$$I_s = V(i_b - i_k), \quad \text{kW},$$

ahol: V a szellőztetési levegőmennyiség, kg/s,
i_b a belső levegő entalpiája, kJ/kg,
i_k a külső levegő entalpiája, kJ/kg.

A hőegyensúlyi egyenletben szereplő tényezők tényezőket a megkívánt istállóhőmérsékletnél és a mértékadó külső hőmérsékletnél kell számítani. Ha a fűtési hőleadás $Q_f > 0$, akkor az istállót fűteni szükséges, vagyis az állatok által termelt hő nem elegendő a határolószerkezeteken és a szellőztetéssel távozó hő pótlására.

Fűtési megoldások állattartó épületekben

Egy fűtési rendszer három részből áll össze: hőtermelőből (esetleg átalakítóból), hőleadóból és e kettőt összekötő hálózatból. Ha e három elem egy szerkezeti egységben van kialakítva akkor egyedi fűtőberendezésről, ha egymástól elválasztva akkor központi fűtésről beszélhetünk. A központi fűtésnek az a megoldása, amikor egy hőtermelő több rendszert lát el hővel, akkor távfűtésről beszélünk.

A fűtéshez felhasználható energiaforrások lehetnek a hagyományos energiahordozók (szén, olaj, gáz), valamilyen megújuló energiaforrás (nap, biomassza, szél, víz, ill. geotermikus energia), ill. valamilyen átalakított energiaforma (pl. villamos energia). A felsorolt energiaforrások közül hazánkban állattartó épületek fűtésére a hagyományos energiahordozók közül a tüzelőolajat és egyre inkább a földgázt használják.

A fűtési rendszer hőleadója szerint megkülönböztetünk konvektív, konduktív és sugárzó fűtéseket. A konvektív fűtéseknél a fűtőberendezés hőjét hőcserélővel a levegőnek adja át, a konduktív fűtésnél a hőleadás formája a közvetlen érintkezés, a sugárzó fűtéseknél a hőcsere a hőleadó felület és az ember, ill. állat között közvetlenül a levegő felmelegítése nélkül megy végbe.

Az állattartó épületekben használt központi fűtéseknél a melegvizet, régebben a gőzt alkalmazták. A központi fűtéseket a hálózat kialakítása alapján is osztályozhatjuk. Ha a hőtermelő és a hőleadók egy szinten helyezkednek el, akkor egyszintű, vagy etage fűtésről beszélünk. Ha a hálózat a hőtermelők alatt van kiépítve, akkor alsóelosztású, ha a hőleadók felett akkor felsőelosztású, és ha az elosztóvezeték alatt és felett egyaránt vannak hőleadók akkor közbenső elosztású rendszerről van szó.

Kezdetben a legegyszerűbb és legolcsóbb megoldások az egyedi olajtüzelésű konvekciós berendezések voltak. Az energiahordozók árának változásával az olajat a földgáz váltotta fel. Hosszútávra az állattartó épületek fűtésére a biomassza alkalmazása jelenthet megoldást elsősorban a takarmánytermesztés melléktermékeire, de más mező- és erdőgazdasági melléktermékre is lehet építeni. Az olyan állattartási körülmények esetén, amikor nem szakosított állattartó telepről van szó, hanem más épületekkel együtt kell hőigényt kielégíteni, akkor célszerűen központi fűtések alkalmazása jelenti a megoldást. Egyre nagyobb szerepet kapnak a sugárzó fűtések és az állattartásban talán a legnagyobb ígéret a konduktív fűtés. Az a körülmény, hogy az állat a padozaton fekve tölti életének jelentős idejét lehetővé teszi a közvetlen hőközlést és ez a koduktív hőközlés jelentős energiamegtakarítási lehetőséget kínál. Az állattartó épületekben

ezeket a hőközlési módokat kiegészítő fűtésként már eddig is használták (malacmelegítő lapok, infrasugárzók stb.), de az önálló fűtésként való használat sem technológiailag, sem pedig műszakilag nem teljesen kidolgozott.

A fűtési energiafelhasználása

Állattartó épületek fűtési energiafelhasználását az energiaszükséglettel fejezhetjük ki. Az állattartó épületek energiaszükségletét az épületek geometriai, épületfizikai jellemzői, a klímajellemzők és a tartástechnológiai adatok alapján számítással meg lehet határozni [13]. A fűtési energiaszükséglet z napra:

$$Q_{fz} = 86{,}4\left[\left(\sum kA + cnl\right)\sum_{i=1}^{z}\left(t_b - t_{ki}\right) - znq_c\right], \quad \text{MJ/}z\text{, nap,}$$

ahol: ΣkA az istállóépület határolószerkezeteinek, a hőátbocsátási tényezőinek és a hozzátartozó felületeknek szorzata valamennyi felületre összegezve, kW/K,
- c a levegő fajhője, kJ/kg, K,
- n az istállóba telepített állatok száma, db,
- l az egy állatra vonatkoztatott szellőztetőlevegő mennyisége, kg/s, db,
- t_b az istálló belső hőmérséklete, °C,
- t_{ki} a külső levegő átlagos napi középhőmérséklete, °C,
- q_c az állatok érzeti hőleadása, kW/db.

Anélkül, hogy a fűtési energiamegtakarítás lehetőségeit itt részletesen tárgyalnánk meg tudjuk állapítani, hogy az a fűtési megoldás tekinthető energiatakarékosnak, mely alacsony levegőhőmérséklettel biztosítja a megfelelő hőérzetet az állatok számára.

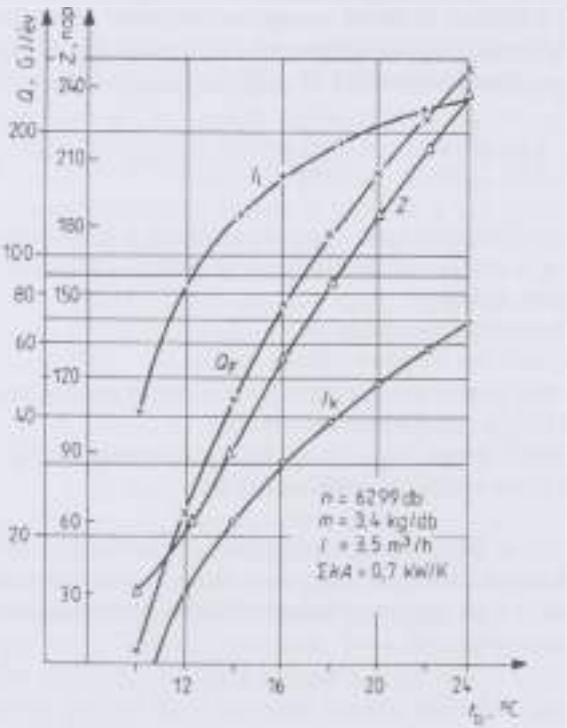
Energiagazdálkodás az állattartásban

A fűtésre felhasznált energia némely ágazatban olyan jelentős, hogy csak takarékos felhasználás és olcsó energiaforrás esetén van létjogosultságuk.

A fűtési energiaszükséglet csökkentése

A fűtési energiaszükségletre felírt összefüggésből látható, hogy az energiafelhasználás több tényező függvénye, és egy-egy konkrét istállóépület esetén a tartástechnológiai körülményektől függően is változik, de fűtési energiaigény és belső hőmérséklet, $Q_f = f(t_b)$, függvénykapcsolat olyan jellegzetes összefüggésnek tekinthető, amely szemléletesen képet ad az istálló energiafelhasználásnak

alakulásáról. Az ilyen összefüggés felhasználható a fűtési energiaszükséglet csökkentéséhez kínálkozó lehetőségek számszerű összehasonlítására, ezért a függvénykapcsolat egy adott istállóépület karakterisztikus görbéjének nevezik. A hazai állattartásban a fűtési energiafelhasználás szempontjából a baromfi- és a sertéstartás emelhető ki. Néhány tipikusnak tekinthető istállóépület karakterisztikus jelleggörbéjét különböző tartástechnológiai paraméterekre vonatkoztatva az *587–589. ábrákon* közöljük.



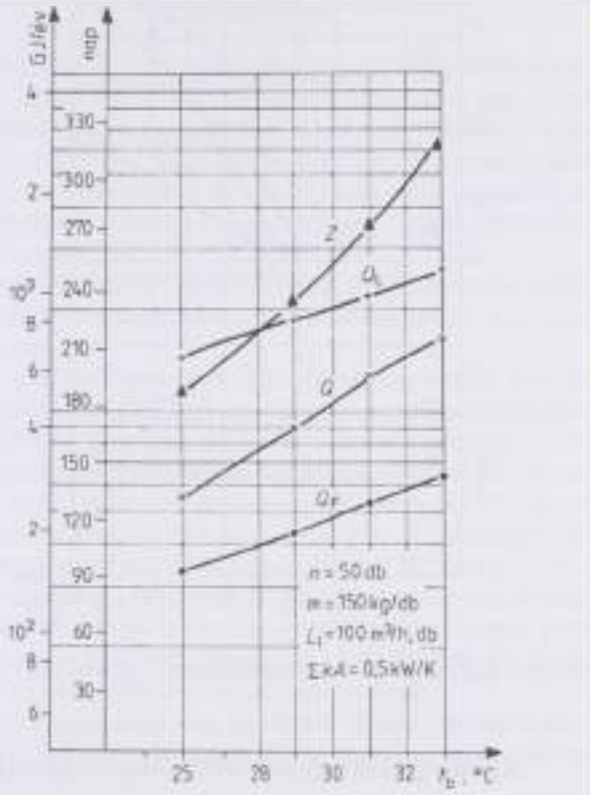
587. ábra. Egy tojóház karakterisztikus görbéje $\Sigma kA = 0{,}7$ kW/K

Az ábrákból jól látható, hogy az évi fűtési energiaigény változása a bemutatott istállóépületekben a hőmérséklet függvényében olyan nagy, hogy az energiaigényt logaritmikus léptékben kell az ordinátára felvinni. A karakterisztikus görbéken:

- az évi fűtési energiaigényt,
- a szellőzés évi energiaszükségletét,
- a határolószerkezeteken távozó energiamennyiséget,
- az évi fűtési napok számát jelöltük.

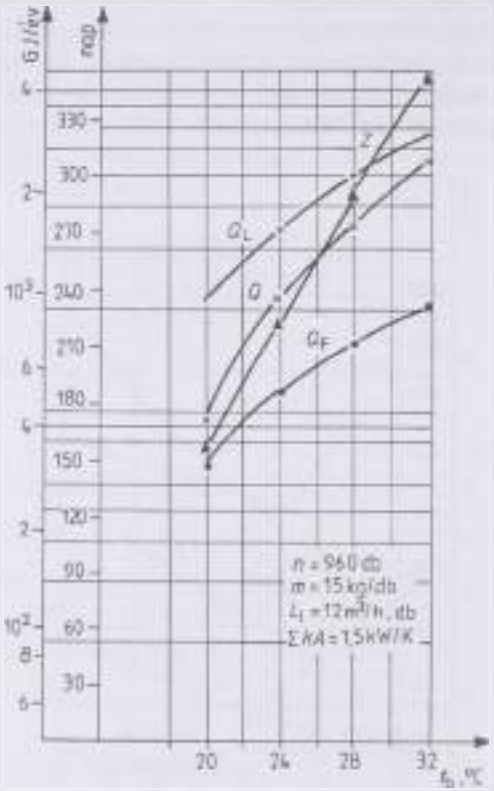
A bemutatott állattartó épületek karakterisztikus jelleggörbéi első ránézésre egymáshoz hasonlók. Közös jellemzőjük, hogy a fűtési időszak hossza – az

istállólevegő hőmérsékletétől függően – lineárisan változik, és már néhány °C-os növekedés is jelentősen meghosszabbítja a fűtési időt. A karakterisztikus görbék hasonlósága mellett azonban észre kell venni a különbségeket is, nevezetesen azt, hogy azonos rendeltetésű épületekben az eltérő szigetelés vagy szellőztetés lényegesen megváltoztatja az évi fűtési energiaszükségletet.



588. ábra. Egy sertésfiaztató karakterisztikus görbéje $\Sigma kA = 0{,}5$ kW/K

A baromfitartásban a tenyész- és pecsenyecsirke-istállók fűtési energiafelhasználása a tojóházakétól eltérő módon jellemezhető. Az eltérés oka az, hogy az előbbi istállókban a levegő hőmérséklete a termeléstechnológia által előírt módon változik (tehát nem független változó), viszont helyette egy új változóval (a betelepítési idővel) kell számolni. Egy átlagos ciklus általában 7–8 hét, és az egyes ciklusok fűtési energiafelhasználása között lényeges az eltérés. A különböző betelepítési idejű ciklussorok energiafelhasználásának évi összegét vizsgálva azonban megállapítható, hogy közöttük nincs lényeges különbség. A tenyésznövendék- és pecsenyecsirke-istállók fűtési energiafelhasználását az évi fűtési energiafelhasználással lehet jellemezni és ez gyakorlatilag független a ciklusok kezdési időpontjától (a betelepítési időtől).



589. ábra. Egy malac-utónevelő karakterisztikus görbéje $\Sigma kA = 1{,}5$ kW/K

Az energiaszükségletet befolyásoló tényezők

Az állattartó épületek fűtési energiaszükségletét befolyásoló tényezők két csoportba sorolhatók:

- az első csoportba azok a tényezők tartoznak, amelyek változók ugyan, de a változás az ember akaratától függetlenül megy végbe, ill. megváltoztatásuknak nincs reális lehetősége;
- a második csoportba azok a tényezők sorolhatók, melyek a fűtési energiafelhasználás érdekében módosíthatók.

Az első csoportba sorolható tényezők a következők:

- az állat által objektíve meghatározott jellemzők, a leadott hő és pára mennyisége (q; x);
- a külső levegő-hőmérséklet és ennek változása adott földrajzi térségben, a külső levegő-hőmérséklet átlagos értékei és ezek évi gyakoriságai (t_k).

A második csoportba sorolható tényezők:
- az épületek hőszigetelése (kA),
- a szellőzés levegőmennyisége (l),
- az istállótér levegő-hőmérséklete (t_b).

Szellőztetés

A fűtési energiafelhasználás szempontjából a fűtési időszakban a szellőzőlevegő mennyiségét a lehető legkisebb értékre kell korlátozni, ami még éppen elegendő a megengedett gázkoncentráció és páratartalomszint tartásához. Ennél nagyobb mértékű szellőzéssel feleslegesen nagy hőmennyiséget szállítunk el az istállóból. Alapvető feladat tehát a téli szellőztetés azon minimális mértékének meghatározása, amelynél a szellőztetés elsődleges funkcióját a fűtési időszakban még megfelelően ellátja.

A szellőzőlevegő minimális mennyiségének meghatározása azonban összetett feladat, a megoldáshoz célszerű a gázkoncentrációt, ill. a páratartalmat különválasztva tárgyalni.

A megengedett gázkoncentrációk közül elsősorban a szén-dioxid mennyisége a fontos, bár tapasztalatból tudjuk, hogy egyes esetekben más gázok (ammónia, hidrogén-szulfid, metán) mennyisége is veszélyes mértékű lehet az istállótér levegőjében. A szellőzőlevegő mennyiségének növelésével valamennyi gázkomponens koncentrációja a még megengedhető érték alá csökkenthető, a téli időszakban azonban ez nagyon költséges megoldás. Az állattartó épületek hőenergia-gazdálkodása szempontjából kedvezőbbnek ítélhető az a megközelítés, hogy a nem közvetlenül anyagcsere-folyamatokból származó gázokat a tartástechnológia megfelelő megválasztásával igyekezzünk a kívánt gázkoncentráció-érték alatt tartani, ill. ezeknek a gázoknak a keletkezését, pl. az alom- és trágyakezelés megfelelő megoldásával megakadályozzuk.

A szén-dioxid majdnem kizárólag az állatok légzésével kerül az istállólevegőjébe, és csak igen kis hányada származik az alomban lejátszódó mikrobiológiai folyamatokból.

A levegőben megengedett pára abszolút mennyisége a hőmérséklet függvénye. A páratartalom istállóban megkívánt értékét, bár az állat hőérzetére befolyással van, nem ismerjük olyan pontosan, mint a hőmérsékletét. Ezért a páratartalom megkívánt vagy megengedett értékeit többnyire tapasztalati úton, elég széles intervallummal adják meg.

A páratartalom megengedett értékének azonban van egy szabatosan megfogalmazható szélső értéke: az épületben csak olyan mértékű páratartalom engedhető meg, hogy az épület határolószerkezetein vagy annak belsejében ne legyen páralecsapódás.

A páratartalommal kapcsolatos feltételek tehát összetettek, de alapvetően két követelménycsoportról lehet beszélni:
- a technológiai normatívákban előírt páratartalom-tartományok kialakítása,
- az épületszerkezet felületén vagy belsejében fellépő páralecsapódás megakadályozása.

A minimális szellőző levegő mennyiség azonban legtöbbször nem elegendő az istálló megfelelő átszellőztetéséhez. A minimális szellőző levegővel akkor alakul ki az állatok tartózkodási terében mindenütt elfogadható állapot, ha az istállóba bejutó levegőből minden állathoz a szükséges és nem több levegő kerül. A valóságban ezt a helyzetet nem lehet még elméletileg sem elérni, és a gyakorlatban vannak istállóterületek ahova a szükségesnél lényegesen több, máshová kevesebb levegő jut. Ezért az elméletileg szükséges minimális szellőző levegőmennyiség helyett több levegőt kell az istállóba juttatni. A tényleges és az elméleti levegőmennyiség hányadosa a légfelesleg-tényező. A légfelesleg-tényező nagysága a szellőztetési rendszer minőségi jellemzője. Az állattartásban alkalmazott szellőztetési rendszerek légfelesleg-tényezője többnyire 2 vagy még ennél is nagyobb érték, ami azt jelenti, hogy az elméletileg szükséges levegő többszörösét kell az istállóba bevezetni az istálló megfelelő átszellőztetéséhez. Ez azt jelenti, hogy a többletlevegővel feleslegesen jelentős mennyiségű meleg is távozik az istállóból.

Hőszigetelés

Az istállóépület hőszigetelése több szempontból is fontos:

- meghatározza az istállóépület konvektív hőveszteségét,
- befolyásolja az istállóban megengedhető páratartalom nagyságát,
- a szellőzéssel együtt kihat a fűtési határhőmérsékletre és ezáltal a fűtési időszak hosszára.

Az istállók konvektív hőveszteségе a belső levegő hőmérsékletétől, az istállóépület fő méreteitől és a határolószerkezetek hővezetési tényezőitől függ. Az istállóépületek építésekor felhasznált anyagok sokfélesége következtében a hővezetési tényezők igen különbözőek, de a belőlük kialakított falszerkezetek hőátbocsátási tényezője általában megfelelő. A hőátbocsátási tényező értékének csökkentésével adott istállóméreteknél a falakon keresztül távozó hőmennyiség természetszerűleg csökkenthető. A hőátbocsátási tényező csökkentésének az szab határt, hogy a jobb hőszigetelésű épületek általában költségesebbek, vagyis az épület hőszigetelése többlet-költségének a fűtési energiafelhasználás csökkentésében kell megtérülnie.

A jó hőszigetelő, de kis fajlagos tömegű anyagokból készült épületszerkezetek az épület dinamikus hőtechnikai viselkedése szempontjából nem kedvezőek. Igaz, hogy az ebből eredő hátrányokat (csekély hőtároló képesség, hőkésleltetés stb.) célszerűen megválasztott klímaberendezéssel pótolni lehet, de ezek üzemeltetése szintén többletenergiát igényel. A nagyobb hőkésleltetés és hőcsillapítás kedvezőbb klímaviszonyokat teremt az épületen belül, s kedvezőbb a fajlagos hőenergia-felhasználás is.

A falfelület hőmérséklete az istállólevegő hőmérséklete, a külső levegő hőmérséklete és az épületszerkezet hőátbocsátási tényezője ismeretében számítható ki:

$$t_{sf} = t_b - \frac{k}{\alpha_b}(t_b - t_k), \quad °C,$$

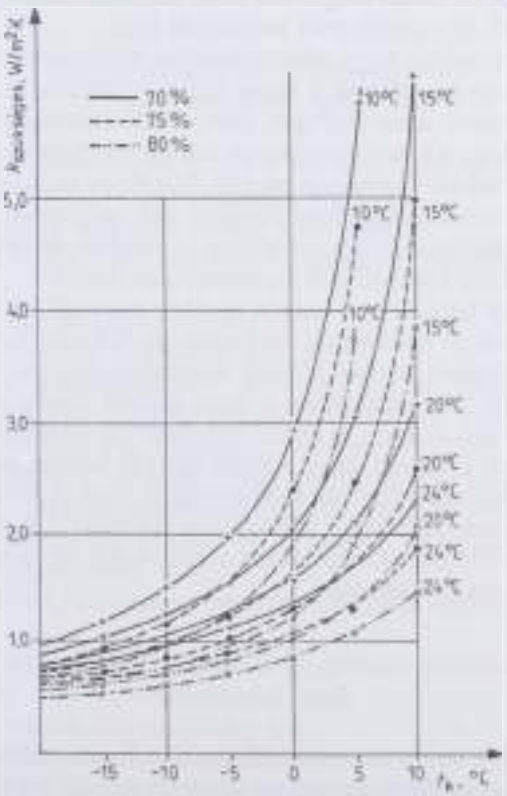
ahol: t_b az istállólevegő hőmérséklete, °C,
t_k a külső hőmérséklet, °C,
α_b a hőátadási tényező a belső falfelületen, W/m²K,
k az épületszerkezet hőátbocsátási tényezője, W/m²K.

Minthogy a külső hőmérséklet és a belső oldali hőátadási tényezők adottnak tekinthetők, a páralecsapódás elkerülésének feltétele az, hogy a belső falfelület hőmérséklete magasabb legyen, mint az adott hőmérséklethez tartozó harmatponti hőmérséklet:

$$t_b \geq t_H, \quad °C,$$

vagyis megfelelő hőátbocsátású épületszerkezetet kell választani. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az istállóban megkívánt hőmérséklet és a relatív páratartalom meghatározza azt a hőátbocsátási tényezőt, amelynél nagyobbat az adott épületben alkalmazni nem lehet. A megkívánt hőátbocsátási tényező tehát az istálló-hőmérséklet és a relatív páratartalom függvénye:

$$k_{szük.} = k\,(t_b, \varphi_{max}).$$



590. ábra. A hőátbocsátási tényező szükséges értékei

Az istállóépületekben megkövetelt páratartalom általában 60–80% között változik. Az épületszerkezet szükséges hőátbocsátási értékét az istállólevegő hőmérsékletének függvényében ezért csupán erre a páratartalom-tartományra adják meg *(590. ábra)*.

Az istállóépületek hőszigetelése fontos szerepet tölt be a fűtési határhőmérséklet és ezen keresztül a fűtési időszak hosszának alakulása szempontjából is.

Fűtés időtartama

A fűtési időszak hosszát egy meghatározott földrajzi környezetben:
- az istálló belső hőmérséklete (t_b),
- az istállóba telepített állatok érzeti hőleadása (q),
- az állatok száma (n),
- az épület mérete és szerkezeti anyagai (ΣkA) és
- az istálló szellőztetésének mértéke (l) határozza meg.

A fűtési határhőmérséklet valamely adott állatfajra nézve az istállóba telepített állatlétszámtól, az istálló megkívánt belső léghőmérsékletétől, az istállóépület hőszigetelésétől és a szellőztetés mértékétől függ.

Érdemes megvizsgálni, hogy adott épületben különböző testtömegű állatok betelepítésekor hogyan változik a fűtési határhőmérséklet és a fűtési időszak hossza. Ennek ismerete azért lényeges, mert a fenti összefüggésből első ránézésre úgy tűnik, hogy a kisebb testtömegű állatok csekélyebb hőleadása miatt a fűtési határhőmérséklet lényegesen megnő. Minthogy azonban a kisebb testtömegű állatoknak relative több friss levegőre van szükségük, a fűtési határhőmérséklet gyakorlatilag csak oly mértékben növekszik, amennyire ezt a kisebb testtömegű (fiatalabb korú) állatok komfortzónája igényli.

A fűtési időszak hosszát befolyásoló további tényezők hatása különböző istálló-hőmérsékletek és betelepítési sűrűségek mellett eltérő. Azonos élőtömeg és betelepítési sűrűség esetén például baromfiistállókban a szellőzőlevegő mennyiségének 20–30%-os növelése a fűtési időszak hossza szempontjából közel azonos hatást vált ki, mint az épület hőszigetelési értékének felére csökkentése. Ez egyben azt is jelenti, hogy a fűtési időszak hossza, amely az évi fűtési energiafelhasználás egyik legfontosabb mutatója, nem elsősorban a beruházási költséget lényegesen megnövelő hőszigetelés javításával, hanem a téli üzemelés során a még elfogadható minimális szellőzéssel, ill. a szellőzőautomaták gondos beállításával csökkenthető.

Belső hőmérséklet

A fűtésre fordított energia költségkihatásainak számbavételével csak olyan hőmérsékletre szabad felfűteni az istállót, amelyen ez a többletráfordítás a termelés eredményeiben még megtérül. Az olyan istállókban, ahol a napos- vagy nö-

vendék állatok által megkövetelt belső hőmérséklet az életfeltételekhez elengedhetetlenül szükséges, a fűtési energiaigény függése a hőmérséklettől csak abból a szempontból jelentős, hogy az üzemeltetők jól érzékeljék az esetleges túlfűtés okozta többlet-energiaráfordítást.

Az energiatakarékosság technológiai lehetőségei

A fűtési energiaszükséglet csökkentésének technológiai lehetőségei közé azokat a megoldásokat soroltuk, amelyek külön berendezések alkalmazása nélkül energia-megtakarítást tesznek lehetővé. Mint az istállóépületek karakterisztikus görbéiből látható, hogy a fűtési energiaszükséglet legérzékenyebben az istállólevegő hőmérsékletének változására reagál, ennél kisebb mértékben az istálló túlszellőztetésére, és még ennél is kisebb mértékben az istállóépület hőszigetelésének javítására. A fűtési energiaszükséglet csökkentése érdekében mindenekelőtt a megengedhető legalacsonyabb istállólevegő-hőmérsékletre kell törekedni. A mértékét az energiafelhasználás szempontjából optimális fűtési hőmérséklet fejezi ki.

Energiafelhasználás szempontjából optimális hőmérséklet

Az optimális fűtési hőmérséklet értéke a termelési eredményt, az energiafelhasználást és ezek arányát veszi figyelembe.

A meghatározásához szükséges adatok a következők:

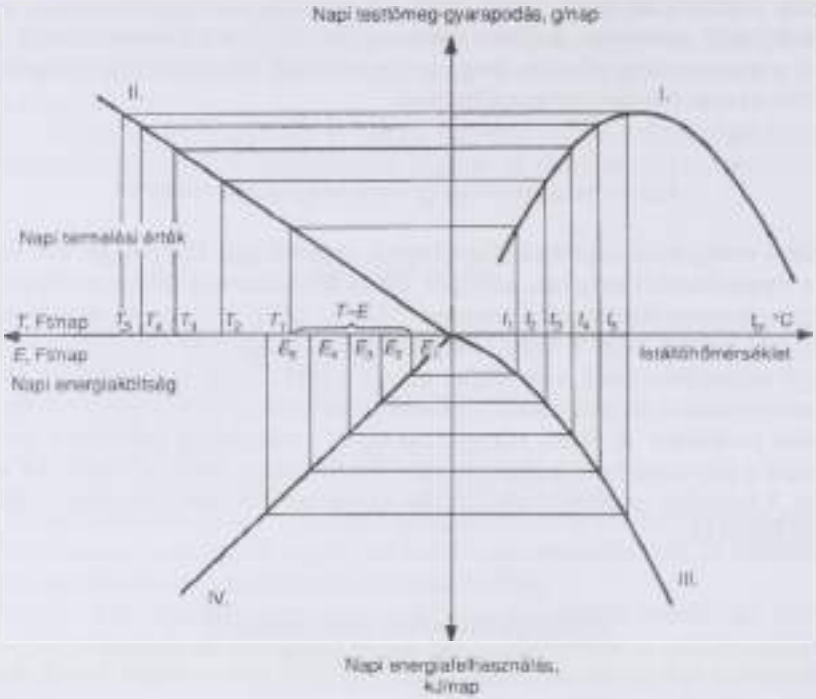
- a termelés és a takarmányhasznosítás függésének mértéke az istálló léghőmérsékletétől,
- az előállított termék és a takarmány ára,
- a fűtéshez felhasznált energiahordozó ára.

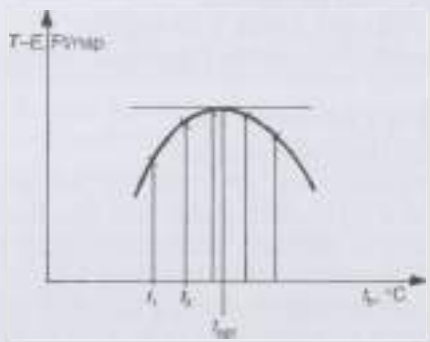
Optimális fűtési hőmérsékletnek nevezzük azt az istállóhőmérsékletet, amelynek alkalmazásával a legjövedelmezőbb termelés realizálható. Piacgazdasági körülmények között az optimális istállóhőmérsékletet nem termék, hanem jövedelem centrikus megközelítéssel állapítjuk meg és minden mást (pl. termékmennyiség, takarmányhasznosítás) ennek rendeljük alá. Az optimális fűtési hőmérséklet értéke tehát a termelési eredményt, az energiafelhasználást és ezek arányát veszi figyelembe.

Az optimális fűtési hőmérséklet meghatározásához szükséges adatok a következők:

- a termelés és a takarmányhasznosítás függésének mértéke az istálló léghőmérsékletétől,
- az előállított termék és a takarmány ára,
- a fűtéshez felhasznált energiahordozó ára.

Az optimális fűtési hőmérséklet a legegyszerűbben grafikus úton határozható meg.





591. ábra. A fűtés szempontjából optimális hőmérséklet meghatározása

Az optimális fűtési hőmérséklet meghatározásához négy függvényt kell egy koordináta-rendszer négy szektorába felrajzolni, a következők szerint (jelölések az *591. ábrán*):

I. szektor. A koordináta-rendszernek ebbe a negyedébe a termelési eredménynek az istállólevegő hőmérsékletétől való függését kell lerajzolni. Ez lehet a napi testtömeg-gyarapodás, a fajlagos takarmányfelhasználás, a tojások darabszáma stb.

II. szektor. A koordináta-rendszernek ez a szektora a termelés eredményeinek költségesítésére szolgál. Mivel az előállított termék vagy az elfogyasztott takarmány mennyisége és költsége között lineáris a kapcsolat, ennek a függvénynek a képe egyenes. Az egyenes irány tényezője a termék termelői ára.

III. szektor. A koordináta-rendszernek ebben a negyedében a különböző istálló-hőmérsékletek fenntartásának energiaigényét kell berajzolni. Ezt a függvényt a termelési eredménynél figyelembe vett állatlétszámmal és a vonatkoztatási intervallumnak megfelelően kell megrajzolni. Ha pl. a termelési eredménynél egy sertés napi testtömeg-gyarapodását rajzoltuk fel, akkor az energiaigényt is egy napra és egy állatra kell vetíteni. Ez az évi fűtési energiaszükségletből határozható meg:

$$q = \frac{Q_f}{zn},$$

ahol: z a fűtési napok száma, nap,
n az istállóba telepített állatok száma, db.

IV. szektor. A koordináta-rendszer negyedik szektorában a különböző energiaráfordítás költségeit kell szerepeltetni. Az energia mennyisége és beszerzési költsége közötti összefüggés lineáris, így a függvény képe egyenes. Az egyenes iránytangense az energiahordozó egységárának a hatásfokkal szorzott értéke.

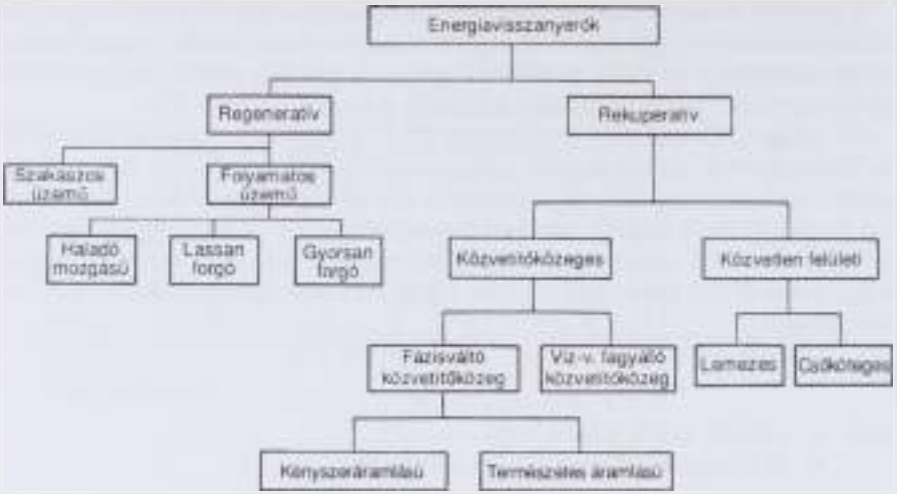
A koordináta-rendszer négy szektorának kialakítása után meghatározható a különböző istálló-hőmérsékletekhez tartozó energiaráfordítás-termelési eredmény értékpárnak az istállólevegő hőmérsékletétől függő összetartozó számértékei, azaz a $t_b = f(T, E)$ függvény diszkrét értékei. Ha egy külön diagramba vagy az I. szektorba berajzoljuk a különböző istálló-hőmérsékletekhez tartozó termelési eredmények energiaráfordításainak értékeit, olyan függvény képét nyerjük, amely megmutatja az adott viszonyok közötti optimális istálló hőmérsékletet.

A fűtési energiaszükséglet csökkentésének technikai lehetőségei

A fűtési energiafelhasználás nemcsak a meglevő fűtési rendszer takarékos üzemeltetésével, hanem kifejezetten az energiamegtakarítást szolgáló berendezésekkel is megoldható.

Hővisszanyerő berendezések

Az állattartó épületek fűtésére fordított energia, valamint az állatok által leadott hő télen nagyobb részben a szellőztetéssel, kisebb részben a falakon keresztül a szabadba távozik. Ennek az energiának egy része hővisszanyeréssel visszavezethető az istállóépületbe. A hővisszanyerők sokféleségéről nyújt áttekintést az *592. ábra.*



592. ábra. Áttekintés a hővisszanyerőkről

A hővisszanyerők tulajdonképpen hőcserélők, amelyek legtöbbször az istállóból távozó hőt a szellőztetés levegőjének felhasználásával juttatják vissza az istállóba. Attól függően, hogy az istállóból távozó hőt a szellőztetőlevegőnek közvetlenül vagy közvetítő közeggel adja át, megkülönböztetünk:

- levegő–levegő hőcserélőket,
- levegő–közvetítőközeges hőcserélőket.

Ez a felosztás független attól, hogy a hővisszanyerés nyílt vagy zárt rendszerben valósul-e meg.

A hővisszanyerők alkalmazásának célja kettős:

- egyrészt csökkentik a közvetlen fűtési energiaszükségletet és ezzel jelentősen csökken az üzemeltetés költsége;
- másrészt alkalmazásuk esetén kisebb csúcsteljesítményű fűtőberendezés szükséges és ezzel a beruházási költség kevesebb lesz.

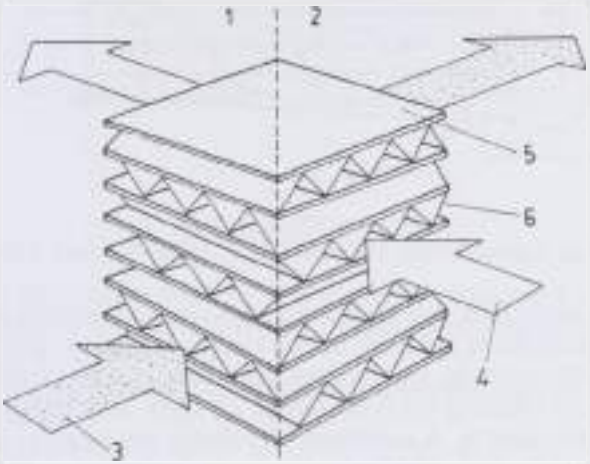
Elvileg valamennyi hőcserélőtípus alkalmazható az állattartásban, annak ellenére, hogy ma elsősorban a felületi hőcserélők használatával találkozhatunk.

A rekuperatív hőcserélőkben a hőáram a készülék két térfelében elválasztva áramló közegek között, a határolófelületen áthalad. A hőcsere energiaárama a hőmérséklet-különbség hatására valósul meg. Ez a hőcsere alapelvében stacioner és folyamatos. Emiatt a rekuperatív hőcserélők egyszerű felépítésűek. Az egyszerű szerkezeti felépítés következtében a hőcserélőben részt vevő közeg tökéletesen szétválasztható.

A rekuperatív hőcserélők alkalmazásakor az gondot okoz hogy a gyakorlatban a közegek közötti hőmérséklet-különbség meglehetősen kicsi. Ezért megfelelő hővisszanyerési teljesítmény eléréséhez nagy felületű készülékeket kell építeni.

A felületi hőcserélők szerkezetük szerint:
- lemezes vagy
- csőköteges kialakításúak.

A hőátadó felületek szerkezeti anyaga:
- alumínium,
- üveg,
- műanyag és
- korrózióálló acél lehet.

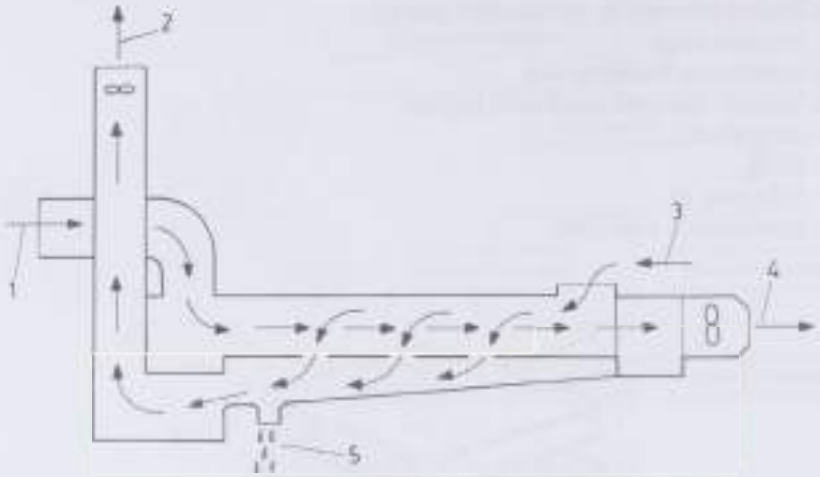


593. ábra. Keresztáramú hőcserélő
(*1* külső tér, *2* belső tér, *3* belső levegő, *4* külső levegő, *5* papírmembrán, *6* távtartó)

A hőcserélők többsége keresztáramú *(593. ábra)*, bár akad példa tiszta ellenáramú kivitelre is. Az állattartó épületekben a levegő–levegő és a levegő–folyadék közegpáros felületi hőcserélőket egyaránt használjuk. Az istállólevegőben levő por miatt azonban csak azoknak a hőcserélőtípusoknak van létjogosultságuk az állattartásban, amelyeknek tisztítása is egyszerű.

A lemezes hőcserélők egyszerű szerkezeti kialakításuk, valamint az elfogadható hővisszanyerés lehetősége (a hővisszanyerési szám $\Phi = 0{,}25–0{,}45$) miatt előnyös lehetne az állattartó épületekben is a felhasználásuk, de mind ez ideig a hőátadó felületek tisztításának elfogadható megoldását csak a fóliás hőcserélőkön sikerült megtalálni.

A fóliás hőcserélő *(594. ábra)* esetében szintén a keresztáramú hőátadás lehet a legkedvezőbb, de a hőcserélő felület két oldalán csaknem azonos nyomásra van szükség. A hőátadó fóliafelület ugyanis egy fából készült keretre van kifeszítve, és ez nagy felületi terhelést nem bír ki. A fóliás hőcserélő két oldalán áramló levegő a kifeszített fóliát, mint rugalmas anyagot, úgy rezegteti, hogy a felületre került porszennyeződés nem tud megtapadni, hanem a légárammal a készülék aljába jut, ahol leülepszik.



594. ábra. Fóliás hőcserélő
(*1* külső levegő, *2* távozó levegő, *3* elszívott levegő, *4* befúvott levegő, *5* kondenzátum)

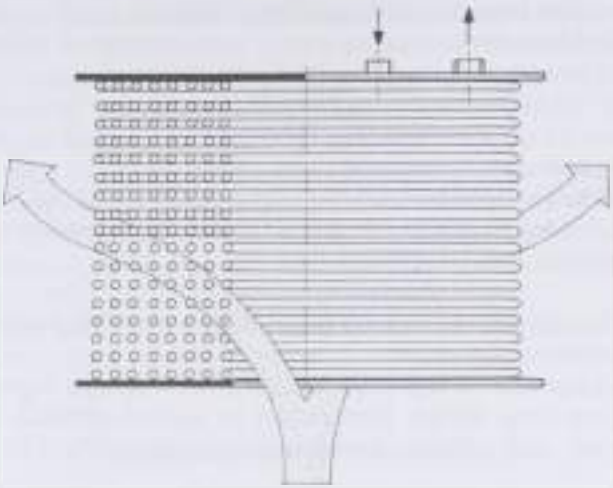
A lemezes hőcserélők egy sajátos kialakításának tekinthető a szellőztetett épülethéj. A szellőztetett épülethéj az állattartásban lehet az istálló fala vagy a födéme. A szellőztetett fal vagy födém kialakítása esetén a határolószerkezet kettős rétegű. Az istállóba beszívott levegő az egyik, a távozó levegő a másik járaton keresztül halad át. A szellőztetett épülethéj segítségével azonban nemcsak a szellőztetésével távozó hőenergiának egy részét lehet visszavezetni az istállóba, hanem a falon keresztül kialakuló konvektív hőáram is csökkenthető.

A csőköteges hőcserélőket levegő–levegő és levegő–folyadék közegpár esetén egyaránt alkalmazzák. Az első hőcserélőtípus, amelyet az állattartásban vizsgáltak az üvegcsöves hővisszanyerő. Az istállóból távozó levegő a csőköteg külső felületénél, a beszívott friss levegő a csőköteg belsejében áramlik, az istállóból távozó levegőben levő szennyeződés a csőköteg külső felületén rakódik le, ahonnan azt legtöbbször vízzel mossuk le. A tisztítást automatikus mosóberendezéssel, beállítható program szerint is meg lehet oldani. Az üvegcsöves hővisszanyerő a keresztáramú közegáramlás következtében viszonylag jó hatásfokú (a hővisszanyerési szám: $\Phi = 0{,}4–0{,}7$), de nem a legolcsóbb készüléktípus.

A műanyag csöves hővisszanyerő többnyire közvetítőközeges hőcserélő.

A hőcserélőként használt műanyag cső gyakran felcsévélt formában van (*595. ábra*), de a körülményektől függően lehet síkban kialakított csőregiszter is. Az egyik hőcserélő levegő-közvetítőközeges, a másik hőcserélő a rendszer kialakításától függően lehet folyadék-közvetítőközeges is. Arra is van példa, hogy a hőfelvevő oldali hőcserélőt talajban vagy trágyában helyezik el, ill. napkollektorként használják. A műanyag csöves hőcserélőket használják a különböző hőszivattyús rendszerekben is.

A műanyag és üvegcsöves hőcserélőkön kívül a közvetítőközeges hővisszanyerésre más szerkezeti anyagok is felhasználhatók, de – a tisztíthatóság szem-



595. ábra. Műanyagcsöves abszorber

pontjából és a hőcserében részt vevő agresszív közegek miatt – nem minden anyag felel meg erre a célra. A közvetítőközeges hővisszanyerő speciális esetét jelentik a hőcsövek és hőzifonok.

A regeneratív hővisszanyerők szerkezeti kialakításuk szerint csoportosítva:
- mozgótöltetes,
- nyugvó ágyas és
- nedves hőcserélők.

Különböző műszaki megoldások ismertek, de ezek alkalmazásáról az állattartásban nincs tudomásunk.

Hőszivattyúk

A hőszivattyúval kis hőmérsékletű hőforrás hőenergiája nagyobb hőmérsékletszintre hozható. Ezzel a technikai lehetőséggel különböző természeti hőenergiaforrások és hulladékenergiák válnak hasznosíthatóvá. A hőszivattyús folyamat az e fajlagos fűtőteljesítménnyel vagy más néven teljesítménytényezővel értékelhető, amely a fűtőteljesítmény és a meghajtóteljesítmény hányadosa.

A hőszivattyúk alkalmazásának feltételeit vizsgálva külön kell választani a technikai lehetőségeket, és ezek gazdaságosságának kérdését. A technikai lehetőségek tekintetében elsődleges szempont, hogy az energiaszükséglet kielégítésére megfelelő energiaforrás álljon rendelkezésre. Ez a hőszivattyús üzemben bármilyen kis hőmérsékletű energiaforrás lehet, de a gazdaságosság szempontjából alapvetően fontos, hogy a hőforrás:
- könnyen, olcsón kihasználható,
- megfelelő energiahozamú és
- minél magasabb hőmérsékletszintű legyen.

Az állattartásban használható ilyen hőforrás lehet:
- az istállóból távozó levegő,
- a légköri levegő ,
- a felszíni víz és talajvíz,
- a talaj,
- a napsugárzás,
- és egyéb technológiai hulladékhő (trágya, tejhűtés stb.). Az istállóból távozó levegő mennyiségét és hőtartalmát az állatfaj, a tartástechnológiai körülmények stb. befolyásolják.

A légköri levegő kedvezőtlenebb tulajdonságú, mert bár korlátlan mennyiségben áll rendelkezésünkre, de:
- hőmérséklete akkor a legkisebb, amikor a fűtési igény a legnagyobb,
- a fagypont alatti felületi hőmérséklet az elpárologtatónál dérképződést okoz, amely csak költséges berendezésekkel küszöbölhető ki.

A környezeti levegő hőforrásként való felhasználására ezért általában nem kerül sor. Az istállóból távozó levegő ennél kedvezőbb tulajdonságú, de a levegő mint hőátadó közeg, mindenképpen nagy elpárologtató felületet igényel.

A talaj- és felszíni vizek hőmérséklete hazánkban a közvetlen felső réteget leszámítva, fagypont felett van. A folyók, tavak vizeinek hőmérséklete télen 2–10 °C, a talajvizé 8–12 °C között van, és ez a hőszivattyús üzemhez kedvező hőforrást jelent. A vízvétel vagy a vízbe telepített hőcserélő kis költségű műszaki megvalósítása azonban csak különlegesen kedvező körülmények között képzelhető el.

A talaj hőmérséklete a környező levegő hőmérsékletét a mélységtől, a talajminőségtől függően késleltetve és csökkent amplitúdóval követi. Egy közepes nedvességtartalmú talajban 1,5–2,0 m mélységben, energia-kivétel nélkül 5–15 °C a hőmérséklet. A talajba fektetett csőkígyóval a talaj hőtartalmát hasznosíthatjuk. A csőkígyó fektetésének módjától függően 40–50 W/m² hő vonható el állandó üzemvitellel is. (Ez kb. 6–12 W/m fajlagos teljesítményt jelent, csőhosszra számítva.) Ez egy pecsenyecsibe-istállóban, amelynek alapterülete 1000 m² és hőszigetelése is jó (ΣkA = 1 kW/K), kb. 3500 m²-es talajkollektor-felületet jelent.

A hőenergia talajból való kivételének valamivel kevésbé költséges módja, ha a talajba fektetett csőkígyó maga az elpárologtató.

A talaj felhasználható még a napenergiából származó hőenergia tárolójaként. Ilyen megoldással a napkollektorban felmelegedett hőhordó közeg a talajban lefektetett csőkígyón keresztül leadja energiáját, és így a geotermikus hőnyereségnél magasabb hőmérsékletű energiához lehet jutni. Ezzel a megoldással – minthogy a hőszivattyú elpárologtatójának hőmérséklete magasabb – jobb lesz a teljesítménytényező, de lényegesen nagyobb beruházási költség árán. A napenergia egyébként más tárolási megoldással (pl. víz vagy sólé felmelegítésével) is felhasználható a hőszivattyús üzemhez energiaforrásként, ez viszont mindenképpen lényeges költségtöbblettel oldható csak meg.

A hőszivattyús üzem energiaforrásaként különböző technológiai hulladékhő is felhasználható. Az állattartásban ilyen hulladékhő a tejhűtésből származó hő, de ide tartozó energiaforrásnak tekinthető a trágya hőtartalma is, bár a keletkező trágyamennyiség és az állat hőigénye egymással ellentétes.

A hőszivattyús üzem akkor tekinthető gazdaságosnak, ha az energia-megtakarítás eredménye fedezi, ill. meghaladja a hőszivattyús beruházás költségtöbbletét. Ez azt jelenti, hogy a hőszivattyús üzem éves átlagos teljesítménytényezője a hazai árviszonyok mellett általában akkor tekinthető gazdaságosnak, ha a teljesítménytényező értéke nagyobb 3,5-nél ($\varepsilon > 3{,}5$), ami csak 50 °C-nál nem nagyobb hőmérséklet-különbség esetén teljesíthető.

A hőszivattyú gazdaságosságnak vizsgálatakor egyszerűbb a helyzet, ha a hőforrás hasznos hűtési igényt is kielégít.

Energiatakarékos fűtési megoldások

A fűtési energiaszükséglet csökkentésének egyik ilyen lehetősége a sugárzó fűtés. A jelenleg általánosan alkalmazott légfűtéshez viszonyítva a sugárzó fűtéssel elérhető energia-megtakarításnak három forrása van:

- az állatok tartózkodási helyén alacsonyabb istálló-hőmérsékleten is kialakítható a megfelelő hőérzet,
- az istállólevegő hőmérsékletének változása függőleges irányban kisebb mértékű,
- az istállólevegő alacsonyabb hőmérséklete miatt a szellőztetőlevegő elszállította hőmennyiség lényegesen kevesebb.

Sugárzó fűtés esetén az istálló belső tere és a külső tér között kisebb lehet a hőmérséklet-különbség, és ennek következtében mindhárom felsorolt tényező hőenergiát „takarít meg". A sugárzó fűtést helyi melegítésre (infralámpával), mint kiegészítő fűtést már régebben is alkalmazták, de önálló fűtésként csak az energiamegtakarítással összefüggésben vetődött fel. Az alkalmazást azonban némileg akadályozza, ill. a sugárzó fűtés energiamegtakarítási lehetőségeit csökkenti, hogy a sugárzással kapcsolatos hőérzeti követelmények az állattartásban még nem kimunkáltak.

Talán a legenergiatakarékosabb fűtési megoldás a konduktív fűtés. A konduktív fűtésnek az állattartásban kedvező hőérzeti alkalmazási lehetősége van. A konduktív fűtés az állattartásban a padozatfűtés.

Környezettechnika az állattartásban

Az állattartás környezetterhelése

Az állattartó épületekből kiáramló levegő különféle gázokkal (pl. ammónia, kén-hidrogén, metán, egyéb bűzös gázok), porokkal és mikroorganizmusokkal szennyezett [17]. Ezek a légszennyező anyagok más-más mértékben és módon károsítják az istálló közvetlen vagy tágabb környezetét, beleértve az ott élő lakosságot is. Az állattartási technológiák során keletkező szennyvíz (beleértve az istállókban keletkező hígtrágyát is), pedig az élővizekben és a talajban okoz környezetszennyezést. A hígtrágya okozta szennyezőhatással a könyv más fejezete foglalkozik, ebben a fejezetben az egyéb szennyvízterhelésekről szólunk.

Légszennyező gázok

A legjelentősebb légszennyező gázok:

- ammónia,
- kén-hidrogén,
- metán és az egyéb
- bűzös gázok.

Ammónia

Az alomban található mikroorganizmusok, miközben elbontják az ürülékben található fehérjéket, a karbamidot, hippursavat, stb. ammóniát termelnek. A termelt ammóniát a mikroorganizmusok akkor építik be a testükbe, ha az ürülékkel szennyezett alomban a szén és a nitrogén aránya megfelelő (nem szűkebb, mint 25:1), és az alom kémhatása *pH* = 7 alatti. Ellenkező esetben szabad ammónia keletkezik, amely a szellőztető levegővel elhagyja az istállót. Az ammóniát termelő mikroorganizmusok elsősorban aerob szervezetek, azaz az ammónia a szerves anyaggal szennyezett, nedves felületeken keletkezik a legnagyobb mennyiségben [70]. Az állattartó telepek ammónia emissziójáról a *46. táblázat* ad tájékoztatást.

Az ammónia növényzetre gyakorolt káros hatása egyre inkább az érdeklődés homlokterébe kerül. E gáz milyen szerepet játszik az erdőpusztulások során?

Az évente a levegőbe távozó ammóniából kb. 0,2% származik az ipari üzemekből, 9,5% a műtrágyákból és 88,5% az állattartó telepekről. Ezek az arányok jól magyarázzák azokat az erdőkárokat, amelyeket számos nagy baromfi- és sertéstelep közelében észleltek. Az *596. ábra* az egyes állatfajok részesedését mutatja az állattartás által összesen kibocsátott ammónia mennyiségéből (Asmann, 1992).

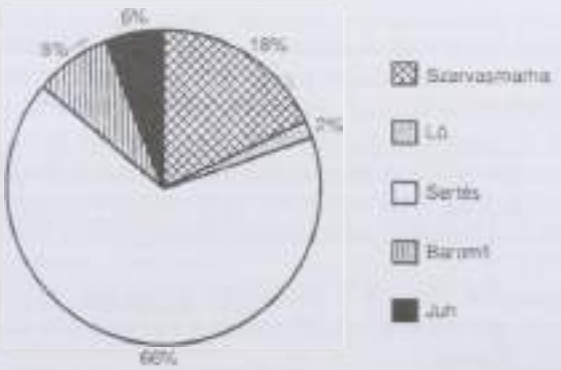
Kén-hidrogén

A szerves anyagokból (fehérjékből) a kén több formában is felszabadulhat, a reakció irányát az oldott oxigén koncentrációja szabályozza. Anaerob körülmények között kén-hidrogén (szulfidok) és merkaptánok, aerob viszonyok között pedig szulfátok keletkeznek. A kén-hidrogén képződésére is hat az alomban a

szén és a kén aránya, minél kisebb ez az arány, annál inkább lehet számítani kén-hidrogén (merkaptán) keletkezésére. A kén-hidrogén felszabadulására előnyös hatással van a pH 7 alatti, tehát a savanyú kémhatás. A gáz keletkezésére hatással van még a betelepítés sűrűsége és hossza, a szellőztetés mértéke és típusa, a száraz és nedves felületek aránya és az itatók műszaki állapota.

46. táblázat. Állattartó telepek ammónia emissziója [18]

Állat	Ammónia-emisszió (kg/év · állat férőhely)
Tejelő tehén	8,8
Üsző (2 éves korig)	3,9
Hízó borjú	1,5
Hízó marha	5,7
Koca alommal (8–25 kg)	8,1
Koca süldő (7 hónapos korig)	0,9–1,9
Koca süldő (7 hónapos korról)	4,2
Kan süldő (25 kg–7 hónapos korig)	2,2
Kan	5,5
Hízó sertés	1,1–2,2
Járce (18 hetes korig)	0,016–0,208
Tojó tyúk	0,03–0,308
Szülőpár	0,3
Broiler	0,11–0,16



59/. ábra. Az egyes állatfajok részesedése az állattartás során kibocsátott összes ammónia mennyiségéből

Metán

Szigorúan anaerob körülmények között az alomban – a metán-baktériumok hatására – metán képződhet. A metán-baktériumok anyagcseréje során a nagy szerves molekulákból a metánon kívül más, nyílt és zárt szénláncú, vízben oldható, erősen bűzös szerves vegyületek (pl. illó zsírsavak) keletkeznek. A metán termelődési folyamatára jelentős hatással van a hőmérséklet is, az intenzív metán-képződés 30–32 °C felett indul meg. A hígtrágyából képződő kén-hidrogén és metán mennyiségéről a *47. táblázat* ad képet.

47. táblázat. Sertésistállókban a hígtrágyából keletkező metán, ill. kén-hidrogén átlagos mennyisége [18]

A keletkező gáz	A keletkező mennyiség, l gáz/m³ hígtrágya					
	Fiaztató istálló		Süldőszállás		Hizlaló istálló	
	Nyáron 23 °C	Télen 13 °C	Nyáron 23 °C	Télen 13 °C	Nyáron 23 °C	Télen 13 °C
Metán	151	52	11	5	7	1,1
Kén-hidrogén	22	8	3	0,3	12	0,3

Bűzös gázok

Az állattartó telepeken keletkező trágyából kb. 150–200 féle felszabaduló bűzös anyagot különböztethető meg, ezek közül a leggyakoribbak a következők: szénhidrogének, alkoholok, észterek, karbonsavak, kéntartalmú vegyületek. A tömegüket tekintve kis mennyiségűek, de már igen kis koncentrációban is jelentős szaghatást okoznak az épületek környezetében.

A szellőztető levegő portartalma

Az istállóból kilépő levegőben a szennyező alakos elemek eloszlása sem a kémiai összetétel, sem a morfológia szempontjából nem egyenletes. A porhalmazban megtalálható a kolloid részecskéktől az ún. durva porokig mindenféle nagyságú részecske. A durva porok igen gyakran fertőzöttek különböző mikroorganizmusokkal. A por koncentrációja, méret szerinti eloszlása és kémiai összetétele függ a takarmánytól és a takarmányozás módszerétől, az alom anyagától, az állatfajtól, a betelepítés sűrűségétől, a szellőztetés mértékétől.

Az eddigi vizsgálatok alapján a porhalmaz átlagosan 30%-a szervetlen, 70%-a pedig szerves anyagból áll. A *48. táblázat* tájékoztatást ad az istállóból kilépő levegő portartalmáról.

10 000 férőhelyes sertéstelep istállóiból 1 óra alatt kb. 6 kg por távozik, ami éves szinten hozzávetőlegesen 50 tonna port jelent.

Az állattartásnál keletkező porok közül elsősorban a takarmányozás során keletkező por az, amelyet a levegőből el kell távolítani, mivel ezek mindig szerves eredetűek, s így a környezetet szerves anyaggal terhelik. A takarmánypor kiválasztására szolgálnak a különféle ciklonok.

48. táblázat. Az istállóból kilépő levegő portartalma [70]

Istálló típus	Porkoncentráció, mg/m³
Almozott tehénistálló	0,5–5
Almozott sertésistálló	3,5–25
Battériás sertésistálló	1–8
Almozott hízósertés-istálló	70–100
Pulyka (almozott)	3,5–21
Broiler (almozott)	4–20

Az istálló levegőjének mikroba tartalma

A tartott állatok, az alom és a takarmány a fő forrása a levegő mikroorganizmus szennyezettségének az istállóban. A mikroorganizmusok származhatnak a tartott állat köztakarójáról (pl. coccusok), a felső légutakból, a takarmányból vagy az alomból (pl. acrob spórások és gombák). A legjellemzőbb, az istálló levegőjében előforduló mikroorganizmusok a következőek: penészgombák (pl. Aspergillus, Penicillium), élesztőgombák (pl. Saccharomyces), szaprofita baktériumok (pl. aerob spórások, anaerob spórások), kórokozó baktériumok (pl. Diplococcusok), vírusok (pl. Aujeszky-féle betegség, vagy a Marek-féle betegség vírusai). A különböző állatfajok és tartási módok esetén az istállóból kilépő levegő átlagos aerob baktérium tartalmát mutatja be a *49. táblázat.*

49. táblázat. Az istállóból kilépő levegő aerob baktérium tartalma [18]

Állatfaj és tartási mód	A kilépő levegő aerob baktérium tartalma, CFU*/l
Szarvasmarhaistálló, almozott kötött tartás	100–200
Sertéstartás, fiaztató istálló	800–1500
Sertéstartás, hízó istálló	600–1000
Malacnevelő, battériás tartás	20–100
Baromfiistálló, ketreces	200–400
Baromfiistálló, almozott tartás	5000–10000

* CFU: telep formáló egység

Az állattartó épületekben keletkezett és onnan a környezetbe kerülő a trágyából felszabaduló büzös gázok jórészt szerves anyagok, pl: szénhidrogének, alkoholok, észterek, karbonsavak, kéntartalmú és egyéb vegyületek. A műszeres koncentrációméréssel párhuzamosan elvégzett érzékszervi vizsgálatok eredményeképp meghatározták az egyes szaganyagok szaglási küszöbértékét (szaglási határ), amely azt a szaganyag-koncentrációt jelenti, amelyet egy „átlagos orral rendelkező" ember már érzékelni tud.

A keletkezett szag mértékét nem lehet az egyes alkotók koncentrációjával jellemezni. A szaghatást kiváltó összetevők meghatározása során 150 féle szaghatást okozó vegyületet különítettek el [73]. Ezeknek, mint szaganyagoknak a bonyolult keveréke eredményezi az istállókból és ólakból kikerülő szagot, de nem ismert, hogy a keverékek összetevői hogyan hatnak egymásra. Az *50. táblázatban* néhány szaganyag, ezek szagának jellege és az általuk okozott szag szagküszöbértéke látható.

50. táblázat. Néhány szaganyag szagának jellege és szagküszöbértékük (Bonnscaren, Miner)

Vegyület	Szagküszöbérték, ppm	Szag jellege
Allil-merkaptán	0,005	Fokhagymaszerű
Ammónia	45	Szúrós
Benzil-merkaptán	0,003	Büzös
Krotil-merkaptán	0,002	Görényszag
Kén-hidrogén	0,1	Záptojás
Metil-szulfid	0,002	Rothadt zöldség
Piridin	5	Irritáló
Szkatol	3	Bélsár
Tiofenol	0,005	Hánymingert keltő

Ismert a szaganyagoknak az állattartó épületben tartott állatokra gyakorolt egészségkárosító és teljesítménycsökkentő hatása, továbbá a szagszennyezett istállóban dolgozó embereknél is teljesítménycsökkenést és egészségkárosodást figyeltek meg.

Ugyancsak ismert az állattartó épületből kilépő szagnak a közelben élő lakosságra gyakorolt olyan hatásaira is, mint:

- élelem- és folyadékfelvétel csökkenés,
- légzési zavarok,
- fejfájás, alvászavar, allergiás reakciók,
- rosszullét, hányás.

A szag kialakulását befolyásoló tényezők

A szag kialakulását, a keletkezett szaghatás nagyságát a következő tényezők befolyásolják:

- a tartott állat fajtája, faja;
- a tartási mód:
  almozott, almozatlan;
  kötött, kötetlen;
- a takarmányozás módja;
- a takarmány minősége;
- alom (trágya) minősége, nedvességtartalma:
  beszórt alom minősége;
  padozat kialakítása (lejtés, vizelet és csurgalékvíz elvezetése);
  itató-berendezések üzemeltetése;
  etető-berendezések üzemeltetése;
- trágyaeltávolítás gyakorisága.

A szaghatás mérése

Mivel a szaghatást keltő bűzös anyagok koncentrációja igen alacsony, és néha csak igen költséges eljárással határozható meg (kromatográfiás elemzés, lángionizációs mérőműszer alkalmazása), ezért a szagok mérésére az érzékszerven alapuló módszer bizonyult a legalkalmasabbnak. Valamely szag észlelésekor azonban az a nehézség, hogy a kiértékelő „műszer" az érzékelő személy orra (az orrban lévő „szagfelfogó készüléktől" a szagérzetet felfogó agyrészletig), amely ugyan lehetővé teszi a szubjektív értékelést, de nehezen alkalmazható objektív értékelő berendezésként. Ugyanakkor az is nehezíti az ilyen módon történő mérést, hogy az értékelő személynek a szagérzete folyamatos szagterhelés esetén már rövid időn belül (néhány perc) mind minőségi mind mennyiségi szempontból a pozitív értékelésből a negatívba csaphat át, azaz az értékelő személy orra „elfárad", hozzászokik a vizsgált szaghoz.

Az alkalmazott legegyszerűbb módszer a közvetlen szagészlelés. A vizsgálatot végző személyek kivonulnak az adott helyszínre és ott eldöntik, hogy az esetleges panaszoknak megfelelően éreznek-e valamilyen, az állattartó épületnek tulajdonítható szagot. A módszer előnye, hogy a szag észlelésének körülményei megközelítették azokat a feltételeket, amelyek mellett a szagok elleni panaszok kialakultak. E közvetlen szagészlelés azonban csak minőségi módszer. A mennyiségi értékeléshez egy szagintenzitási skálát alkalmaznak, amelyben a 0 érték a még nem észlelhető szagintenzitást, az 1, 2, 3 értékek a kimutatható, illetőleg a gyenge és a már érzékelhető szagintenzitást, a 4 az erős, végül az 5 már a túlságosan erős szagot jelzi.

Az ilyen módon elvégzett „szagmérésekkel" azonban több probléma van. Nehéz kiválogatni az „átlagos orral" rendelkező embereket. Kérdés a mérések reprodukálhatósága is, 2–3 mérési sorozat után a vizsgáló személyek orra foko-

zatosan hozzászokik a vizsgált szaghoz, a szaghatást egyre kisebb mértékűnek jelölték meg. A vizsgált környezet egyes jellemzőinek pszichológiai hatásai (pl. vizuális hatás, zaj) hátrányosan befolyásolták a mérés végrehajthatóságát.

A bűzmérés jelenleg elfogadott és alkalmazott módszerének kialakításakor az orvostudomány sietett a kutatók segítségére. A szaglás (olfactio) érzékenységének vizsgálatára, azaz orvosi célokra dolgozták ki az olfaktometria módszerét, és a mérés végrehajtására alkalmas berendezést. Ezt az eljárást vették át a szaghatás mérésével foglalkozó szakemberek az objektív mérések elvégzéséhez.

A berendezés gyakorlatilag nem más, mint egy precíziós gázkeverő készülék, amelynek az „érzékelője" továbbra is az emberi orr. A vizsgálandó bűzös levegőt semleges referenciagázzal (ez lehet tiszta, szagmentes levegő, vagy oxigéngáz) higítják egyre csökkenő mértékben mindaddig, amíg a mérő személy a detektálásra kiképzett orrmaszkban megérzi a szag megjelenését. A csökkenő mértékben történő higítás kiküszöböli az orr „elfáradásának" lehetőségét. A készülékkel meg lehet határozni a különböző szagok szagküszöbértékét, azaz az okozott szaghatás nagyságát. A mérési eljárásnak két típusa ismeretes, a statikus és a dinamikus olfaktometria.

A statikus olfaktometriában a vizsgálandó gázmintát a mérés előtt, adott mértékben higítják és ezt a mintát vizsgáltatják a mérő személyekkel.

A dinamikus olfaktometriában valamely állandó mennyiséggel áramló referenciagázhoz növekvő mértékben keverik az ugyancsak áramló bűzös gázt mindaddig, amíg a mérő személy (az „orr") megérzi a szag megjelenését. A készülék tulajdonképpen gázsugárszivattyúként működik, az áramló referenciagáz szivattyúzza a mérési helyről a bűzös levegőt. Amikor az „orr" jelzése alapján a szag az orrmaszkban megjelenik, megállapítják az áramlási paramétereket, és ezekből meghatározzák a szagintenzitásra jellemző szagszámot, amelyet Z-vel jelölnek [15]:

$$Z = \frac{V_m + V_h}{V_m}, \quad \text{SZE},$$

ahol: V_m a mintagáz, a bűzös levegő térfogatárama,
V_h a higítógáz (referenciagáz) térfogatárama.

A Z értéket egységnyi térfogatban lévő szaganyagra vonatkoztatva kapjuk meg a szagkoncentrációt (szagegység/m^3, SZE/m^3). Az 1 SZE az a szaganyag mennyiség, amely 1 m^3 neutrális levegőben még éppen/vagy már szagérzetet vált ki. A kapott mérőszám oly módon fejezi ki a bűzös levegő szaghatásának nagyságát, hogy megadja azt a higítási arányt, amely mellett a szennyezett levegő szagát még éppen meg lehet érezni.

A jelenleg alkalmazott legkorszerűbb olfaktométerek esetén az „orrnak" nem csak a higított mintagázt, hanem a semleges referenciagázt is felkínálják szaglásra, a felkínált minták közül kell kiválasztania a szag megjelenésekor a szagszennyezett mintát. A berendezést számítógép vezérli, az észlelhető vezérlő- és kapcsolófolyamatok teljes kiküszöbölése mellett folyik a vizsgálat. A vizsgáló

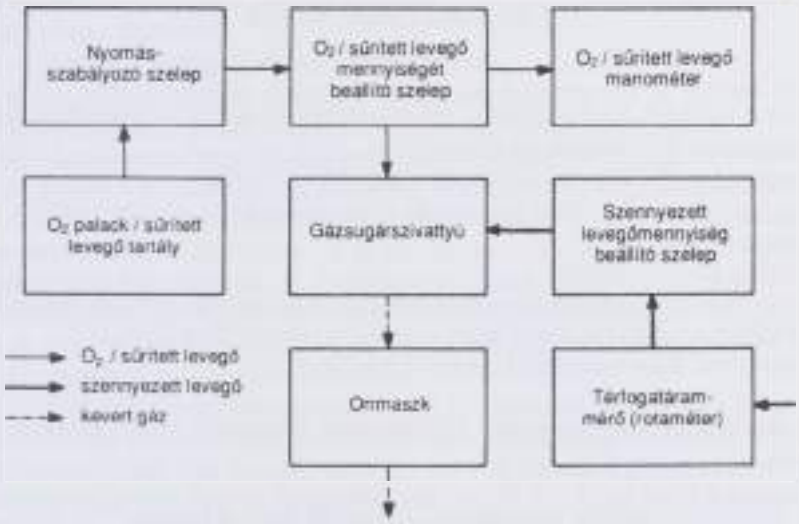
személy döntéseit kontrol koncentrációk szagoltatásával, utalás nélküli megismételt vizsgálatokkal ellenőrzik.

Amennyiben ismert a bűzforrás által kibocsátott szennyezett levegő Q térfogatárama, úgy a forrás E szagemissziója is meghatározható [16]:

$$E = ZQ, \quad \frac{\text{SZE}}{\text{h}}.$$

A dinamikus olfaktométer sematikus képe az *597. ábrán* látható, a *51. táblázat* néhány bűzös termelési technológia, ill. egyes állattartási technológia szaghatásának nagyságát mutatja [18; 82].

A dinamikus olfaktometria mérési körülményeit a szubjektivitásból eredő hibák kiküszöbölésére nagymértékben szabványosították. Az elkészült szabványok ellenőrzésére az olfaktométerrel rendelkező európai laboratóriumok összehasonlító vizsgálatokat végeztek, és végeznek mind a mai napig.



597. ábra. A dinamikus olfaktométer

51. táblázat. Bűzös technológiák szaghatása

Technológia	Szaghatás nagysága, SZE/m³
Állati takarmányfehérje-előállítás	200–600
Bélfeldolgozás	150–400
Almozott szarvasmarhatartás	10–70
Sertéstartás rácspadozaton	40–100
Mélyalmos baromfitartás	10–90

Fontos kérdés még a mérést végző személyek kiválasztása és száma (a „panel" nagysága). A panel tagjainak átlagos szaglóképességűnek kell lenniük. Ezt, valamint az aktuális szaglóképességüket (amelyet befolyásolhat pl. légúti megbetegedés, idegállapot, erős fűszerek fogyasztása, dohányzás stb.) közvetlenül a mérés előtt szabványban rögzített módon ellenőrizni kell. Az ellenőrzés lényege az, hogy az „orroknak" jellemző szagú, illatú anyagokat kell felismemiük, meghatározniuk.

A panel nagyságára az elfogadott méret 8 fő, a szubjektivitásból eredő hibák kiküszöbölhetősége miatt.

Állattartó épületek szaghatásnak mérésével kapcsolatban a fejlesztés további iránya annak vizsgálata lehet, hogy a szaganyagok között létezik-e ún. „jelzőgáz", amelynek koncentrációja és az állattartó épület által okozott szaghatás nagysága között szoros összefüggés fedezhető fel.

A szaghatás csökkentésének lehetőségei

Állattartó épületek által okozott szaghatás csökkentésével kapcsolatban felmerült megoldási lehetőségek a következők:

- adszorpció különböző anyagokon (pl. aktív szénen);
- mosóeljárás különböző lúgos vagy savas oldatokkal, esetleg vízzel;
- ózonizálás;
- fedés, közömbösítés;
- szagemisszió szétszórása a légkilépőnyílás magasságának emelésével;
- biológiai véggáztisztítási lehetőségek (biomosók, bioszűrők);
- alomhoz, takarmányhoz keverhető adalékok.

Ezek közül néhány megoldás legfontosabb jellemzőit az *52. táblázat* mutatja be.

52. táblázat. Lehetséges szagcsökkentési eljárások költségei, alkalmazhatóságuk, hatásfokuk (Bardtke, Fischer)

Szagcsökkentési eljárás	Beruházási költség, DM/10^6 m^3/h	Üzemeltetési költség, DM/1000 m^3 levegő	Alsó alkalmazhatósági határ, ppm	Hatásfok, %
Adszorpció szénen	90 000	0,75	200	50
Mosóeljárás	95 000	0,9	250	90
Ózonizálás	90 000	0,5	100	95
Biomosók	85 000	0,4	10	95
Bioszűrők	70 000	0,4	10	95

A táblázatban közölt adatok és az üzemi tapasztalatok is alátámasztják, hogy állattartó épületek szaghatásának csökkentésére a jelenleg legalkalmasabb megoldás a biológiai gáztisztítás.

A biológiai gáztisztítás elvi alapjai

Az eljárás alkalmazhatóságának alapvető feltétele, hogy az eltávolítandó légszennyező anyagok biológiailag lebonthatók és vízoldékonyak legyenek. A módszer lényege, hogy a szűrőberendezésben megtelepülő mikroorganizmusok – baktériumok és gombák – a tisztítandó véggázban lévő szerves anyagokat szénforrásként hasznosítják. Az anabolizmus (asszimiláció, beépülés) révén új szervezetek növekednek, azaz a mikroorganizmusok a berendezésben elszaporodnak; a katabolizmussal (a lebontási folyamatokkal) a szerves anyagok általában szén-dioxiddá és vízzé bomlanak le, de a lebontási termékek között egyszerűbb szerkezeti felépítésű szerves anyagok is megtalálhatók. A tisztítási folyamat két részre osztható:

- a szennyező anyagok abszorpciója a vízben,
- a víz mikrobiológiai tisztítása (a mikroorganizmusok a vízben elnyelt szennyező anyagokat oxigén felhasználása közben átalakítják).

A két részfolyamat végbemehet ugyanazon a helyen és ugyanazon a készülékben, ill. lejátszódhat két különálló, esetleg más helyeken lévő készülékekben is.

A szerves légyszennyező anyagok mikrobiológiai oxidációjához megfelelő baktériumpopuláció szükséges. A gyakorlatban elkülönített baktériumtörzsek általában nem használhatók. A gyakorlati eljárások során a populáció a tisztítandó levegőben mindig jelenlevő baktériumtörzsekből alakul ki. Ezek a baktériumok a szűrőberendezésben vizes fázisban kedvező körülmények közé kerülnek, és rendkívül gyorsan elszaporodnak.

A baktériumok életműködésének fenntartásához a vizes közegen kívül még számos kémiai elem jelenléte is szükséges, pl. szén, nitrogén, foszfor, kén, kálcium, magnézium, vas és más nyomelemek. A három legfontosabb elem: a szén, a nitrogén és a foszfor szükséges aránya 100:5:1. Ezen kívül a vízben legalább 0,5–1 mg/l oldott oxigén jelenléte szükséges, ill. a pH-értéknek 6,8 körül kell lennie. Egyes eddig elvégzett vizsgálatok szerint a lebontási folyamat szempontjából jobb lenne, ha a pH-érték a lebontás alatt változna: kezdetben az enyhén savas kémhatás kedvezőbb a kéntartalmú anyagok lebontásához, majd egy semleges kémhatású zóna az egyéb szennyező anyagok eltávolításához.

A tisztítási eljárással kapcsolatban felmerül a mikrobiális szennyezés lehetőségének kérdése, ugyanis patogén mikroorganizmusok is megtelepedhetnek a szűrőrétegben, ahonnan az átáramló gázzal a légkörbe kerülhetnek. A vizsgálatok szerint azonban a biológiai véggáztisztító berendezések nem tekinthetők mikroorganizmus forrásnak, mivel a mikroorganizmus kibocsátásuk csak kismértékű.

A biológiai véggáztisztítás előnye más eljárásokkal szemben az, hogy a mikrobiológiai reakciók környezeti hőmérsékleten és nyomáson játszódnak le, ellentétben a hagyományos kémiai reakciókkal, amelyeknél azonos eredmény el-

érésehez magasabb hőmérséklet és nagyobb nyomás szükséges. Ezért a biológiai módszer energiatakarékos eljárásnak is tekinthető. Ennél a megállapításnál azonban abból kell kiindulni, hogy a biológiai folyamatokhoz szükséges oxigén a vízben oldott állapotban jelen van, és nem kell azt oda energiafelhasználással bevinni. Az oxigénbevitel a biológiai véggáztisztítás fejlesztésének egyik különösen fontos témája.

A tisztítási módszernek két fajtája terjedt el, a bioszűrés és a biomosás. A bioszűrőknél a szilárd hordozó- és szűrőrétegben megtelepedő baktériumok és gombák végzik a lebontást, a biomosókban az elnyeletés és a lebontás általában elkülönül egymástól. A mosófolyadékban elnyelődő szennyező anyagokat a tisztítóberendezésben vagy szuszpendált eleveniszapon megtelepedő mikroorganizmusok vagy csepegtetőtestek inert, szilárd hordozóján működő mikrobák bontják le.

Biomosók alkalmazási lehetőségei

Biomosók esetén a lebontási folyamat első lépcsőjében a szennyező gázok abszorbeálódnak a mosófolyadékban, ezzel együtt a mosófolyadékban oxigén is elnyelődik. Ezután a folyamat második lépcsőjeként a szaganyagokat és a lebontásukhoz szükséges oxigént tartalmazó víz a regeneráló fokozatba kerül, ahol a mikroorganizmusok a szaganyagokat elbontják. Az így megtisztított víz az abszorpciós folyamatba visszavezethető.

A mosóvíz tisztítási folyamata az egész eljárás legköltségesebb része mind a beruházási, mind az üzemeltetési költségek tekintetében, ezért az eljárás ezen részének egyszerűsítésére széles körű kutatásokat folytatnak. A mezőgazdasági alkalmazás, az állattartó épületekből kikerülő szagszennyezett levegő tisztítása során a csepegtetőtestes biológiai mosókat alkalmaznak egyre több helyen.

A csepegtetőtestes biológiai mosóban az istállóból a csepegtetőtesteket tartalmazó ágyon keresztül kiáramló szagszennyezett levegőbe porlasztják be a mosófolyadékot. Ez a permet a csepegtetőtestekre hullik vissza, amelyek felületén kialakuló folyadékfilmben telepednek meg a mikroorganizmusok. A csepegtetőtestekről a megtisztított, „regenerált" folyadék egy tároló tartályba hullik vissza, ahonnan ülepítés után ismét a szórófejekhez jut. A csepegtetőtesteket természetesen úgy alakítják ki, hogy rajtuk kicsi legyen a nyomásesés és ne álljon fenn az eldugulás veszélye. Üzemeltetési szempontból problémát jelent a mosóvíz minőségének ellenőrzése [148].

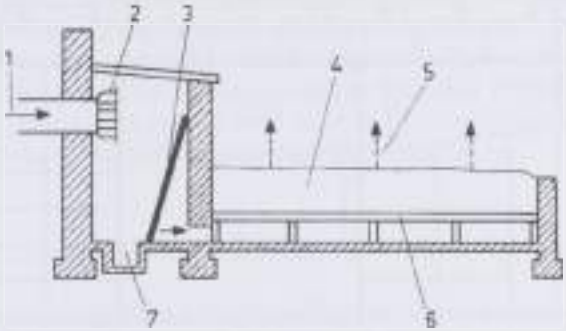
A bioszűrők alkalmazásának feltételei

- a szennyező anyagok biológiailag bonthatók és vízoldékonyak legyenek,
- a kezelt levegő hőmérséklete 5–60 °C között legyen,
- biztosítani kell, hogy a levegő relatív páratartalma 95%-nál nagyobb legyen,
- a kezelt levegő nem tartalmazhat nagy mennyiségű port és zsírt,
- a kezelt levegő nem tartalmazhat toxikus anyagokat és fertőző mikrobákat.

A bioszűrők legfontosabb része a szűrőanyag, hiszen ebben megy végbe a teljes lebontási folyamat: az adszorpció, az abszorpció és a mikrobiális lebontás. A szűrő legfontosabb jellemző tulajdonságai a következők:

- fizikai tulajdonságok: pórusszerkezet, szemcsenagyság, vízmegkötő képesség, ad- és abszorpciós tulajdonságok, légellenállás, aktív felület nagysága;
- kémiai tulajdonságok: *pH*-érték, pufferkapacitás, tápanyag-ellátottság;
- mikrobiológiai tulajdonságok: lehetőleg széles fajspektrum, megfelelően adaptálódott mikroorganizmusok, magas lebontási teljesítmény.

A szűrőágy anyaga lehet komposzt, csarabbal kevert tőzeg, faforgács, tőzeggel kevert kókuszdiórost, hazánkban a szőlőkocsányt (törkölyt) alkalmazzák sikeresen. Egy felületi bioszűrő berendezés vázlatát a *598. ábra* mutatja be.



598. ábra. Jelenleg leggyakrabban alkalmazott felületi bioszűrő sematikus vázlata (*1* nyersgáz, *2* levegőztető, *3* szűrőbetét, *4* szűrőanyag, *5* tiszta gáz, *6* lécrostély, *7* szívóakna)

A bioszűrő kialakítás szerint többféle formájú és elrendezésű lehet. Léteznek a felületi szűrőn kívül magas szűrők, konténerszűrők, sejtes szűrők és toronyszűrők is [96].

A bioszűrők jellemző felhasználási területei a következők lehetnek [147]:

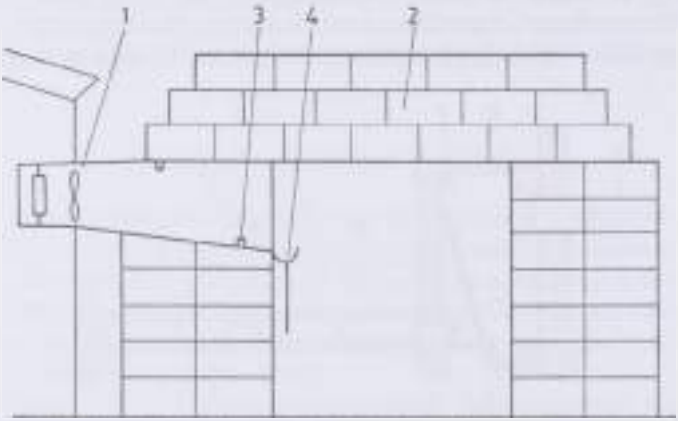
- szennyvíztisztító,
- hús- és halfüstölő, halfeldolgozó,
- állati melléktermék feldolgozó,
- dohányfeldolgozó,
- állattenyésztő üzem,
- szemétfeldolgozó,
- biokémiai ipar.

Megfelelően szelektált baktériumtörzsekkel az ismertetett felhasználási lehetőségeken kívül más jellegű levegőszennyező anyagok kiszűrésére és lebontására is alkalmas, pl. szerves oldószerek. Lakk- és festékgyártás esetén az oldószeremissziót 90%-kal, a szagemissziót 90% feletti hatásfokkal sikerült csökkenteni [19].

Állattartó épületek szaghatásának csökkentésére az alkalmazhatósági határt (a szennyező gázok koncentrációja 10 ppm felett) és a hatásfokot (80–95%) figye-

lembevéve a fekvőágyas, pl. tőzeg töltetű felületi bioszűrő megfelelő megoldás lenne. Komoly probléma azonban, hogy egy tőzegágyas felületi bioszűrő a költségek minimalizálása után is kb. 6–8%-kal növeli pl. a sertéstartás költségeit [111].

A költségekkel kapcsolatos problémára jelenthet megoldást a szalmabálás bioszűrő [95]. A berendezés kialakításához szalmabálákat használnak fel, amelyekből a talajra önhordó szűrő építhető [77]. Ezáltal nincsen szükség a költséges alapozásra és a tartószerkezetre, amelyen a szűrőágyat ki lehet alakítani. Ezt a szűrőberendezés mutatja be a *599. ábra* [18].



599. ábra. Szalmabálás bioszűrő sematikus vázlata
(*1* légkilépőnyílás, *2* szalmabálás bioszűrő, *3* szórófej, *4* cseppfogó)

Az üzemelő szűrőnél a légkilépőnyíláshoz felszerelt légcsatornában elhelyezett szórófejek biztosítják a megfelelő légnedvességet, a felesleges, a tisztítandó levegő által fel nem vett víz pedig a cseppfogó csatornában gyűjthető össze és vezethető el. A szalmabálás bioszűrő szerkezeti stabilitása és terhelhetősége a kettős fal kialakításával jelentősen növelhető.

A szalmabálás bioszűrővel a kísérletek során elért szagcsökkentés hatásfoka szemben a tőzegágyas bioszűrővel mindössze 50–60% volt, de a kibocsátott szag jellege jelentősen megváltozott, csökkentek az állattartás szaghatásával kapcsolatos problémák. A szűrővel elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a berendezés csupán 2%-kal növeli a sertéshús előállítási költségeit. A szalmabálák élettartama kb. 2 év, ezután a szalma a megnövekedett nitrogén- és foszfortartalom miatt szerves trágyaként használható fel.

A bioszűrőknél, így a szalmabálás bioszűrőnél is a legjelentősebb, az üzemeltetés során felmerülő probléma a szűrőágy nedvességtartalmának megfelelő szinten tartása. Ez a nedvességtartalom legalább 25% (m/m) kell hogy legyen, az ideális érték a szűrő anyagától függően 50–75% (m/m). A szalmabálás bioszűrő esetén a szűrőágy megfelelő nedvességtartalma fenntartható, ha a szennyezett levegő relatív nedvességtartalmát 90% felett tartják, ez a megfelelő szórófej kiválasztásával biztosítható.

A takarmányhoz, az alomhoz keverhető adalékanyagok

A szag keletkezésének és a szaghatás nagyságának csökkentése szempontjából megoldást jelenthetnek az etetett takarmányhoz vagy a felhasznált alomhoz keverhető, vagy az almos trágya felszínére szórható adalékok, amelyek csökkentik a felszabaduló szaganyagok mennyiségét (pl. zeolit, bentonit, felületaktív ásványok, fenamin, különféle yukka-kivonatok, mikrobiológiai adalékanyagok, stb.). Ezek hatásmechanizmusai a következők:

- a takarmányhoz keverhető anyagok az emésztés minőségét befolyásolják, az ürülékbe jutva ott ionecsere folyamatokat támogatnak, ill. nagy fajlagos felületük révén megkötik az ürülékből felszabaduló szaganyagokat;
- az alom felszínére szórható felületaktív ásványok megkötik a keletkező szaganyagokat, csökkentik az alom nedvességtartalmát, az ionecsere folyamatokat befolyásolják, ezzel előnyös hatást gyakorolnak az alom pH-értékére; az alomhoz keverhető mikrobiológiai adalékanyagok hatására az istállóban lévő trágyában részleges komposztálódási folyamat játszódik le, amelynek során a trágyában lévő szerves (esetleg büzös) vegyületek kisebb szerves, ill. szervetlen vegyületekre bomlanak le.

A szag keletkezésének megakadályozása

Az eddig felsorolt megoldások majd mindegyike a már felszabadult szaganyagok valamilyen utólagos kezelésével igyekszik csökkenteni az okozott szaghatás nagyságát. A szag által felvetett probléma igazi megoldása az lenne, ha az alkalmazott tartástechnológiákat megvizsgálva feltárnánk az egyes technológiák „gyenge pontjait", amelyek a túlzottan nagy mennyiségű szag keletkezéséért okolhatók. Az alkalmazott tartástechnológia ilyen jellegű vizsgálata esetén az összes, a keletkezett szaganyagok mennyiségére hatást gyakoroló technológiai jellemző részletes elemzésére van szükség. Ezen vizsgálatok eredményeképp kialakíthatóak lehetnek olyan, a korábbiaktól csak kismértékben eltérő, újszerű tartási megoldások, amelyek alkalmazásával a szaghatás által okozott probléma jelentősége lényegesen csökkenthető lehetne.

Az állattartás során keletkező szennyvíz kezelése
(Mityók A.)

Az állattartásnál a bélsár és a vizelet mellett a technológia során nagy mennyiségű szennyvíz keletkezik. A bélsár és a vizelet kezelésével és elhelyezésével a könyv más fejezete foglalkozik.

A technológiai műveletek közben keletkező egyéb szennyvizek:

- a gépek mosása közben keletkező sáros-, olajos,
- a padozat tisztításakor keletkező,

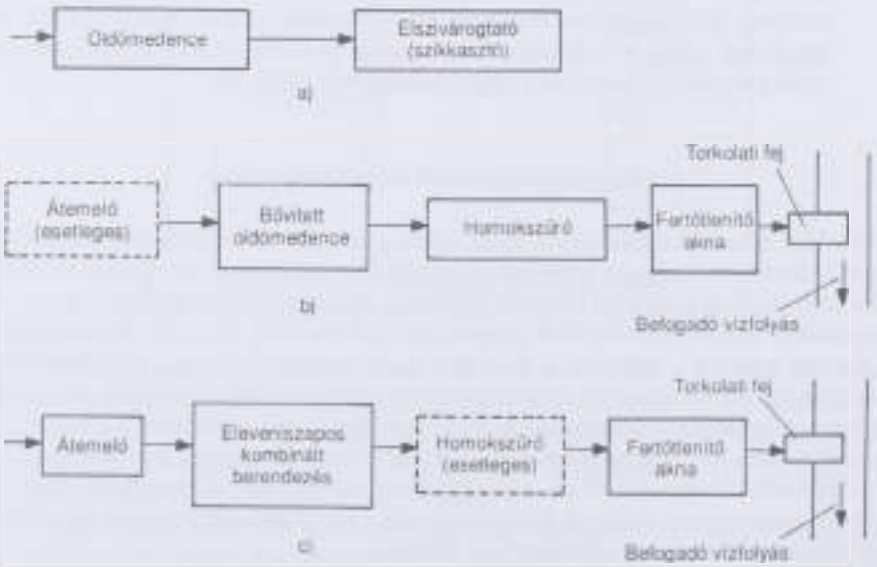
– a fertőtlenítő oldatokat tartalmazó,
– a szociális helyiségek fekáliát is tartalmazó szennyvizek, valamint a
– csapadékvíz.

Ezen szennyvizek egy része patogén csírákat is, más része szilárd szennyezőket, ill. olajszármazékokat tartalmaz.

A fekáliát tartalmazó szennyvíz és a csapadékvíz nem keverhető sem a (híg)trágyához, sem a technológiai szennyvízhez.

A szennyvizek kezelése

A szennyvizek kezelésének, tisztításának módjai: mechanikai, biológiai és vegyi. Ezek elvi megoldásait a *600. ábra* blokksémáján keresztül mutatjuk be [103].

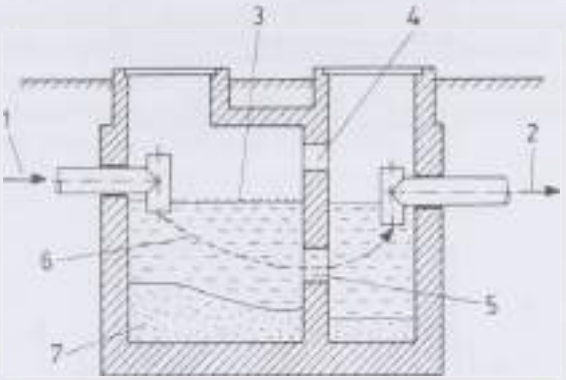


600. ábra. Szennyvíztisztító berendezések elvi elrendezése
a) egyszerű oldómedence, *b)* bővített oldómedence, homokszűrővel, *c)* eleveniszapos berendezés

Az ábrán feltüntetett vázlatok az egyszerű oldómedencétől az eleveniszapos megoldásig mutatnak be megoldási lehetőséget.

– Az **a** változaton az egyszerű oldómedencébe érkező szennyvízben lévő darabos és finomabb szilárd fázist különválasztják – részben uszadék formájában – ugyanakkor az oldómedencében anaerob folyamatok révén a szennyvíz szerves anyag tartalma biológiailag lebomlik, kb. 50...60% körüli hatásfokkal, ezután a szennyvízszikkasztó rendszerrel a talajba juttatható. A *601. ábrán* egy egyszerű, kétkamrás oldómedence megoldása látható [103].

- A **b** változat bővített oldómedencés megoldást mutat, az oldómedencét homokszűrő követi, szükség szerint fertőtlenítővel. E megoldás lehetővé teszi a hatékonyabb mechanikai és a biológiai tisztítást.
- A **c** változat eleveniszapos megoldást mutat be, homokszűrővel és fertőtlenítő berendezés alkalmazásával.



601. ábra. Egyszerű, kétkamrás oldómedence
(*1* szennyvíz bevezetés, *2* szennyvíz elfolyás, *3* uszadék, *4* átszellőző nyílás, *5* átömlőnyílás, *6* víz útja, *7* üledék)

A szennyvíztisztító telepek terhelésének csökkentésére zsír- és olajfogót, ill. homokfogókat építünk, ezeket a megoldásokat a mechanikai kezelés közé soroljuk.

A homokfogó keresztmetszete:

$$A = \frac{V}{c_{max}},$$

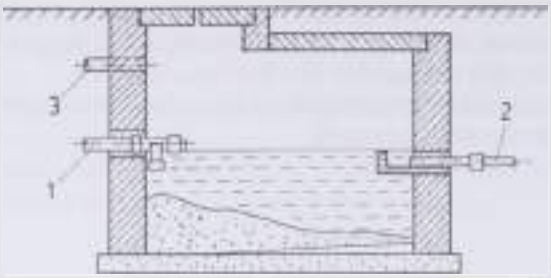
ahol: V, m³/s az átáramló szennyvíz mennyisége,
c_{max}, m/s a szennyvíz sebessége.

A sebességet 0,3 m/s értékre kell választani. A homokfogóban a szennyvíz tartózkodási idejét 0,3–1,2 min értéken szokás tartani azért, hogy a homokfogó a rothadó nyers iszapot ne tartsa vissza. Ezek ismeretében meghatározható a homokfogó hossza:

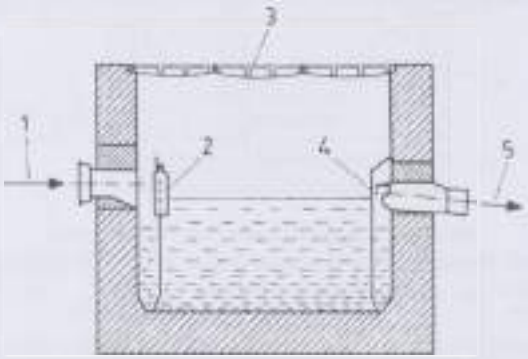
$$l = c_{max}\, t\, 60,$$

ahol: t, min a szennyvíz tartózkodási ideje a homokfogóban.

A fentiekből következően a hossz $l = 18\, t$, ami a gyakorlatban a szokásos tartózkodási időt figyelembe véve 6–20 m-t jelent.



602. ábra. Homokfogó
(*1* beömlés, *2* elfolyás, *3* szellőzőcső)



603. ábra. Iszapfogó
(*1* bevezetés, *2* ütközőlap, *3* fedőlap, *4* nács, *5* elvezetés)

A *602. ábrán* homokfokfogó, a *603. ábrán* iszapfogó megoldásokat mutatunk be [103].

Különösen a tejtermelő telepeken keletkezik olyan zsírtartalmú szennyvíz, amelyet kezelni szükséges, a szennyvízben lévő tejzsír (amely a fejőberendezés, ill. a hűtőberendezés tisztításakor keletkezik) közvetlenül sem élővízbe, sem talajba nem juttatható. Az ilyen jellegű szennyvizek elsődleges kezelésére ajánlható a levegőbefúvásos zsírfogó *(604. ábra)*.

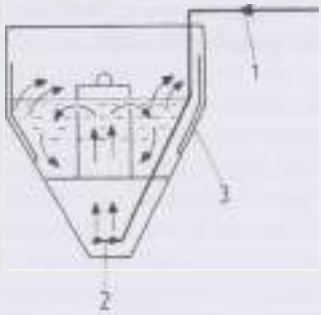
Az egészen kis szerves vagy szervetlen részecskék visszatartására szolgálnak a kavicsszűrők. Ezekben biológiai folyamat nem játszódik le, hanem a lebegő részecskék egymáshoz verődve összetapadnak, egyre nagyobb tömegűek lesznek és a kavics felületére tapadnak, ahol nyálkás bevonatot képeznek.

A biológiai kezelés során a szennyvízben lévő szerves anyagok többé-kevésbé elrothadnak, attól függően, hogy mennyi ideig tartózkodik a befogadóban a szennyvíz. A biológiai tisztításra szolgálnak az ülepítők (egyszerű, vagy bővített oldómedencék, ill. frissvizes ülepítők), a csepegtetők, az oxidációs árkok stb.

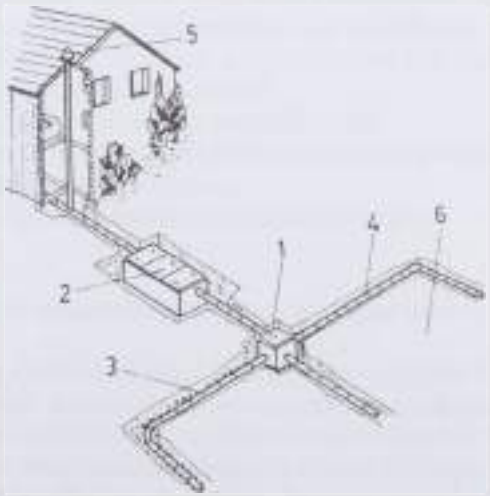
A vegyi tisztításról akkor beszélünk ha a szennyvíz valamely alkotóját vegyi anyag hozzáadásával tesszük ártalmatlanná. Ha kórokozókat semmisítünk meg,

akkor fertőtlenítést, ha ártalmas vegyszereket alakítunk át, akkor semlegesítést, ha pedig az ülepítést vegyszerek adagolásával siettetjük, derítést végzünk.

A kezelt szennyvizek befogadója lehet: közcsatorna, élővíz és a talaj [53]. Azt, hogy melyik megoldást választjuk, a szennyvíz BOI/KOI értéke, a szennyező komponensek határértékei határozzák meg, amelyre vonatkozólag a mindenkori rendeletek (jelenleg a 3/1984., a 4/1984. OVH sz., ill. a 33/1993. és a 34/1993. sz. KTM) az irányadóak. A talajba juttatásnál a szikkasztás alagcsőhálózattal is megoldható. A különböző szűrőárkok és szivárogtató aknák bizonyos mértékű szennyvíztisztítást is lehetővé tesznek. A talajban való szennyvízelhelyezés jellegzetes megoldásai a különböző szennyvízöntözési technológiák, amelyek elviekben a hígtrágyaöntözési technológiával megegyeznek. A szennyvíz altalajba való juttatását mutatja be a *605. ábra.*



604. ábra. Levegőbefúvásos zsírfogó
(*1* sűrített levegő, *2* sűrített levegővezeték, *3* saválló burkolat)



605. ábra. Szennyvíz altalajba való juttatása (Gerencsér et al.)
(*1* elosztóakna, *2* oldómedence, *3* kavics, *4* dréncső, *5* szellőztető, *6* öntözött terület)

A szennyvíz élővízbe juttatásánál meg kell határozni a BOI és a KOI értékét, a szerves oldószer-extrakt (SZOE) és az ülepedő-, ill. lebegőanyagtartalmat, emellett ismerni kell az élővíz öntisztuló képességét is.

A BOI érték a vizek, szennyvizek biológiailag lebontható szervesanyag-tartalmát jellemző mérőszám, amely az aerob mikroorganizmusok által felhasznált oxigén mennyiségét fejezi ki mg/l mértékegységben. A szerves anyag kb. 70%-a már az első öt nap alatt kirothad, ezért általában a gyakorlatban a BOI_5 értéket használjuk. A 20 napos érték az öt naposnak mintegy 125%-a.

A KOI érték a vízben, szennyvízben lévő szerves anyag oxidációjához szükséges oxigénmennyiséget kifejező jellemző mérőszám, amely meghatározásához oxidálószereket (kálium-dikromát, káliumpermanganát) használnak.

A SZOE a vízből, szennyvízből szerves oldószerrel (szén-tetraklorid) kivonható zsír és olaj jellegű anyagok mennyiségét jelenti.

Az ülepedő-, ill. lebegőanyagtartalom a vízben, szennyvízben lévő nem oldott, ülepedő, ill. lebegő anyagok mennyisége.

Állattartás építészete

Az állattartás építészetének sajátosságai

Az építészet: az ember által teremtett három dimenziós környezet, a természeti környezettől el-, ill. lehatárolt mesterséges tér, amit tudatos alkotótevékenység hoz létre. Az építészeti kialakítás minősége függ a mindenkori társadalom szellemi és gazdasági állapotától és lehetőségeitől, az építő ember társadalomban elfoglalt helyzetétől, tudati képességeitől, gazdasági állapotától.

A távol- és közelmúlt építészeti emlékei híven tükrözik az akkori társadalmak berendezkedését, életkörülményeit, az építő vagy építtető ember személyiségét, élettapasztalatát. A népi építészet emlékei tudósítanak a helyről, a mikrokörnyezetről: a klímáról, a talajviszonyokról, a növényzetről, a rejtett természeti adottságokról. A népi építészetben sűrűsödnek a gazdálkodó elődök élet- és építési tapasztalatai, hiszen a múltban nem csak a bölcs gazdálkodói tapasztalat, hanem az építés gyakorlata is apáról fiúra szállt. Az építészeti emlékek rejtett üzenetet hordoznak, tudást sűrítenek, megismerésükkel könnyebb a jövő tervezése.

Az állattartás építészetének a lényege, hogy az állat számára olyan optimális mesterséges környezetet hozzunk létre, ahol a tenyésztési, termelési feltételek gazdaságos beruházással és üzemeltetéssel megvalósíthatók.

Az állattartó épületek tervezésénél a következőket kell figyelembe vennünk:
- az állat környezeti, etológiai igényeit,
- az állattartás agrár és gépészeti technológiáját,
- az állattartással foglalkozó emberek környezeti-ergonómiai igényeit,
- a természeti környezet védelmét,
- a gazdaságos építés és üzemeltetés szükségességét.

Az állattartás környezeti, etológiai igényei

Ahány állat, annyi környezeti igény, más az igénye a fiatal állatnak, a tenyészállatnak stb. Etológiai kutatások eredményeinek tanulmányozása alapján biztosítható az állatok viselkedésének legjobban megfelelő épített környezet.

Általánosságban megállapítható, hogy az állatok többsége pára-, por- és huzatmentes száraz pihenőhelyet igényelnek. Fontos a levegő tisztasága, az istálló levegőjének minősége meghatározó környezeti feltétel. Az épület szellőzési rendszerének jó kialakítása alapvető tervezési szempont.

A levegő hőmérséklete inkább a fiatal állatoknál meghatározó környezeti feltétel. Fontos tudatosítani, hogy az istállólevegő hőmérséklete és az állat hőérzete között lényeges különbség lehet. A pihenő állat hőérzetét lényegesen befolyásolja a pihenőhely milyensége, építészeti kialakítása. A pihenőhely lehet: tömör és rácspadlós. A tömör padló: almozott és alom nélküli.

Almozott padlónál, amennyiben megfelelő mennyiségű és minőségű (száraz) alom biztosított úgy az állat kevésbé kiszolgáltatott és szélsőségesebb hőingadozásokat is elvisel, természetesen nem elhanyagolva a huzatmentességet, és az elfogadható páratelítettséget.

Az alom nélküli vagy minimálisan almozott pihenőhelyen meghatározó az állat hőérzete szempontjából a pihenőhely padozatának anyaga, hővezetési tulajdonsága. A jó alommentes istállópadló kialakítása nehéz feladat, hiszen sokrétű fizikai, kémiai igényt kell kielégítenie. Kopásállónak és jó hőszigetelő képességűnek kell lennie egyben az ilyen padlónak, ami nehezen teljesíthető feltétel. Az 1960-as, 70-es években folytatott istállópadló kutatások sem voltak képesek a hagyományos keményfa, akácfa padlóknál jobb almozatlan szilárd padozatot létrehozni.

Az alom nélküli, de különösen a rácspadlós vagy battériás pihenőhelyeken az állat fokozottan ki van szolgáltatva a környezeti hatásoknak, ami igényes épületgépészeti ellátást és drágább épületszerkezeti megoldásokat kíván.

Az állattartás agrár és gépészeti technológiája

Az állattartás agrár technológiája és gépészeti kiszolgálása alapvetően határozza meg az állattartó épületek funkcionális kialakítását. Általánosságban megállapítható, hogy a technológiákat gyakrabban kell változtatni módosítani, korszerűsíteni, mint az épületeket. Az épületek technológiája gyorsabban avul el mint az épületek szerkezete.

Ennek az ellentmondásnaka feloldására kétféle megoldás kínálkozik:

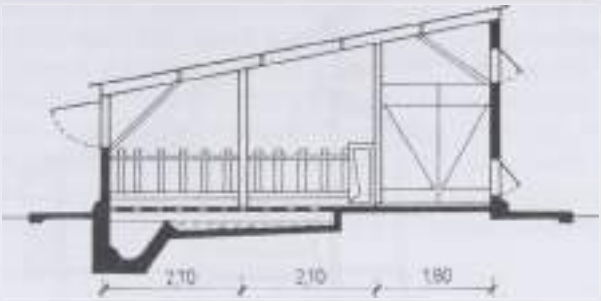
A Az ún. karosszériaszerű épület tervezése esetén is a beépített technológia és az épületszerkezet egyesített, a technológia változtatása egyben az épület jelentős átépítését is jelenti *(606. ábra)*.

B Az állattartási technológia az épületszerkezeti kialakításától független, ebben az esetben a technológia úgy változtatható, hogy az épület alapvető tartószerkezete és formai kialakítása nem változik *(607. ábra)*.

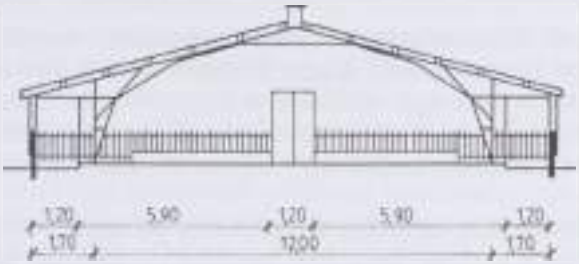
Az **A** megoldás esetén célszerűbb olcsóbb, akár kevésbé tartós építőanyagok használata, ami a technológiával együtt öregszik, ill. avul el.

A **B** megoldás esetén általában nagyobb fesztávú, hosszú élettartamú, jól karbantartható csarnokszerkezetek alkalmazása célszerű, ahol az épület kialakítása és mérete nem gátolja a technológiák felújítását akár cseréjét sem.

Az **A** változat építése Magyarországán különösen indokolt lehet, hiszen a gazdálkodók tőkehiányuk miatt, csak mérsékelt költségű épületek megvalósítását vállalhatják, ügyelve a mindenkori fizetőképességük fenntartására, üzemelési költségük minimalizálására.



606. ábra. Faszerkezetű (víztakarékos) sertéshizlaló épület



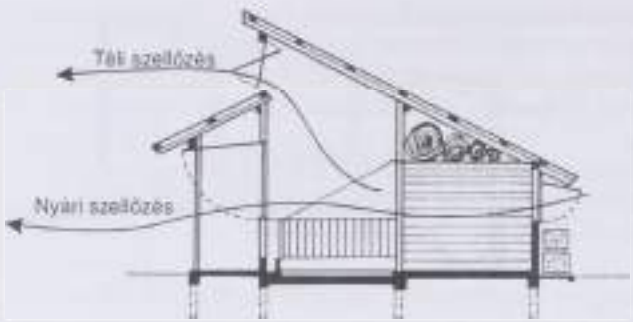
607. ábra. Sertéshizlaló épülete almos tartáshoz

Miért lehetnek ezek az épületek költségtakarékosak? Mert:

- az épület tartószerkezetei és az épített jellegű technológiai berendezések (pl. box, kutrica stb. rácstartók) tartószerkezetei egyesítettek, így az egy m^2-re jutó szerkezeti anyagfelhasználás kedvezőbb;
- a sűrű pillérváz miatt rosszabb minőségű, statikailag nehezen méretezhető anyagok, pl. megmunkálatlan akác rúdanyag is használható;
- az épület belmagassága, funkcionális kialakítása az épület minden egyes részén alkalmazkodhat az állat speciális igényeihez, a technológia helyszükségleteihez;
- egyszerűbb épületgépészeti berendezések használhatók és a mobil (a gazdaság több területén is alkalmazható) technológiai gépesítés helyigényei rugalmasan biztosíthatók;
- egyszerűen kivitelezhetők, akár „házilagos" úton felépíthetőek.

Az előbbiekben felsorolt költségcsökkentő tényezők miatt az üzemeltetési költség is csökkenthető, de csak akkor, ha valóban gondosan tervezett és szerkesztett épületről – technológiáról van szó. Mindenképpen gondolni kell a téli és nyári üzemeltetés szélsőséges viszonyaira, például a téli nyári szellőzés eltérő jellegére *(608. ábra)*.

Tehát összefoglalva az **A** változat szerint tervezett és kivitelezett épület nagyon alapos előkészítést, szaktudást feltételez, ahol a tervező és az építtető szoros kapcsolatban van egymással és jó együttműködésük által az állat igényeihez és a tartástechnológiához legjobban alkalmazkodó épületet tudnak létrehozni.



608. ábra. Átalakítható, energiatakarékos, tehén- és sertéstartásra alkalmas épület

A **B** változat elvei szerint tervezett épület kivitelezésénél nagyobb kezdő tőkére van szüksége a beruházónak, hiszen általában kész épületvázat, ill. teljes szerkezeti rendszert szükséges vásárolni. A nagyobb, pillér nélküli fesztáv és légtér miatt a szerkezettől elkülönülő technológiai rendszert érdemes megvalósítani, biztosítva a hatékony szellőzést, világítást stb. akár gépi eszközök beszerelésével.

A kész épületváz, kész technológiai – gépészeti berendezés alkalmazása esetén kevesebb önálló tervezői, kivitelezői munkára van szükség, és többnyire az üzemeltetés élőmunka igénye is csökkenthető.

Az állattartással foglalkozó emberek környezeti – ergonómiai igényei

Az állattartó épületben munka folyik, ahol az állat igényei mellett biztosítani kell a munkafolyamatokhoz szükséges humán feltételeket is. Elsődleges szempont, hogy az alapvető munkafunkciók többletenergia-ráfordítás nélkül balesetmentesen legyenek elvégezhetők.

Mindezek miatt gondosan meg kell tervezni azokat a közlekedési sávokat, ahol a gondozó mozog figyelembevéve az általa használt munkaeszközök funkcionális űrméretét. A közlekedő útvonalaknak könnyen tisztántarthatóknak, burkoltaknak és csúszásmentesnek kell lenniük. Lehetőleg kerülni kell a közlekedő utak törését, a lépcsők, lejtők közbeiktatását, az összefüggő munkafolyamatok során. Alapelv, hogy a jól áttekinthető építészeti terekben könnyebb és hatékonyabb a gondozói munka, ami nem jelenti azt, hogy az állatnak és az embernek azonos belmagasságú, azonos minőségű épületrészeket kell biztosítanunk.

A takarmányozás, az almozás a kitrágyázás, a tojásgyűjtés, a fejés stb. mindennapos munkafolyamatainak térbeli „kiszolgálása" alapvetően határozza meg a munkavégzés minőségét. A ritkábban végzett munkáknál, pl. a mélyalom kitárolása évenként egyszer-kétszer megengedhető olyan többlettevékenység, mint az állatok kihajtása, elválasztó karámok bontása stb., amik napi munkafolyamatok végzésénél már kerülendők.

Fontos tudatosítanunk, hogy hol milyen munkáknál lehet csak fedett, fedett és zárt, vagy hol szükséges hőszigetelt akár fűthető tereket biztosítanunk a gondozók számára. Vannak épületrészek, ahol az állatnak van nagyobb szüksége melegre (pl. a sertésfiaztatóknál a malacok részére) és a gondozónak hűvösebb levegő is megfelel, vagy a gondozónak kell melegebb terület (pl. a fejőházban a fejőaknában dolgozók részére), és az állat nem igényli az intenzív fűtött helyiséget. Ezeket a különböző igényeket építészeti eszközök és épületgépészeti berendezések (pl. sugárzó helyi fűtés) együttes alkalmazásával kell kielégítenünk.

Természeti környezet védelme

Az állattartó épület kialakítása és a környezetvédelem között szoros összefüggés van. A trágyakezelés módja meghatározó szempont a környezetszennyezés szempontjából, amit maga a tartástechnológia határoz meg, az épületet úgy célszerű kialakítani, hogy a környezetkímélő, Magyarországon sok helyen gazdaságosan alkalmazható almos tartás ne jelentsen aránytalanul több élőmunka igényt, mint a hígtrágyás technológiák. Az almos tartás esetén általában olcsóbb és igénytelenebb szerkezeti kialakítású épületeket tervezhetünk, és a legtöbb gazdaságban már meglévő mobil gépesítést alkalmazhatjuk, amennyiben a tervezés során a gép működési űrszelvény „igényeit" figyelembe vesszük *(609. ábra)*.

A levegő-, vízszennyezés veszélye átgondolt telepítéssel (uralkodó szélirány, domborzati viszonyok stb.) csökkenthetők.

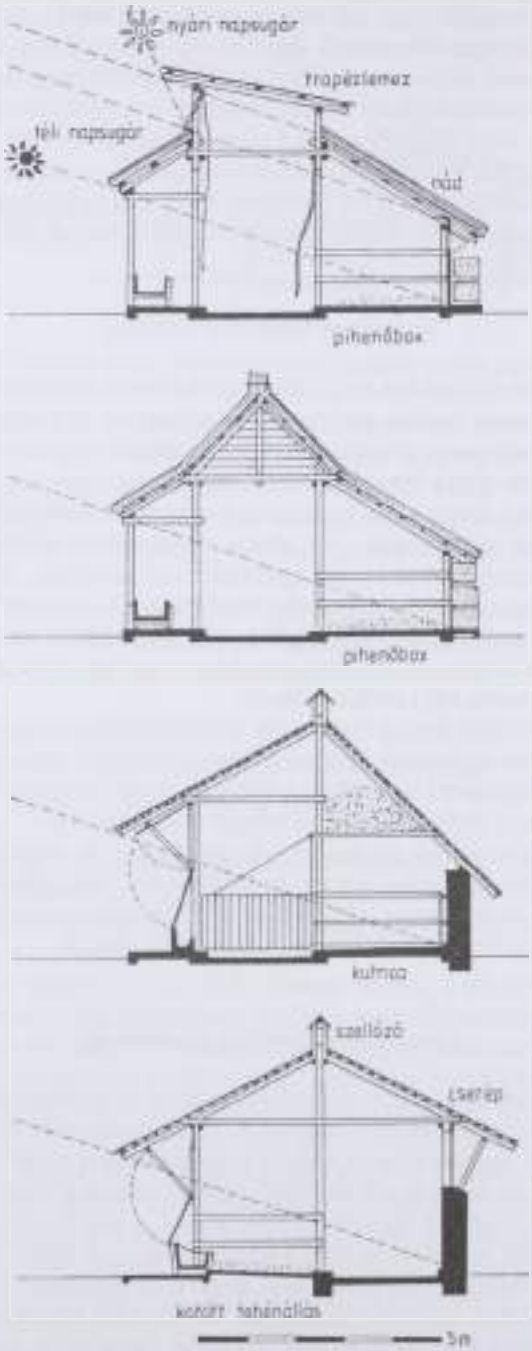
A környezetvédelem fontos része a táj- és településkép védelme. Nem mindegy, hogy állattartó épületeink építészeti képe, minősége vizuálisan rontja vagy javítja egy-egy természeti táj (külterki, tanyasi jellegű telepítés), vagy kialakult építészeti környezet (belterületi, porta jellegű telepítés) képét. Természetesen az állattartó épület alapvetően gazdasági – üzemi épület, de rendezett jól funkcionáló kialakításával jó arányú tömeg és homlokzati formálásával harmonikus anyaghasználatával kell hogy tükrözze az ott dolgozók emberi méltóságát, természet és állat szeretetét, gazdálkodói tudatát *(610. ábra)*.

Gazdaságos építés és üzemeltetés

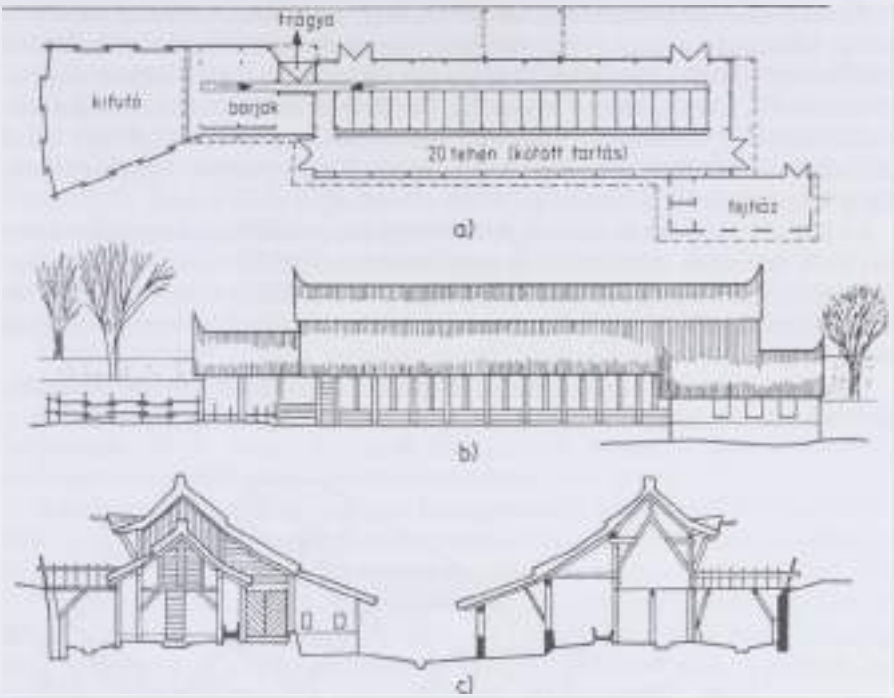
Az előző pontokban részletezett tervezési szempontok mindegyike kihat a gazdaságos építés és üzemeltetés körülményeire. A gazdaságosság nehezen egyértelműsíthető feltétel, mindenképpen komplex megközelítést kíván. Éppen a gazdasági szempontok figyelembevételénél kell tudatosítanunk a tervezés fontosságát.

A tervezés a különböző igények és adottságok, a lehetséges megoldások, az optimális termelési feltételek és még sok egyéb tényező figyelembevételével, a gyakorlati tapasztalatok alkalmazásával végzett értékelemző elméleti munka.

A jó és kiérlelt terv biztosíthatja a leggazdaságosabb építést és üzemeltetést. A tervezet általában több fázisban kell készíteni, figyelembe véve a különböző szakágak tervezési munkájának sorrendiségét egymásraépülésének igényét.



609. ábra. Többcélú, fejleszthető állattartó épületek metszetvariációi



610. ábra. Domboldalon elhelyezett tehenészet
A tervezés szempontjai: a terep adottságainak kihasználása, a természetes anyaghasználat (terméskő, akácfa, nád), „ember- és állatbarát" technológia

A több tervezési fázis (programterv, engedélyezési terv, kiviteli terv stb.) a különböző szakágak együttműködése miatt a tervezés időigényes munka. Gazdaságos jól megszervezett építés, csak alapos tervezőmunka eredményeképpen lehetséges. Sok negatív példa bizonyítja, hogy a rövid idő alatt készített, kellően nem átgondolt tervek miatt a kivitelezések elhúzódnak, a beruházási költségek növekszenek és az épületek üzemeltetése során már csak nehezen javítható hibák és hiányosságok gazdaságtalan működést eredményeznek.

Állattartó épületek építési rendszere, szerkezete, építőanyagai

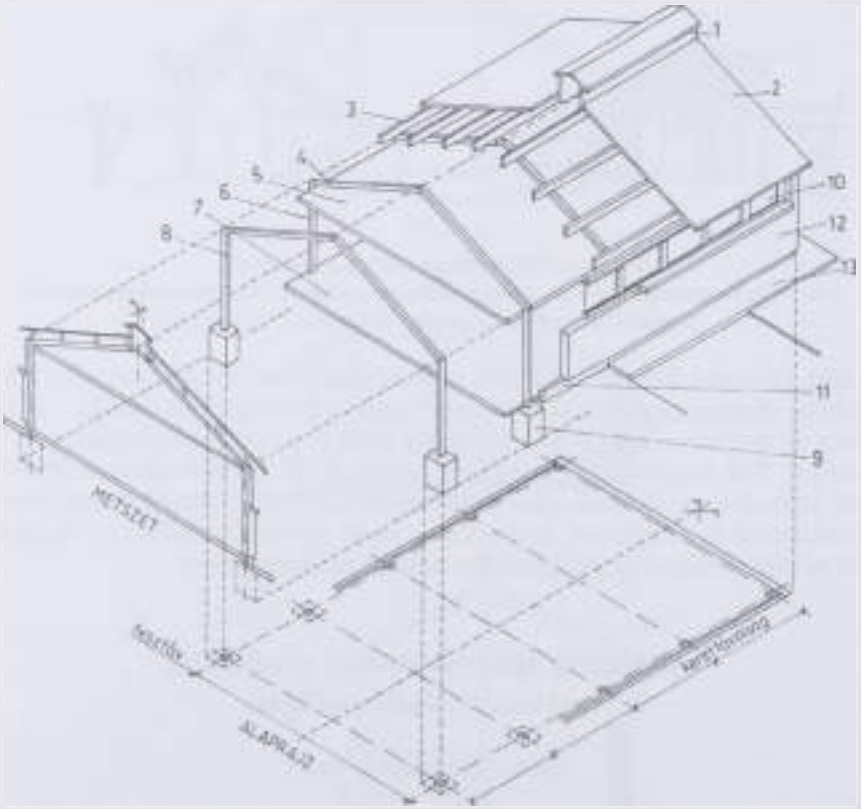
Építési rendszerszerkezet

Az állattartó technológiák jelentős része földszintes – horizontális – épületmegoldásokat kíván. Az istállók fokozott szellőzési igényei, valamint az istálló és a külső tér közötti kapcsolat (pl. kifutók) szükségessége miatt általában hosszúkás épületeket célszerű építenünk.

Az ún. vázas építési mód, ami azt jelenti, hogy az épület teherhordó tartószerkezete különböző anyagú (vasbeton, acél, fa) vázak – pillérek, jól használhatók az állattartó épületek építésénél. A vázas építési mód biztosítja, hogy az alaprajzi szerkesztés kötetlenségét – hiszen csak a pillérvázak kiosztásához kell alkalmazkodnunk –, valamint az állattartás igényeinek legjobban megfelelő külső térelhatárolás alkalmazását. A falakat a statikai állékonyságtól függetlenül utólag is megépíthetjük, ill. átalakítás során elbonthatjuk *(611. ábra)*.

Az istállók vagy tároló csarnokok tartószerkezetei különböző anyagú (vasbeton, acél, fa) vázak. A keretállások leggyakrabban 3,00 ill. 6,00 m-es távolságban állnak. Ezek között szelemenek hidalják át a keretállás-távolságot. Az épületek szélessége a keretek fesztávolságától függ, hosszát a kerettávolságok többszöröse adja.

Minden fajta vázas szerkezet alkalmazásánál azonban ügyelnünk kell arra, hogy a szerkezet hossz- és keresztirányú merevségét már az építés során is biz-



611. ábra. A mezőgazdasági üzemi épületek szerkezeti elemei
(*1* gerincszellőző, *2* héjazat, *3* szelemen, *4* szaru, *5* álmennyezet, *6* pillér, *7* padlószerkezet, *8* tartókeret, *9* alaptest, *10* ablakszerkezet, *11* lábazat, *12* falszerkezet, *13* épület körüli járda)

tosítsuk. Átalakításoknál ha merevítő falakat – szerkezeteket szükséges elbontanunk, akkor kiváltásukat meg kell oldanunk.

A hosszanti irányú merevséget általában elég egy-egy szélső keretállásban megadni átlós irányú („andráskereszt") támasszal, vagy merev falszakasszal.

Az elmúlt évtizedekben Magyarországon több fajta mezőgazdasági hasznosításra alkalmas vázszerkezetet fejlesztettek ki. A vasbeton és fém előregyártott szerkezetek *(612–615. ábrák)* mellett sikeres kísérleteket folytattak előregyártott faszerkezetű keretállások alkalmazásával is *(616. és 617. ábra)*.

A tartóváz és a szelemenek anyaga előregyártott vasbeton. A pilléreket, a rájuk kerülő szaruzatot és szelemenrendszert az építkezés színhelyén csavarzással szerelik össze. A szarupárok szétcsúszását acél vonórúd akadályozza meg (612. ábra).

A tartószerkezet anyaga vasbeton, a tetőfödém 5% lejtésű. A 6,0×7,0 m-es váz a 60-as években terjedt el főleg állattartó épületek számára (613. ábra).

A tartószerkezet anyaga vasbeton. A pilléreket és a szaruzatot az építkezés helyszínén állítják össze. A szarúk könnyítettek, vasbeton rácsszerkezetűek, szétcsúszásukat acél vonórúd akadályozza meg (614. ábra).

A melegen hengerelt szabványos I-acélgerendák közvetlenül tartószerkezeti célra való alkalmazása – zömök keresztmetszetűket tekintve – nem gazdaságos. A gerendák hosszanti fogaza-tos elvágásával és magasított formában való összehegesztésével a tartók inerciája megnő, „takarékügreges" (hatszöges) kivágással többletanyag-felhasználás nélkül. Az I-tartók kedvezően nagy falvastagsága megmarad, ami a korrózióveszély szempontjából előnyös. A pillérek, gerendák változó szélességét a statikai erőjáték indokolja (615. ábra).

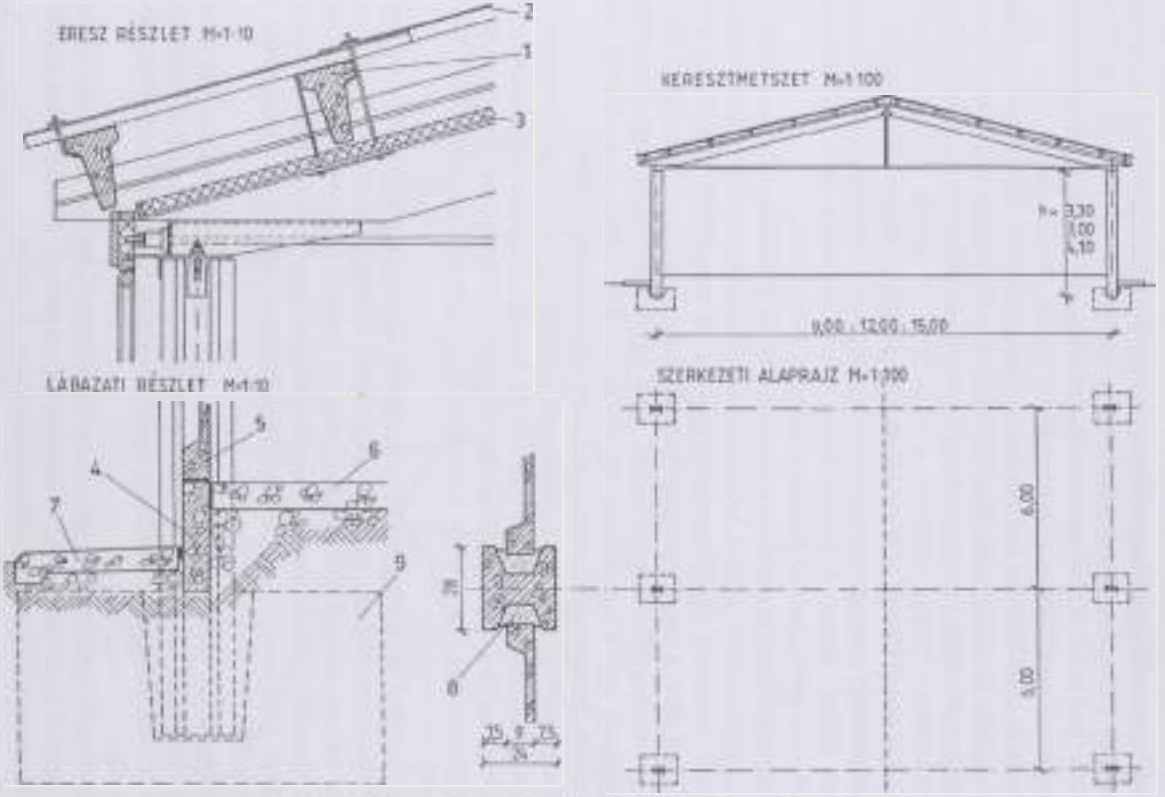
A tartószerkezet anyaga hazai lombos fa (akácfa deszka). A tartókereteket a helyszínen csavarozzák össze, a 2,0–3,0 m hosszú 3/12 cm keresztmetszetű anyagból laposacél kapcsoló elemekkel rögzítve. A hézagosan egymás mellé sorolt deszkaelemek rétegszáma a fesztávval nő a statikai számítások szerint (616. ábra).

A hazai lombos fa fűrészáru hulladékméretű deszkaanyaga is felhasználható a FATIP váz készítéséhez. Az akác deszkákból H-alakú elemeket alkotva ragasztással és szegezéssel készülnek a 2 vagy 3 csuklós váz tartókeretei, azokat pedig a helyszínen szerelik össze. Az íves szerkezet igen kedvező tartószerkezeti erőjátékot eredményez, így az olcsó, hulladékjellegű anyagfelhasználás is kicsi (617. ábra).

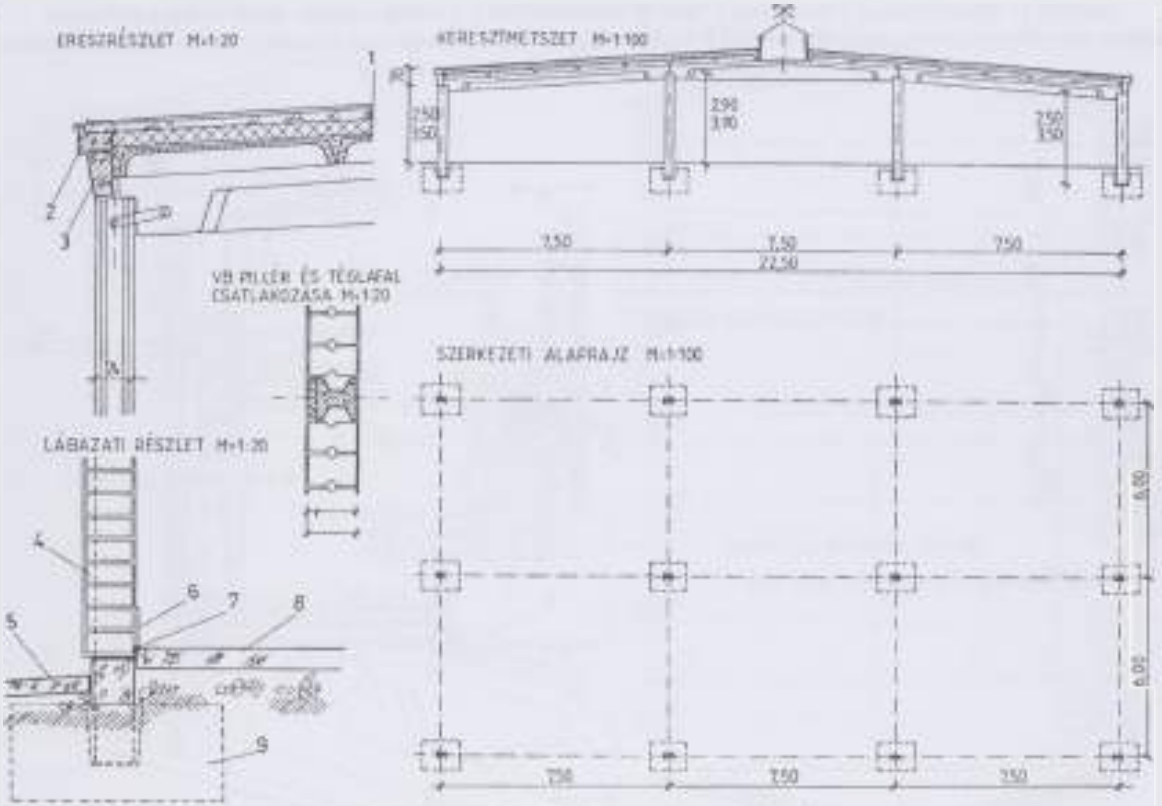
Az előregyártott vázszerkezetek előnye, hogy a helyszínen viszonylag gyorsan felépíthetők, de különösen a vasbeton és fém anyagú szerkezetek hátránya, hogy szállításuk nehézkes és költséges, kivitelezésükhöz speciális építőgépekre van szükség.

Vázszerkezetű épületek természetesen készülhetnek egyedi szerkezeti tervek alapján, egyedi kivitelezéssel is. A hagyományos jellegű fa pillérvázas szerkezetek különösen alkalmasak állattartás céljára *(618. ábra)*.

Az igénytelen, egyszerű, rövid elemekből álló akác szerfás szerkezet alacsony költségű és csekély megmunkálással készül kis energia- és élőmunka-felhasználással. A szelemenek nyárfából készülnek, mely könnyebben alakítható sima felületűre, ahol a hullámlemez fedés felfekszik.

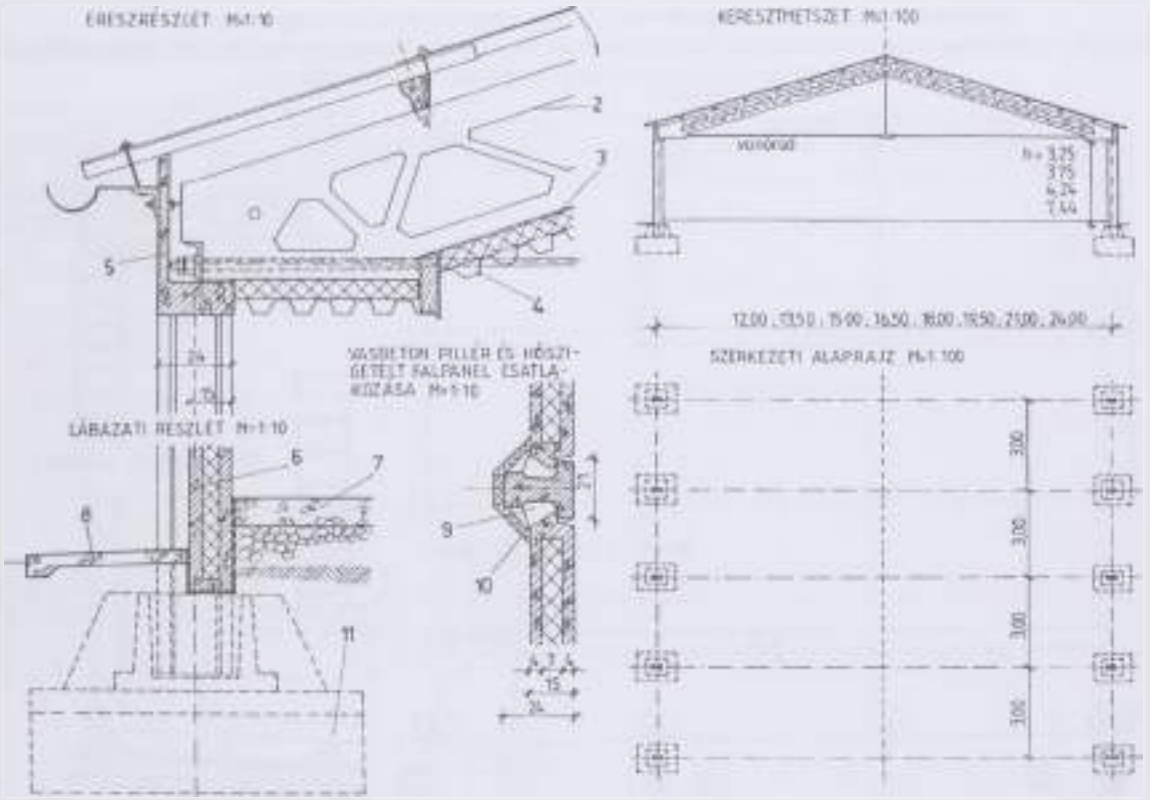


61.2. ábra. Magas tetős, vonóruadas, többcélú vasbeton vázszerkezet
(*1* vasbeton szelemen, *2* azbesztcementes hullámlemez, *3* hőszigetelt mennyezetpanel, *4* vasbeton lábazati elem, *5* hőszigeteletlen vasbeton falpanel, *6* padlószerkezet, *7* járda, *8* betonkiöntés, *9* alapiest)



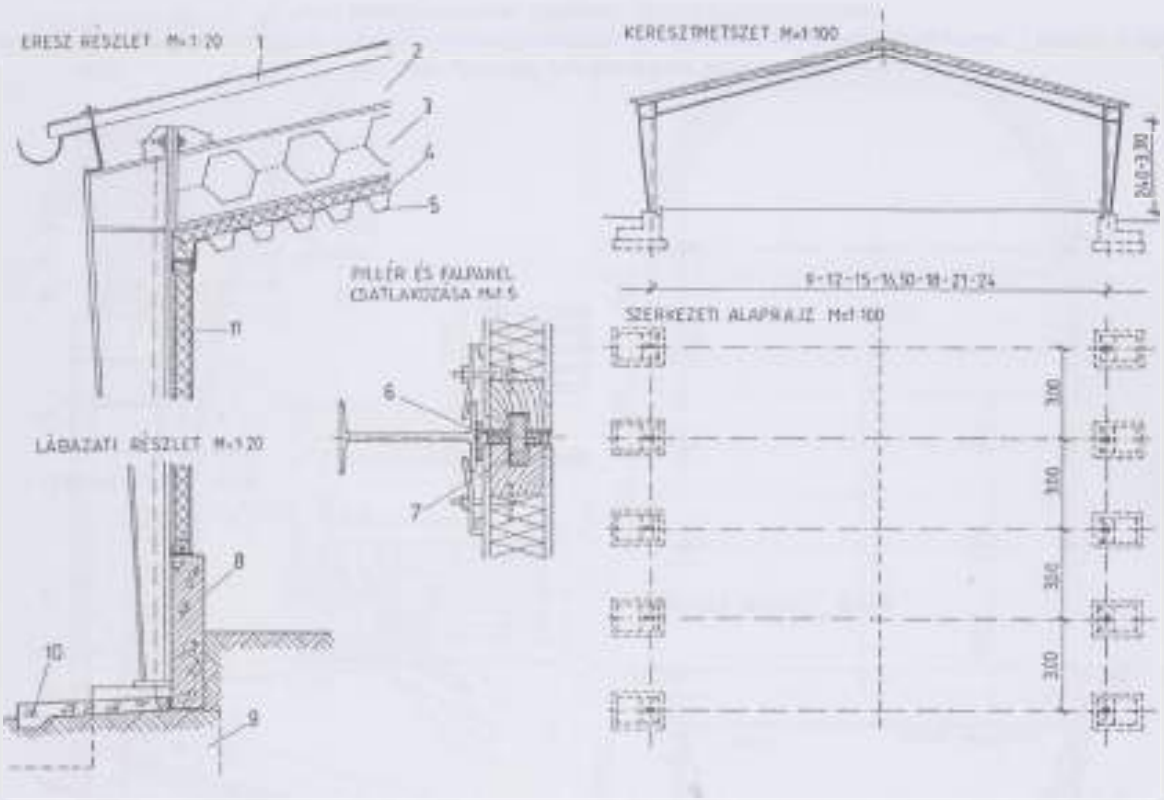
61/3. ábra. Lapos tetős 6,0×7,5 m-es vasbeton vázszerkezet

(*1* kavicsolt lemezfedés 4 rtg., felbeton, bitumoperlit hőszigetelés, páraszellőző réteg, előregyártott vasbeton födémpalló, *2* párkányelem, *3* szegélyelem, *4* B30-as téglafal, *5* járda, *6* lábazat, *7* falszigetelés, *8* padlószerkezet, *9* alaptest)



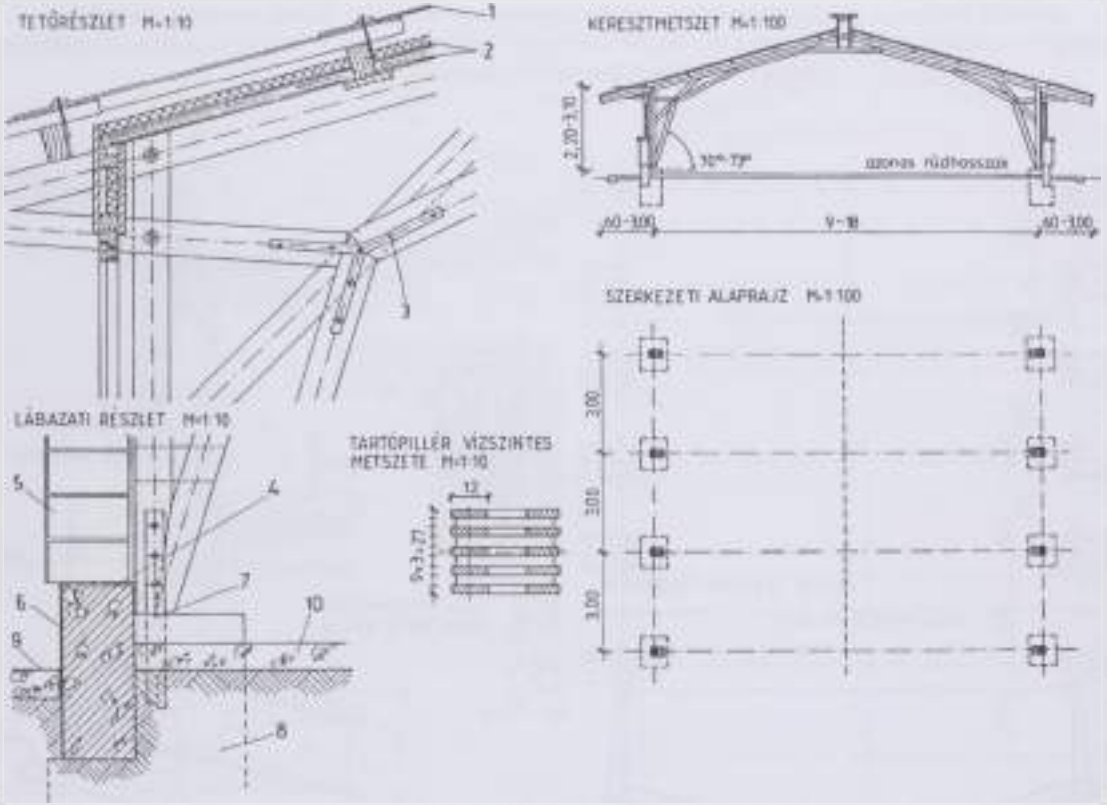
614. ábra. „Mezőpanel" vasbeton vázszerkezet

(*1* azbesztcement hullámlemez, *2* vasbeton rácsostartó, *3* poliuretán hőszigetelés, *4* alumínium trapézlemez, *5* előregyártott szegélyelem, *6* előregyártott hőszigetelt vasbeton falpanel, *7* padlószerkezet, *8* járda, *9* kibetonozás, *10* hőszigetelés, *11* alaptest)

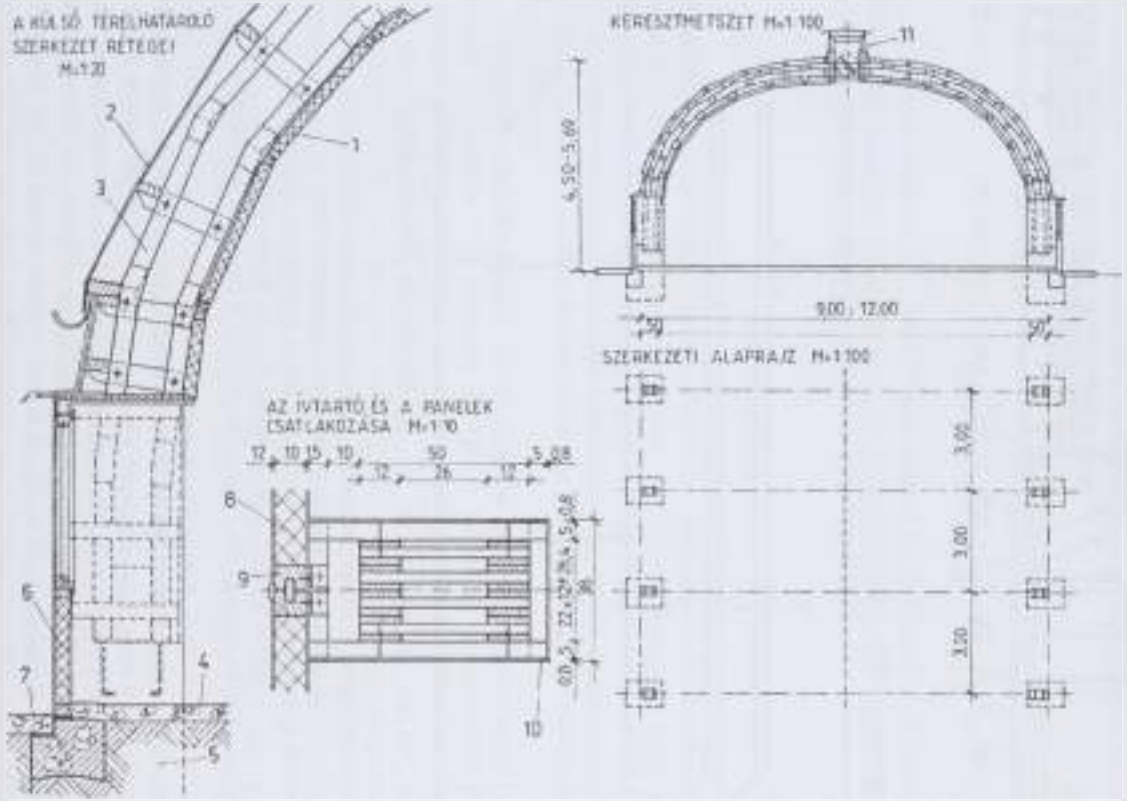


615. ábra. „Agropanel" takaréküreges acél vázszerkezet

(*1* azbesztcement hullámlemez, *2* légrés, *3* magasított I-tartó, *4* ásványgyapot hőszigetelés, *5* alumínium trapézlemez, *6* fugatömítés, *7* keményfa kötőelem, *8* lábazat, *9* alaptest, *10* épület körüli járda, *11* favázas BETONYP hőszigetelt falpanel)

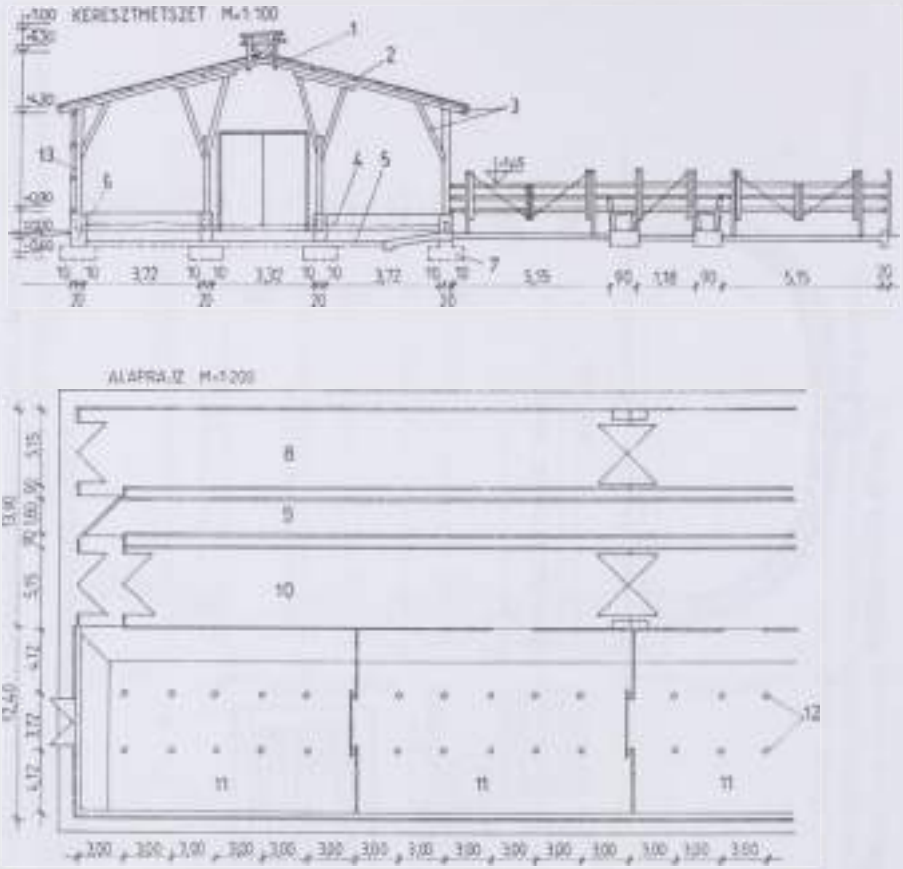


616. ábra. „Mezőfa" csuklós rúdlánc vázszerkezet
(*1* azbesztcement hullámlemez, *2* ásványgyapot hőszigetelés, nádpalló, *3* acél kapcsolószerkezet, *4* falszigetelés, *5* téglafal, *6* lábazat, *7* acél kapcsolószerkezet, *8* alaptest, *9* járda, *10* padlószerkezet)



617. ábra. FATIP lombos fa alapanyagú, íves vázszerkezet

(*1* hőszigetelt, fakeretes graboplan anyaggal bevont mennyezetpanel, *2* alumínium trapézlemez fedés, *3* íves főtartó, *4* padlószerkezet, *5* beton alaptest, *6* falpanel, *7* járda, *8* hőszigetelt falpanel, *9* 5/10 cm fenyőfa keret, *10* 12 mm betonyp burkolat, *11* gerincszellőző)



618. ábra. Korszerű szerfavázas szerkezet (szarvasmarhaistálló)
(*1* azbesztcement hullámlemez, *2* szelemenek nyúrfából,
3 szerfa vázszerkezet (pillérek, szaruzat akácfából), *4* mélyalom, *5* agyag padló,
6 lábazati betonfal, *7* beton alapsest, *8* kifutó (betonozott),
9 etetőút, *10* kifutó (betonozott), *11* pihenőtér, *12* ∅ 22 fa oszlop, *13* deszkaborítás)

A vázas szerkezetek mellett, az állattartásban is használatos az ún. hosszfalas építési rendszer. A hosszfalas rendszer azt jelenti, hogy az épület terheit általában kettő hosszirányú fal hordja. Hosszfalas rendszert akkor érdemes használni, ha jó hőszigetelő és jó hőtartó képességű falakra van szükség. Az ilyen falazat leggyakrabban a téglafalazatok, amelyek kisebb fesztáv esetén 25 cm, nagyobb fesztáv (kb. 6,00–8,00 m) esetén 38 cm vastagságban építve egyszintes épületeknél még teherhordásra megfelelhetnek.

Az egyes állattartó épületeknél a funkcionális, a speciális hőgazdálkodási igények miatt használható a hosszfalas és a vázas építi mód építési rendszer együttesen. A hosszfalas építési rendszer építése esetén ügyelnünk kell arra,

hogy a hosszfalakba milyen méretű és mennyi nyilást vágunk. A sűrűn egymás mellett elhelyezett ablakok, ajtók esetén előfordulhat, hogy a nyilások fölött elhelyezett kiváltók csak téglapilléreken nyugszanak, így az épület tartószerkezeti jellege megváltozik: hosszfalas rendszer helyett tulajdonképpen vázas rendszer épült. Természetesen épülhet téglapilléres épület is, csak akkor a pilléreket pillérként statikailag méreteznünk kell.

Építőanyagok

Az állattartó épületek építésénél gyakorlatilag az építőiparban általában használt építőanyagokat használhatjuk, de mindenképpen szükséges figyelembe venni az állattartás speciális igényeit és igénybevételeit.

Alapozások

Az alapok a vázas építési rendszer esetén ún. pontalapok (pilléralapok), hosszfalas szerkezeteknél általában sávalapok. Az alapok manapság leggyakrabban betonból (csömöszölt kivitel) vagy igényesebb esetben vasbetonból készülnek. Az állattartó épületeknél normál talajviszonyok esetén különösebb speciális alapozási módokra általában nincs szükség és az általános építőipari szabályok az érvényesek.

Rácspadlós padozat építése esetén az alatta lévő trágyagyűjtő csatorna kialakítását összhangba kell hoznunk az épület alapozási rendszerével. Meglévő épületek átalakításánál új aknák, csatornák létesítésnél különösen ügyelnünk kell az épület alapjainak védelmére.

Az egész épület alatt építendő trágyagyűjtő medence, vagy sok csatorna esetén már érdemes ún. lemezalapot készíteni vasbetonból. A trágyagyűjtőknél különösen ügyelni kell a betonszerkezetek jó kivitelezésére, szulfátálló cement használatával meggátolhatjuk az ún. betonkorróziós folyamatokat.

A könnyű faszerkezetű épületeknél lehetséges ún. árbóc alap készítése, amennyiben a faanyagot megfelelően kezelik. Fenyő rúdfa TETOL RKB. szerrel átitatva, az akácfa égetéssel alkalmassá tehető arra, hogy közvetlenül a talajba verve, állítva „árbócként" közvetítse az épület terheit.

Falazatok

A falazatok készülhetnek: különböző minőségű égetett téglából, különböző módon készített vályogból (földből), ritkábban betonból, de készülhetnek fából, fémből sőt műanyagból is. Állattartásban a falazatoknak többfajta funkciója lehetséges térelhatárolás funkciója mellett, hőszigetelés, szélvédelem, a tartószerkezet védelme.

A hőszigetelés szempontjából megkülönböztetünk egyrétegű és többrétegű falakat. Az egyrétegű falak anyagukban megfelelő vastagságban kielégíthetik a hőszigetelés követelményeit (pl. tégla-, vályogfalak). A többrétegű falak (ún. szendvicsfalak) általában kisebb hőszigetelői képességű vagy kisebb tömegű, de megfelelő kopásállóságú (fém – fa) anyagból készülnek hőszigetelő réteg közbeiktatásával.

Az állattartó épületekben folyó technológiáktól függően egyes falazatok kevésbé használhatók, ill. egyes falazatok használatának módját érdemes megfontolni. Figyelembe kell vennünk a különböző tartásmódok mennyben kívánnak ún. zárt technológiát, fokozott fertőtlenítési igényt, vagy nedves technológiákat gondolnunk kell a falazatokra ható mechanikai hatásokra és az állat viselkedéséből, tulajdonságából adódó követelményekre.

Porózus anyagú téglafalak jó légáteresztők (lélegeznek) de nedves technológiáknak fokozott fertőtlenítési igényeknek kevésbé felelnek meg. Különösen igaz ez a vályog anyagú falakra, amelyek azonban igen jó pára- és hőgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkeznek. Vályogfalaknál ügyelnünk kell arra, hogy például a sertés képes a falat megbontani amennyiben közvetlenül nem védjük valamilyen szerkezettel. A téglafalak nedvesség elleni ellenállását fokozhatjuk jó minőségű vakolatokkal (cement vakolat) vagy akár különböző szigetelő jellegű burkolatokkal. A vályogfal vízszigetelése közvetlenül a fal felületén nem jó megoldás, mert a fal természetes szellőzési igényét zárjuk el. Vályogfalú épületekben nedves technológiájú helyiségeknél általában téglafalak közbeiktatása ajánlatos.

Többrétegű falak használata esetén a határoló külső – belső réteg anyagát, minőségét az épület funkcionális követelményeinek megfelelően rugalmasan választhatjuk meg.

A fém kéregfelületek megfelelő keménységgel rendelkeznek, könnyen moshatók, fertőtleníthetők, általában nagy tisztaságot követelő különleges technológiák alkalmazásával lehet használatuk indokolt az állattartásban. A falburkoló fémlemezek nagy része korrózióálló, de ügyelnünk kell a rögzítő- és kapcsolóelemek korrózióvédelmére is.

A fafelületek „állatbarát" felületek, de kevésbé fertőtleníthetők, bár jól szerkesztett falaknál megfelelő felületvédelemmel (kiszellőztetett falak) mosásuk is lehetséges. A fakonzerváló (gomba-, rovar-, tűzvédelem) szerek használatánál ügyelnünk kell arra, hogy belső térben az állatra, az emberre veszélytelen szereket használjunk.

Rétegelt falaknál használhatók a különböző fa–cement–műanyag „keverékekből" készült lemezek, amelyek közül több megfelelő ütésállósággal, moshatósággal, tűzvédelemmel rendelkezik. Kisebb nagyobb méretű lemezek használatánál a lemeztáblák csatlakozó sávjának a megoldására kell ügyelnünk.

Állattartó épületek építésénél a rétegelt falak hőszigetelő anyagának kiválasztásánál gondolnunk kell arra, hogy a különböző rágcsálók előszeretettel találnak búvóhelyet a külső és belső kéreg között a szerves anyagú hőszigetelésekben. Beépítésre a rágcsálókat taszító szilikát jellegű vagy ásvány–bazalt anyagú hőszigetelők használata javasolható.

Az állattartás környezeti feltételeiről szóló részben lásd az aljzat kiemelt hőtechnikai jelentőségét az állattartásban. Az állat elsődleges tartózkodóhelye az istállópadló, ami lehet almozott és alommentes. Az alommentes istállópadló a „szükséges rossz", hiszen az állatok többsége a puha „fészekszerű" pihenőhelyet kedveli. Különösen érzékenyek a padló minőségére az intenzív termelésre kitenyésztett fajták. Az állat élettani tulajdonságainak is jól megfelelnek a természetes „alapanyagból" készített padlók: döngölt agyagpadló, keményfa padló. Szintén hagyományos aljzatok közé sorolhatjuk a téglapadlókat is.

A döngölt agyagpadló kb. 25 cm vastagon készített aljzat, amit általában mélyalmos tehénistállókban, juhhodályban, lóistálló boxban kedvelnek. Az agyagpadlót szigorúan fagymentes időben készíthető rétegenként terítve, döngölve.

Döngölt agyagpadló esetén a vizelet elvezetéséről gondoskodni nem kell, a vizelet jelentős részét az alom veszi fel a többi rész elszivárog. Természetesen az agyagpadló karbantartásáról fokozottan gondoskodni kell szemrevételezéssel, javítással, elfertőződés esetén talajcserével. A keményfa padlók Magyarországon általában az olcsóbb akácfából készülnek. Készülhetnek hagyományos deszkákból, pallókból általában a pihenőtérben (sertések) megfelelőek. Ahol az állat intenzívebben mozog ott inkább kemény fakocka alkalmazása javasolt. A deszkapadlók az intenzív terhelést a közlekedő jellegű részeken kevésbé bírják és síkosságuk nehezíti az állatok mozgását.

A szilikát anyagú téglapadlók élére állított téglából homokra ágyazva jó teherbírásúak, közepes kopásállóságúak és viszonylag meleg aljzatot biztosítanak az állat számára.

A hagyományos jellegű padlók mellett leggyakrabban használt aljzat az egyszerű beton padló almozva vagy mérsékelten almozva, ill. almozatlanul. A beton előnye a jó kopásállóság, hátránya, hogy az állat számára anatómiai adottságai miatt túl rideg – kemény, valamint alom nélkül hideg felületet ad.

A betonpadló felületi kivitelezésére (levében simított padló, cementsimítás) nagy gondot kell fordítani, hiszen az állati vizelet, de különösen a fejésnél keletkezett tejsav a rosszul kezelt felületen beszivárogva a betonpadló morzsolódását, tönkremenetelét eredményezheti. Különösen a fejőházakban szükséges saválló burkolat készítése vagy betonfelület készítése esetén ajánlatos szulfátálló cement használata. Mindenfajta tömör padló, így a betonpadló készítésénél is gondolni kell a megfelelő lejtések (1,5–3,0%-os lejtés) képzésére, folyókák, összefolyók beépítésére. Alom használata esetén kettős szűrővel ellátott trágyalé-összefolyót kell alkalmazni, amely időszakonként könnyen tisztítható.

A betonfelület ridegségét, negatív hőszigetelési tulajdonságát különböző felületű rétegek használatával csökkenthetjük. Alommentes tömör padló használata esetén talán az egyik legmegbízhatóbb padlóburkolat a betonaljzatra terített aszfalt.

Az aszfalt rugalmasságot biztosít, viszonylag meleg, mivel hézagmentes jól tisztítható, fertőtleníthető, tartós burkolat. Jól kivitelezve kevés karbantartást igényel. Az aszfalt hátránya, hogy kivitelezése speciális szakembert és gépet igényel.

Igényesebb alommentes padlófelületet biztosítanak a különböző gyártmányú gumifelületek.

A gumipadlókat csak jó minőségű speciálisan egy-egy állat igényére kifejlesztett gumilemez anyagból, gondos kivitelezéssel (pontos szabással – jó minőségű ragasztással) érdemes készíteni.

A különböző hézagos rácspadlók igényes aljzatszerkezetek speciális kiképzésűek. A rácselemek járófelületének szélessége, a köztük lévő hézagok méretei függnek az állatok fajtájától, az állatok korától, tömegétől. A rácspadló készülhet fémből, betonból, fából, műanyagból. A rácsok keresztmetszete: trapéz, U- vagy T-szelvény *(53. táblázat)*.

53. táblázat. A rácselemek járófelületének szélessége és a közöttük lévő hézagok előírt méretei

Istálló	Állatfaj, korcsoport	Testtömeg, kg	A rácspadló	
			hézagtágasága, cm	járófelület szélessége, cm
Sertésfiaztató	1–21 napos malac	1–5	1,0–1,2	2,1–3,0
Malac-utónevelő	22–75 napos malac	5–22	1,5–1,8	5,0–6,0
Tenyészsüldő-előnevelő	3–6 hónapos süldő	22–70	2,0–2,5	8,0–10,0
Tenyészsüldő-utónevelő	6–10 hónapos süldő	70–115	2,5–3,0	8,0–10,0
Kan-, kocaszállás	1–5 éves kan, koca	115–300	3,0	9,0–12,0
Borjúprofilaktórium	1–10 napos borjú	40–50	2,5	5,0
Borjú-utónevelő	4–6 hónapos üsző	120–150	3,0–3,5	6,0–8,0
Üszőnevelő	6–24 hónapos üsző	150–450	4,0–4,5	7,0–10,0
Tehénistálló	2 éven felüli tehén	450–750	4,0–5,0	12,0–15,0
Hízómarha-istálló	1/2–1 1/2 éves hízó bika	150–600	4,0–4,5	10,0–12,0

Pillérek, teherhordó vázszerkezet

Pillérek, teherhordó vázszerkezet anyaga: fém, beton, fa.

A fém szerkezetek lehetnek: könnyű- és nehézfém tartókból gyártottak. A könnyűszerkezetek általában üreges profil szerkezetek acélból vagy alumíniumból. A nehézfém szerkezetek anyaga a melegen hengerelt acélszelvény (I, [, ⊥ szelvény).

Az állattartó épületekben a fémszerkezeteknél, az acéltartóknál fokozott a korrózióveszély. Ezért célszerű a szerkezeteket a zárt technológiák használata esetén a belső állattartó tértől úgy megvédeni, hogy a tartószerkezet a külső tér-

be kerül (615. ábra). A térelhatároló falazat védi a szerkezetet az agresszívebb belső hatások ellen. Hasonló okból a fém keretgerendák alsó síkjára érdemes a hőszigetelő álmennyezetet szerelni.

A betonpillérek és -gerendák készülhetnek a helyszínen vagy előregyártva. A helyszíni gyártásnál megfelelő tervezés, kivitelezés esetén különösebb probléma nem merülhet fel. Az előregyártott betonszerkezetek elemei gyakran acél szerkezetekkel kapcsolódnak egymáshoz. Ezeknek az elemeknek a korrózióvédelmére ügyelnünk kell. Fokozott védelmet és gondozást igényel a háromcsuklós betonszerkezeteknél az ún. vonórúd (612., 614. ábra). A vonórúd a szerkezet állékonyságát biztosítja.

A fából készült pillérek és tartók Magyarországon a mezőgazdaságban leggyakrabban fenyőből és akácból készülhetnek.

A *fenyőfa* kiváló építőfa, könnyen megmunkálható, viszonylag hosszú, pontosan meghatározható keresztmetszetű, építőfa készíthető belőle. A fenyőfa használata állattartó épületekben javasolható, de ügyelni kell a részletekre: legfontosabb, hogy mindig ki tudjon száradni, a különböző kapcsolódó helyeken zugok ne maradjanak.

A fenyőfa csak különleges vegyi eljárás után állítható a földbe, érintkezhet trágyalével. Különleges kezelés hiányában magasított betonalapot célszerű készíteni, és acélsaruval kell a fapilléreket az alaptömbhöz csatlakoztatni.

Az *akác* nehezebben megmunkálható keményfa. Akácból többnyire rövid hosszmérettel (kb. 3,5–4,0 m) készíthető egyenes tartófa. Akácot az állattartásban célszerű használni lehéjazva, különösebb megmunkálás nélkül rúdfaként. Az így kevéssé megmunkált akác m^3-e viszonylag olcsó ezért érdemes az akác szerkezeteket úgy kapcsolni egymáshoz, hogy a fenyőnél használatos ácskötések helyett, segédszerkezeteket, betétfákat stb. és csavarozást alkalmazzunk. Az akác kiválóan viseli az állattartás környezeti terheléseit, ellenáll az agresszív hatásoknak, ezért a jövőben is az egyik „alapanyagnak" tekinthető az állattartó épületek építésénél.

Faszerkezetek használatánál még Magyarországon szóba kerülhet a nyárfa építőfaként való alkalmazása. A nyárfát legfeljebb tetőszerkezetként célszerű használni, pillérek, főtartók ott ahol az állat érintkezhet a szerkezettel a nyárfa nem használható.

Tetőfedések, héjazatok

A tetőfedés elsődleges feladata: a vízszigetelés biztosítása. A héjazat anyagának megválasztását lényegesen befolyásolja a tető formája, a tető lejtése, az épület funkciója, a tartószerkezet kialakítása. Az állattartásban a következő anyagú fedések használata javasolható leggyakrabban: nád, cserép, pala, fém profillemez.

A *nádtető* szükséges lejtése min. 35–40°. A nádtető ősi tetőfedő anyag, kiváló a hőcsillapítása és jó a páraáteresztő képessége. A merinói juh hodályának lefedéséhez Magyarországon a nádtető felel meg a legjobban. Az állatok intenzív páraleadása ellenére télen sincs az állatok egészségét veszélyeztető páralecsa-

pódás. Az ammónia a nádtetőn „átdiffundál", így a hodály levegőminősége jó, a juhok gyapja nem sárgul. A nád további előnye, hogy viszonylag rossz minőségű tetőszerkezetre is feltehető, tehát egyenletlen keresztmetszetű, olcsó rúdfa szerkezetek is használhatók. A nád használatánál ügyelni kell a tűzvédelemre fontos a szabályos villanyszerelés, a villámvédelem biztosítása, kéményeknél a szikrafogók használata.

A különböző gyártmányú *cserepek* fedésként általában 35–45° lejtésű tetőkre alkalmasak. A cseréptető nagy előnye, hogy könnyen javítható és pótolható.

A *palatetők* közül az állattartásban leginkább a hullámpala használata terjedt el az elmúlt évtizedekben. A hullámpala ridegsége, viszonylag nehéz önsúlya ellenére népszerű tetőfedő anyag, mert olcsó, egyszerű alépítményt igényel, egyszerűen kivitelezhető, az állattartásban használt épületek tetőszerkezetének meredeksége és a hullámpala fedés által igényelt hajlásszög (15–20°) gyakorlatilag azonos.

A hagyományos hullámpala anyaga az egészségre káros azbeszt, ezért a jövőben használatát lehetőleg mellőzni kell.

A *fém profillemez* fedések egyre több fajtája jelent meg Magyarországon. A fém hullámtrapéz stb. lemezek könnyűek, viszonylag egyszerűen szerelhetők, egyszerű tartószerkezetet és minimálisan 8–10°-os tetőhajlást igényelnek. A hajlított fémlemezek különleges felületbevonatokkal készülnek, melyek mindegyike korrózióméntességet biztosít, gyártanak speciális páralecsapódás elleni védelemmel ellátott lemezeket is. A lemezek térelhatároló falként, szendvicsfalak kéregszerkezeteként is használhatók.

Állattartó épületek telepítése

Az állattartó épületek elhelyezését a következő szempontok befolyásolják:

- az egyedszám,
- az állatok tartásmódja,
- a közlekedési, szállítási feltételek,
- az egészségügyi szempontok (humán és állategészségügy),
- domborzat,
- talaj,
- mikroklíma,
- víznyerés – vízelvezetés lehetősége.

A telepítést befolyásoló tényezők részletesebb tárgyalása előtt megjegyzendő, hogy az optimális feltételeket az állattartó telepek beruházásakor nehéz teljesíteni. A beruházási akaratot befolyásolja, hogy a gazdálkodó egyénnek vagy szervezetnek hol van tulajdona? A tulajdon nagysága, minősége, helye meghatározhatja, hogy az adott helyen mit érdemes, mit szabad tartani, milyen technológiával, milyen nagyságrendben. Amennyiben a telek nem megfelelő a kívánt gazdálkodási funkcióra, akkor vagy a funkciót kell a meglévő „birtok" adottsá-

gokhoz igazítani (más technológiát választani, állatlétszámot csökkenteni stb.) vagy a funkciónak megfelelő új területet kell venni.

A földterület lehet lakóterületen, belterületen vagy lakóterületen kívül, külterületen. Lakóterületen belül is számtalan nagyságú, adottságú telket különböztethetünk meg. Markánsan különböző adottságú telkeknek tekinthetők: a falu központhoz közel lévő valamint a faluszélén, a külterület és a belterület határán lévő telkek helyzete. Állattartás szempontjából a külterülettel határos, a lakóterülettől részben független telkek megfelelőbbek. Természetesen figyelembe kell vennünk a település nagyságát, fejlődési dinamikáját, hagyományos beépítési, telekkialakítási struktúráját. Gyakran éppen a központhoz közel eső régi telkek alapterülete többszöröse az újonnan parcellázott „faluszéli" telkeknek. Mindezek miatt a nagyon is eltérő földrajzi, történelmi, társadalmi, gazdasági adottságok a falvak belterületén az állattartással kapcsolatos szabályozást országosan, de még regionálisan sem lehet előírni. 1980-as évek óta a belterületi állattartással kapcsolatos szabályozásokat minden önkormányzat önállóan önkormányzati rendeletként szabályozza.

A külterületen is markánsan megkülönböztethetünk két telekadottságot: közlekedési-főközlekedési utak melletti telkek, ill. ezektől az utaktól távolabb eső területek, amelyekhez bekötőutak, földutak vezetnek. A régebbi tanyatelkeknél is megkülönböztethetők az út menti ún. soros tanyatelkek csoportja, a szórtan elhelyezkedő tanyatelkektől. Az ország egyes vidékein (pl.: Nyíregyháza környéke) az ún. tanya bokrokba is települtek a gazdálkodó emberek. A tanya bokor jellemzője, hogy egy bekötő út végén a tanyák csoportosan úgy helyezkednek el, hogy a lakóépületek viszonylag egymáshoz közel települnek, a gazdálkodásra alkalmas földterületek a bokor központhoz, lakóházakhoz képest sugarasan fekszenek.

Az újonnan létesített tanya jellegű állattartó gazdaság telepítése lényegében megegyezik az előbbiekben vázolt három tanyaelhelyezkedés valamelyikével. Az út melletti soros tanyaelhelyezkedés előnye, hogy a vonalas infrastrukturális ellátottságot több tulajdonos együtt valósíthatja meg a költségeket megosztva. Ugyanakkor különösen a főutak melletti birtokoknál fennállhat a levegő, zaj és egyéb környezeti szennyezés veszélye.

Az elszórt tanyatelepítésnél a szomszédoktól függetlenebb a gazdálkodás, könnyebb kialakítani saját „képünkre" formálni az állattartó épületeket azok elhelyezését, vállalva az önálló infrastruktúra megépítését, önálló üzemeltetését.

A „bokor" jellegű telepítés a jövőben is megfontolandó, hiszen ez a forma biztosítja az egyéni gazdálkodás és a közös érdekek előnyeit. A lakóházak a gazdasági udvarok közelsége lehetőséget ad a közös infrastrukturális, beruházási, a közös vagyonvédelem, a közös géphasználat, a gazdálkodói segítségnyújtás stb. megszervezésére. A körsugaras telekkialakítások biztosítják a gazdasági tevékenység kellő függetlenségét, akár az extenzív jellegű állattartás nagy területigényét is. A „bokorszerű" telepítés lényege a „zsákutcás" megközelítés, ami megfelelő „védelmet" nyújt a közlekedéssel kapcsolatos negatív környezeti hatásokkal szemben.

Az állattartó épületek elhelyezésénél alapvető szempont az, hogy mennyi állatot kívánunk tartani, milyen jellegű gazdálkodást tervezünk. A tartástechnológia, az állatok kora, az állattartás funkciója szerint biztosítanunk kell az állatok minimális helyigényét, továbbá helyet kell adnunk az állatok gondozásához, ellátásához szükséges kézi vagy gépi technológiáknak is.

Különösen a mobil gépi kiszolgáló technológiáknak jelentős a területigénye. Sertés- és szarvasmarhatartásban a traktoros vontatású takarmánykiosztó kocsi, valamint a tolólapos trágyaeltávolítás épületen kívüli mozgásához, fordulásához az istálló alapterületéhez képest is jelentős külső útterületet kell biztosítanunk.

A nagyobb állatlétszám nagyobb környezeti terhelést jelent. Környezeti hatásvizsgálattal állapítható meg egy-egy terület környezeti teherbíró-képessége, alkalmassága a tervezett funkcióra. Különösen a talaj-, a víz- és a levegőszennyezés mértékét kell vizsgálni. A szennyezettség veszélye és a tartandó állatlétszám között egyenes arányú összefüggés van. Mindezek miatt állatfajonként a maximális állatlétszám mint kötöttség szerepel a legtöbb önkormányzat belterületi állattartási rendeletében.

Az állatok tartásmódja, speciális helyigényei és a telepítés

A tartásmód és a telepítés szorosan összefüggő fogalmak mint, ahogy már az előző részben is az állatlétszám és a kiszolgáló technika viszonyának tárgyalásakor is említésre került. Az intenzív tartás, a fél vagy teljesen extenzív tartás helyigénye is nagyon különböző lehet.

Amikor helyigényről beszélünk, akkor az állattartó épületek és hozzájuk közvetlenül kapcsolódó kifutók, utak, tárolók alapterület igényére kell gondolnunk. Természetesen a telepítést meghatározza és befolyásolja a konkrét területigényen kívül az, hogy például milyen messze fekszik a telep a legelőtől, a takarmány termesztés helyétől stb. Mindezek befolyásoló tényezők a hely megválasztásánál. A kötetlen tartású tehenészet pihenőépületéhez közvetlenül jelentős nagyságú (kb. 25 m^2/fh) kifutó tartozik, a hozzátartozó nagy alapterület igényű (mobil takarmánykiosztás, felhajtó karámok stb.) infrastrukturális ellátással. Ha kötött tartású a tehénistálló, akkor lehet hogy maga az állattartó telep területe kisebb a kötetlen tartáshoz képest, de jelentős területű külső karámokra, ill. legelőterületekre van szükséges.

Speciális helyigénye lehet egyes értékesebb tenyészállatoknak, ill. ezeket az állatokat tartó telepeknek, vagy ún. ősbonos fajtákat tartó állattartó épületeknek, ahhoz tartozó kifutóknak.

Az utóbbi években Magyarországon és külföldön is ismét tenyésztik a már már elfeledett mangalica sertést. Mangalica tenyésztés kifejezetten extenzív jellegű, nagyobb alapterületű tágas és természetes kiképzésű kifutóval, dagonyázóval. Ugyancsak különleges körülményeket kell terveznünk az ún. „biosertés"

tartásánál is, ahol épületekben és kifutókban egyaránt kell biztosítanunk az állat természetes mozgásigényéhez szükséges területet, „turkáló" helyét, árnyékos és napos, hideg és meleg pihenőhelyeket egyaránt.

Közlekedési és szállítási feltételek és a telepítés

Az állattartással kapcsolatban sokirányú, és élénk szállítási tevékenységet kell folytatnunk. Különösen fontos a mindennapi szállítási igények figyelembevétele a telepítés tervezésekor. A munkánk hatékonyságát határozhatja meg, a mindig időben lezajló gyors és biztonságos szállítás.

Meghatározandó a szükséges takarmánymennyiség, a szállítási energiaszükséglet, a szállítási költség, hogy a takarmánytermő terület és az állattartó telep viszonyát telepítés szempontjából optimálisan tervezhessük. Ugyancsak figyelembe kell vennünk szállítási feladatként a trágya elhelyezésének lehetőségét is.

A szállítás optimalizálása, az ún. logisztikai vizsgálat a jövőben egyre nagyobb fontosságú feladat a termelő-tenyésztő telepek telepítésénél. A logisztikai vizsgálatok segítségével már nem csak egy-egy telep szállítási igényeit koordinálhatjuk, hanem egy termelési régió több telepének, takarmánybázisának, energiaközpontjainak, feldolgozó hálózatának figyelembevételével tervezhetjük a közlekedési–szállítási szempontból az optimális elhelyezését.

Egészségügyi szempontok és telepítés

Az intenzív tartású nagyobb létszámú állattartás esetén fokozottan ügyelni kell a humán és állat-egészségügyi előírások betartására. Az egészségügyi előírások előírják, hogy a különböző funkciójú területektől az állattartás milyen távolságban folyhat, milyen jellegű növénysáv vagy egyéb védelmet kell biztosítanunk, az uralkodó szélirányt miképpen kell figyelembe vennünk. Az országos hatás körű előírásokat az Országos Építési Szabályzat határozza meg.

Az állattartó épületek telepítésénél az engedélyezési tervek készítésénél a humán-egészségügyi szempontokat a helyi Tisztiorvosi Szolgálat, az állat-egészségügyi igényeket a Körzeti Hatósági Állatorvos érvényesíti és a regionális adottságok és előírások figyelembevételével adják meg a telepítési–építési szakági hozzájárulásukat.

Domborzat és telepítés

A domborzati viszonyok figyelembevétele különösen a nagyobb földterületet igénylő állattartó telepek telepítésénél fontos. A belső közlekedés, a csapadékvíz-elvezetés, a szennyvízcsatorna elhelyezése, a nagyobb méretű épületek telepítésénél a geodéziai adottságok alapvetőek. Megállapíthatjuk, hogy mobil (traktoros vontatás stb.) technológiák használata esetén közel sík terület kb. 1,0–2,0%-os

déli lejtéssel felel meg legjobban több állattartó épület elhelyezésére. Az 1,0–2,0%-os lejtés megkönnyíti a felszíni csapadékvíz-elvezetést és még jelentősen nem nehezíti a telepen belüli közlekedést, az épületek elhelyezését.

Nagyobb lejtés esetén már jelentősebb földmunkára lehet szükség, hiszen egy 50 m hosszú épület lejtő irányába való elhelyezése esetén 4%-os lejtés esetén az épület végén már 2 m-es szintkülönbség jelentkezik. Ilyen esetben amennyiben a tájolási és egyéb feltételek engedik az épületet a lejtő szintvonalával párhuzamosan helyezzük el, ha lehet kihasználva a lejtő tereprendezéséből a „teraszosításból" adódó előnyöket (610. ábra).

Tanyasi jellegű telepítéseknél alföldi sík területeken is nagyon fontos lehet a terület szintkülönbségének pontos érzékelése. A sík területen a szemmel nehezen, vagy nem érzékelhető mélyedésekben időszakonként összegyűlhet a csapadékvíz, belvíz keletkezhet. Ilyen területeken is fontos a műszeres geodéziai mérések elvégzése, a terület vízháztartási adatainak összegyűjtése mielőtt a végleges helyet az építkezésre meghatároznánk.

Talaj és telepítés

Az értékes termőföld nemzeti kincsünk. Az állattartó telepek telepítését befolyásolja a föld aranykorona értéke és a talaj mechanikai tulajdonsága. Komplex gazdasági, földhasználati, ökológiai vizsgálatokat kell végeznünk.

A talaj mechanikai tulajdonsága és vízháztartása az állattartó telepek tervezésénél lényegében a telepítés műszaki feltétele. Követelmény a talaj minimálisan 1 kg/cm^2 teherbírása. Ez nem különleges igény, lényeges azonban, hogy az értéke az egész telep területén lehetőleg csaknem egyforma legyen. A talaj vízszint legmagasabb értéke lehetőleg ne haladja meg a –1 métert, és a víz ne legyen agresszív hatású.

A lecsapolt mocsaras vidéken nagyon szeszélyesen változhat a talaj szerkezete. Az istállók hossza számottevő és ha különböző süllyedésű talajra építjük őket, könnyen megrepedhetnek.

Ha a talajvíz agresszív hatású, káros lehet a betonra. Ilyenkor ugyanis a talajvízzel érintkező szerkezeteket külön kell védenünk. Káros hatású továbbá, a régi trágyatelepek környékének szivárgó, fertőzött talajvize is. Ezért a létesítés előtt mindig ajánlatos vegyvizsgálatot végeztetnünk, mert hazánkban agresszív talajvíz sok helyen fordul elő.

Talajvizes területen való alapozás, a csatornák és egyéb vezetékek fektetése körülményes és költséges.

Mikroklíma és telepítés

Az állattartás jó környezeti feltételeit könnyebben, kevesebb energiával, költséggel biztosíthatjuk, ha telepítésnél figyelembevesszük a választott terület mikroklimatikus adottságait. Fontos a terület páramentessége, a ködképződésre

alkalmas mélyedések, zugok kevésbé alkalmasak állattartás részére. Figyelembe kell vennünk a széljárás irányát, a szélsebesség intenzitását, a hideg- és meleglevegő-áramlásokat, a napsütötte órák számát.

Vannak viharok által gyakrabban sújtott területek az országban, ahol a nyári gomolyfelhő-képződés intenzívebb. Ezeken a területeken a villámvédelem szakszerű megoldása kiemelten fontos különösen a nádtetős épületeknél, a széna- és szalmatároló padlásoknál, pajtáknál.

Az utóbbi időben külföldi és magyar kutatók mind gyakrabban hívják fel a figyelmet arra, hogy a beruházások telepítésénél érdemes a földsugárzásokkal, (földalatti vízfolyások, Hartmann-háló) kapcsolatos méréseket előzetesen elvégezni. Az ilyen jellegű mikrokörnyezeti hatások érzékelése és vizsgálata különösen a kötött tartású technológiák telepítésénél lehet fontos.

Víznyerés, vízelvezetés és a telepítés

Az állattartáshoz megfelelő mennyiségű és minőségű vízre van szükségünk. Külterületen, de belterületen is gyakran a vízellátást önállóan kell megoldanunk kutakkal, megfelelő víztárolási lehetőséggel. Az ivóvíz és a technológiai vízigény mellett nem feledkezhetünk meg nagyobb telepeknél a hatóság által előírt tűzivíz igényről, amit természetes nyíltvízi bázis (folyó, tó, csatorna) is biztosíthat.

Egy-egy régió, terület vízháztartásáról országos felmérés áll rendelkezésre. A Földtani Intézet országos kútkataszter alapján ad szakvéleményt arra, hogy egy-egy kérdéses helyen mekkora a található vízmennyiség és az hogyan hasznosítható.

A víznyeréssel és vízfogyasztással természetesen szorosan összefüggő kérdés a szennyvíztermelés és szennyvízelhelyezés kérdése. Az állattartás szennyvíztermelése fokozottan környezetveszélyes és a szennyvízkezelés elhanyagolása saját természetes vízbázisunkat is veszélyezteti. A terület választásánál jó ha figyelünk arra is, hogy lehet-e gazdaságosan kialakítani akár a saját területen szennyvízderítést, szűrést, tisztítást, ill. alkalmas-e a terület a tisztított szennyvíz befogadására, szikkasztásra, különböző öntözési eljárások alkalmazására.

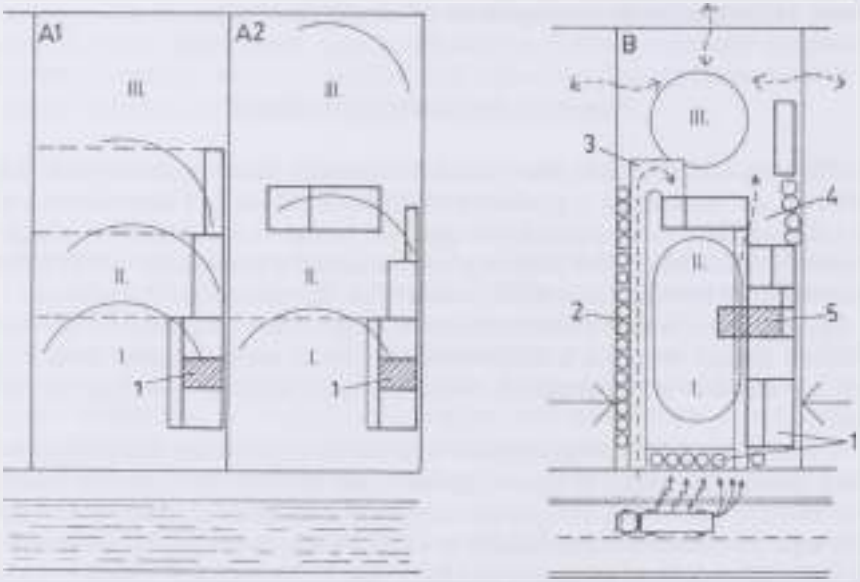
Állattartó épületek elhelyezése portán, tanyán, telepen

A múlt tanulságai. Magyarországon az állattartásnak sok évszázados hagyománya van. Az ősi extenzív állattartás előnyeit manapság ismét emlegetik és ugyancsak vannak példák az ún. tanyasi félintenzív jellegű állattartás feleleventésére. Természetesen nem feledkezhetünk meg sem a háború előtti uradalmi majorok szakosított állattartó épületeiről és telepeiről, valamint az 1950-es, 60-as, 70-es, 80-as években épített nagyüzemi telep példáiról sem. Különösen fontos, hogy elvégezzük ezeknek a közelmúltban (1950–1980) épített telepeknek

az értékelemzését mivel rekonstrukciójuk és hasznosításuk nagy feladat, és az épületek elhelyezésében a telepek funkcionális rendszerében a jövőben is hasznosítható megoldásokat találunk.

Ugyancsak fontos, hogy megismerjük a hagyományos kis- és középparaszti tanyák – portáik szerkezetét, amik szintén követendő példát mutathatnak a mai tanyaporta telek beépítéséhez, az épületek célszerű elhelyezéséhez.

A porta és tanya beépítésének jellemzői
(hagyomány és jövő)



619. ábra. Porta
A1 a hagyományos fésűs beépítés sémája, *A2* a hagyományos keresztcsűrös beépítés sémája, *B* a mai termelő porta beépítés sémája
(*1* a porta, a ház központja a konyha, *2* a belső gazdasági út mellett növényvédő sáv, *3* a portán belüli gazdasági út, *4* tároló, tartalék terület, *5* a lakóház gazdasági helységei)

A porta: a falu belterületén létesített gazdálkodó telek *(619. ábra)*.

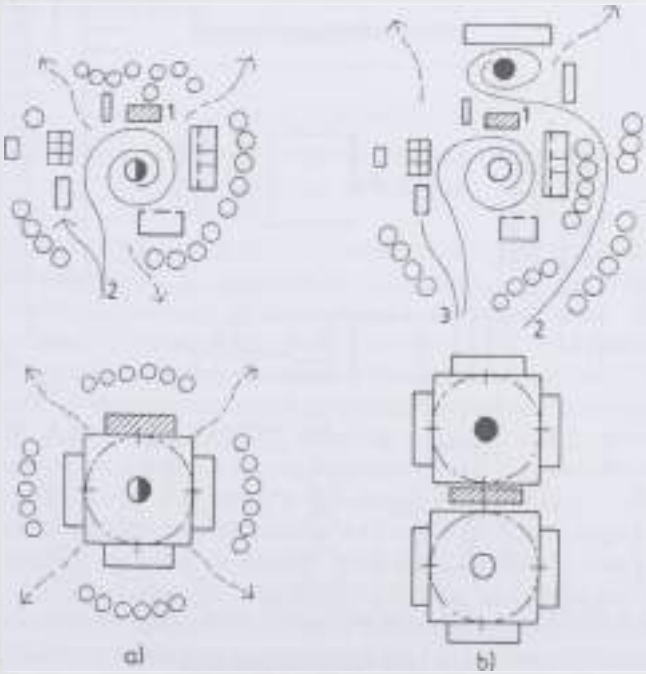
A *hagyományos fésűs beépítés* jellemzői:

- a házak „védik" az udvart, a telek kedvezőtlen tájolású oldalhatárára építettek,
- a telek használata és a házak funkciója között szoros összefüggés van, azaz
  - a lakóházhoz kapcsolódik a tiszta udvar (I.),
  - a kiszolgáló épületekhez kapcsolódik a gazdasági udvar (II.),
  - az állattartó épületekhez kapcsolódik a gazdasági – állattartó udvar (III.),

– a hagyományos háromosztatú paraszthaz közepén a konyha – a lakókonyha közvetlenül a tornácról nyilik, a tornácról a telek jól belátható és ellenőrizhető.

Mit érdemes hasznositanunk a felsorolt jellemzőkből manapság, az új porták beépitésénél?

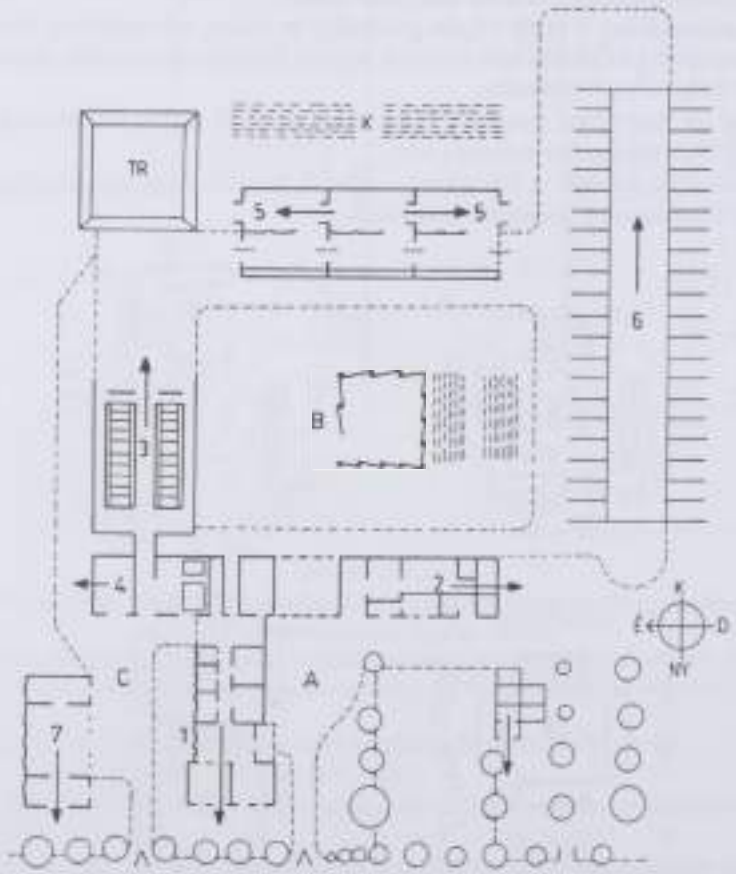
– Az oldalhatárára való épitést.
– Az udvarok megosztását, tiszta udvarra, nem szennyező munkák udvarára, gazdasági udvarra.
– Házunk, kertünk tudatos védelmét (környezetvédelem), azaz
  – a forgalmas, zajos, poros út felől védő növényzet, tömör kerités, a lakóház uteai frontjára helyezett garázs védi a lakóházat, a tiszta udvart,
  – szomszédok felé növényzettakarás biztositja az intimitást.
– Belső közlekedés célszerű megszervezését:
  – amennyiben a telek végén gazdasági út nincs, a beépitetlen oldalhatár mentén közlekedő utat célszerű hagyni a járművek számára, gondolva a tiszta udvar védelmére,
  – a jól szervezett gyalogos közlekedés és a jól szervezett munkavégzés között szoros összefüggés van.
– A lakóház közepe: a lakóclőtér – étkező, konyha nemcsak a lakóház, hanem a gazdaság „irányító" központja is.



620. ábra. Tanya
a) hagyományos tanyai telepités, *b)* mai termelő tanyai telepités
(*1* nyárikonyha, ellenőrző, irányitó hely, *2* a tanya bejárata, *3* a tanya bejárata a lakóudvarhoz)

A tanya: A falu külterületén létesítendő gazdálkodó lakótelek *(620. ábra)*.
Az *udvaros telepítés* jellemzői:

- A tanyatelek közepe nem beépített, hanem körbeépített.
- Az épületek többsége az udvar felé nyílik, kifelé zárták a homlokzatok.
- A nyári konyha a tanyaudvar bejáratával szemben „középen helyezkedik el", ahonnan átlátható – ellenőrizhető a tanya.
- Különálló épületek alkotják a tanyát:
  - különböző időszakokban építették,
  - a tanyaudvar nyári átszellőztetése így biztosított,
  - az épületek könnyebben bővíthetők.
- A tanyát fák veszik körbe, a fák védenek a szelektől, árnyékot adnak és irányt mutatnak.



621. ábra. Háromudvaros tanya
1 lakóépület, *2* önellátó gazdasági épület (garázs, tároló, sertés, baromfi),
3 20 fh-es tehénistálló, *4* tejház – tejfeldolgozó,
5 hízómarha-istálló, *6* tömegtakarmány horizontális siló, *7* géptároló, műhely stb.)

A *farmgazdálkodás* esetén az egyudvaros tanyatelepítés sem funkcionálisan, sem környezetvédelmileg nem megfelelő, ezért a következő udvarok kialakítása célszerű:

A Lakó- + tiszta udvar;
B Gazdasági udvar;
C „Üzemi" udvar.

A nyári konyha a három udvar között a központban helyezkedik el, kapcsolatban mindhárom udvarral, biztosítva a vizuális ellenőrzés lehetőségét.

A gazdálkodó telek „sohasem" véglegesen beépített, változnak a technológiák, a piaci viszonyok, ezért törekedni kell a változtatás feltételeinek megteremtésére. A *621. ábrán* bemutatott „háromudvaros tanya" példáján látható, hogy a nyilak irányában az épületek mindegyike tovább építhető, fejleszthető.

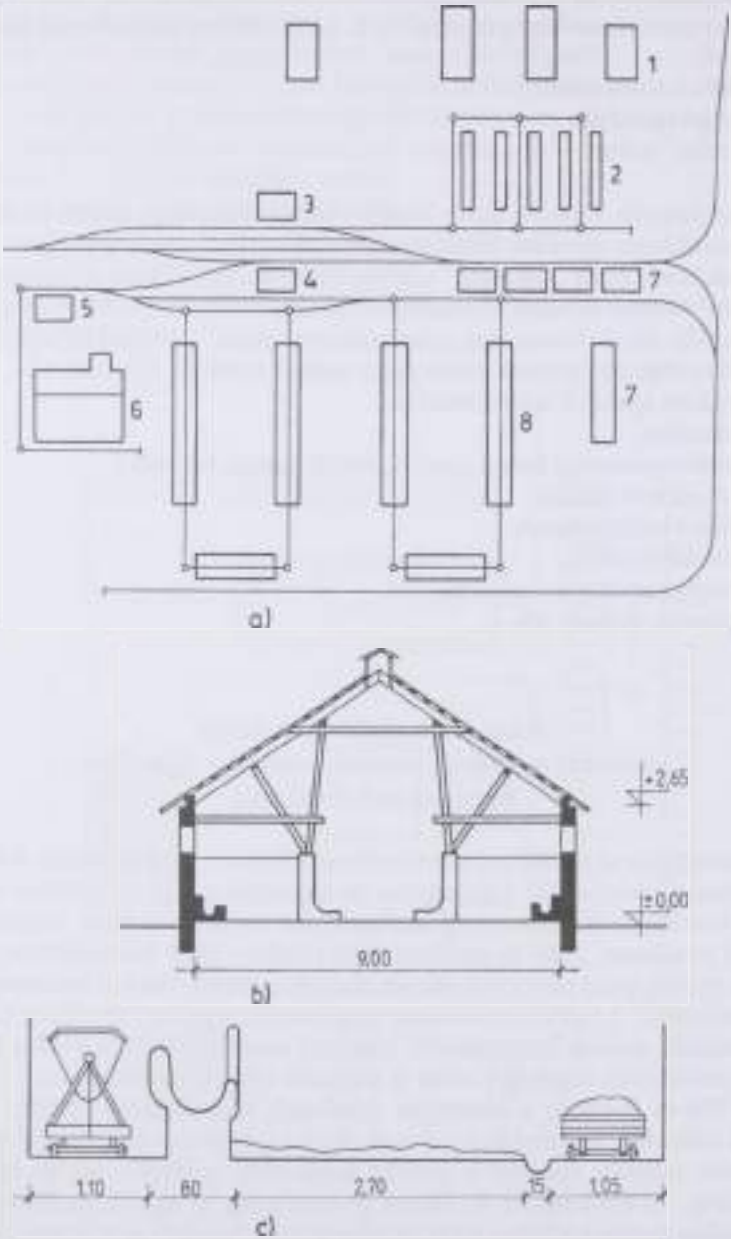
A bővíthető épületek a következők:
- lakóépület,
- önellátó gazdasági épület (garázs, tároló, sertés, baromfi),
- 20 fh-es tehénistálló,
- tejház – tejfeldolgozó,
- hízómarha-istálló,
- tömegtakarmány horizontális silló,
- géptároló, műhely stb.

A közelmúlt (1950–80-as) évek állattartó telepeinek beépítési változatai, a jövőben hasznosítható tanulságok

Magyarországon az elmúlt négy évtizedben különösen a tehenészetek fejlesztése „drámaian" felgyorsult. Lényegében tíz évenként a változó politikai és gazdasági körülmények hatására új technológiák és beépítésének terjedtek el. 1950-től pavilonos, 1960-as években félig tömbös, 1970 körül tömbös, végül 1980-as évekre ismét pavilonos elrendezést követeltek a változó tartástechnológiai koncepciók. A fejlődés stációinak megismerése egyrészt lehetőség a különböző beépítési módok bemutatására, másrészt megismerésük, a pozitív tapasztalatok tudatosítása segítséget ad az új állattartó telepek tervezéséhez.

Az 1950-es években a heterogén minőségű állatállomány részére kellett gyorsan telepeket, épületeket létrehozni. Az ún. pavilonos elrendezésű telepek jellegzetes termelő épületei a szerfás szerkezetű, nádtetős istálló épületek *(622. ábra)*. Az épületekben az állatok gyakorlatilag az egyéni gazdaságoknak megfelelően kerültek elhelyezésre, hosszú álláson bőséges almozással. A technológiai gépesítést a keskeny nyomtávú csillék használata jelentette. Döntően ezeknek a telepeknek a működése a kézi munkaerőre szorítkozott. Minden kezdetlegességük ellenére találhatunk pozitív elemeket, mai tanulságokat.

Mik ezek a tanulságok?



622. ábra. Pavilonos rendszerű nagyüzemi állattartótelep (Nagyberek, 1954)
a) helyszínrajz, *b)* tehénistálló metszete, *c)* hagyományos hosszúállás (kötött tartás)
(*1* meglévő uradalmi épületek, *2* górék, *3* magtár,
4 takarmány, *5* tejház, *6* borjúnevelő, *7* elletó istálló *8* 4 db 100 fh-es tehénistálló)

Az akácfa használata szerkezeti anyagként. A szerfa szerkezetek szemléletesen mutatják be, hogy az akácfát hogyan lehet a fenyőfától eltérő módon, viszonylag egyszerű szerkezeti kapcsolatokkal és gyors kivitelezéssel gazdaságosan használni. A szerkezet példáján vizsgálhatjuk a részleges előregyártás lehetőségének módjait, a reálisan megvalósítható alternatívákat házilagos építkezések esetén. Az 1950-es évekből még álló szerfa szerkezetű épületek tanulmányozásánál tapasztalhatjuk az akácfa tartósságát és ellenállóképességét. A mintegy 40 év bizonyosság lehet arra, hogy különösebb építőanyag kísérletek nélkül is bízhatunk ebben a hazai fafajtában és érdemes szerkezeti felhasználásával a jövőben is foglalkozni.

A 60-as években a nagyüzemi állattartásban tartástechnológiai és műszaki fejlesztés egyaránt bekövetkezett. Az ebben az időszakban épülő tehenészetekre jellemző volt az ún. félig tömbös kialakítás *(623. ábra)*.

A termelő istállókban négy sorban, kötötten helyezték el az állatokat. Az egységesebb fajtaválaszték lehetővé tette, hogy a kézi munka csökkentésének igénye miatt középhosszú állásokat alkalmazzanak. A középhosszú állás alomtakarékosabb, a kitrágyázás az épületek hosszanti irányában áthajtó rendszerrel, traktoros tolólappal megoldható. Épületenként a két darab etetőúton a takarmánykiosztás szintén mobil technológiával történt, különböző kialakítású takarmánykiosztó kocsik segítségével. Egy-egy épületben kb. 200 tehén fért el. Két épület fogott közre egy tejházat, ahol a tejhűtés, tárolás történt. A fejés sajtáros fejőgépekkel történt tejtankos mobil szállítással, vagy az istállóban kialakított tejvezetékkel.

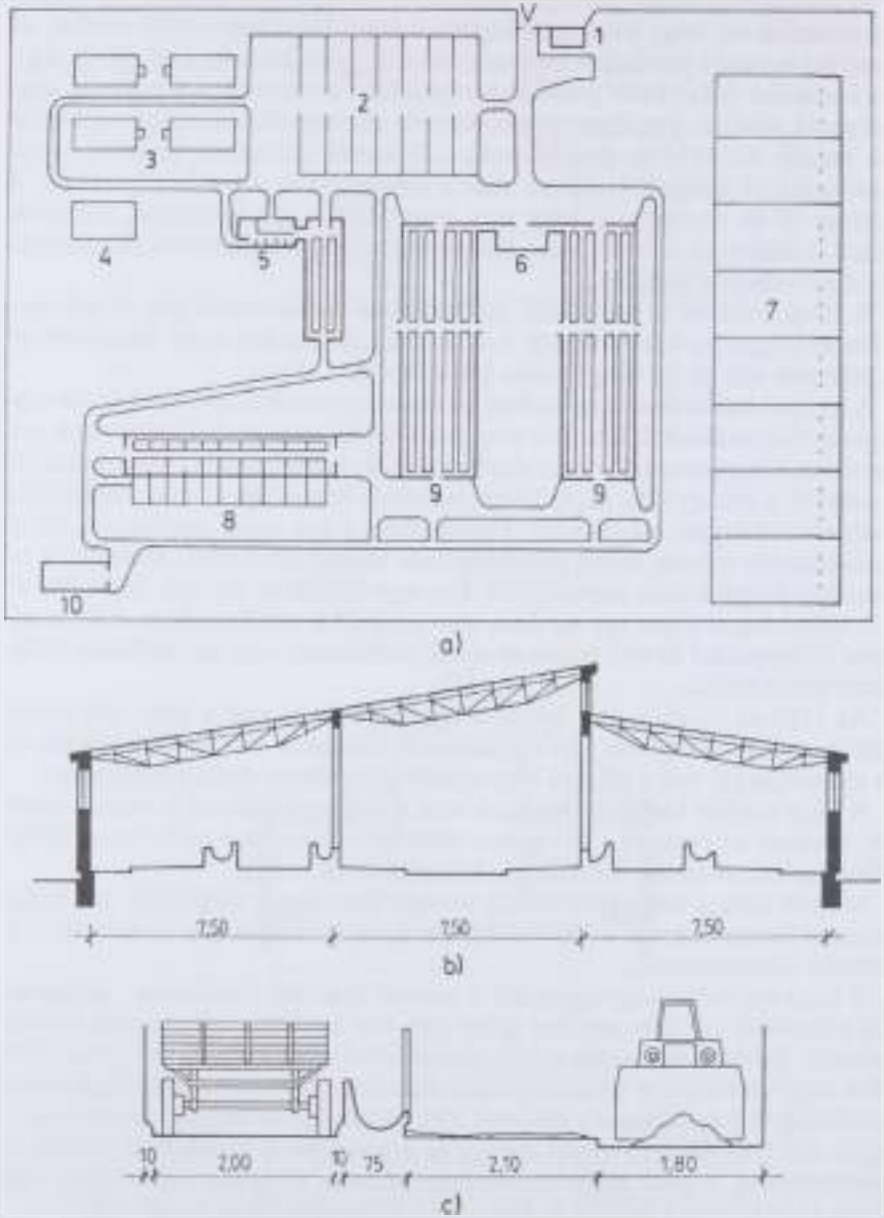
Az 1960-as években már fokozott figyelmet fordítottak a telep tenyésztési körülményeire. Az elletés és a borjúnevelés számtalan változatát próbálták ki, és elsődleges cél volt a szigorú állat-egészségügyi követelmények betartása.

A félig tömbös kialakítás lehetővé tette a területtakarékosabb telepek építését. Ezeknek az éveknek a jellegzetes tehéntartó épülete a 3×6×7,5 m-es pillérállású, acélszerkezetes, fűrészfogas, félmagas-tetős istálló.

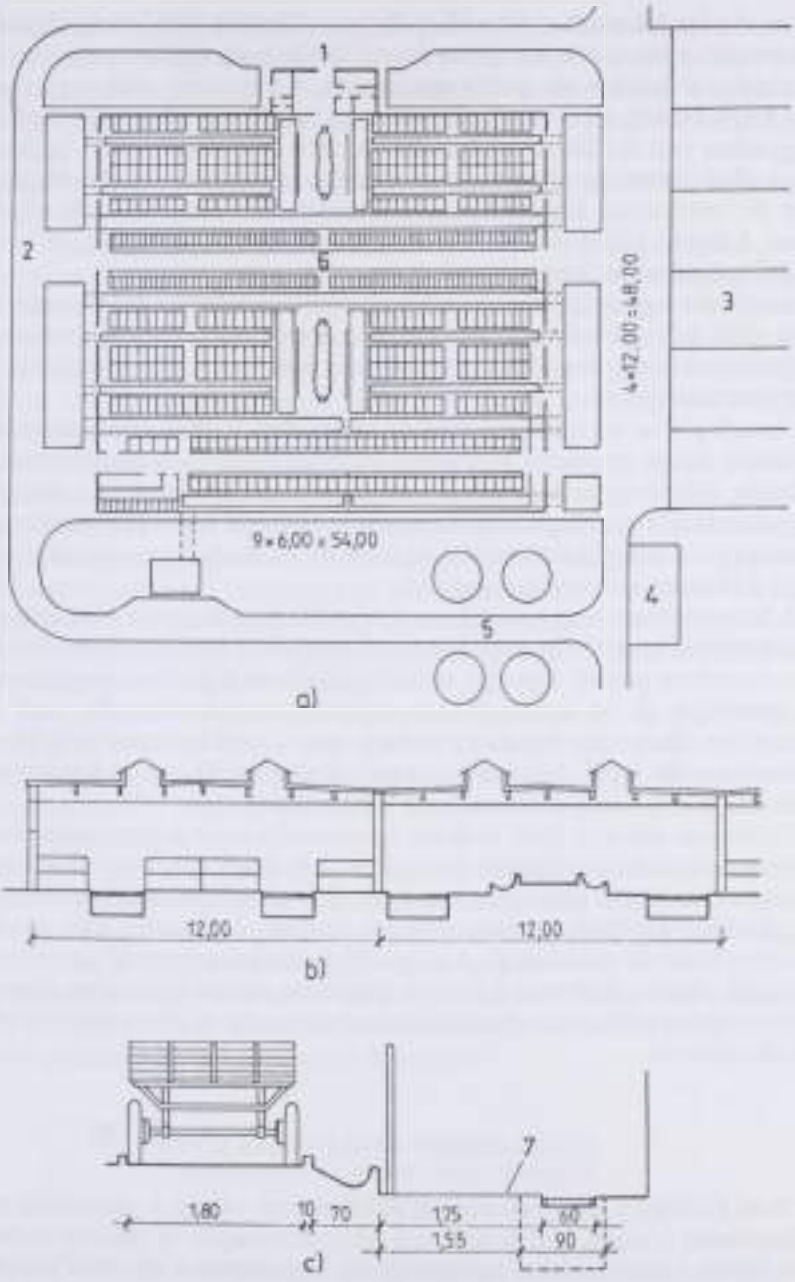
Melyek azok a tanulságok a félig tömbös tehenészeti telepeknél, amelyeket érdemes hasznosítanunk a mai mezőgazdasági építészetünkben, az intenzív árutermelő állattartásban?

A telep optimális nagyságrendje, a termelő épületek kialakítása. Valószínűleg a távolabbi jövőben sem lesz igény 200–400 férőhelyesnél nagyobb tehenészetekre. Kötött tartás esetén a félig tömbös elhelyezés a követendő példa lehet, ahol megvalósítható a termelőépületek fokozatos fejlesztése, mobil gépészeti technológiák használata. Az épületek fűrészfogas kialakítása következtében az egész tető hosszában megnyitható, így az istálló télen is természetes módon jól szellőztethető. A felső nyílás kedvező természetes világítást eredményez, ami segíti az istállóban a munkát és biztosítja a költségtakarékos üzemeltetést.

A 70 es években a tehenészeti telepek méreteiben további koncentrálódási folyamatok figyelhetők meg. A tejtermelést is egyre inkább az iparszerű tartásmódok és technológiák határozzák meg. Ezeket az igényeket próbálták kielégíteni az ún. tömbös tehenészeti telepek *(624. ábra)*. A tömbös telepek jellemzője volt, hogy a tenyésztési és tejtermelési funkciókat egy épülettömbbe vonták



6.23. ábra. Félig tömbös tehenészeti telep (1968)
a) alaprajz, *b)* négysoros, fűrészfogas acél tetőszerkezetű istálló,
c) középhosszú állás (kötött tartás)
1 iroda, szociális épület, *2* silók, *3* széna, *4* szalma, *5* ellető, *6* tejház, *7* karámok,
8 borjúnevelő, *9* tehénistálló, *10* elkülönítő



624. ábra. Tömbös tehenészeti telep (Környei ÁG. 1970)
a) alaprajz, *b)* tehénistálló metszete (részlet), *c)* rövid állás (kötött tartás)
(*1* tejház, *2* trágyatér, *3* silótér, *4* szecskázó, *5* toronysilók, *6* etetőút, *7* alommentes padló)

össze. Az így kialakult gyárszerű épületben többnyire stabil technológiákat alkalmaztak. A tehenek kötött állása ún. rövidállás volt, amihez a trágyaelvezetés és kezelés érdekében rácspadló csatlakozott. A trágyarács alatt vagy mechanikus trágyakihúzó szerkezet (szárnyaslapát, lengőlapát stb.) vagy vízöblítéses trágyaakna volt. Az állások almozatlanok, ezért különleges istálló – pihenőpadlókat alkalmaztak. Az állatok etetése gyakran szintén stabil technológiával történt ún. etetőasztal kialakításával, különböző behordó eszközök alkalmazásával. A fejés a kötött állások ellenére gyakran fejőházban zajlott, ez bonyolult lekötő berendezések kiépítését jelentette.

Az állatok egy épületben történő koncentrálása miatt az épület szellőztetése csak gépi úton oldható meg, trágyaakna esetén túlnyomásos rendszerrel. A nagyfelületű épület legtöbbször lapos tetős, ami igényes kivitelezést és nehéz karbantartást igényel.

Összefoglalva: az iparszerű tömbös tehenészeti telepek kivitelezése és üzemeltetése drága, az állatok környezeti feltételei nehezen és csak részben biztosíthatók, ezért a termelési eredmények nagyon bizonytalanok. Az alom nélküli trágyakezelési technológiák, különösen a vízöblítéses hígtrágya-kezelés nagyon költséges, és komplikált kezelési eljárást kíván, hazai tapasztalataink szerint nagy a környezetszennyezés veszélye.

A közeljövőben Magyarországon a tehenészetek és egyéb állattartó telepek kialakításánál az 1970-es évek iparszerű állattartási gyakorlatai összességében nem követhető példák. Egy-egy technológiai eleme a jövőben megjelenhet reális igényként, pl. az automatikusan vezérelt takarmánykiosztás, vagy akár a rácspadlós elhelyezés. Amennyiben ezek vagy hasonló elemek beépítése, üzemeltetése szóba kerül, érdemes lesz tanulmányozni a 70-es évek tömbös tehenészeti telepeit, építésük és üzemelésük tapasztalatait.

Különösen indokolt lehet ezeknek a tapasztalatoknak a figyelembevétele, ha nyugat-európai technológiákat veszünk át. A holland, dán, vagy akár német tehenészetek a maguk földrajzi adottságainak és társadalmi berendezkedésüknek megfelelően fejlődtek. A meteorológiai adottságok hatására más növénytermesztési kultúrák alakultak ki. A magasabb technikai színvonal iparosított technológiák alkalmazását tette lehetővé. Hazánkba történő kritikátlan adaptálásuk a 70-es évek tömbös telepeihez hasonlóan beruházási és üzemeltetési problémákat okozhatnak.

Nyitott–kötetlen tartású telepek (1980)

A 70-es években a fokozódó energia és környezeti válság, a tehenészeti telepek fejlesztésére is döntő befolyással volt Magyarországon. A kötetlen tartást először zártan, majd amerikai tapasztalatokat kamatoztatva nyitottan próbálták a gyakorlatban alkalmazni. A nyitott kötetlen tartás meghonosításának feltétele volt a fajtaváltás az ún. holstein-fríz fajta tenyésztése, tejtermelésre történő beállítása. A program keretében több párhuzamos kezdeményezés, telepépítés történt. Egy-egy alaptípus megismerése, a típusok összehasonlítása a jövő fejlesz-

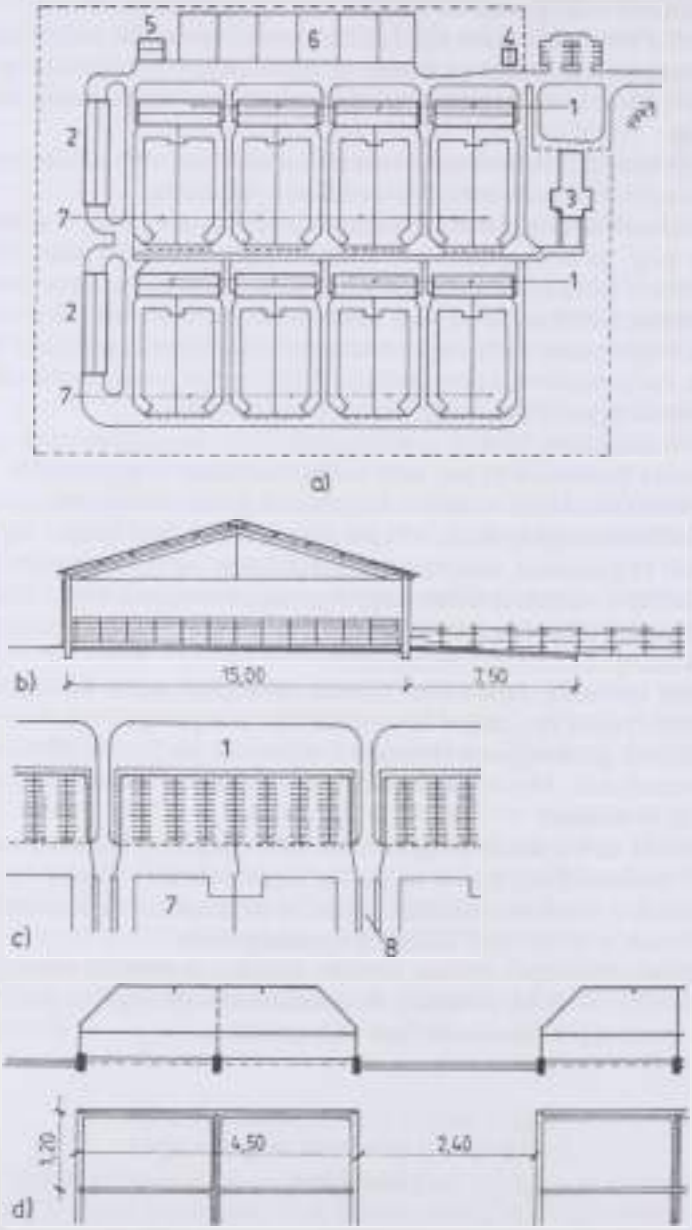
tési stratégiáinak kidolgozásánál elengedhetetlen. Különösen indokolt ennek a folyamatnak a tanulmányozása azért is, mert nem csak az ún. szocialista régióban, hanem egész Európában szokatlan tartásmódot és tehenészeti telepkialakítást, istállóépítészetet fejlesztettek ki, építettek meg és üzemeltettek a magyar szakemberek.

A konkrét telepek, istállótípusok ismertetése előtt érdemes általánosan megállapítani a nyitott kötetlen tartású tehenészetek jellemzőit:

- A természetszerű tartásmód biztosítása lehetővé teszi, hogy a tehén „határozza meg" az adott pillanatban számára legmegfelelőbb pihenőhelyet. A pihenőhely lehet épületben vagy a kifutóban, és ezek bármely térségében. A természetszerű tartás egyben almostartást jelent a termelőépületben. A tehén csoportosan mély vagy növekvő almon, vagy egyenként boxokban pihen. Az almostartás környezetkímélő és kötetlen tartás esetén a kitrágyázás géppel egyszerűen, időszakonként megoldható.
- A termelőépületek funkciója leegyszerűsödik, lényegében csak a pihenő funkcióra korlátozódik, ami jobb helykihasználást és egyszerűbb, olcsóbb épületkialakítást tesz lehetővé. Az épületek gyakorlatilag színszerűek, hőszigetelést nem igényelnek. Az épületgépészetnek legfeljebb a fagymentes önitatót és minimális világítást kell biztosítania. Mivel a tehenészetek épületei közül a termelőépületek nagyságrendje a meghatározó, a nyitott, kötetlen tartású tehenészetek egyszerű termelőépületei az egész telep beruházási költségeit jelentősen csökkentik.
- A fejés különálló fejőházban történik. A legfontosabb és legkényesebb munkafolyamat egy helyre koncentrálódik. A legdrágább technológiai berendezések gazdaságosan (fejőgépek, tejtárolók stb.) és jól ellenőrizhetően üzemeltethetők. Mindez kedvezően befolyásolja a munkakörülményeket és a tej minőségét.
- Az elletés és borjúnevelés gyakorlata több telepen is közelít a természetszerű tartásmódhoz, ami a csoportos alomra történő elletést és a borjak Steimann-ketreces elhelyezését jelenti. A természetszerű borjúnevelés hatékonyabb, a felnövekvő állomány egészségesebb.
- A tehenészeti telepek nyitott, kötetlen kialakítása többféle lehet. Jellegzetes telepkialakítások elemzése és összehasonlítása segíti a jövőben a kisebb gazdaságok tehenészetének fejlesztését.

1. Alaptípus a komáromi telep mintáján bemutatva

A telep 1978-ban épült, központi állami támogatással *(625. ábra)*. A telep kialakítására jellemző, hogy a termelőépületek hosszanti oldalukon délre nyitottak, ide kifutók csatlakoznak. A termelőépületek a kifutókkal egymás mellé sorolták. A termelőépületek 15 m szélesek, előregyártott vb. szerkezetűek, és keresztirányú pihenőboxos elrendezésűek. Az etetés a kifutóban történik, fedetlen



6.23. ábra. Nyitott, kötetlen tartású tehenészeti telep (Komáromi ÁG.)
a) alaprajz, *b)* pihenőistálló metszet, *c)* alaprajzi részlet, *d)* pihenőbox
(*1* pihenőistálló 168 fh, *2* elletö + borjúnevelő 22+120 fh,
3 fejőház 2×2×10 állásos, *4* üzemi, szociális épület, *5* gépszín – szecskázó, *6* támfalas silók,
7 kifutó 25 m²/fh, *8* etetőút)

etetőjászolban. Az etetősáv lebetonozott. Egy-egy pihenőistállóban két darab 80 fh-es tejtermelő csoport helyezkedik el az istálló és a kifutó keresztirányú szétválasztásával. A fejőház 2×2×10 állásos, halszálkás rendszerű. A felhajtó útvonal kétesatornás. A tömegtakarmányt 5 m magas U alakú betonfalú silókban tárolják.

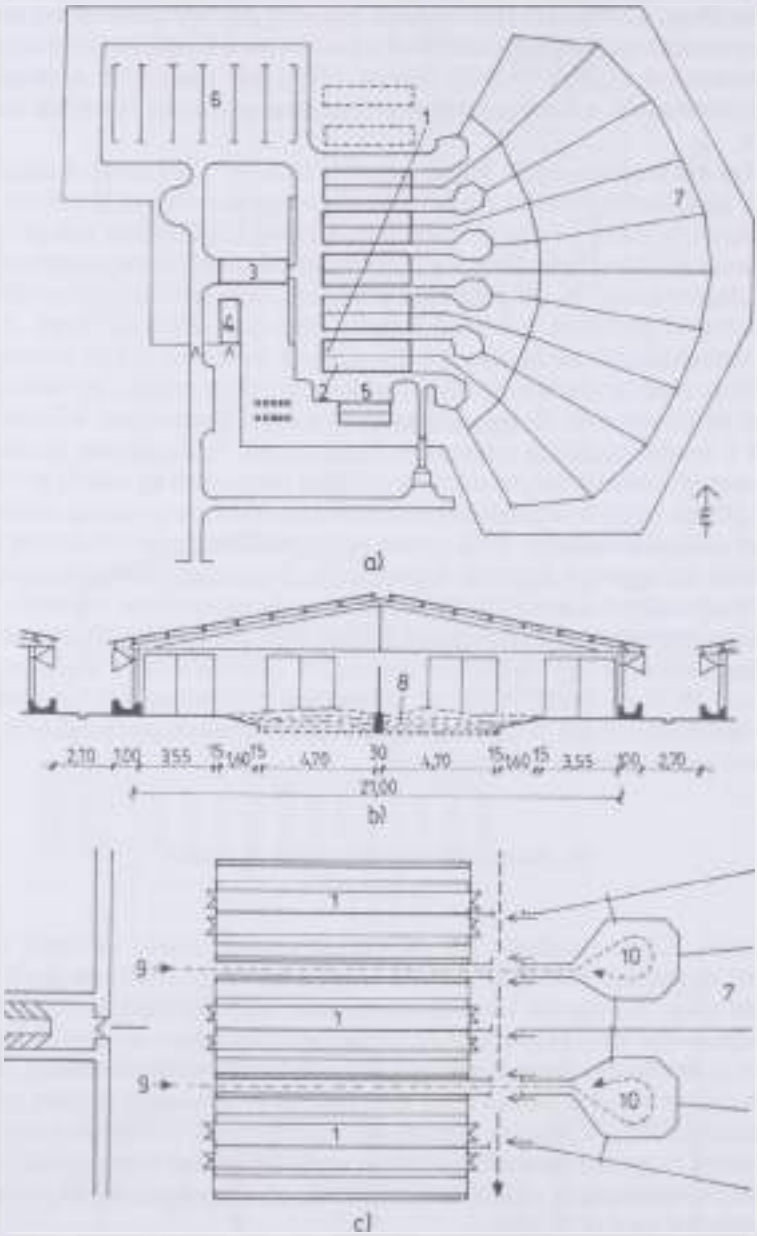
A telep két ütemben épült. Teljes kiépítése után kb. 1200 fh-es. A telep egyik legfőbb problémája a túlzott állatlétszám. Egy-egy termelőistálló messze került a fejőháztól, fejéshez a felhajtás nehézkes. A kifutó időszakosan sem zárható le, ami a tavaszi időszakban okozhat gondot, hiszen ha a talaj mélyen átázott az állatok „dagonyázása" a süllyedésig fokozódhat. Talajcserével, pihenődombok létrehozásával próbálták a kifutókat egész évre használhatóvá tenni. A 15 m széles termelőistálló annak ellenére, hogy egyik hosszanti oldala nyitott, nyári időszakban (április végétől október végéig) nem eléggé szellős. Az intenzív tejtermelő fajták sok friss levegőt kívánnak és a nyári hőérzetüket, hőleadási igényüket a levegő mozgása kedvezően befolyásolja. A komáromi gazdaság az északi szerelt oldalfal megbontásával próbálta megoldani az előbbi problémát. Így az állatok nyári levegőigényét sikerült biztosítani, de gondolni kellett arra, hogy az uralkodó szélirány felől nyitott épület tetőszerkezetére fokozott szívó-, szakítóerő hat egy-egy nagyobb vihar esetén. A gazdaság ezért kénytelen volt utólag megerősíteni a termelőépületek bullámpala héjazatának lekötését.

Minden említett probléma ellenére a telep évek óta eredményesen működik, beruházási költsége egy férőhelyre vetítve (47 EFt/férőhely) a legalacsonyabb volt. Az 1970-es évek végén a tejtermelés egyenletes és jó minőségű (5500–6000 l/év/tehén). A telep tanulmányozása mindenképpen indokolt a jövő állattartó gazdaságainak létrehozásainál.

II. Alaptípus a környei telep mintáján bemutatva

A Környei Állami Gazdaság két tehenészeti telepet épített: az egyik a 70-es években tipikusnak mondható tömbös telep, a másik az 1980-ban épült nyitott kötetlen telep. A második telep beruházásának lebonyolítását bizonyára befolyásolták az első telep beruházási és üzemelési tapasztalatai, az állatok biológiai igényei és az alkalmazott műszaki megoldások közötti ellentmondások felismerése. A nyitott kötetlen tartású telep tervezésénél és építésénél is jelen volt a telep leendő gazdája, a gazdász végzettségű ágazatvezető, a majdani telepvezető. Az elméleti és gyakorlati szakemberek jó együttműködése miatt gazdaságosan, különösebb nehézségek nélkül üzemeltethető, jó nagyságrendű tehenészeti telep épülhetett meg *(626. ábra)*.

A telep termelő épületei hosszanti oldalfalukkal kapcsolódnak egymáshoz úgy, hogy a közöttük lévő fedetlen tér az etetőút. Az állatok mélyalmon vannak, és egy-egy csoport az épület hosszanti oldalán elhelyezett jászolban kapja meg a takarmányt. A jászol hossza 100%-os, ami azt jelenti, hogy az egy csoportba tartozó 80 állat egyszerre férhet hozzá a takarmányhoz (Jászolhossz: 80×0,75 = 60 m.)



6.26. ábra. 800 férőhelyes nyitott kötetlen tartású tehenészeti telep (Környei ÁG. 1980)
a) alaprajz, *b)* 2×80 fh-es pihenőistálló metszete és alaprajza, *c)* alaprajzi részlet
(*1* pihenőistálló 2×80 fh, *2* ellető + borjúnevelő, *3* fejőház,
4 üzemi, szociális épület, *5* gépszín–szecskázó, *6* tamfalas siló, *7* kifutó 25 m²/fh,
8 mélyalom 4,35 m²/fh, *9* etetőút, *10* forduló)

A termelőépületek mindkét hosszoldala nyitott, ami a megfelelő légállapotot teremt. A káros huzathatások elkerülésére a tervezők az épület ereszvonala alatt és az épület hosszanti felezésénél huzattörő deszkázatot alkalmaztak. A 21 m széles előregyártott, vasbeton szerkezetű épület tetőgerince teljes hosszúságban nyitott, így biztosítva az intenzívebb levegőutánpótlást és az optimális légmozgást. A termelőépületek egyik végoldala a legyező alakban kialakított kifutókhoz csatlakozik, a másik pedig a fejőházhoz – tejházhoz. A fejőház központi elhelyezése miatt üzemeltetői javaslatra a felhajtókarámok elmaradtak. A megfejt csoport várakoztatása, ill. az egyedi kiválasztás érdekében a fejőházhoz vizsgáló-ellenőrző karámfolyosót csatlakoztattak. A kétcsatornás felhajtó karámrendszer elhagyásával a telep mobil traktoros forgalma, a telep tisztántartása lényegesen leegyszerűsödött úgy, hogy sem tenyésztési, sem termelési problémák nem keletkeztek. A fejőház 2×2×10 állásos, halszálkás rendszerű, a hozzá csatlakozó tejkezelőben a tejhűtésnél keletkezett ún. hulladékhőt a mellé telepített szociális épületben a melegvíz készítésénél hőcserélővel hasznosítják. A kifutók legyezőszerű alakja, (az épület keskenyebb feléhez való csatlakozása) az etetés helyének és kifutó területének szétválasztása lehetővé teszi a kifutók időszakonkénti, évente max. két-három hetes lezárását. A kifutók eseti lezárása a telep működését nem akadályozza. Az etető betonozott felületén keletkezett napi trágyát traktoros tolólappal tolják ki az épületből. A termelőépületek kifutóhoz csatlakozó oldalán keresztirányban szintén traktoros tolólappal tolható el a napi trágya a telepkerítésen kívül elhelyezett trágyatárolóba.

A tömegtakarmányt áthajtós rendszerű betontámfalas silókba helyezték el, egyszerű be- és kitárolási lehetőséggel. Meg kell jegyezni, hogy az uralkodó széliránynak legjobban kiszolgáltatott szélső termelőépület téli huzatvédelmét nagyméretű, hosszú szalmakazlak célszerű elhelyezésével oldották meg.

A környei telepen az elletés és a borjúnevelés is természetszerű, az állatok biológiai adottságai szerint történik. Az elővárakozó, az ellető és az utóvárakozó a termelőistállókkal megegyezően nyitottan és mélyalmon kialakított. A csoportos elletőben az újszülött borjút a tehenek ösztönösen védik meg akár a leghidegebb téli hidegtől is. A Steimann-ketrecekben a borjúk komfortját a száraz alom biztosítja. A termelőépületekhez hasonlatos kialakítás állat-egészségügyi, etológiai szempontból előnyös, különösebb probléma a működés során nem merült fel.

Összefoglalva a környei nyitott, kötetlen tartású telep több jó példát is mutat arra, hogy a jövőben milyen beruházási, építési, üzemeltetési stratégiákat kövessünk. Mik ezek a követendő példák?

- A tervezés, az építés folyamatában már szoros kapcsolatot kell tartani a termelővel, csak így alakítható ki gazdaságosan üzemeltethető, jól funkcionáló állattartó telep.
- A beüzemelés után is célszerű a tervezőnek figyelemmel kísérni nyári és téli időszakokban egyaránt a telep működését.
- A jól megválasztott telepnagyság jó és kiegyensúlyozott telepítést eredményezhet, ami a mindennapi munkát: a takarmányozást, a fejést, kitrágyázást megkönnyíti és gazdaságossá teszi.

- A célszerű telepítés rövid etetőutakat, kevesebb betonfelületet, a felhajtókarámok elhagyását és ideiglenesen lezárható kifutókat eredményezhet.
- A fejőház és a szociális épület összekapcsolása nemcsak a legfontosabb munkafolyamatok ellenőrizhetőségét könnyítheti, hanem az épületgépészeti rendszerek gazdaságos működését is segítheti.
- Nagyméretű, nagy magasságú horizontális silók, alomtárolók célszerű elhelyezésével befolyásolhatjuk a telepre ható időjárási (szél, nap stb.) hatásokat, javíthatjuk a mikrokörnyezetünk állapotát.

A Magyarországon alkalmazott tartástechnológiai (istállói) megoldások

Szarvasmarha-istállók és telepek

Az 1950-es és 60-as években Magyarországon túlnyomórészt kötött tartásos istállók épültek különböző belső kialakítással. Az első időszakokban, amikor a traktor még nem kapott szerepet az istállómunkák gépesítésében, akkor az ún. középtrágyautas (falmenti jászlas és falmenti etetőutas istállók) építése volt jellemző. Később pedig a gépesítési igény fokozódása és az időközben létjogosultságot nyert mobil gépesítés (mobil üzemeltetéstechnológia) következtében megjelentek a traktoros takarmányozást lehetővé tevő középetetőutas, másként szólva az ún. traktoros áthajtó utas istállók. A szóbanlévő időszak első felében mindkét istállótípus készült magtárpadlásos kivitelben is.

Az etológiai ismeretek, ill. a fajtaválaszték bővülésével párhuzamosan a kötött tartás túlhaladottá vált s ezt a tartásformát ma már csak régi telepeken, ill. a kisüzemi termelést a meglévő istállókban újrakezdő néhány magánvállalkozónál találjuk meg. A mára jellemzővé vált kötetlen tartás fokozatosan alakult ki.

A fokozatosság a zárt istállók nyitásánál, majd azok kizárólagos pihenőhellyé változtatásában s ezzel egyidejűleg az épületeken kívüli kifutók és karámok építésében nyilvánult meg. Ugyanez a fokozatosság érvényesült az istállókból a karámokba kihelyezett jászlak feletti védőtetők elhagyásában is.

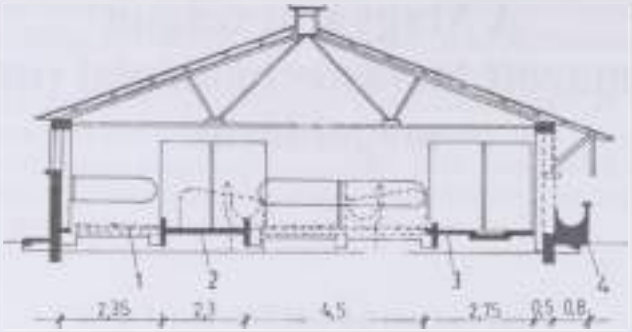
Ezt a fokozatosságot láthatjuk az *627. ábrán* is. Az istállót nyitották tették, a tehenek nincsenek lekötve, de az istállóból még nem mehetnek ki. A szaggatott vonallal jelölt jászlak a korábbi – a rekonstrukció előtti – tartástechnológiát mutatják.

A rekonstrukció során elvégzett fontosabb változtatások:

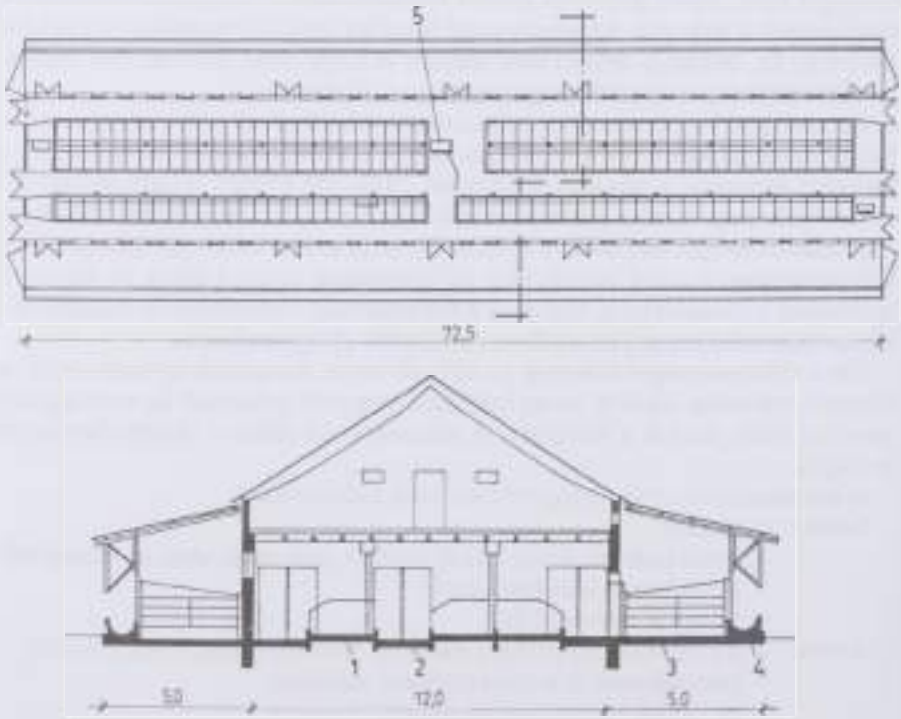
bontás: – jászlak,
- belső padozat, kivéve az új etetőtér padozatát, ahol az eredeti trágyacsatorna feltöltésre kerül,
- az egyik hosszanti fal;

építés: – a kibontott tartópillérek mellé új, kívülről tölthető fedett jászol,
- pihenőboxok és a trágyafolyosó padozata,
- az istálló végfalaiban az ajtók áthelyezése.

A *628. ábra* szerinti megoldásnál (a keskenyebb épületből adódó kényszerhelyzetből következően is) a tehenek már kijárnak az épületből, de az épület zártsága megmaradt.



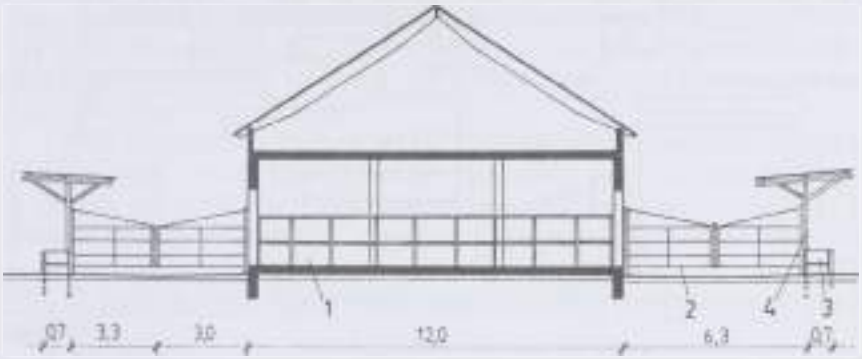
627. ábra. Traktoros áthajtású, kötött tartású tehénistálló és annak rekonstrukciójaként kialakított nyitott, pihenőboxos kötetlen tartású, kívülről tölthető fedett jászlas, mobil gépesítésű tehénistálló keresztmetszete
(1 pihenőbox, 2 közlekedő út, 3 etetőtér, 4 jászol)



628. ábra. Traktoros áthajtású, magtárpadlásos, kötött tartású tehénistállóból rekonstrukcióval kialakított, zárt, pihenőboxos, kötetlen tartású, külső fedett etetőteres, mobil gépesítésű tehénistálló keresztmetszete és alaprajza
(1 pihenőbox, 2 trágyafolyosó, 3 etetőtér, 4 jászol, 5 átnövályú)

A rekonstrukció során elvégzett fontosabb változtatások:
bontás: – jászlak,
– padozatok és mellékhelyiségek;
építés: – fedett etetőtér jászollal,
– pihenőboxok és a trágyafolyosó padozata,
– nyílászárók áthelyezése.

A *629. ábra* szerinti megoldásnál viszont a kifutó felett már nincs tető, csak a jászol felett s a keresztboxos elrendezéssel lényegében nyitottá tették az istállót is.



629. ábra. Traktoros áthajtású, magtárpadlásos, kötött tartású tehénistállóból rekonstrukcióval kialakított kereszt-pihenőboxos, kötetlen tartású tehénistálló keresztmetszete fedetlen külső etetőtérrel, de még fedett jászollal (*1* pihenőbox, *2* etetőtér, *3* jászol, *4* fagymentesített itató)

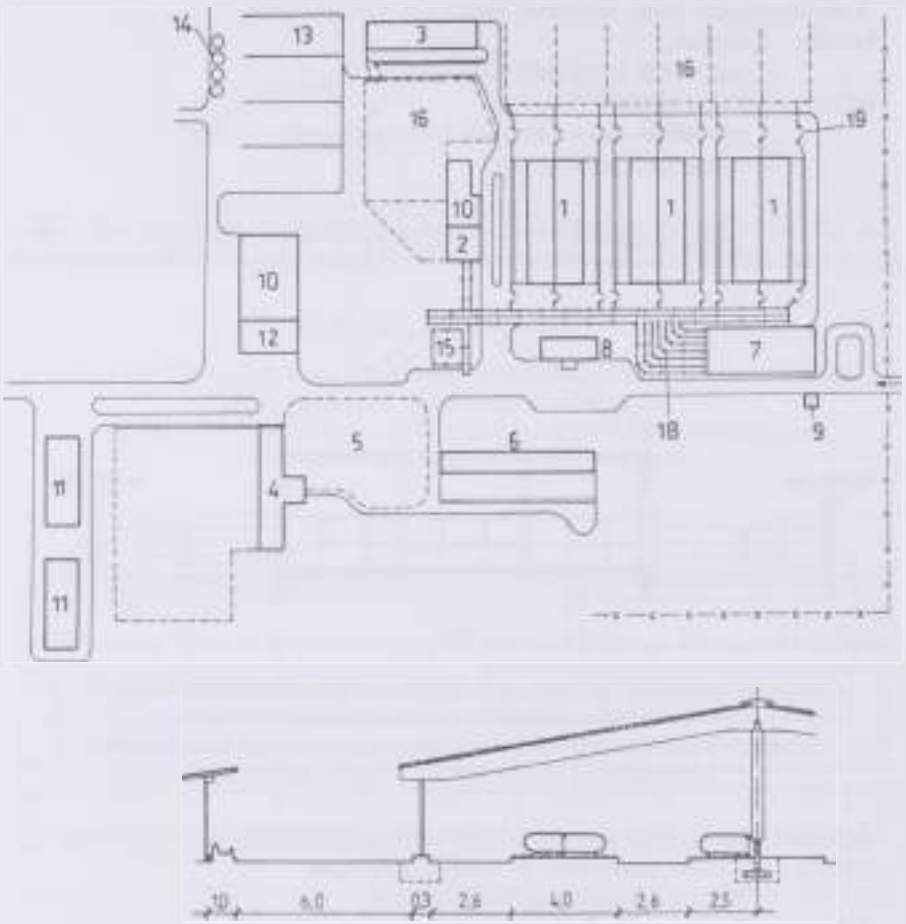
A rekonstrukció során elvégzett fontosabb változtatások:
bontás: – jászlak, padozatok és mellékhelyiségek,
– átjárók kiképzése az oldalfalakon;
építés: – nyitott etetőtér fedett jászollal,
– pihenőboxok és a trágyafolyosók padozata,
– az istálló végén lévő ajtóhelyek befalazása.

Ezek az ábrák jól szemléltetik azokat a főleg tartástechnológiai jellegű változásokat, amelyek az utóbbi 20–30 évben bekövetkeztek.

Ezek az újabb tartástechnológiák természetesen új istállók, ill. telepek tervezésénél is előtérbe kerültek. A *630. ábrán* egy négysoros, színszerű istállóban kialakított pihenőboxos, külső fedetlen jászlas tartástechnológiát alkalmazó 800 tehénférőhelyes tehenészeti telep elrendezésének és tehénistállója keresztmetszetének vázlatait láthatjuk.

A rekonstrukció itt is jelentős szerepet kapott, mivel a telephelyen meglévő épületeket is felhasználták.

Az újonnan létesített színszerű, csak három oldalról határolt, szigeteletlen, természetes szellőzésű istállók új korszakot jelentettek a hazai tehénistálló építésben, ill. az ehhez kapcsolódó tartástechnológiákban.



6.30. ábra. 800 tehénférőhelyes pihenőboxos tartástechnológiájú, mobil gépesítésű tehenészeti telep elrendezésének és tehénistállója keresztmetszetének vázlatai (*1* tehénistálló, *2* apasztós tehenek istállója, *3* szárazon álló tehenek istállója, *4* elletőistálló, *5* borjúkert, *6* borjúnevelő istálló, *7* fejőház, *8* szociális épület + mérlegház, *9* aggregátorház, *10* raktár, *11* szénapajták, *12* gépműhely, *13* horizontálsilók, *14* abraksilók, *15* egyedi kezelő és állatrakodó, *16* karámok, *17* ellésre várók részben almozott karámja, *18* terelő korlátok, *19* elektromos kapuk)

Véglegesen eldőlt az a korábbi vita, amely arról szólt, hogy az istállókat mennyire szabad kinyitni, ill. arról, hogy a nyitott istállón belül milyen körülményeket kell a tehenek részére biztosítani. Bebizonyosodott, hogy huzatmentes, száraz alommal borított, nyugodt pihenést biztosító, zavarmentes fekhelyek megléte esetén a színszerű istálló minden szempontból megfelelő megoldás.

Az ábrán látható istálló keresztmetszet a színszerű istállókban meghonosodott korszerű tartástechnológiák egyikét mutatja. Ez a pihenőboxos vagy egyc-

di pihenőteres megoldás. Jellemzője a belső korlátokkal kialakított istálló, amelyben az egyedi pihenőterek (boxok) és ezek megközelítő útjainak olyan a kialakítása, hogy – az általában ugyancsak keményburkolat nélküli és a padozattól kb. 20 cm-re kiemelt – boxokat könnyen lehessen bealmozni és a boxsorok közötti közlekedő utakról a trágyát naponta eltávolítani. A tehenek a mélyalmos tartáshoz képest (lásd a következő ábrán) fajlagosan kisebb alapterületű (4–6 m^2/fh) istállóban korlátozottabban mozoghatnak, de egymás zavarásától védettebbek.

Az is megállapítható e vázlatokról, hogy a rendelkezésre álló jászolhossz nem teszi lehetővé, hogy minden tehén egyszerre tudjon enni. Az egy tehénre jutó jászolhossz ebben a tartástechnológiai megoldásban 45 cm, ami 50%-os jászol ellátottságnak felel meg. Bár az adott működő telep tejtermelési színvonala a hazai legjobbakkal vetekszik, ezt a 100% alatti jászol ellátottságot ma már nem tekinthetjük korszerűnek.

Fontos követelmény az ilyen telepek belső közlekedési rendszerének megfelelő kialakítása. A telepi mobil gépek (pl. takarmány, alom és trágya szállításakor), a tehenek (pl. fejőálláshoz és karámokhoz menve) és a telepi személyzet közlekedését kell úgy megtervezni, hogy az minél egyszerűbb és zavarmentes legyen.

A személyforgalom az ún. surranóközök (résnyílásuk 35–40 cm) kialakításával, ill. az elvégzendő feladatoknak megfelelő elhelyezésével egyszerűen megoldható.

A járművek és a szabadon mozgó tehenek közlekedési útjainak kereszteződéseiben olyan kapukat kell alkalmazni, amelyek üzembiztosak és kevés élőmunkát igényelnek. Háromféle megoldás ismeretes (a fejőállásokban alkalmazott távműködtetésű kapukon kívül). Ezek:

- kézi működtetésű mechanikus kapuk és sorompók,
- elektromos kapuk,
- texasi ill. kanadai kapuk.

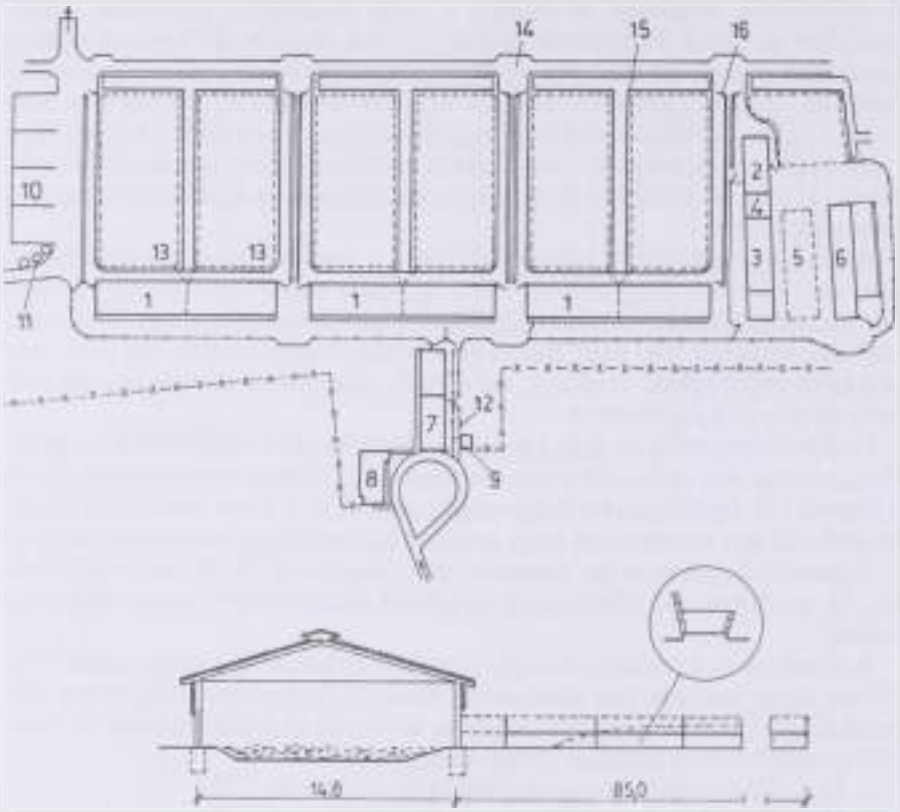
A 630. ábrán látható telepen elektromos kapuk vannak rendszeresítve a feltűnően sok kereszteződésben. E szempontból ez a telepközlekedési technológia nem tekinthető ideálisnak.

A szinszerű istállókban alkalmazott korszerű tartástechnológia másik változatát a *631. ábrán* láthatjuk.

Ez a mélyalmos vagy csoportos pihenőteres megoldás. Jellemzője a belső korlátok nélküli istálló, amelynek teknőszerűen kimélyített – keményburkolat nélküli – padozatára bőségesen almoznak (napi 6–8 kg/fh) és az összegyűlt trágyát csak hosszabb időszakonként (4–6 hónap) távolítják el. A tehenek a fajlagosan 6–7 m^2/fh nagyságú istállón belül szabadon mozoghatnak és kényelmes – télen meleg – fekhelyeken pihenhetnek, de egymás zavarásától nem védettek.

A jászlak nem kapcsolódnak közvetlenül az istállókhoz. Ebben a rendszerben az istálló kizárólag a tehenek pihenőhelyéül szolgál, míg az etetés, itatás karámokban történik.

A kötetlen tartás térhódításával párhuzamosan a karámok szerepe is megváltozott. A tehenek kötetlen elhelyezése nemcsak azt a célt szolgálja, hogy tetszé-



63/. ábra. 600 tehénférőhelyes mélyalmos tartástechnológiájú mobil gépesítésű tehenészeti telep elrendezésének és tehénistállója keresztmetszetének vázlatai
(1 tehénistálló, *2* az előváró tehenek istállója, *3* ellető istálló, *4* elkülönítő istálló, *5* borjúkert, *6* borjúnevelő, *7* fejőház, *8* szociális épület, *9* aggregátor, *10* horizontál silók, *11* abruksilók, *12* állatrakodó, *13* pihenődombos karámok, *14* átmeneti trágyatárolók, vízgyűjtő árok, *15* terelőkorlát, *16* mechanikus kapu)

sük szerint mozoghassanak, hanem azt is, hogy az istállóban almozott felületen állva vagy fekve, a karámban keményburkolatú felületen állva és esetleg takarmányt és vizet fogyasztva, vagy ugyancsak a karámban keményburkolat nélküli (földes) vagy speciális burkolatú felületen állva vagy fekve, esetleg vizet fogyasztva tartózkodjanak.

Ezeknek a követelményeknek a nagy felületű (min. 25 m²/tehén) karámok csak akkor tudnak megfelelni, ha használhatóságukat az időjárás nem befolyásolja. Erre a hazai telepeken kétfele megoldás alakult ki. Egyik az ún. lignitpernyével való terítés (burkolás), ami a jelentős szállítási költségek miatt csak a hőerőművek közelében kerülhet alkalmazásra (lignitpernye burkolat, alsó része szivacsossá (vízáteresztővé) keményedik, felső része pedig laza, ill. puha marad).

A másik pedig a pihenődombos megoldás. Ennek lényege, hogy a csapadékvíz lefolyik róla, nem tudja a talajt átáztatni s így az állatok néhány órás kizárásuk után, annak villanykarámmal határolt felső részeit tovább használhatják.

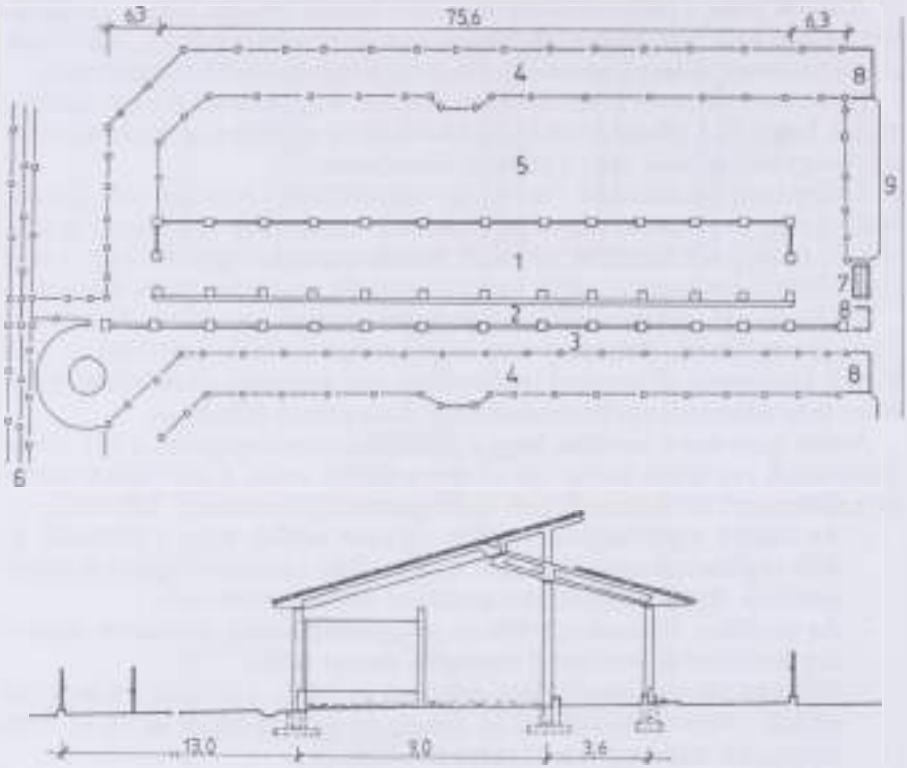
Ha az adott telepen a terepviszonyok olyanok, hogy a karámot lejtős területre tudják helyezni, a pihenődomb kialakítására nincs szükség s az értelemszerűen ugyanúgy használható, mint a pihenődombos karám.

E telep belső közlekedése – mivel egy-egy istálló és a hozzájuk tartozó karámok egy-egy körbejárható egységet képeznek – egyszerűbb az előzőnél. A tehenek és a járművek forgalma kevesebb helyen keresztezi egymást s így a kézi működtetésű mechanikus kapuk nem kívánnak túl nagy élőmunka-ráfordítást.

A 630. és 631. ábrákon látható elrendezési vázlatok egyébként jól mutatják egy-egy nagyüzemi tehenészeti telep összetettségét (sokféle funkcióját) is. Ez a kétféle általánosan alkalmazott tartástechnológiai megoldás a kapcsolódó gépesítési megoldásokkal együtt részleteiben is kiforrottnak tekinthető.

Annak igazolására azonban, hogy a fejlődésben nincs megállás, a *632. ábrán* bemutatunk egy olyan istálló- (és telepmegoldást), amely a tehenészeti telepeken alkalmazott tartástechnológiák újabb generációját jelentheti. Jellemzői:

- Az istállók nyitottságának további növelése azáltal, hogy a színszerű istálló végfalainak csak a fele épül meg, továbbá a színszerű épület olyan kialakítása, amely a természetes szellőzést hatékonyabbá teszi.
- Az istállóhoz kapcsoltan 100%-os, jászolt helyettesítő etetőasztal-ellátottság, amelynél az etetőasztal hosszabb, mint az istálló.
- Növekvő almos pihenőfelület, amelynél az istálló padozatát – kimélyítés nélkül – keményburkolattal és szegélygerendával látják el és az azon összegyűlő trágyát 2–3 havonként távolítják el.
- Az istállóhoz tartozó – részben keményburkolatú – karám az épület mögé kerül úgy, hogy a takarmányasztal jobb oldalán a szomszédos istálló karámjában lévő teheneket is etetni lehet (ezáltal az etetőasztal-ellátottság tulajdonképpen 200%-os lett).
- Az ábrán látható istálló és karám elrendezése olyan telepi belső forgalmi rendszer kialakítását tette lehetővé, hogy a tehenek és a járművek közlekedési útvonalai nem keresztezik egymást. A takarmánykiosztó és a széttúrt takarmányt visszatoló (visszaseprő) gépek a takarmányasztal végénél meg tudnak fordulni. Az etetőútról a trágyát naponta kitoló traktor hátra és előremenetben, az almot beszállító, ill. 2–3 havonta a trágyát kitoló traktor pedig a 9 m széles almozott felületen megfordulva végzi a munkáját. Ez utóbbi gépek egy jól funkcionáló texasi kapun keresztül hajtva jutnak be és ki az istállóból. (Ezt a kapumegoldást (amelyet gyakran kanadai kapunak is neveznek) az jellemzi, hogy aknája kb. 1 m mélységű, és fixen, legalább 15 cm-es résnyílásokkal beépített zártszelvényekkel van lefedve.)
- Célszerű e telep kapcsán kiemelni az alkalmazott üzemeltetéstechnológia azon jellemzőjét, hogy a fontosabb telepi munkaköröknél (pl. fejősök) szakítottak a hagyományos túl korai (4 h körüli) munkakezdéssel, és a reggel 6 h-kor kezdő három műszakos rendszert vezették be (naponta háromszor is fejnek).

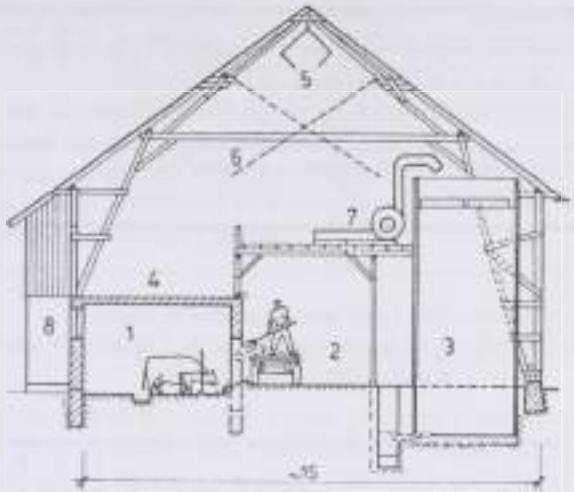


632. ábra. Színszerű épületben kialakított növekvő almos kötetlen tartástechnológiájú tehénistálló és karámrendszer alaprajzának és keresztmetszetének vázlatai
(*1* a tehénistálló pihenőtere, *2* a tehénistálló etetőtere, *3* az etető út, *4* a karám keményburkolatú része, *5* a karám burkolat nélküli része, *6* a fejőházhoz vezető terelő korlátok, *7* a texasi kapu, *8* az átmeneti trágyatárolók, *9* belső út)

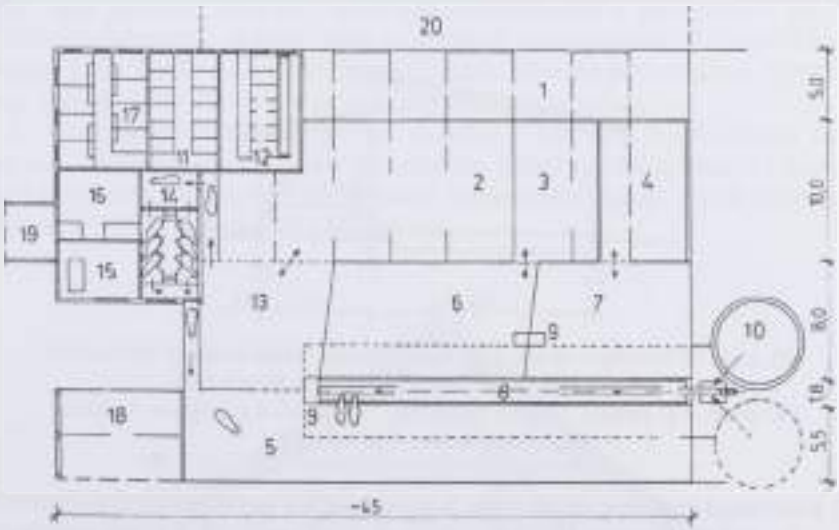
A *633–636. ábrákon* kisüzemi tehénistállók alaprajzai és metszetei láthatók. Közülük az első kettő Nyugat-Európában alkalmazott megoldásokból mutat jellemző változatokat, míg az utóbbi kettőn a legújabb hazai ajánlásokból láthatunk példákat.

A nagyüzemi istállókialakításokhoz képest szembetűnő ezeknél, hogy egy épületben kerülnek elhelyezésre mindazok a funkciók, amelyek a nagyüzemi telepek esetében különálló épületeket jelentenek. A nyugati és a hazai megoldások között továbbra is megmaradt az a különbség, hogy nálunk a tömegtakarmányok és az alomszalma még nem kapott akkora megbecsülést, hogy azokat fedett helyen – esetleg az istállón belül – tárolnák.

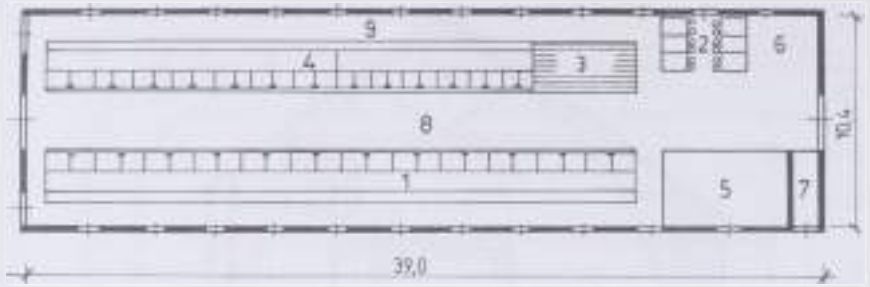
Az eltérő gazdasági adottságot és a hagyományokban is gyökerező eltérő felfogást jól mutatja a 633. ábra, ahol is az istálló alapterületének és térfogatának nagyobb részét a szóbanlévő tárolóhelyek foglalják el.



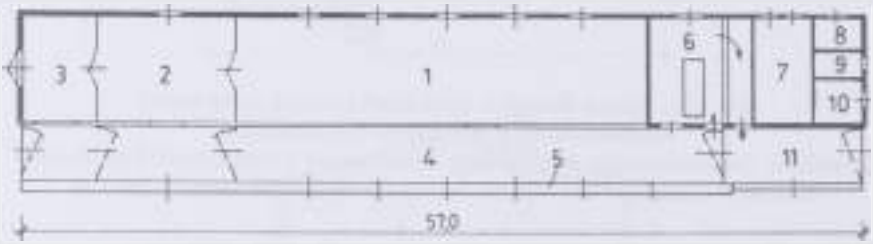
633. ábra. Nyugat-Európában alkalmazott kisüzemi, kötött tartású tehénistállók egyik változatának keresztmetszete
(*1* istállótér, *2* takarmányasztal, *3* szilázs vagy szenázs torony, *4* szalmatároló, *5* futómacskás markoló, *6* csúszólap, *7* dobventilátoros szecskavágó, *8* szalmaledobó csatorna)



634. ábra. Kisüzemi kötetlen tartású növekvő almos, „összfunkciós" tehénistálló alaprajzának vázlata
(*1* szalmatároló, *2* tehenférőhelyek, *3* a korosabb növendékek férőhelyei, *4* a fiatalabb növendékek férőhelyei, *5* a tehenek kifutója és etetőtere, *6–7* a növendékek kifutói és etetőterei, *8* takarmányszállító csiga a jászlak felett, *9* temperált vízű itató, *10* szenázstorony, *11–12* borjúférőhelyek, *13* elővárakozó, *14* fejőállás, *15* tejkamra, *16* szociális helyiség, *17* sertésférőhelyek, *18* garázs, *19* a lakáshoz vezető folyosó, *20* fedett rakodó)



635. ábra. Zárt kötött tartású kisüzemi tehénistálló
(*1* tehénállások, *2* borjak, *3* 2–6 hónapos borjak, *4* ólszók, *5* tejkezelő, *6* takarmányos, *7* gépház, *8* etetőasztal, *9* kezelőút)



636. ábra. 50 férőhelyes nyitott, mélyalmos kötetlen tartású kisüzemi tehénistálló
(*1* tehenek fekvőhelyei, *2* a szárazon állók fekvőhelyei, *3* az ellető, *4* az etetőtér, *5* járszol, *6* fejőállás, *7* tejkezelő, *8* aggregátor, *9* gépház, *10* gondozói szoba, *11* utóvárakozó)

A következő ábra már azt mutatja, hogy a kötetlen tartás térhódítása nemcsak a nagyüzemekben, hanem a kisüzemekben is megfigyelhető. Az ábra szerinti istállóban a takarmányozást ugyan stabil géppel – szállítócsigával – végzik, de a mobil gépesítést mind gyakrabban alkalmazzák a nyugati országok farmjain is, különösen a nagyobb, 80–100 tehén feletti létszámoknál.

A hazai kisüzemi tehénistállókat mutató ábrák (635. és 636.) közül az első egy zárt, kötött tartásos, jól gépesíthető tehénistállót mutat. Ezt a ma már hagyományosnak tekinthető istállót néhány évig még alkalmazni fogják a hazai

kisüzemekben egyrészt a hagyománytisztelet miatt, másrészt pedig azért, mert sok kisgazdaságban még megmaradt a magyar tarka fajta, amelynek igényeit ez az istálló jól kielégíti.

A 636. ábrán lényegében már ugyanazt a tartástechnológiát láthatjuk, amelyet a nagyüzemi változatnál mutattunk be.

A faszerkezetű, színszerű istállóban elhelyezett kötetlen, növekvő almos tartás, traktoros takarmányozással és kitrágyázással, fejőállásban való fejéssel a legkorszerűbb megoldásokat képviseli.

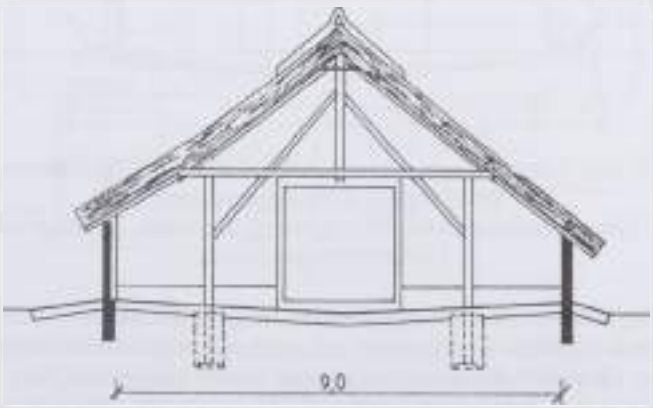
Juhistállók és juhtelepek

A hagyományos tartást anyajuhok esetén jellemzi a nagycsoportos (500–600 db-os nyáj), növekvő almos, zárt, nádfedelű istállókban (hodályokban) való elhelyezés *(637. ábra)*, továbbá a fogatos takarmányszállítás és a gépesítés nélküli, kézi munkavégzés.

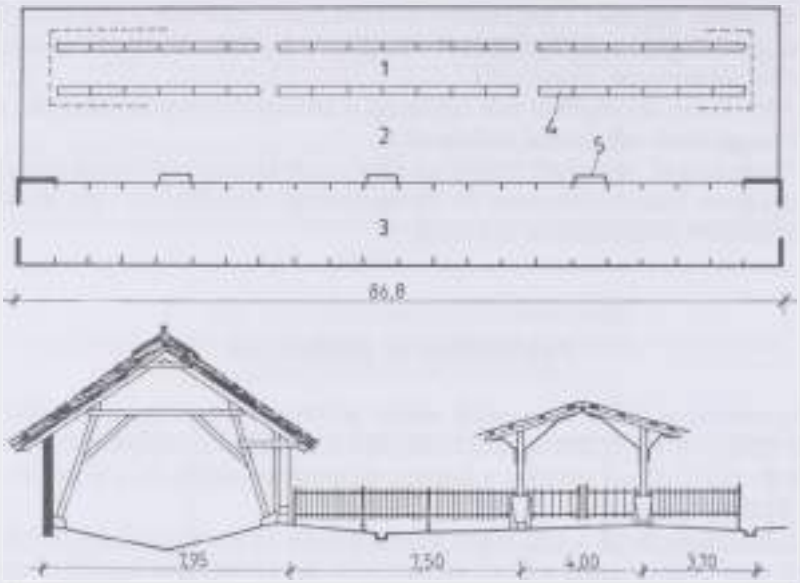
Az istállókon belül a szükséges állatkezelések és megfigyelések érdekében mobil etetőkkel (bőgőrácsokkal) és térelválasztó korlátokkal kisebb csoportokat képeznek, különös tekintettel az elletési és bárányszoptatási funkciókra.

A szarvasmarha ágazatban bekövetkezett tartás- és üzemeltetéstechnológiai változások azonban nem hagyták teljesen érintetlenül a juhágazatot. Ez egyrészt a zárt juhhodályok nyitásánál, az etetés és itatás karámba (kifutóba) helyezésénél és az istálló pihenőhelyi funkciójának előtérbe helyezésénél figyelhető meg. Ezt láthatjuk a *638. ábrán* az anyajuh istálló esetében is.

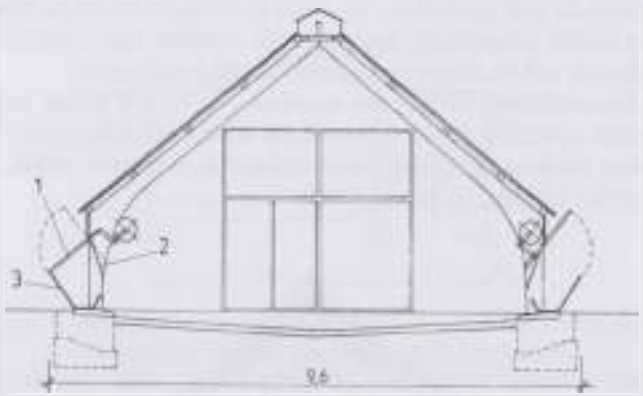
Az ilyen juhistállóban elvégzendő munkák – kivéve a fejést, nyírást és fürösztést, amihez speciális gépek és eszközök állnak rendelkezésre – a szarvasmarhatartásban alkalmazott eszközökkel (takarmánykiosztás, itatás, almozás és trágyaeltávolítás) célszerűen gépesíthetők.



637. ábra. A hagyományos juhhodály keresztmetszete

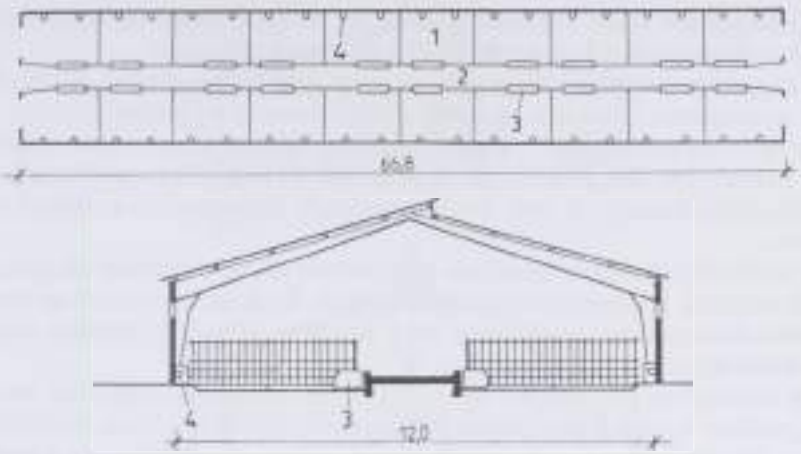


638. ábra. Szinszerű, nádfedeles, mélyalmos, külső etetőteres anyajuh istálló
(*1* fedett etetőtér, *2* kifutó, *3* pihenőtér, *4* etetőrács, *5* fagymentesített vízű itató)

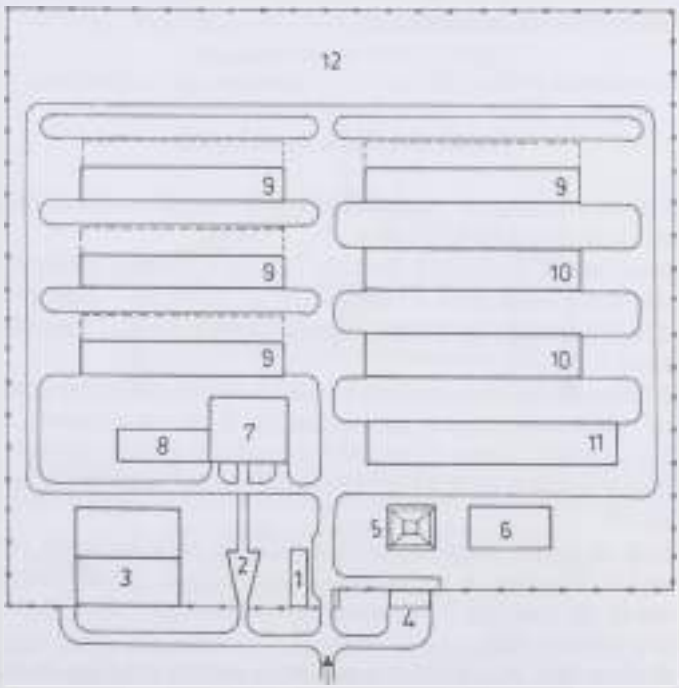


639. ábra. Falsíkba helyezett, kívülről tölthető jászlakkal ellátott növekvő almos anyajuh istálló keresztmetszete
(*1* nyitott helyzetében ellensúllyal rögzíthető jászolfedél, *2* szélfogó lap, *3* falsíkba helyezett jászol)

Ezt az adaptálási tendenciát figyelhetjük meg a *639. ábrán* is, amely egy új, jól gépesíthető juhistálló keresztmetszetét mutatja. A falsíkokba helyezett fedeles jászlakba kívülről lehet a takarmányokat mobil géppel adagolni s az istálló belmagassága a trágyaeltávolításnál belső rakodást is lehetővé tesz. (A fix jászlak miatt ezt gyakrabban is kell elvégezni, mint a hagyományos hodályoknál.)



640. ábra. Középső áthajtóutas, növekvő almos, zárt bárányhizlaló istálló
(*1* bárányrekesz, *2* áthajtó út, *3* etetőváltó, *4* önitató)



641. ábra. Nagyüzemi juhtelep elrendezésének vázlata
(*1* szociális épület és mérleghász, *2* rakodó, *3* silótér, *4* könyszervágó és boncoló, *5* tűzivíztároló, *6* vízmű, *7* kezelő-fürösztő-falkásító-mérlegelő, *8* kosszállás és inszeminálo, *9* 1000 fh-es juhhodály, *10* 500 fh-es elletó, *11* 2000 fh-es bárányhizlaló, *12* szérű)

A juhágazaton belüli bárányhizlalásnak, ill. az ezt szolgáló tartástechnológiáknak is megvannak a hagyományos és a fejlesztett változatai.

A hagyományos megoldást a zárt, szigetelt épületekben történő növekvő almos, kiscsoportos tartás és a gépesítés nélküli üzemeltetés jellemzi.

Az újabb megoldásoknál – a takarmányozás hasonló jellege miatt – legtöbbször a sertéstartásban alkalmazott technológiai és műszaki megoldások adaptációjával találkozunk. A *640. ábrán* bemutatott bárányhizlaló istállónál is ez látható.

A bárányhizlalásban is létesültek automatizált takarmányozású, rácspadozatú, ill. rekeszes, teljesen gépesített technológiák. Ezek azonban ennél az ágazatnál nem bizonyultak rentábilisnak, ezért az ábrán látható egyszerűbb mélyalmos technológiák váltak jellemzővé.

Az előzőekben leírt ágazati sajátosságok, ill. gazdaságossági okok miatt a juhágazatban komplett juhtelep viszonylag kevés helyen található. Rekonstrukciókra is kevés helyen került sor. Rekonstrukciós tervek készültek, de a gyakorlatban nem valósultak meg. Az ágazat külterjes jellege miatt valószínű, hogy olyan juhtelepekből, mint amilyen pl. a *641. ábrán* is látható, a jövőben is kevés fog épülni. Bemutatásukat a nagyüzemi juhtelepek állatcsoportjainak és létesítményeinek megismerése indokolhatja.

Sertésistállók és telepek

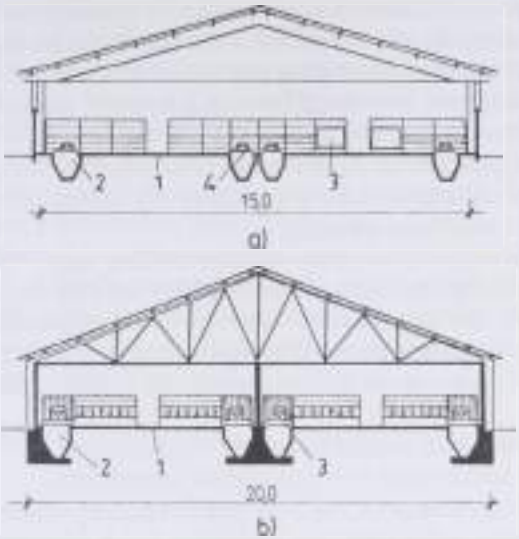
A sertéstartásban alkalmazott tartástechnológiák nagyobb változatosságot mutatnak, mint a szarvasmarha ágazatban.

A hagyományosnak tekinthető fűtetlen, kifutós épületben elhelyezett mosléko s takarmányozási rendszerek a közelmúltig az „intenzív" tartás (mesterséges megvilágítású, klimatizált épületben, almozás nélküli tartás) irányában változtak *(642. ábra)*.

E telepek üzemeltetési tapasztalatai kevés kivételtől eltekintve nem igazolták az „intenzív" tartástechnológiák korszerűségét. A túlzott gépesítés, a korrózió elleni hatásos védelem hiánya és az ebből következő gyakori üzemzavarok, továbbá az energiaigényesség és a hígtrágya elhelyezési „gondjai" új utak keresésére ösztönöztek.

Elkészültek az újabb kísérleti sertésistállók és ezek kedvező tapasztalatai alapján megkezdődhetett a sertésistállók és telepek rekonstrukciója is. A *643–648. ábrák* jól mutatják e folyamat egyes állomásait, ill. a technológiai és műszaki korszerűsítéseket.

A 643. ábrán a zárt istálló jelleg megtartása mellett megfigyelhető a természetes megvilágításra és szellőzésre való törekvés. A legszembetűnőbb változás az, hogy a nagy mennyiségű hígtrágyát eredményező lemosásos, ill. rácsos padozatok és gravitációs trágyacsatornák helyett almozható, trágyaletolást lehetővé tevő sík padozatok és nyitott mechanikus trágyaeltávolítású csatornák kerültek előtérbe.



642. ábra. Zárt, klímatizált, önetetőkből – szárazetetéses, vízöblítéses trágyaeltávolítású hizlaló épületek
a) önetetőkből szárazetetéses, *b)* ablak nélküli, padlóról szárazetetéses
(*1* kezelő út, *2* ráccsal fedett trágyacsatorna, *3* önetető, *4* önitató)

643. ábra. Hagyományos (önetetőkből – száraztakarmányozású, almozás nélküli) sertésistálló rekonstrukciójaként kialakított zárt keresztvályús, almozható, mobil gépes nedvestakarmányozású és stabil gépes trágyaeltávolítású középkezelő utas hizlaló keresztmetszetének vázlata
(*1* kezelő út, *2* nyitott trágyacsatorna, *3* keresztvályú)

A rekonstrukció során történt fontosabb változások:
bontás: – az épület teljes belső berendezése és padozata;
építés: – a trágyacsatorna felé lejtő padozat (lengőlapátos trágyakiszállítás),
– a kiscsoportos tartáshoz szükséges belső rekeszrendszer a kereszt vályúkkal.

Tartástechnológiai jellegű változás az utóbbi időben a természetes úton még jól szellőztethető, legfeljebb 12 m széles épületek alkalmazása.

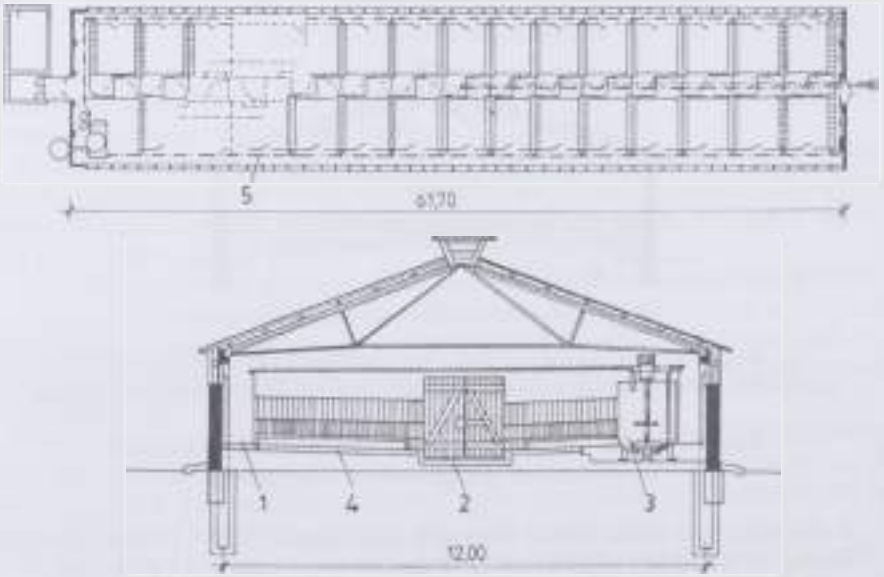
Tapasztalható a száraztakarmányokat adagoló önetetők arányának csökkenése és a nedves takarmányok etetésének a térhódítása is. (A nedves takarmányokon belül gépesítési szempontból meg kell különböztetnünk a hosszabb csővezetéken is továbbítható folyékony (moslék), a mobil adagolókkal kijuttatható pépes és a helyben (vályúban) nedvesített takarmányokat.) A szélesebb épületeknél keresztvályús, a keskenyebb épületeknél hosszvályús megoldásokkal találkozhatunk. A keresztvályús megoldásra az egy állatra jutó minimális vályúhossz biztosítása miatt van szükség.

A *644. ábrán* egy olyan példa látható, amikor egy – korábban önetetős szárazetetéses, középtrágyautas – sertésistállót keresztvályúsra és folyékony takarmányozásra, (beépített nedves keverő és takarmányszállító csőhálózat) építettek át. Egyidejűleg a közép-trágyaúton összegyűlő – esetleg kevés almot is tartalmazó – trágya eltávolítását is gépesítették (szárnylapáttal vagy traktoros tolólappal).

A rekonstrukció során történt fontosabb változások:

bontás: – az épület teljes belső szerkezete és padozata;

építés: – a trágyacsatorna felé lejtő padozat (szárnylapátos vagy tolólapos),
– kiscsoportos tartáshoz szükséges belső rekeszrendszer a keresztvályúkkal,
– a nedves takarmányt keverő és kiosztó gépek beépítése.

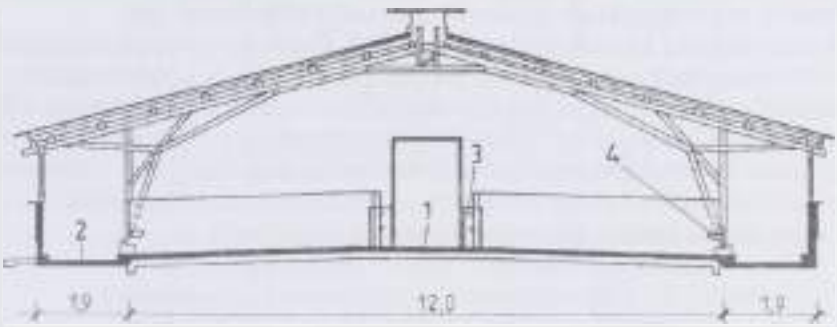


644. ábra. Hagyományos (önetetős, almozás nélküli) sertésistálló rekonstrukciójaként kialakított, zárt, keresztvályús, almozható, nedvestakarmányozással és az almozás mértékétől függően stabil vagy mobil gépes trágyaeltávolítással felmenti kezelőutas hizlaló
(*1* kezelő út, *2* traktoros áthajtást is lehetővé tevő trágyacsatorna,
3 folyékony takarmányokat keverő gép, *4* keresztvályú, *5* takarmányszállító körvezeték)

A sertéstartásban alkalmazott tartástechnológiák között az eddigieken kívül (természetes szellőztetés és világítás; a higtrágya mennyiségének a csökkentése vagy megszüntetése és az étrendileg kedvezőbb nedvestakarmányozás terjedése) olyan korszerűsítési irányzatok is megfigyelhetők, amelyek a szarvasmarhatartásban időközben beváltak és elterjedtek. Ezek lényege az istállói munkák mobil rendszerű gépesítése és az istállók zártságának megszüntetése, vagy különböző mértékű nyitottsága. Természetesen a különleges klímaigényű fiaztatók vagy előhizlalók e tekintetben más elbírálás alá esnek.

Az istállók nyitásával – a természetszerű tartáshoz való közelítéssel – megváltozik azok mikroklímája is, ami hatással lehet az alkalmazott takarmányozási technológiára. Ha a nyitás olyan mértékű, hogy szélsőséges körülmények között fagyveszély is fennállhat, akkor természetesen a nedves takarmányozás nem alkalmazható és fagymentesített vagy temperált vizű itatókra van szükség.

A mobil gépekkel üzemeltetett sertésistállók egyik változatát a *645. ábrán* láthatjuk.



645. ábra. Fa szerkezetű, zárt, nagy ablakfelületű önetetőkből – szárazetetésű, almozható, mobil gépesítésű középkezelő utas hizlaló keresztmetszetének vázlata. (*1* kezelő út, *2* oyitott trágyacsatorna, *3* önetető, *4* önitató)

Állattartási létesítményekhez a közelmúltban kifejlesztett faszerkezetű épületben kialakított sertésistálló vázlata látható a 645. ábrán, amelynél természetes szellőzés, önetetőkből száraz etetés, ill. almozásos tartástechnológia nyert alkalmazást. Az önetetők feltöltése mérleggel ellátott mobil adagoló kocsival, az almostrágya eltávolítása tolólappal történik.

Ha figyelembe vesszük, hogy az Európai Közösség országaiban már érvényben van egy olyan tartástechnológiai ajánlás, hogy minden állatférőhelyen biztosítani kell az egyidejű etetés feltételeit, akkor ez egy korszerű sertésistállónak tekintheti. Egyébként ismertek már olyan önetetők is, amelyek alkalmazásával ez a feltétel teljesíthető (pl. a legújabb üveghengeres, körvályús önetetők, amelyek a takarmányok nedvesítésére is alkalmasak). Ebben a zárt istállóban ned-

ves takarmányozású technológia alkalmazására is lenne lehetőség, amikor is keresztvályús elrendezéssel biztosítható az egyidejű etetés feltétele, a vályúkba pedig mérleggel ellátott mobil nedvestakarmány-kiosztó kocsival lehet a folyékony takarmányt adagolni.

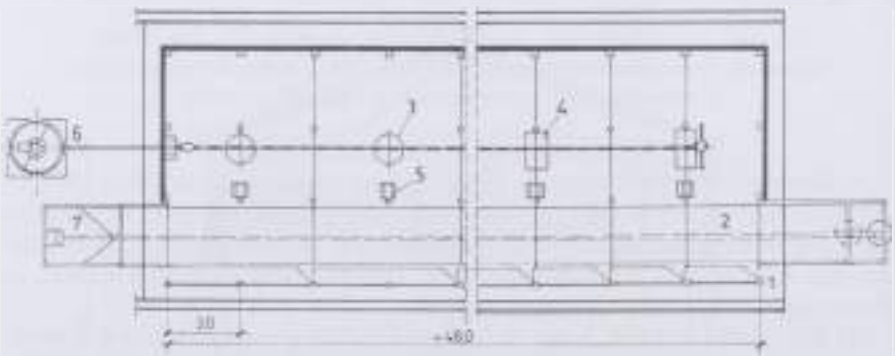
A teljesen nyitott, természetszerű sertéstartást, színszerű épületben a *646. ábrán* látható megoldás szemlélteti.

Látható, hogy almozott padozaton, önetetőkből száraztakarmányozással és fagymentesített önitatókkal, továbbá szalmabálás téliesítéssel és megfelelő állatrotációval megvalósítható az energia- és beruházástakarékos sertéstartás is.

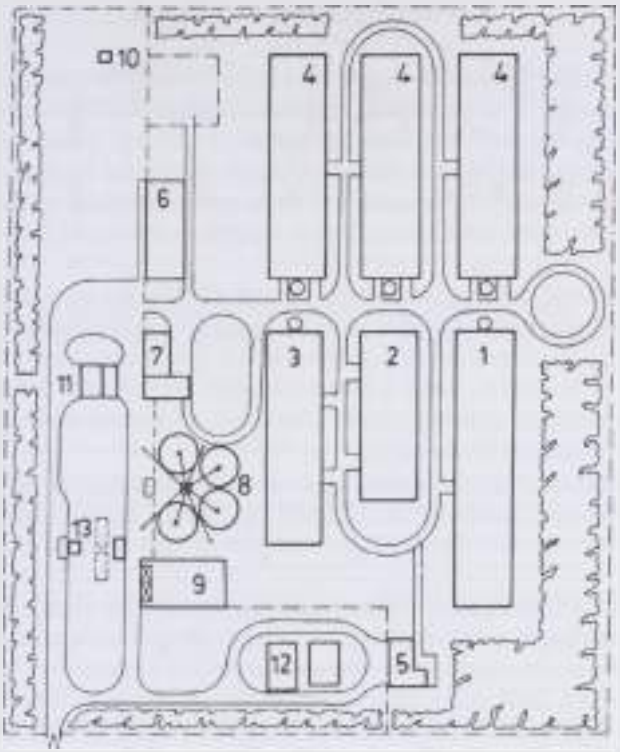
Az ábrán látható gépesítési megoldások közül egyedül a trágyaeltávolítás szárnylapátos megoldása kifogásolható egyrészt a téli üzemeltetés (az esetleges lefagyás) nehézségei, másrészt a traktoros tolólapos megoldáshoz viszonyított nagyobb beruházási költsége miatt.

Hogy egy-egy sertéstelepen milyen korcsoportokat különítenek el, ill. milyen funkciójú állatférőhelyeket üzemeltetnek, arról a *647. ábrán* látható sertéstelepi elrendezési rajz adhat tájékoztatást. Az elrendezési rajzról az is látható, hogy a különféle sertésistállókon kívül milyen más funkciójú épületekre és építményekre van szükség, amelyeknek a megtervezésében és üzemeltetésében az alkalmazott technológiáknak ugyancsak meghatározó szerepük van.

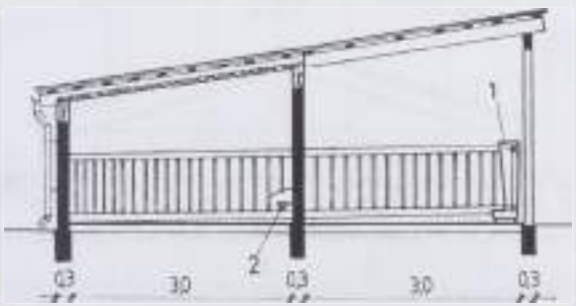
A szarvasmarha ágazathoz hasonlóan a *648. ábrán* egy kisüzemi sertésistálló keresztmetszetének a vázlatát láthatjuk. Ez a hagyományos sertéshizlalási technológiától csak abban tér el, hogy kívülről tölthető szárazdarás önetetőket alkalmaz. Tartástechnológiai szempontból összehasonlítva e megoldást az újabb nagyüzemi épületekben megvalósított tartástechnológiákkal, sok különbséget nem találunk. Más a helyzet természetesen az üzemeltetéstechnológiákkal, mivel a nagyüzemi istállók gépesítés nélkül nem képzelhetők el.



646. ábra. Egyoldalról nyitott, színszerű, téliesíthető, csővezetékből tölthető önetetőkkel, temperált vizű önitatókkal felszerelt, almozott hízlaló alaprajzának vázlata
(*1* közlekedő, *2* trágyacsatorna, *3* önetető, *4* ikerönetető, *5* itató, *6* előtároló tartály és behordó csiga, *7* szárnylapátos trágyaeltávolító gép)



647. ábra. Rekonstrukcióval 5400 hízóférőhelyesre bővített sertestelep
(*1* koca és kanszállás, *2* fiaztató, *3* előhízlaló, *4* utóhízlaló,
5 szárító-boncoló, *6* szociális épület, *7* takarmánykeverő, *8* siló, *9* szárító,
10 víztározó, *11* transzformátor, *12* trágyatelep, *13* hídmérleg)



648. ábra. Az újabb hazai ajánlatokból származó önetetőkből
száraztakarmányozású nyitott,
gépesítés nélküli kisüzemi sertéshízlaló keresztmetszetének vázlata
(*1* önetető, *2* önitató)

Baromfiistállók és telepek

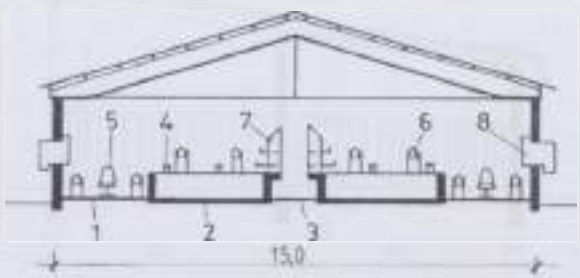
A hazai nagyüzemi állattartási ágazatok között a baromfitartás alkalmazta leghamarabb – a nagy hozamú fajták, hibridek meghonosításával együtt – a korszerű tartási és üzemeltetési technológiákat. Ez főleg annak tulajdonítható, hogy az ún. tenyésztési és termelési integrációk (termelési rendszerek) ebben az ágazatban alakultak ki leghamarabb. Ennek eredményeként hazánk a baromfitermékek és baromfi-tartástechnológiák (gépek és épületek) jelentős exportőrévé vált.

A sertéstartásnál már említett energiaár-növekedés ezt az ágazatot azonban még mélyebben érintette, mivel a baromfitakarmányok előállítása és a baromfitartástechnológiák is igen energiaigényesek. Az ágazat ebből következő elhúzódó válsága azt is okozta, hogy a baromfiistállók és telepek rekonstrukciója is késett. (Rekonstrukciós tervek ugyan készültek, de kivitelezésre mostanáig viszonylag kevés helyen került sor.)

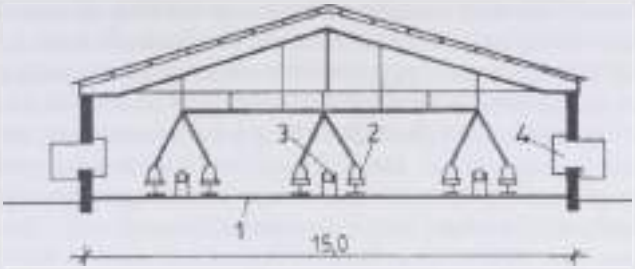
A baromfiágazat jellemző technológiai és műszaki megoldásait legszemléletesebben ugyancsak néhány ábrán célszerű bemutatni. Mind a tojástermelésben, mind a brojlertermelésben korábban az ún. mélyalmos megoldások kerültek alkalmazásra.

A *649. ábrán* láthatóan a tyúktartásnál egyrészt a tojófészkek helyigénye, másrészt a kapargálás miatti porképződés csökkentése végett az istálló alapterületének ≈ 40%-a a tényleges mélyalmos rész, közel ugyanennyi a faráccsal fedett trágyatárolók által elfoglalt alapterület s a megmaradó rész a tojás összegyűjtésére szolgáló közlekedő út. Ebben a rendszerben, ill. ebben az időszakban a padozatra helyezett kaparólánccos etetőberendezések és szintezést igénylő vályús, ill. túlfolyós itatók voltak a nagyüzemi baromfitartás legfontosabb gépei. Az állományváltáskori mosások és fertőtlenítések alkalmával ezeket a berendezéseket kézzel kellett szétszedni, ki- ill. behordani, és újra felállítani.

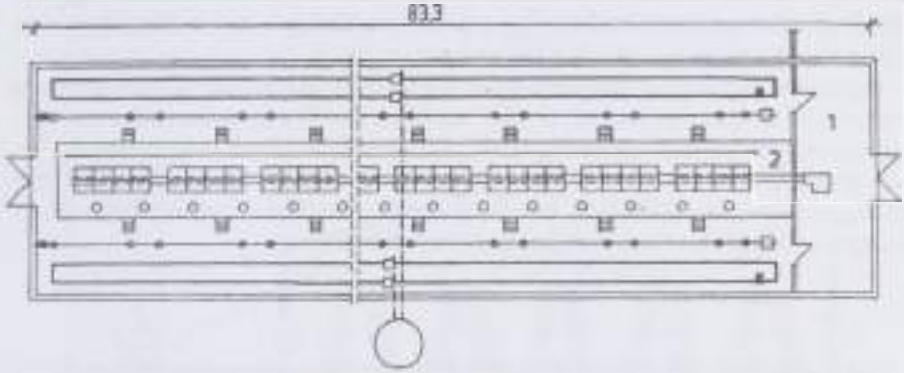
Ennél valamivel korszerűbb tartástechnológia alkalmazására példa a *650. ábrán* látható, 100%-os arányban mélyalmos korabeli brojler istálló, amelyben az

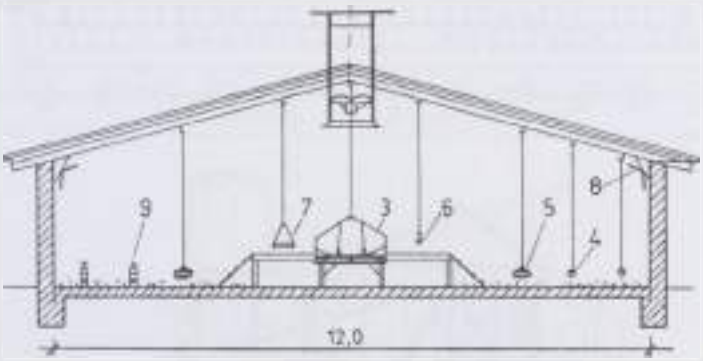


649. ábra. Az 1960-as évek végén épült, részben mélyalmos tartástechnológiájú tojóistálló (szülőpártartó) keresztmetszete
(*1* mélyalmos felület, *2*ráccsal fedett felület, *3* tojásgyűjtő út, *4* etetővályú, *5* kakas-etető, *6* túlfolyós itató, *7* almozott egyedi tojófészek, *8* szellőző csatorna)



650. ábra. Mélyalmos brojlercsirke istálló keresztmetszete
(*1* mélyalmos felület, *2* köretető, *3* túlfolyós itató, *4* szellőző csatorna)





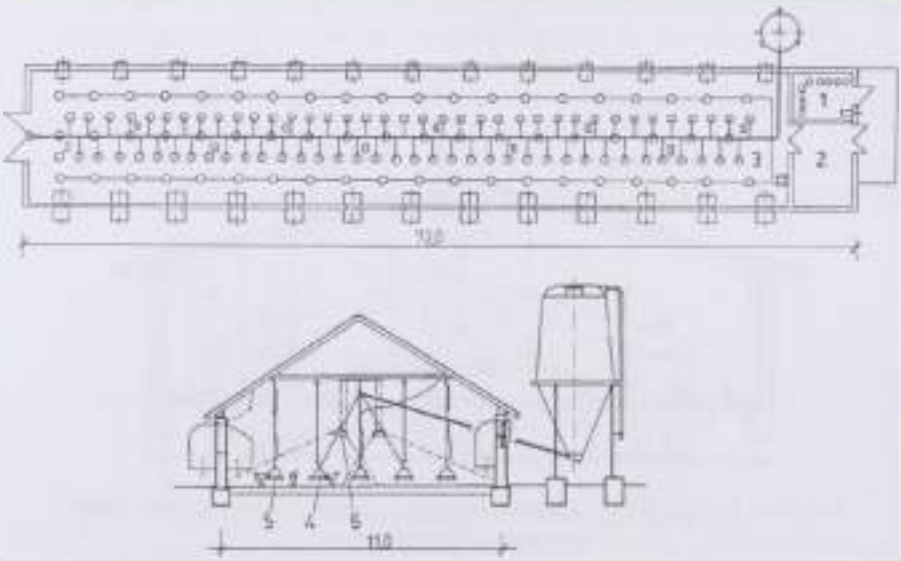
651. ábra. Részben (60%) mélyalmos tartástechnológiájú, korszerű szülőpár istálló alaprajza és keresztmetszete
(*1* előtér, *2* nevelőtér, *3* függesztett csoportos tojófészek, alatta tojásgyűjtő szalaggal, *4* függesztett kaparólánccos etető, *5* közvetlen feltöltésű függesztett köretető, *6* függesztett csepegtetős itató, *7* függesztett kürtető, *8* légterelő, *9* padozatra helyezett kaparólánccos etető (alternatív megoldásként))

állatok belső mozgását nem akadályozó köretetők kerültek alkalmazásra. Ezekbe a takarmányt felsőpályás zárt szállítórendszer juttatta, és ezért a fertőtlenítések alkalmával már lényegesen egyszerűbb szerelési munkára volt csak szükség.

Ezek a mélyalmos tartástechnológiák, ablakok nélküli klimatizált baromfi istállókban lényegében ma is jellemzőek főleg a brojlertartásban, de olyan korszerű gépekkel és eszközökkel, amelyek nagy munkatermelékenységű és a korábbiaknál megbízhatóbb üzemeltetésre adnak lehetőséget. Egy ilyen, részben mélyalmos (66%-os arányban) korszerű tojóistállót mutat a *651. ábra.*

A (keresztmetszet jobb oldalán látható) függesztett etető és itató berendezések, valamint a tojáskiszállító szalaggal szerelt tojófészkek, valamint az istálló gépi szellőztetése, a korszerű baromfi tartástechnológiák egyik példáját érzékeltetik. (A keresztmetszet bal oldalán látható, padozatra helyezett etetőberendezés csupán alternatív lehetőségnek tekintendő.) Ezeknél az istállóknál az állományváltáshoz kapcsolódó munkák során valamennyi berendezés a függesztékeik révén magasra felhúzható, így a padozat takarítását és fertőtlenítését akadálymentesen gépesítve el lehet végezni.

Ugyanennek a korszerűségi szintnek felel meg a *652. ábrán* látható 100%-ig mélyalmos tartástechnológiájú brojler istálló is. Ennél a megoldásnál a padozaton semmilyen berendezés nincs, tehát az előzőekben leírtak még egyértelműbben érzékelhetők. Az ábrán látható ejtőesővés köretetők, ill. a korszerűbb spirálesigás közvetlen felöltésű, emelhető etetők, továbbá a cseppfelfogó tálcás szelepes, függesztett itatók jellemzik a brojler istállókat.



652. ábra. Célszerűen gépesített mélyalmos rendszerű brojler istálló alaprajza és keresztmetszete
(1 PB-gáztároló, 2 gondozói szoba, 3 nevelőtér, 4 köretető, 5 körítató, 6 infralámpás műanya)

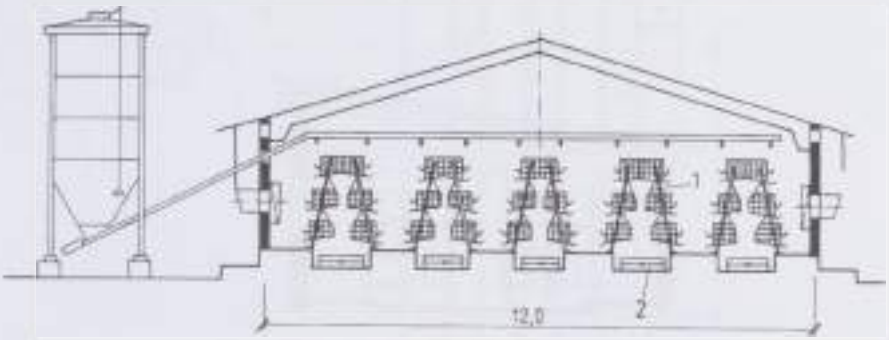
A baromfi istállók jobb kihasználhatóságára és a termelékenység fokozására irányuló törekvések életre hívták az ún. ketreces baromfitartási technológiákat is. Ezekre az jellemző, hogy pl. 4–5 db tyúkot egy-egy kb. 50×50 cm-es alapterületű e célra kifejlesztett és egymás fölé helyezett fémháló ketrecekbe raknak. E ketrecekben történik az etetésük, az itatásuk és innen kell a tyúkok által termelt tojásokat, valamint a trágyát is elszállítani.

A *653. ábrán* egy ilyen tojóistálló keresztmetszetét láthatjuk berendezve. A nagyüzemi tojótelepeken túlnyomórészt ilyen ketreces technológiákat alkalmaznak.

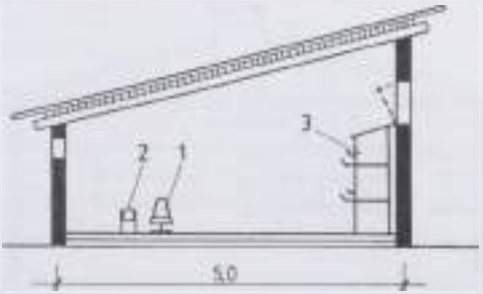
Voltak próbálkozások a ketreces tartástechnológia alkalmazására a brojlertartásban is, de nem váltak be.

Mindkét tartástechnológiai megoldás természetesen a kisüzemekben is megjelent és elterjedt. Ez látható a *654.* és a *655. ábrákon* is.

Egyébként a ketreces tyúktartási technológia annak ellenére, hogy az utóbbi évek fejlesztései olyan új ketrecmegoldásokat eredményeztek, amelyek zavarmentesen üzemeltethetők – várhatóan nem sokáig lesz a mai formáiban alkalmazható. Az Európában egyre erősödő állatvédő mozgalmak ugyanis e tartási



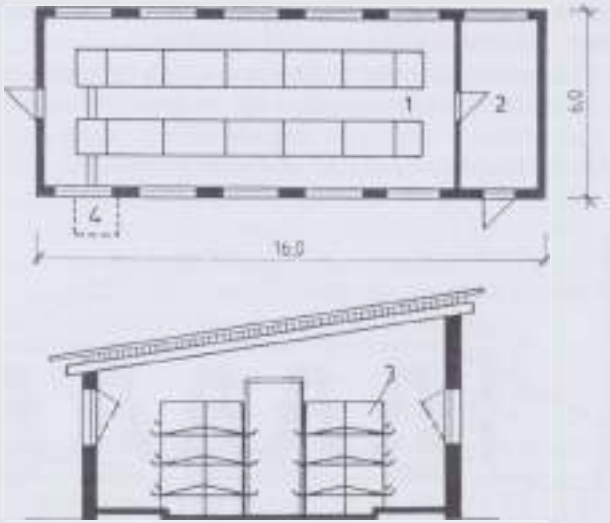
653. ábra. Nagyüzemi ketreces tojóistálló keresztmetszete
(*1* trágyafelfogó főlia, *2* trágyakihúzó szán)



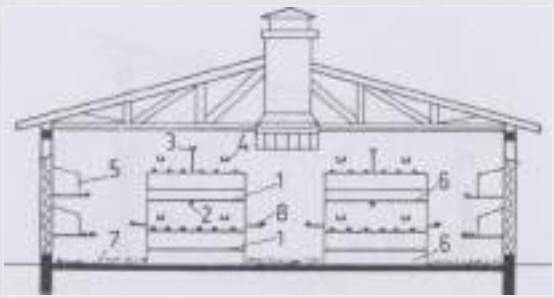
654. ábra. Kisüzemi mélyalmos tojóház keresztmetszete
(*1* kézi feltöltésű körletető, *2* átfolyós itatóvályú, *3* tojófészek)

módot nem tartják elfogadhatónak, s egyes országokban már elérték, hogy a zárt ketrecek alkalmazását rövid időn belül várhatóan betiltják. Az erre való felkészülésként megindult egy olyan fejlesztő munka, amely a ketreces technológia előnyei egyrészének megtartása mellett új, a tyúkoknak több mozgási lehetőséget biztosító nyitott ketreceket eredményezhet. Erre láthatunk egy példát a *656. ábrán.* A szóban lévő fejlesztést az EU állatvédelmi törvényei is szükségessé teszik, mivel az újabb előírásoknak – pl. a ketrecek méretei tekintetében – azok csak részben felelnek meg.

A szóban lévő fejlesztőmunkának van olyan irányzata is – főleg a költségcsökkentések lehetőségeit keresve –, hogy az istállók zártságát is fokozatosan



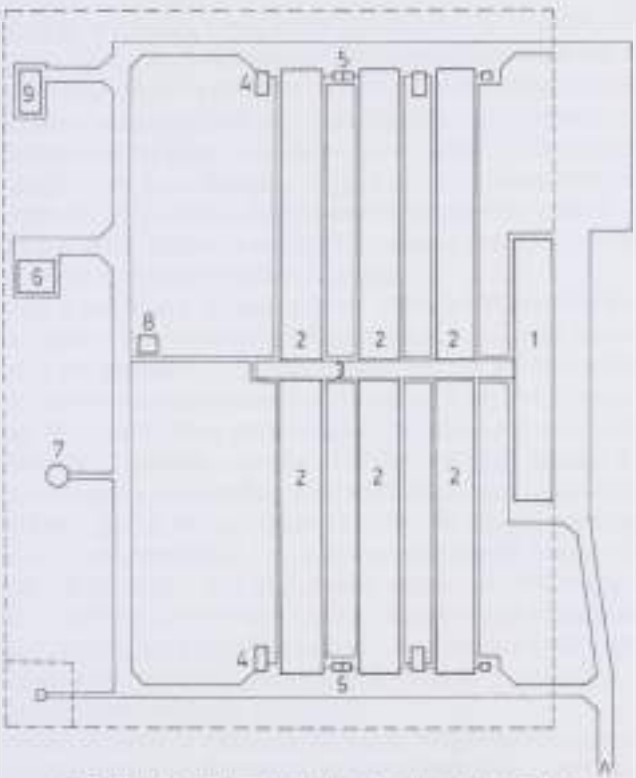
655. ábra. Kisüzemi ketreces tojóház alaprajza és metszete
(1 istállótér, *2* takarmányos, *3* tojóketrec, *4* trágyagyűjtő)



656. ábra. Nyitott tojóketrecekkel berendezett tojóistálló (Volier-blokk)
(1 rácspadozat, *2* csepegtetős itató, *3* vályús itató,
4 etetővályú, *5* tojófészek, *6* trágyatér, *7* mélyalom, *8* ülőrudak)

feloldják, s a tyúkok nem csak az épületen belül mozoghatnak szabadabban, hanem kimehetnek az épületen kívüli kifutóba is. Lehet, hogy a tyúktartásban is „visszajön" a természetes szellőzés, ill. a természetes megvilágítás alkalmazásának a lehetősége, valamint a fűtési igény is lényegesen kevesebb lehet. Ez nem azt jelenti, hogy nem lesz szükség mesterséges szellőzésre és világításra, de a magas energiaárak mellett nem közömbös a tartási mód energiaigényessége.

Hivatkozva a szarvasmarha és sertéstartásnál leírtakra, lényegében ugyanazt a tendenciát látjuk a baromfiágazatban is. Ez pedig az a etológiai ismeretekre támaszkodó, kis energiaigényű, állat- és környezetkímélő tartástechnológiák kialakítását, ill. alkalmazását jelenti.



637. ábra. Nagyüzemi tojótelep elrendezésének vázlata
(*1* szociális épület és tojásosztályozó, ill. tojásraktár, *2* tojóházak, *3* gyűjtő folyosó,
4 trágyatárolók, *5* takarmánytárolók,
6 aggregátor ház, *7* hidroglóbusz, *8* transzformátor, *9* hulladégető)

Annak érzékeltetésére, hogy egy-egy tojástermelő vagy baromfihústermelő üzem milyen egységekből áll, a *637. ábra* egy nagyüzemi tojótelepet mutat be.

Az ilyen telepek komoly szakmai felkészültséget kívánó, élelmiszer-alapanyagot előállító – az időjárástól lényegében független – ipari jellegű üzemek.

Az istállók és állattartó telepek rekonstrukciója és üzemeltetése

A rekonstrukció

Tudott dolog, hogy a minden szempontra kiterjedően jól megtervezett és szakszerűen kivitelezett, ill. ugyancsak szakszerűen üzemeltetett állattartó telep műszaki megoldásai – a telep gépei és épületei – is fokozatosan elhasználódnak. Ez a természetes folyamat hibamegelőző tevékenység nélkül üzemzavarokhoz vezethet.

A telepi fenntartási tevékenység részeként elvégzett karbantartásoknak és javításoknak elsősorban az a feladata, hogy ezeket az üzemzavarokat megelőzzék, mert állattartó telepeken a megszokott üzemeltetési rendtől való eltérés – az állatokban kialakult feltételes reflexek megzavarása miatt – több napon át is tapasztalható termeléskiesést eredményez(het).

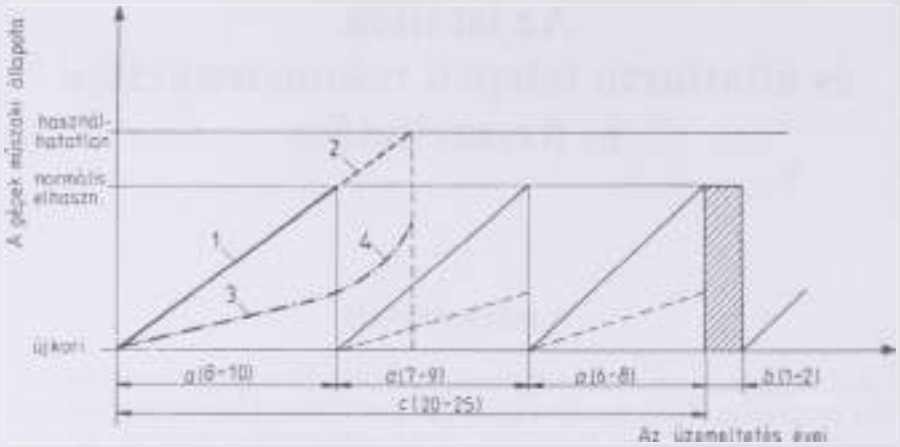
Feltételezve a tervszerű hibamegelőző karbantartások elvégzését, néhány éves üzemelés után eljön az ideje az elhasználódott műszaki berendezések korszerűsítésének. Az elavult vagy a már indokolatlanul gyakori karbantartást, ill. javítást igénylő (megbízhatatlan) gépeket újakra, s egyben korszerűbbekre cserélik. Közben természetesen a technológiák fejlesztése is zajlik s bekövetkezik egy olyan időpont is, amikor a szóbanlévő istállót vagy telepet a korábban alkalmazott technológiák (elsősorban a tartástechnológiák) elavultsága miatt kell mindkét területre (értsd technológiai és műszaki megoldásokra) kiterjedően korszerűsíteni, ill. rekonstruálni. *A rekonstrukciók során a technológiák korszerűsítésén van a hangsúly*, s erre általában a gépek élettartamának 2–3-szorosát kitevő 20–25 évenként szokott sor kerülni. Mindez egy természetes folyamatnak tekinthető, mint azt a *658. ábra* mutatja, s probléma csak akkor keletkezik, ha az esedékes korszerűsítési teendők elmaradnak s ezáltal az üzemeltetési rendellenességek halmozódnak.

A rekonstrukció tehát a termelés műszaki feltételrendszerének folyamatos korszerűsítését biztosító tevékenység, amely mindenkor nagyobb jelentőséggel bír, mint az új beruházások.

A régi épületek és telepek rekonstrukciójának tervezésekor a cél az, hogy az új istállókban és telepeken alkalmazott korszerű technológiai és technikai megoldásokból minél többet megvalósítsanak.

Ez azonban általában csak bizonyos – részben műszaki, részben ökonómiai – kompromisszumokkal oldható meg.

A műszaki jellegű kompromisszumok egyfelől azzal függnek össze, hogy az épületek és a bennük megvalósított tartástechnológiai, ill. műszaki megoldások



6.58. ábra. Az istállók (és telepek) korszerűsítésének, ill. rekonstrukciójának átlagos gyakorisága
(*1* a gépek elhasználódásának folyamata, *2* a gépek túlhasználata,
3 az üzemeltetési költségek alakulása,
4 a túlhasználat ára (az aránytalanul növekvő üzemeltetési költségek)
a) a gépek és gépi berendezések élettartama, *b)* a rekonstrukció időtartama
(a termelés szünetel), *c)* a technológiák élettartama

nem azonos élettartamúak, másfelől azzal, hogy a különböző műszaki és tartástechnológiai megoldások helyigénye sem azonos.

Az ökonómiai kompromisszum pedig azzal függ össze, hogy a meglevő istállók és telepek arra alkalmas műszaki megoldásait a termelésben még hasznosítandó értéknek tekintve olyan rekonstrukciós terveket kell készíteni, amelyek az ökonómiai szempontokat helyezik előtérbe. A korszerűségnek nem feltétele pl. az, hogy egy-egy telep minden istállójában azonos technológiai és műszaki megoldások legyenek. Amire viszont törekedni kell, az az azonos üzemeltetéstechnológia és a környezetvédelem.

Mindebből az következik, hogy új istállót vagy telepet építeni csak ott és akkor lesz indokolt, ahol régi istálló vagy telep nem volt vagy annak állapota miatt a rekonstrukció már többe kerülne, mint az új építése.

Ezt a megállapítást az utóbbi évek gyakorlata igazolja is, mivel az állattartó telepi beruházások – csaknem kivétel nélkül – kapacitás bővítésével együtt járó teleprekonstrukcióként valósultak meg.

Jellemzővé vált – különösen a szarvasmarha tartásban –, hogy az ún. termelő épületeket (pl. fejőstehenek istállói és a fejőházak vagy a sertéstartásban a hizlaló istállók és a takarmány-előkészítők) kompromisszum mentesen, a legkorszerűbb tartástechnológiák alkalmazásával új épületekben helyezik el, s az így létrejövő nagyobb telepek egyéb funkcióit (szarvasmarha tartásban, pl. elletés, borjúnevelés vagy a szárazon álló tehenek elhelyezése) a meglévő istállók rekonstrukciójával „illesztik" az új tartástechnológiához.

A nagyobb (nagy nagyüzemi) állattartó telepek korszerűsítésére várhatóan a jövőben is ez lesz a jellemző, s az ún. „zöldmezős" beruházásra csak kivételesen kerül sor, mivel van elegendő rekonstrukcióra alkalmas ilyen telep.

A kisebb méretű állattartó telepek (pl. árutermelő családi farmok) esetében viszont e tekintetben fordított a helyzet, mert egyrészt rekonstrukcióra alkalmas kisüzemi istállók lényegében nincsenek, másrészt a megváltozott körülmények miatt (pl. vidéki településszerkezet, környezetvédelem) a régi magánistállók helyén nem is létesülhetnek.

Az üzemeltetés és üzemfenntartás

E tankönyv ismeretanyaga az állati termékek előállítási technológiáinak, főként pedig azok műszaki tényezőinek részletes leírását és értékelését is tartalmazza. Ezért összefoglaló jelleggel azokat a kérdéseket tekintjük át, amelyek kapcsolódnak az állattartó telepek üzemeltetéséhez. Ezek:

- üzemeltetés és üzemfenntartás,
- munka- és környezetvédelem.

Az állattartási gépek egyik fontosabb sajátossága (üzemeltetési és üzemfenntartási szempontból egyaránt) az a higiéniai többletkövetelmény, amely az élő szervezetekkel való kapcsolatból következik. Csak olyan konstrukciók alkalmazhatók, amelyek könnyen és jó hatásfokkal tisztíthatók és fertőtleníthetők.

Különösen fontos ez azon gépeknél (pl. fejőgépek, nyírógépek, tömőgépek), amelyek közvetlen kapcsolatba kerülnek az állatok testével is. Használatuknál az állatok kímélése különleges igényként szerepel.

További lényeges sajátosságnak kell tekinteni – más mezőgazdasági gépekhez viszonyítva – a megbízhatósági többletkövetelményeket. Az állattartó telepek ugyanis folyamatosan üzemelnek, s a munkarend által meghatározott időpontokban a gépeknek működőképeseknek kell lenniök. Ez, mint szempont az üzemeltetéstechnológia, ill. az üzemfenntartási rendszer kidolgozásakor is figyelembe veendő. Sőt, ennek a telepek tervezésére nézve is van konzekvenciája, pl. bizonyos tartalék kapacitások biztosítása tekintetében.

Az állattartási gépek, ill. állattartó telepek üzemeltetése akkor tekinthető megfelelőnek, ha az üzemeltetéstechnológia által előírt munkákat (munkafolyamatokat) az állatok zavarása nélkül, az előírt időben és sorrendben pontosan végrehajtják. Ennek legfontosabb előfeltételei:

- az üzemfenntartás megfelelősége,
- az alkalmazott technikai színvonalnak megfelelően képzett munkaerő alkalmazása.

Az üzemfenntartás komplex fogalom, amely a termelés végrehajtásához szükséges eszközök állagának, állapotának megóvását, helyreállítását, valamint a tényleges állapot megállapítását és értékelését jelenti. Állattartó telepeken ez a tevékenység az épületekre, közművekre és a gépekre, ill. berendezésekre terjed ki.

Ezek közül a leglényegesebb a víz- és energiaellátó rendszer, valamint az egyes technológiákhoz tartozó gépek és műszaki berendezések megfelelő műszaki állapotának fenntartása. Az üzemfenntartáshoz, a karbantartási és javítási feladatok elvégzéséhez célszerű karbantartó szerelők alkalmazása. E szerelők ne csak hibaelhárítást végezzenek, hanem tervszerű karbantartással a váratlan üzemzavarokat megelőzve biztosítsák az adott berendezés, ill. a telep zavartalan működését.

Nagyon fontos, hogy az adott gép vagy berendezés gépkönyvében, kezelési és karbantartási utasításában előírt összes műveletet, feladatot végrehajtsák a karbantartás során, meghatározott időpontban és ismétlődő jelleggel. Gondoskodni kell a karbantartási, javítási segédanyagok (pl. kenőanyagok, pótalkatrészek) utánpótlásáról, de biztosítani kell a megfelelő szerszámokat és célműszereket is.

Természetesen valamennyi bonyolult karbantartási és javítási feladatra nem rendezkedhet be az üzem. A bonyolultabb, nagyobb szakértelmet és műszaki felkészültséget (pl. készülékeket és műszereket) igénylő feladatok ellátására hazánkban jelenleg is megfelelő szervizhálózat áll rendelkezésre (pl. fejőgépszervizek, hűtőgép szervizek, fűtő- és klimatizáló berendezések szervize stb.). E szervizek szolgáltatás formájában látják el a javítási és karbantartási feladatokat. Ez mind a garanciális, mind az azon túli munkákra vonatkozik. A szervizek további jellemzője, hogy központi és területi raktáraik mellett kihelyezett konszignációs raktárakat is létesítettek, ami a zavartalan alkatrészellátást biztosítja. Az alkatrész-biztosítás mellett egyre több szerviz rendezkedett be födarabok, elhasználódott alkatrészek felújítására is. Ezek igénybevétele a javítási és karbantartási költségeket csökkentheti.

Az állattartó telepi üzemfenntartás fontosságát az EU állatvédelmi törvényei az eddigieknél is hangsúlyosabbá teszik. Előírják pl. az olyan automatikus jelző és riasztó rendszerek beépítését az istállókba, amelyek pl. tűzveszély vagy bármilyen üzemzavar esetén – különös tekintettel a mikroklimát szabályozó berendezésekre – azonnali beavatkozások szükségességét jelzik. Nyilvánvalóan az is üzemfenntartási feladat, hogy ezek a jelzők, ill. riasztók megbízhatóan működjenek.

A munka- és környezetvédelem

A munkavédelem általános kérdéseit – előírásait, szabályait, adminisztratív rendjét és szervezetét stb. – ugyancsak az azonos nevű tárgy ismeretanyaga tartalmazza.

A mezőgazdasági tevékenységekkel kapcsolatos ún. ágazati munkavédelem foglalkozik az állattenyésztés (értsd állattartás) sajátos munkavédelmi kérdéseivel is (pl. az állatokkal való bánásmód, egyes állattartó telepi gépi munkák munkavédelmi szabályai és az emberre is veszélyes egyes állatbetegségek elleni védelem).

Ezeket az előírásokat figyelembe véve és azokat kiegészítve célszerű kiemelni az állattartás során végzendő munkák speciális munkavédelmi kérdéseit.

A nagytestű állatokkal való bánásmód

Valamennyi állattartási ágazatban – különösen pedig a nagytestű állatok esetében (pl. felnőtt szarvasmarha, szoptatós koca, tenyészkan, tenyészkos) – fontos, hogy az állatokkal foglalkozó, azokkal közvetlenül kapcsolatba kerülő dolgozók megismerjék az állatok szokásait, ill. a velük való bánásmód szabályait. Meg kell tanulni, hogy hogyan kell megközelíteni az állatot, és azt is, hogy milyen mozdulatokra, ill. reakciókra kell adott esetben számítani. Így lehet megelőzni, pl. a lábralépést, rúgást, falhoznyomást, szarvval történő megütést és a döfést, ill. a harapást, mint lehetséges baleseteket. Annak is szabályai vannak, hogy bizonyos tevékenységeket – pl. bikákkal és kanokkal kapcsolatban – egy személy egyedül nem végezhet épp azért, hogy váratlan reakció esetén a másik személy közbeavatkozhasson.

Poros és mérgező gázokat tartalmazó helyiségekben való munkavégzés

E tekintetben egyrészt főleg a baromfi és a száraztakarmányozású sertésistállók kívánnak figyelmet, másrészt pedig a hígtrágyás istállók és telepek. Mindkét esetben az állatok igényeihez igazított klímatizálás paramétereinek a figyelembe vételével kell a konkrét munkarendeket előírni, szabályozva azt, hogy a dolgozó mennyi ideig tartózkodhat ezekben a helyiségekben.

A zajártalom megelőzése

Az állattartási gépek működése általában nem okoz olyan mértékű zajt, amelylyel szemben a dolgozókat védeni kellene. Kivételek lehetnek az ún. telepi gépházak, ill. az ott működő, pl. vákuumszivattyúk vagy szellőző ventilátorok. E helyiségekben a zaj mértéke általában meghaladja a szabványban megengedett értéket. Fontos követelmény tervezési és kivitelezési feladatként e helyiségekben a zajt megfelelően szigetelni.

Az állatoktól eredő betegségek megelőzése

Többféle olyan állatbetegség van (pl. lépfene, tetanusz, sertésorbánc, brucellózis, gümőkór, gombás betegségek), amelyek az emberre is veszélyesek. Ennek veszélyéről a dolgozókat tájékoztatni kell és az előforduló gyanús jelekre fel kell hívni az orvos és az állatorvos figyelmét. A megelőzés vagy kezelés teendőit ők határozzák meg.

Az állattartási gépek és gépi berendezések üzemeltetésénél előforduló baleseti veszélyek

Az eddig leírtakon túl természetesen a legtöbb baleseti forrás a gépek és gépi berendezések üzemeltetésénél és üzemfenntartásánál található. Ezek közül a leggyakrabban előforduló balesetekre a *gépek tartozékának tekintendő* gépkönyvek hívják fel a figyelmet. Legfontosabb teendő, hogy a gépkönyvekben szereplő előírásokat a gépek üzembe helyezésénél, üzemeltetésénél és azok üzemfenntartásánál betartsák.

Általános szabálynak azt kell tekinteni, hogy munkavédelmi jellegű ellenőrzés nélkül – a baleseti veszélyforrások számbavétele és ellenük hatásos védelem biztosítása nélkül – semmilyen munkát nem szabad végezni, vagy végeztetni, még akkor sem, ha egyébként az érintettek részesültek munkavédelmi oktatásban.

A környezetvédelem kérdései napjainkban egyre hangsúlyosabban merülnek fel. Az állattartás során a környezetre veszélyes szennyezőforrásokat az állatok ürüléke, vizelete, ezek bomlástermékei, romlandó takarmányhulladékok, a technológiai folyamatok során keletkezett szennyvizek képezik.

A hígtrágya, pl. szennyezheti a talajt, az élővizeket és a levegőbe kerülő bomlástermékei révén a környezet levegőjét. A sertés telepek többségén található földmedencés tárolás környezetvédelmi szempontból nem jó megoldás, mert a hígtrágya szennyezi a talajt és a talajvizet is. Különösen káros akkor, ha ez a tárolókapacitás kevés és a tároló közelében található, általában nyárfával hasznosított „puffer" területet is kénytelenek túlterhelni.

Külön kell említeni a kistermelés térhódítása kapcsán a lakott területek hígtrágyával való szennyezését. Azok a kistermelők – főleg sertéstartók –, akik termőföld híján vagy más okból takarmánytermesztéssel nem foglalkoznak, legtöbbször az almozásmentes, tehát hígtrágyát eredményező tartást alkalmazzák. Mivel földjük nincs, a trágyára sincs szükségük, s ezért azt „eltüntetni", elszikkasztani igyekeznek. Erre a célra jobb esetben derítőket létesítenek, de nem kevés helyen a vezetékes ivóvízhálózat bővülésével felszabaduló régi ásott kutakat is felhasználják. Az így bekövetkező környezetszennyezés kézenfekvő. E tekintetben nincs más megoldás, mint az, hogy almozásos tartást alkalmazzanak. Így szilárd halmazállapotú trágyát kapnak, amely szakszerűen tárolva és kezelve nem szennyezi a környezetet és jól értékesíthető.

A trágyával szennyezett csapadékvíz is hasonló gondokat okozhat, mint a hígtrágya. Ahol a szabad ég alatt is vannak trágyával szennyezett felületek (akár keményburkolatúak, akár nem), gondoskodni kell arról, hogy e felületekről összegyűlő csapadékvizet elkülönítve gyűjtsék és tárolják. A földmedencék vagy szikkasztó árkok ez esetben elfogadhatók, feltéve, ha kiürítésüket öntözéssel is segítik. Törekedni kell arra, hogy ez a szennyezett csapadékvíztömeg a tisztán is elvezethető vizekkel – pl. az épületek csatornázott tetőzetéről származó vizekkel – ne keveredjen.

A zsíros és különféle tisztító vegyszerekkel dúsított szennyvizek kezelése sajátos feladatot jelent. Ilyen szennyvizek pl. a fejő és tejkezelő, ill. állatvágásra kialakított épületekben keletkeznek. E szennyvizek kezelésére vonatkozóan már

évtizedek óta szabványelőírások vannak érvényben. *Környezetszennyezés* akkor áll elő, ha e szabványok előírásait nem tartják be (pl. a tárolókat alulméretezik és nem szakszerűen építik meg, ill. az esedékes karbantartásokat – pl. zsírfogók tisztítását – nem végzik el), vagy ha e tárolók tartalmától meg nem engedett módon „szabadulnak" meg. A megfelelő eljárást részint a vonatkozó szabványok és újabban az adott területen működő környezetvédelmi felügyelőségek a helyi viszonyok ismeretében határozzák meg.

Por, gáz és szagszennyezés

Környezetvédelmi szempontból, az istállókból a környezetbe kikerülő por- és gázszennyezést (pl. ammónia) kell számba venni. A védekezésre e tekintetben három megoldás lehetséges:

- olyan tartás- és üzemeltetéstechnológiák alkalmazása, amelyeknél kevés a szennyezőforrás,
- olyan szűrőkkel és porfogókkal ellátott szellőzési rendszerek alkalmazása, amelyek hatásosan csökkentik a környezetbe kerülő szennyeződéseket,
- az előírt védőtávolságok betartása.

Legyek és rágcsálók által okozott környezetszennyezés

Köztudott dolog, hogy a legyek lárváinak a különféle trágyák, ill. trágyával szennyezett felületek a legjobb bölcsői. Egyrészt az ilyen felületek nagyságának a csökkentésével és az általános higiénai előírások betartásával, másrészt a különféle légyirtási módszerek alkalmazásával előzhetjük meg a legyek túlzott elszaporodását.

A rágcsálók (főleg patkányok) olyan helyeken fordulnak elő leggyakrabban, ahol szemes-, ill. abraktakarmányokat tárolnak és etetnek, ill. ahol elszaporodásukhoz jó búvóhelyeket találnak.

Az általános higiénia és a minden búvóhelyre kiterjedő folyamatos ellenőrzés mellett a szakvállalatokkal elvégeztetett szervezett irtás a követendő védekezési eljárás.

Mindkét esetben (legyek és rágcsálók) a környezet azáltal szennyeződik, hogy ezek az élőlények túlszaporodásuk esetén újabb életteret a közvetlen környezetükben keresnek, zavarják a humán környezetet is és terjesztik a különféle fertőzéseket és betegségeket.

Irodalomjegyzék

[1] *Artmann R.–Schällingmann, D.:* Wie Weit ist die Technik? Agrartübersicht 34, 12, 65–68., 1988.

[2] *Artmann, R.–Schlünsen, D.:* Einsatz Von Kleincomputern zur Steuerung und Überwachung der Tierproduktion, dargestellt am Beispiel der Milchviehhaltung. Berichte über Landwirtsch 62, 1, 117–149., 1984.

[3] *Artmann, R.:* Elektrotechnische Prozesssteuerung in der Geflügelproduktion. DGS 39, 6, 155–166., 1987.

[4] *Artmann, R.:* Erkennungssysteme für Rinderstand und Entwicklungstendenzen. Landtechnik 39, 9, 168–171., 1984.

[5] *Artmann, R.:* Konzepte, Einrichtungen und Ergebnisse einer rechnergestützten Gruppen- und Einzeltierfütterung von Milchvieh. Landbauforschung Völkenrode, Sh. 93, 27–49., 1988.

[6] *Atkinson, D.–Henshaw, E.:* A study of a modern sheep shearing handspiece. J. Agric. Engineering. Res., 1977.

[7] *Bak J.–Tóth L.:* Az alacsony sejtszámú tej termelésének műszaki összefüggései. Mezőgazdasági Műszaki Szaktanácsadó Füzetek, FMMI, Gödöllő, 1992. 16. p.

[8] *Balatoni M.–Kertay F.:* Tejipari kézikönyv, Mezőgazdasági Kiadó, 1981.

[9] *Barthe, D.–Fischer, K.–Sabo, F.:* Entwicklung und Erprobung von Hochstleistungsbiofiltern. Vortrag anlässlich der PEF-Statuskolloquium in Karlsruhe, 1991.

[10] *Barótfi I.:* Környezetechnikai kézikönyv. Környezettechnikai Szolgáltató Kft., Budapest, 1991.

[11] *Barótfi I.:* Mezőgazdasági épületgépészeti példatár, GATE, Egyetemi jegyzet, 1987., 223. p.

[12] *Barótfi I.–Kocsis K.:* Mezőgazdasági épületgépészeti kézikönyv. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1979., 439. p.

[13] *Barótfi I.–Rajai P.:* Energiagazdálkodás az állattartásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1985., 289. p.

[14] *Benkő I.–Csiffó Gy.–Kovács S.–Orsos L.:* Tejtermelés kötetlen tartásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987.

[15] *Béres A.–Mityók A.:* Állattartó épületek szaghatása és az alkalmazott technológia közötti összefüggések. Mosonmagyaróvári Tudományos Napok, 1996.

[16] *Béres A.–Mityók A.:* Védőtávolságok meghatározhatósága az állattartásban a VDI irányelvek alapján. Mosonmagyaróvári Tudományos Napok, 1996.

[17] *Béres A.–Mityók A.:* Állattartó épületek légszennyező hatásai. Gödöllő Tudományos Napok, 1997.

[18] *Béres A.:* Szaghatáscsökkentő tervezése állattartó épülethez. Diplomaterv, Gödöllő, 1994.

[19] *Beyrtz, G.–Hübner, R.–Sauke, M.:* Biotechnologische Behandlung lösemittelhaltiger Abluft. Wasser, Luft und Boden, 33. k., 9. sz., 1989., 53–57. p.

[20] *Bíró G.–Katona F.:* Tejtermelési higiénia. Állatorvostudományi Egyetem jegyzete, 1983.

[21] *Bogenfürst F.:* A baromfikeltetés gyakorlata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987.

[22] *Bousvaren, R.:* Les odeurs et la desodorisation. Techniques et Sciences Municipales, 79. k. 6. sz. 1984. 313–341. p.

[23] *Bölöni J.*: A kalapácsos darálók apritási mechanizmusa és gépüzemtani összefüggései. Doktori értekezés, MGI, Gödöllő, 1972.
[24] *Bramley, J.–Dodd, F.–Mein, G.–Bramley, J.*: Machine Mil-king and Lactation. Published by Insight Books, Berkshire, England, 1992.
[25] *Brauer, H.*: Biologische Abluftreinigung. VDI Berichte, 1984., 545. sz., 828–838. p.
[26] *Czakó J.–Tóth L.*: A borjúnevelés technológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1977.
[27] *Czakó J.*: Gazdasági állatok viselkedése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1974.
[28] *Csaba L.–Kiss O.–Szinay M.–Vermes L.*: Hígtrágyahasznosítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1978.
[29] *Csíffó Gy.–Katona F.–Munkácsy L.–Pathós L.*: A gépi fejés technológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1980.
[30] *Csuma M.*: Szénsavtelepek gépei, berendezései. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1977.
[31] *Curtis C.*: A hornok és használható alomanyag a kötött tartású istállókban. Holstein Magazin, 1994., 12., 140–143. p.
[32] *Daky, J.*: Quality of Milk, Dairy Equipment. Comp. Division of DEC International, Inc., 1919., S. Stoughton Road, Madison, Wisconsin, 1987.
[33] *Darabant A.*: Tojástól a brojlervágókig. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1980.
[34] *Dörs, R.–Ottwigraf, S.*: Verfahrenstechnische Grundlagen der biologischen Abgasreinigung und insbesondere der Abscheidung von chlorierten Kohlenwasserstoffen. VDI Berichte, 1989., 735. sz., 7–24. p.
[35] *Dimény I.*: Az állattartás gépesítésének ökonómiája. Akadémia Kiadó, Budapest, 1973.
[36] *Dodd, F.–Oliver, J.–Meave, F.*: The effect of teatcup liners on mastitis incidence. J. Dairy Res., USA., 1957., 1., 20–26. p.
[37] *Erdei–Klinger*: Az állattenyésztés gépei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1955.
[38] *Érényi A.–Györfi Gy.*: Állattartás gépei I. Jegyzet, Mezőtúr, 1994.
[39] *Érényi A.–Györfi Gy.*: Állattartás gépei II. Jegyzet, Mezőtúr, 1995.
[40] *Érényi A.–Györfi Gy.*: Állattartás gépei III. Jegyzet, Mezőtúr, 1996.
[41] *Érényi A.*: Állattartás gépei II. Távoktatási jegyzet, GATE MFK, Mezőtúr, 1997. (3 modul. 260. p.)
[42] *Érényi A.*: Operation experiences of dairy cow plants supplied with computer production management system. Hungarian Agricultural Engineering 6/93.
[43] *Érényi A.*: Prevádzkové skusenosti farmy dynic vybavenej pociacom podporavunym systemom managementu. Advances in Agricultural Engineering, Nitra, 1994.
[44] *Érényi A.*: Számítógépes telepirányítási rendszerek a tehenészetben. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 1997.
[45] *Érényi A.*: Számítógépes telepirányítási rendszerek üzemeltetése a tehenészetekben. Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok, Hódmezővásárhely, 1995.
[46] *Érényi A.*: Számítógépes telepirányítást alkalmazó tehenészeti telepek üzemeltetési kérdései. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 1998.
[47] *Fazekas I.–Kovács J.–Szitár G.*: Élelmiszer-higiéniai gyakorlatok. Állatorvostudományi Egyetem jegyzete, 1993.
[48] *Farkas J.*: Keveréktakarmányok előállítása és felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1976.
[49] *Farkas J.*: Malomipari technológiák. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1977.
[50] *Fejes G.–Fábry Gy.*: Vegyipari gépek és műveletek II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
[51] *Fejes G.–Turján G.*: Vegyipari gépek és műveletek I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1979.
[52] *Fülöp G.–Jerem–Tóth L.*: Gyepgazdálkodás gépesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1975., 101–240.
[53] *Gerencsér A.*: Mit csináljunk a szennyvízzel? VIZDOK, Budapest, 1987.
[54] *Györfi Gy.*: A KD-161R típusú daráló jellemzői. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 1997.
[55] *Györfi Gy.*: A KD-161R típusú daráló üzemeltetési jellemzőinek vizsgálata. Mezőgazdasági Technika, 1997/8.

[56] *Gyürfi Gy.:* Állattartás gépei I. Távoktatási segyzet. GATE MFK, Mezőtúr, 1997. (4 modul: 346. p.)
[57] *Gyürfi Gy.:* Examination of Grain Mill for Small Scale Farm. Hungarian Argricultural Engineering, Gödöllő, 1993/6.
[58] *Gyürfi Gy.:* Kisgazdasági terménydaráló jellemzői. Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok, Hódmezővásárhely, 1995.
[59] *Gyürfi Gy.:* Kisüzemi darálók összehasonlító vizsgálata. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 1988.
[60] *Gyürfi Gy.:* Kisüzemi terménydaráló vizsgálata. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 1993.
[61] *Gyürfi Gy.:* Kisüzemi terményroppantó vizsgálata. Mezőgazdasági Technika, Gödöllő, 1994/5.
[62] *Gyürfi Gy.:* Kisüzemi terményroppantó vizsgálata. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 1994.
[63] *Horn P.:* Állattenyésztés I. Budapest, 1994.
[64] *Horn P.:* Tyúktenyésztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1976.
[65] *Horváth E.:* Baromfi a kisgazdaságban 2-3. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1986. és 1989.
[66] *Horváth Gy.:* A tőgygyulladás elleni védekezés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1982.
[67] *Jungblath, T.:* Grundlagen und Methoden der Planungstechnik in der Tierproduktion (Rind, Schwein). Hohenheim, 1995.
[68] *Kiss I.:* Baromfikeltetés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1977.
[69] *Kleiber, M.:* The fire of life. John Wiley and Sons, New York, 1961.
[70] *Kovács F.:* Állathigiénia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1990.
[71] *Lambert, M.:* Grundlagen der Sensortechnik. Elektri Verlag, Aachen, 1991.
[72] *Loboška et. al.:* Stroje pre živočíšnu výrobu. WP, Bratislava, 1988.
[73] *Matzke, U.:* Geruchsbelastigung und ihre immissionschutzrechtliche Beurteilung in VDI Berichte, 561. sz. Nordheim-Westfahlen, 1986., 387-398. p.
[74] *Mányai I., Sulok J.:* Tisztító-fertőtlenítő gépek összehasonlító vizsgálata. MGI Jelentés, Gödöllő, 1974.
[75] *Mányai I., Sulok J., Rézfalvi F.:* Tisztító-fertőtlenítő gépek funkcionális fejlesztő vizsgálatai. MGI-MEMMI Jelentések, Gödöllő, 1972-1982.
[76] *Menyhárt J.:* Az épületgépészeti kézikönyve. Műszaki Kiadó, Budapest, 1977.
[77] *Mészáros Gy.-Kuli B.:* Az állattartó épületek káros gáz-, por-, szagemissziójának megszüntetése biofilterrel. FMMI Jelentés, Gödöllő, 1992.
[78] Mezőgazdasági Építési Ábragyűjtemény. GATE Gépészmérnöki Kar, 1986.
[79] *Mikecz I.:* Az állattenyésztés gépei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1985.
[80] *Mikecz I.:* Az állattenyésztés gépei. Ábragyűjtemény. GATE Gépészmérnöki Kar, Gödöllő, 1991.
[81] *Miner, J. R.:* Management of odours associated with livestock production. Managing Livestock Wastes, PROC-275. St. Joseph, 1975.
[82] *Mirvók A.:* Sertéstartó épületek szagemissziójának néhány tapasztalata mérések alapján. Gödöllői Tudományos Napok, 1996.
[83] *Mucsi I.-Takátsy T.:* A juhok hüvelyképének, valamint a hüvelynyálka elektromos vezetőképességének összehasonlító vizsgálata az ivarzás körüli időszakban. Magyar Állatorvosok Lapja, 1984., 39., 349-351. p.
[84] *Mucsi I.-Takátsy T.:* Sertések ivarzásának és a hüvelynyálka elektromos vezetőképességének összehasonlító vizsgálata. Szaktanácsok, 1985. 4., 34-38. p.
[85] *Ober-Koller:* Rindvielställe. BLV Verlagsgesellschaft, München, 1974.
[86] *Orbán R.:* A nagyüzemi sertéstartás tervezése és technológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1977.
[87] *Ordolff, D.:* Melktechnik. Landtechnik, 1997. 52. 1. 36-37. p.
[88] *Patkós-Munkácsi-Tamáska-Tóth:* A nagyüzemi szarvasmarhatartás műszaki felépítelrendszere. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985.

[89] *Patkós I.–Györfi Gy.-né–Kacz K.*: Állattartás gépei és berendezései. Főiskolai jegyzet, Mezőtúr, 1979.
[90] *Patkós I.–Tóth L.*: A szarvasmarhatartás gépesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1978.
[91] *Patkós I. és munkatársai*: Nagyüzemi állattartó telepek rekonstrukciói. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1991.
[92] *Patkós I.*: Állattartási technológiák. Főiskolai jegyzet, Mezőtúr, 1993.
[93] *Patkós I.*: Zárt, kötött tartású sehenészeti telep. Értesítő term. techn. műsz. vizsgálatáról, MGI Gödöllő, 1971.
[94] *Pearson, C. C.*: A cost-effective biofilter for odour reduction in livestock buildings. AnENG '92 Conference, Uppsala, June 1–4., 1992.
[95] *Roos, C.–Fischer, K.*: Konstruktionsmöglichkeiten für Biofilter. VDI Berichte, 1989. 735. sz., 179–190. p.
[96] *Rossing, W.–Ipema, A.*: Automatic individual feeding on dairy cattle. Symposium Automation in Dairyng. Wageningen, 1987.
[97] *Schön, H. et al.*: Elektronik und Computer in der Landwirtschaft. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1993.
[98] *Sitkei Gy.*: Mezőgazdasági anyagok mechanikája. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985.
[99] *Soós P.–Fülöp I.–Holló y T.*: Gépészmérnöki alapismeretek II. Egyetemi jegyzet, Gödöllő, 1986.
[100] *Szabó Z.–Csury I.–Hidegkuti Gy.*: Élelmiszeripari gépek és műveletek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987.
[101] *Szendrő P.*: Szálas zöldtakarmányok szecskázása. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1995., 159. p.
[102] *Szenes É.-né*: Környezetvédelem az élelmiszer-ipari kis- és középüzemekben. INTEGRA-PROJEKT Kft., Budapest, 1995.
[103] *Takátsy T.–Kapitány F.*: Az impedanciamérés, mint a fiziológiai folyamatok egyik megfigyelési módszere. Problémák és megoldások. Szaktanácsok, 1995–96. 1–4., 53–56. p.
[104] *Takátsy T.–Pósa A.*: A fenntartható fejlődés útja: a precíziós gazdálkodás (precision farming). A műszaki fejlesztés alternatívái a mezőgazdaságban. CIGR-MAE, Keszthely, 1997. 10., 16–17, 29–31. p.
[105] *Takátsy T.*: A hüvely-nyálkahártya elektromos ellenállásának mérése diagnosztikai céllal. 4. Országos elektronikus műszer és méréstechnikai konferencia. METESZ, Kecskemét, 1984. 06. 4–6., 159–174. p.
[106] *Takátsy T.*: Automatizálás I–II. Jegyzet. Mg. Gépészeti Főiskolai Karok, Mezőtúr, 1978.
[107] *Takátsy T.*: Einige grundfragen der Konduktivitätsmessenden Mastitisdetektierung. Mezinárodní Symposium k Procesu Strojního Získávání a Zpracování Mleka, Brno, 1998. 05. 02–03. 2., 307–313. p.
[108] *Takátsy T.*: Zárt terek a mezőgazdaságban. PATE ÁTK, Kaposvár, 1998.
[109] *Thurow, E.*: Maschinen und Anlagen für Tierproduktion. Landwirtschafts Verlag, Berlin, 1985.
[110] *Tiroitz, D.*: Wirkung von Biofiltern zur Reduzierung von Geruchsemissionen. Wasser, Luft und Boden, 5. sz., 1989., 42–44. p.
[111] *Tomay T.*: Gabonaipari kézikönyv I., II., III. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1973.
[112] *Tomay T.*: Élelmiszeripari technológiák Mp. Mérnöktovábbképző Int. Budapest, 1968.
[113] *Tomay T.*: Keveréktakarmánygyártás. Műszaki Kiadó, Budapest, 1982.
[114] *Tomori L.*: A szarvasmarhatartás telepeinek műszaki-technológiai kérdései. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1973.
[115] *Tóth L.–Bak J.–Csuri M.*: Elektronikus adatgyűjtővel ellátott tenyésztési célú tejmennyiségmérő kifejlesztése. MTA-MÉM Agrárműsz. Biz. Kut. és Fejl. Tan., MEMMI, Gödöllő, 1988.
[116] *Tóth L.–Bak J.–Szabó H.*: Termelőüzemi tejhűtőberendezések műszaki-ökonómiai értékelése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980. 85. p.

[117] *Tóth L.–Bak J.*: Alapparaméterek meghatározása fejőrobot kialakításához. MTA-MEM Agrárműsz. Biz. Kut. és Fejl. Tan. (kiadvány), MEMMI, Gödöllő, 1990.
[118] *Toth L.–Bak J.*: Direct influencing technical factors to effectiveness of milking 1st Slovenian International Congress "Modern milk produktion and Processing". Ljubljana Slovenia, 1995., 155–158. p.
[119] *Tóth L.–Bak J.*: Gépi fejés Gazdakönyvtár, Mezőgazda, Budapest, 1994., 223. p.
[120] *Tóth L.–Bak J.*: Modernization of washing of milking equipment of the milking porlain Proceeding of 5 the International Symposium of Machine Milking of Small Ruminants, Budapest, 1993., 380–384. p.
[121] *Tóth L.–Bak J.*: Modification of suction – pressure pulsation ratio. Proceeding of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking. Wageningen, Netherlands, November 1992., 125–129. p.
[122] *Tóth L.–Bak J.*: Research of new methods in milk recording International Tagung, Kiel, 1997., ISSN 0948-7786.
[123] *Tóth L.–Bánházi Gy.*: The effect of technical parameters of milking equipment on milking quality. Winter meeting American Society of Agricultural Engineers. Palmer House, Chicago, Illinois, 1982., 201–206. p.
[124] *Tóth L.–Csukóczi A.*: Az egyedi abrakadagolás automatizálása kötetlen tartású tehenészeti telepeken. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1981., 85. p.
[125] *Tóth L. Dr. Tóth I. Zágoni Gy.*: A juhok gépi fejése és nyírása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983.
[126] *Tóth L. Hajas P.*: Villamos légyölők üzemeltetési tapasztalatai. Vágóállat és Hústermelés, 1975. 4. sz.
[127] *Tóth L. Horn V.*: Szálastakarmányok apritására is alkalmas keverő–kiosztó kocsi fejlesztése. MTA-MEM Agrárműszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozása, MEMMI, Gödöllő, 1987. 7. kötet, 11–13. p.
[128] *Tóth L.–Patkós I.*: Tehenészeti telepek műszaki-ökonómiai értékelése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976.
[129] *Tóth L.–Tóth I.–Zágoni Gy.*: A juhok gépi fejése és nyírása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1983.
[130] *Tóth L.–Bak J.–Pirkelman H.–Schön H.*: Technology research on the application of digital code identifiers injectable into animals. Hungarian Agricultural Engineering, Gödöllő, Nr. 7/1993.
[131] *Tóth L.–Mezei A.*: Tejházi hulladékhő hasznosítása. ETE Mezőgazdasági Energiagazdálkodási Szakosztály, Budapest, 1985. (3) 36., 25. p.
[132] *Tóth L.–Patkós I. Szalvi H.*: Tehenészeti telepek műszaki-ökonómiai értékelése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976., 70. p.
[133] *Tóth L.*: Nagy teljesítményű fejőberendezések üzemeltetése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1976. 80. p.
[134] *Tóth L.*: Faktoren mit Einfluss auf die Zitzengumi-Bewegung und deren Wirkung auf die Effektivitat des Melkens. Grundl. Landtechnik Bd. 35., Nr. 2., 1985.
[135] *Tóth L.*: Fejőberendezések vákuumának stabilizálása a tőgy egészségi állapotának megőrzése céljából. Mezőgazd. Gép. Tan., 1972. 6. sz.
[136] *Tóth L.*: Környezetkímélő energiaforrás a szélmotor. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987., 59. p.
[137] *Tóth L.*: Moderne Möglichkeiten der Prozessgesteltung bei der Futterzuteilung speziell bei Melkmaschinenmelken. Karl-Marx Universitat, Leipzig, 1986. 17. Jahrestagung.
[138] *Tóth L.*: The effect of the teat cup assembly size upon the aerosol flow rate. Cigr Kongress. Milano, 1994., 250–255. p.
[139] *Tóth L.*: Újabb kísérleti eredmények a fejés hatékonyságának növeléséhez Budapest. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1989., 96. p.
[140] *Ungor A.*: Tejtermelési és tejhigiéniai ismeretek. Magyar Tejgazdasági Kutató Intézet, Mosonmagyaróvár, 1992.

[141] *Varga M.*: Nagyteljesítményű juhnyírómûhely kialakítása és vizsgálata a szentesi Termál MTSz-ben. Doktori értekezés, 1983.
[142] *Vluggen, R. W. B.–Berg, J. J.*: Der Einsatz von Biowäschern in der Tierintensivhaltung. VDI Berichte, 1989. 735. sz. 139–146. p.
[143] *Windischbauer, G.–Neugebauer, H.*: Digital 3D Moiré-Topography In: Tree Dimensional Analysis of Spinal Deformities. IOS Press, 1995.
[144] *Zágoni Gy.–Kétszeri K.-né*: Zárt kötetlen tartású tömbösített, központi fejőházas tehenészeti telep. Értesítő term. techn. műsz. vizsgálatairól, MGI, Gödöllő, 1975.
[145] *Zeisig, H. D.*: Einsatzmöglichkeiten von Biofiltern. Vortrag, Karlsruhe, 05. 1988.
[146] *Zeisig, H. D.*: Reduzierung der Ammoniakemissionen aus der Abluft von Intensiv-Tierhaltungen. Landtechnik, 44. k., Sonderheft, 1989., 393. 395. p.

Tárgymutató

A

abszolút légnyomás 586
adagolt legeltetés 257
adattároló 341, 509, 511
adatterjedelem 507
adó-vevő 201, 202
aeroszolgenerátor 571, 578, 579
afrikai harcsa 581
agyagpaflló 685
akácfa 668, 673, 675, 683, 699
aktivitásmérés 521, 542
aktivizálási fázis 507
aktivizálási frekvencia 507
alaptest 674, 676, 679, 680
állásrendszerek 171, 460
állásszerkezet 363, 364, 370
állatbarát 673, 684
állatfelismerés 381, 508, 510
állatok egyedi felismerése 503
állatok gondozása 23
állattartási technológia 655, 668
álmennyezet 674, 687
almozás 456, 459, 475, 670, 697, 719, 722, 724, 740
alom nélküli tartás 461, 608
alommentes 172, 668, 685, 686
alomtakarékos 460, 462
alternáló 40, 144, 179, 185, 191, 266, 464, 468, 552
alveolusok 271, 274
amerikai lapátozású szélmotorok 267
amplitúdó moduláció 507
angolna 581
anyagforgalmi zavarok 525
anyakoca 462
áramimpulzus 258, 259
áramlási ellenállás 284, 412, 479
árammegszakítás 258
arányadagoló 141, 146, 147
ásványgyapot 679, 680
ásványi anyagok 225, 350, 387, 388
aszinkron gépe 305
áthidalások 321
automatikus abrakadagolók 503, 521
automatizálás 19, 342, 362, 368
automatizált mérlegelés 518
azbesztcement 676, 678, 679, 680, 682
azonosítási kód 507
azonosító jel 503, 511, 540
azonosító kapu 386

B

bálázott húzuszalma 459
baromfi 21, 28, 118, 242, 244, 255, 435, 450, 462, 505, 538, 599, 627, 651, 696, 731
baromfifélék 225
büllenőmérleg 333
bimbócsatorna 271, 275, 277, 286, 292, 293, 295, 298, 301
biológiai paraméterek 521, 526
bitumenpadozat 571
blokkvágók 178, 179, 180
bokaszíjra szerelt transponder 509
borjú 198, 200, 202, 277, 278, 426, 429, 437, 462, 469, 471, 599, 600, 615, 649, 686, 698, 699, 700, 703, 704, 706, 707, 712, 717, 736
borjúprofilaktórium 686

C

cellás kerék 141, 142, 145
centrifuga 423, 482, 496
centrifugálás 422
cuiliform 572
csavarszivattyú 220, 488
csigás keverők 129, 131, 134, 140, 193
csigás szállítók 195, 196
csipbe integrált elektronika 505

csónaktest 582, 583
csőrlős lapát 240, 462
csősúrló 354, 355
csuklós rúdlánc 680

D

dézsás aprító berendezés 189
direkt szárítás 78
dobkeverők 128, 130, 137
doboventilátor 46, 61, 66, 93, 111, 178, 457, 717
dobszárítók 97
domborzat 688, 691
döngölt agyagpadló 685
duplex transzponder 503, 504
duzzasztásos trágyselhávolítás 471

E

egyedi ábrakoló 515
egyedi kettesek 197
egyensúlyi nedvességtartalom 75, 84, 86
ejtőakna 63, 68
elektromágneses pulzátorok 284
elektromos kerítés 256, 259, 260, 262, 546
elektronikus egyedi állatfelismerés 381
elérhető végvákuum 307
élezőkészülék 562, 563, 564
élezőkorong 562, 563, 564
ellenállás-tényező 478
ellető 358, 447, 615, 698, 700, 704, 712, 721
ellető istálló 698, 714
előhúzható kutrica 207
előtörők 121
első fejsugarak 274, 342
építési rendszerszerkezet 675
építészet 20, 51, 667, 670, 699, 703
épületrészeket 670
épületváz 670
érintkező 124, 177, 332, 337, 340, 347, 372, 400, 415, 424, 496, 535, 608, 692
erjesztéses tartósítás 50, 58, 67, 73
erősítő 147, 224, 314, 326, 510, 518, 539
erősítő pulzátor 314, 326
érzékelők 327, 337, 344, 347, 381, 385, 523, 529, 535, 539, 540
etetőlap 204, 371
etetőút 182, 212, 682, 699, 701, 706, 715
extrudálás 167

F

fajlagos hőfelhasználás 83, 84
fajlagos oxigénbeviteli képesség 586, 587
falközi silók 52, 57, 67
fejési karakterisztika 275, 276, 294
fejési sebesség 275, 288, 294, 344, 369
fejési vákuum 290, 295, 312, 315, 321
fejési vákuum szabályozása 312
fejőberendezések tisztítása 349
fejőfolyosó 362, 365, 370, 372, 378, 385, 520
fejőgumi 278, 280, 287, 290, 295, 300, 347, 359, 376
fejőgumi mozgási diagramja 299, 300
fejőházi rendszer 501
fejőkehely 278, 287, 291, 296, 301, 373, 376, 378, 379
fejőkészülék 268, 277, 287, 295, 305, 320, 332, 342, 353, 364, 377, 524
fejőkészülék visszamosó 348
fejőcsobot 20, 380, 386
fejősajtár 292
fejőszermi fejőberendezések 356, 361
fejővákuum elzáró 344
fejővákuum stabilizálása 350
félduplex transzponder 503, 504
felismerő egység 508
felsőpályás adagoló 196
felszedő szerkezet 72, 74, 457
felületi nyomás 464, 475
fémszálbefonású műanyag-huzalok 262
fenyőfa 681, 687
fertőtlenítés 342, 349, 350, 351, 368, 569, 570, 665, 684, 728
fertőtlenítési technológia 569
fertőtlenítő oldat 571, 662
fertőtlenítőszer 270, 349, 481, 569, 575, 579
fésű (állópenge) 552
fésűbefogó 562, 563
feszültségimpulzus 257, 258, 259, 260
fogadókamra 334
fogmagasság 560
fojtótekercs 265
fóliacsomagoló 70
fóliázók 52, 73, 74
folyadékáramoltatásos tisztítás 349
folyadékleválasztó 327, 328, 350
folyékony takarmányozás 218, 221, 446, 724
forgattyús mechanizmus 552, 553
forgócellás többkamrás tejmérő 331
forgódobos gyorsszárító 97, 98
forgódugattyús vákuumszivattyú 307
forgógémes markoló 473
fortólevegős szárítás 77, 96, 99
földempalló 677
földpotenciál 258, 262, 264
frekvencia moduláció 507
fugatömítés 679

függesztett osztályozóasztal 565
füstgázelvezető cső 579

G

garatmota 122
gazdasági udvar 689, 694, 697
gémes halkiemelő 593
gépcsalád 79, 133, 572, 575
gépi fejés 268, 271, 276, 295, 342, 373, 378, 392
gépszín 704, 706
géptároló 696, 697
gerincszellőző 674, 681
golyós kapcsoló 523
gravitációs rendszerű szárítók 79

Gy

gyapjúismeret 549
gyapjúszál 549, 550, 558, 560, 565
gyapjúszálvastagság 550
gyepek ápolása 257
gyújtógyertya 579
gyűjtőakna 467, 487
gyűrűdugattyús tejmérő 339
gyűrűs szálpréselés 158
gyűrűs-matricás gép 158

H

halak kezelése 594
halastavi vízlevegőztető 590
halmazsűrűség 51, 125, 127, 132, 156, 160
hálózati készülékek 258, 260
halszállítás 581, 584
haltakarmányozás 592
halterelő kocsi 593
haltermelés 581
háromutas szelep 351, 352
hatóanyag adagoló szelep 573, 576
hatóanyagtartály 573, 576, 578
hengeradagoló 140, 141
hengeres nagybála 70
hidegvizes tisztító- fertőtlenítő gép 571, 575
hidraulikus trágyaeltávolítás 461, 469, 471
higtrágya 456, 460, 472, 476, 483, 490, 497, 570, 648, 665, 702, 722, 740
hízlaló kutrica 207
homlokrakodó 92, 176, 179, 180, 190, 473
homogenitás 123, 126, 132, 155, 182, 186, 390
horizontális silók 53, 176, 178, 708
hosszú tejtömlő 278, 304, 333, 337, 344, 357, 374
hőérzékelő 381, 443, 536, 540, 544, 628
hullámpala 688, 705
hullámvédelem 582
húsesibe 450, 461
huzalfeszesség 264
húzóköteles fejőkészülék leemelő 344, 345, 346
hűtőlapát 306
hűtvetárolás 85, 86, 87

I

impulzusgerjesztő 257, 259, 262, 265
injektálható transzponderek 505
implantálható 525
inszeminálás 25, 270, 525
interferencia 503
irányítónések 319, 323
iszapoló kanál 582
itatóautomata 200, 202
itatóvíz 256, 433
ivarzás 204, 521, 525, 529, 543
ivarzási hajlam 521
ivarzó állatok 521
íves főtartó 683
izzószálas nyírás 551

J

járda 674, 676, 680, 681
jelátvitel 504
jelfeldolgozó 183, 338, 347
jelszint időtartama 519
jelző lámpák 352, 522

K

kalibrált furatok 321
kamrás mérőkészülék 330
kamrás tömegmérés 335
kaparólánc 63, 78, 135, 143, 170, 215, 227, 236, 462, 728
kaparóláncos trágyakihordó 463
kardántengely 553
kaszkád keverő 186
kazalsilók 53
kenőnyíl 668, 679, 685
kényszerolajzás 309, 310
kerítéshuzal 257, 262, 264, 265
késes hontőhengerek 458
késes maródob 187
késmegvezető szerkezet 552
késnyomószerkezet 552
készülékfelhelyezés 344

készüléklevevő 344, 362, 364, 369
készülektartó kar 344, 346
készülektartó oszlop 258
kettős működés 284, 285
kettősfalú kazán 575
kettőslöket 555, 559
keveredés 122, 123, 128, 132, 135, 137, 408, 483, 605
keveréktakarmány 67, 100, 118, 122, 152, 211
keverő tartályok 221
keverőgépek 125, 128, 133, 138, 147
keverő–kiosztó kocsi 181, 514
keverőszivattyú 219, 489
kezelőegység 269
kézi adatgyűjtő 531
kifutó 27, 255, 441, 616, 673, 682, 703, 711, 717, 720, 733
kiosztó szalagok 194
kipufogás oldali légtartály 311
kisállattartás 461
kitermelő berendezés 62, 63, 64
kocaszállás 517, 615, 686
kollektor 94, 95, 278, 282, 296, 300, 314, 320, 335, 347, 356, 374, 385, 523, 540, 646
komplex transzponder 506, 507, 508
koncentráció 50, 96, 123, 139, 147, 152, 227, 336, 397, 484, 501, 526, 536, 544, 565, 571, 585, 617, 623, 635, 648, 659
kondicionáló csiga 138, 139
körokozó 428, 433, 456, 486, 497, 569, 651, 664
korongos lánc 212
korongos sodronykötél 232
korrakciós tényezők 319, 412
kotrócsónak 582
környezetszennyezés 24, 349, 480, 499, 648, 671, 702, 740
környezetvédelem 25, 485, 671, 695, 736, 740
körömgyulladás 527
központi egység 223, 342, 501, 512, 528
kúlisszás hajtómű 465, 467, 552
kúlisszás vonófej 464, 465

L

laktációs görbe 341, 342
laktációs napok száma 529
lamináris 412, 423, 478
láncfeszítő kerék 465
lánckerék 214, 230, 372, 464, 465
láncos bálabontó 458
légadagoló szelep 348, 354
légbevezető szelep 354
légcsereszám 85, 86, 618, 621
legelői fejőberendezés 268, 269
legeltetés 26, 256, 262, 268, 269, 434, 490
legeltetés módjai 256
leginjektor 591
légszállítás a munkaponton 307
légszállító teljesítmény 305, 307, 308
légtartalék 317
légúst 278, 318, 325, 375, 573, 576
lehalászás 581, 593, 594, 595
lékvátás 51
lekötőberendezések 171, 173
lengőlapátos 172, 464, 469, 723
lengőlapátos trágyakihúzó 172, 465, 466
lépcsős kutrec 237
lépésszámláló 521, 522, 523, 527
leszorítóerő 558
levegőn szárított padló 685
levegő átbuborékoltatás 584
leveles csiga 212
lisztázás 529
lucerna szorpciós izotermái 91, 92

M

mágnes szelep 344
magtár 698, 709, 710, 711
mangalica 690
markolat 552, 553
mátolánc 63, 65, 66, 67, 68
marószerkezet 63, 65, 66, 177, 188
masszázó fej 279
matrica 152, 158, 162, 165
megengedett vákuumingadozás 316, 318
meleglevegős szárítás 77
mélyalmos tyúktartás 227
mélyalom 206, 227, 473, 670, 682, 706, 732
membránpulzátor 281, 282, 284, 285
mennyiségszabályzó 573
merevtadas számyaslapát 468
merülő jub 687
mérleg talp 518, 520
mérőkamra 331, 332, 335, 339
mikroadagoló 153
mikroklíma 31, 530, 606, 607, 688, 692
mikronizálás 167, 169
mikroorganizmus 349, 486, 653, 657
mikroorganizmusok 75, 347, 391, 426, 431, 480, 499, 569, 648, 650, 657, 666
mintavevő nyílás 329, 332
modulációs 503, 507
morzsálódás 162
mosóberendezés 350, 352, 644
mosószer szivattyú 348, 353
motollás keverőgépek 134
mozgó penge 552

N

nád 582, 673, 680, 687, 693, 697, 719
nádtető 687, 688, 693, 697
napelemes impulzusgerjesztő 261
nedvességtartalom 39, 50, 56, 69, 75, 85, 90, 96, 162, 167, 185, 242, 475, 486, 660
névleges üzemi vákuum 318
nívókapcsoló 331, 332
növényzuzalék 44, 50, 51, 74

Ny

nyakszíjra szerelt transponder 509
nyári konyha 696, 697
nyílásszög 556, 557, 558
nyírási technika 560
nyírófej 552, 558, 566, 567
nyírógép 549, 551, 556, 558, 561, 564, 737
nyírókés sebessége 554, 555
nyomásesés 324, 412, 478, 658

O

olajozó rendszer 309
összellátor 338, 339
osztályozás 121, 126, 244, 246, 493, 550, 564, 593
osztályozók 121, 122
oválkerekes tejmérő 340
oxigénbevitel 589, 658
oxigénkoncentráció 585, 586, 588, 589
oxigénmegkötés 588
oxigéntartalom 584, 585, 586, 588, 589, 590
önetetők 179, 211, 214, 216, 231, 449, 723, 727
öngyulladás 76
önürítős csónak 583, 592
örvénykeverő 136, 137
összesítraszám 392, 428, 572
összegező mérleg 147

P

padlószerkezet 674, 677, 680
páralecsapódás 209, 635, 637, 687, 688
páraszellőző zeteg 677
párkányelem 677
pecsenyecsirke 242, 633
pelletsűrűség 162
pelyhesítés 167, 168
pihenőbokaz 173, 381, 457, 460, 467, 512
pillangó szelep 355
pillér 669, 674, 682, 686, 699, 709
pillér nélküli fesztáv 670
pillérváz 669, 674, 675
pneumatikus szállítóberendezés 88
poliuretán hőszigetelés 678
porlasztás 152, 571, 578, 584, 590
porlasztási teljesítmény 578
porszűrők 135, 164, 165
porta 671, 694
premix 120, 126, 153, 155, 225
préselt takarmány 156
préselvényhűtők 162, 163
preventív védelem 569, 570
processzor 223, 336, 352, 380, 511, 527
profilaktérium 197, 686
profillemez 687, 688
programkapcsoló 221, 352
programóra 234, 235, 512
programozás 148, 221, 352, 385
propelleres keverő 219, 220
pulzátor 277, 280, 526
pulzátor elosztó 304
pulzátor jelleggörbe 287, 288, 300
pulzátorok légfogyasztása 314
purifikátor 424

R

racsostartó 678
ráccspadló 26, 175, 198, 205, 227, 460, 469, 668, 683, 702
Rédler (kaparóláncos) adagoló 143
rendement 550, 551
robotizált fejőegység 382
rotációs csúszólapátos vákuumszivattyú 306
rotációs rézsűkasza 582
rövid pulzáló tömlő 279, 296, 303
rövid tejtömlő 278, 279, 296, 301, 302, 303, 304, 347, 374, 376, 523
rövidállás 171, 172, 173, 437, 460, 702
rugós csiga 212, 213
rugós mérleg 264
rugóterhelésű szabályozószelep 322, 323

S

saját fejőberendezések 349, 356, 358
sarokkerék 467
savas tisztogatás 351
sávosan adagolt legeltetés 257
sertésazonosítás 516
sertéstartás 27, 136, 203, 206, 214, 435, 446, 461, 530, 603, 632, 651, 660, 670, 725, 733, 736
silo 50, 51, 57, 60, 65, 68, 180, 192
silómaró-rakodó 177, 180, 181

silózás 33, 43, 50, 56, 74
spirál kondenzátor 337, 338
spirálcsöves fűtőegység 572
stabil takarmánykiosztó 192
staphylococcus 487, 572
súlyszelepes csepegő itató 238
súlyterhelésű szabályozószelep 323
súrlódási tényező 47, 48, 157, 209, 475, 477

Sz

szabályozási intervallum 317
szabályozási tartomány 312, 316, 317, 322, 324, 605
szabályozó tűszelep 309
szabályozók érzékenysége 324
szabályozószelep 312, 322, 356, 359, 360, 375, 405, 605
szabályozószelepek 322, 323, 357, 358, 375
szakaszos légcsatolás 256
szalagosságás keverők 134, 136, 140
szalagos adagolók 143
szálas szalma 456, 460, 461
szálas széna szellőztetéses szárítása 91
szálastakarmány 33, 44, 50, 52, 62, 70, 73, 90, 100, 115, 165, 175, 189
szálfinomság 550, 551
szállítási sebesség 466, 475
szállítómagasság 48, 49, 62
szalma 22, 29, 51, 172, 179, 185, 277, 457, 461, 480, 492, 660, 693, 700, 717, 726
száradás 33, 75, 76, 77, 80, 87
száraz tisztítás 570
szárazanyag 33, 50, 76, 83, 90, 186, 195, 220, 256, 389, 428, 456, 460, 461, 470, 477, 486, 492, 499
szárító tömegteljesítmény 83, 84
szárítókötség 76, 78, 80, 87, 97
szárnylapát 467, 475, 487, 724, 726
szárnylapátos trágyakihúzó 467, 468, 469
szaru 269
szarvasmarhák elhelyezése 171
szecskahosszúság 63, 65, 66, 98, 186, 187
szekrényes szárítók 96
szelemen 674, 675, 676, 682
szelepes kollektor 302, 304
szellőztetéses tárolás 85, 86, 88
szellőztetőpadozat 89
szélsebesség 267, 268, 607, 622, 693
szem-csatka keverék (CCM) 111
szemeskukorica zúzalék 51
szénázsbála 72, 73, 191
szénásbála aprító 191
szénáskészítés 52, 68, 69, 70, 73
szeparátor 422, 424, 496
szervo-rendszerű szabályozó szelep 324
szigetelőcsigák 258, 260, 263
szilázs kitermelés 176, 178
szívási sebesség 307
szívási ütemrész 279, 280, 281, 286, 288, 379
szívattyús tejleválasztó 327
szívritmus 503, 525, 527
szociális épület 603, 700, 704, 712, 721, 727, 733
szopókás itatóedény 199
szorítási ütemrész 279, 280, 286, 292
szorító karám 270
szórógisztoly 573, 574, 575
szögletes nagybála 71
szülőpárketrec 226
szűrőbetét 355, 448, 659

T

takarmánykiosztó kocsi 181, 239, 240, 457, 583, 690
takarmányszalmák 459
talaj 22, 40, 53, 62, 71, 154, 260, 391, 419, 442, 473, 480, 572, 594, 644, 660, 667, 683, 690, 705, 715, 740
tanulóröbot 381, 385, 566
tánya 484, 616, 671, 675, 689, 695, 697, 737
tanyaudvar 696
tányéros centrifuga 423
tápanyagveszteség 45, 51, 52
tárolótér 33, 53, 61, 175, 192
tartaléklevegő 318
tartástechnológia 24, 118, 342, 434, 608, 626, 631, 646, 661, 671, 690, 711, 723, 728, 731
tartókeret 674, 675
tartómechanizmus 344, 346
tartósítás 33, 43, 50, 57, 69, 96, 192, 195, 562
távvezérlésű adagoló szelepek 222
téglafal 90, 571, 677, 680, 682, 684
tehén kódszáma 529
tehén nyilvántartási száma 529
tehénnaptár 511
tej villamos vezetőképessége 524
tej visszatartása 275
tejelő tehén 462, 649
tejelválasztó 314
tejfolyásérzékelő 344
tejképződés 271, 273, 275
tejleadás 273, 274, 368
tejleválasztók 326, 328
tejmennyiségmérők 329, 330, 341
tejmérő ballon 329
tejmérő rekorder 321, 329, 330, 353

tejpor bekeverése 198
tejszeparátor 422, 424, 425
tejvezetékek résvesztesége 314
tejvezetékes fejőberendezés 314, 319, 328, 356, 360
tekercs 70, 71, 286, 354, 503, 541, 547
teleltető 591
telepes készülékek 258, 260, 261
telepi laktációs termelés 341
telítődési függvény 585, 586
tenzometrikus mérőelemek 222
tényleges levegőszállítás 308
térelhatárolás 674, 683
térelválasztó elemek 570
termelésnövelés 501, 530
terméskő 673
természeti környezet 667, 671
termosztát 422, 443
testhőmérséklet 31, 388, 408, 503, 523, 539
testhőmérséklet ingadozása 523
testtömeg 29, 174, 206, 222, 270, 433, 434, 449, 456, 510, 529, 530, 606, 610, 615, 626, 638, 686
tetőfedés 687
tetőfödém 675
tisztítási nyomás 575, 577
tisztítási program 351
tisztító automata 350
tisztító folyadék 350, 352
tisztító lemosás 570
tojás termelés 27, 225, 244
tojásgyűjtő 237, 244, 245, 728
tojófészek 226, 244, 728, 731
tojóház 225, 226, 235, 244, 461, 615, 629, 731, 732, 733
tojóhibrid 21, 227, 231, 235
tojótyúk 29, 30, 227, 462
tőkarhantartás 581, 582
toronysilók 51, 52, 61, 62, 67, 515, 701
tőtrágyázás 581, 583
tőgy ellenőrzése 342
tőgybimbó 271, 277, 290, 300, 324, 343, 357, 361, 373, 381, 385, 525, 540
tőgygyulladás 288, 300, 344, 525, 528, 544
tőgymosás 268, 274, 342, 368, 379, 603
töltésmennyiség 259, 260
tömlőszivattyúk 352
tömlőzár 302, 304, 346
tömörítés 34, 41, 50, 54, 63, 127, 156, 556
trágyacsatorna 461, 463, 466, 626, 709, 723
trágyaeltávolítás 172, 207, 242, 456, 461, 653, 690, 719
trágyaeltávolító berendezés 172, 242, 457
trágyarács 205, 470, 471, 496
traktoros emelővilla 473
traktoros tolólap 172, 175, 473, 699, 707, 724, 726
transzponder 503, 509, 511, 514, 522, 529
trapézlemez 90, 678, 679, 681
turbulens 412, 413, 478
tűszelep 284, 310, 323, 333, 455

U

uradalmi épületek 698
úsztatásos trágyaeltávolítás 470, 471
utófejés 276, 342, 368, 373, 378, 380, 385
ülőrúd 531, 532
üresjárati szelep 573
üvítésű szénatorony 93
ürülék 24, 172, 239, 343, 456, 461, 480, 610, 648, 661, 740
üszőnevelő 686

V

vágási sebesség diagram 557
vágószerkezet 34, 46, 552, 555, 560, 561, 562, 583
vákuumhálózat 268, 316, 326, 328, 356
vákuumingadozás 284, 305, 315, 318, 328, 361
vákuummérők 325
vákuumstabilizáció 305
vákuumszivattyú 268, 274, 290, 305, 310, 315, 322, 328, 356, 360, 374, 739
vákuumszivattyú mechanikai hatásfoka 309
vákuumszivattyú összes légszállítása 313
vákuumszolgáltató gépegység 325
vákuumtechnika 308
vákuumvezeték résvesztesége 313
válogató kocsi 593, 594
válogatófolyosó 270
várakozási idő 487, 572
várható tejtermelés 341, 342
vasbeton 53, 88, 90, 205, 225, 675, 678, 707
vasbeton falpanel 676, 678
vasbeton szelemen 676
vasmag 286, 505
végálláskapcsoló 233, 241, 372, 467
vegyszeradagoló 350
vemheskoca kutrica 205
vezérlő egység 285, 344, 351, 354
vezérlő relé 146, 575, 576
vezérlő rugó 323, 324
vezérlő számítógép 222, 385, 514, 526
vezérlő szelep 222, 324, 432
vezérlőkamra 324
vezérlőpulzátor 327

vezetőáln 467, 468
vibrátor 102, 117, 144, 513
villámhárító 257, 258, 261, 265
villámvédelem 265, 688, 693
villanygázotor 234, 257, 262, 373, 451
víz elpárlasztása 584
víz mikrobaszám 349
vízelet 172, 456, 461, 481, 545, 612, 653, 661, 685, 740
vízellátás 239, 241, 265, 440, 449, 597, 601, 693
vízelpárologtató teljesítmény 79, 81, 83, 84, 97
vízelvezetés 55, 688, 693
vizes öblítés 349, 351, 379
vízgyűrűs vákuumszivattyú 386
vízhűtő szélmotor 266, 267, 268
vízinövények 582, 583
vízlevegőztetés 581, 584, 590
vízszállító és tartó tankkocsi 296
volumetrikus hatásfok 308

Zs

zsilipes tejleválasztó 326, 327

1. kép
Szálas takarmány betakarítása a rendelkező és felszedő kocsi működés közben

2. kép
Járva szecskázó és a szállító jármű

3. kép
Fóliával lezárt halomsiló családi gazdaságban (GENOP)

4. kép
Betonelemekből készült silótornyok szecskázott zöldtakarmány tárolásához
és erjesztéséhez 1000 fh-es telepen

5. kép
Széna és szalmaőrlő kisbálákban tárolt anyag feldolgozásához (AGERSKOV)

6. kép
Nagybála őrlő és kiosztó adapter (TOMAHAWK)

7. kép
Szögletes bálák csomagolása fóliával (szalma, széna, lucerna)

8. kép
Vízszintes-, függőleges csigás önjáró és vontatott keverő-kiosztó kocsik (RMH)

9. kép
Apritókésekkel ellátott keverőcsiga

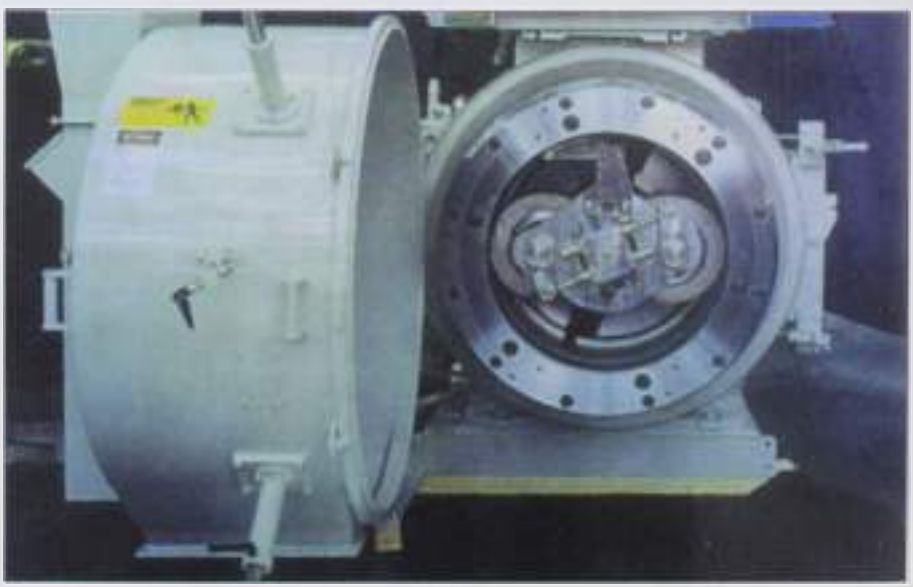
10. kép
Keverés folyamata a keverő kiosztó kocsiban 1,5 csigafordulat során (KUHNE-EUROMIX)

11. kép
Önjáró, önrakodós keverő-kiosztó kocsi (RMH)

12. kép
Maródobos önrakodós keverő-kiosztó kocsi
(KUHNE-EUROMIX)

13. kép
Késes önrakodós keverő-kiosztó kocsi
(KUHNE-ALTOR)

14. kép
Nagy teljesítményű takarmány prés (MATADOR M-12)



15. kép
Takarmány prés belső felépítése (PILLE-PRESSE-CPM)

16. kép
Korszerű fejőkészülék
(SAC)

17. kép
Mobil sajtáros fejőgép
(GASCOIGNE–MELOTTE)

18. kép
Fejés istállói tejvezetékes fejőberendezéssel
(FULLWOOD)

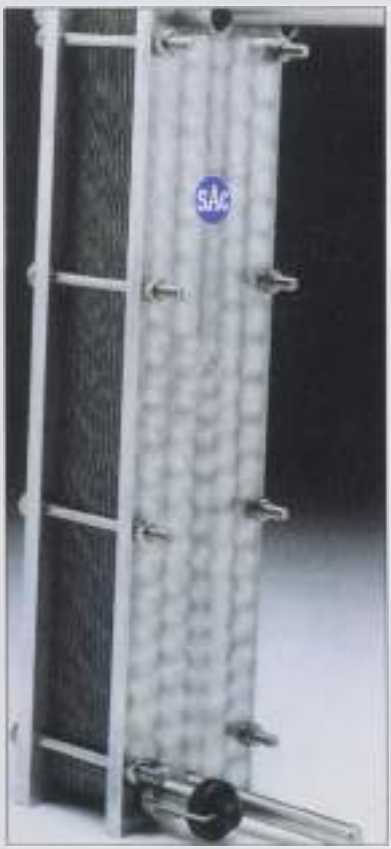
23. kép
Kollektorba épített
tőgynegyedenkénti mastitis érzékelő (SAC)

24. kép
Két állásos fejőrobot
(MEKO-HOLLAND)

25. kép
A fejőrobot fejőkészüléke fejés közben
(MEKO-HOLLAND)

26. kép
A fejőkészülék felhelyező mechanizmusa
(MEKO-HOLLAND)

27. kép
5000 literes tejhűtő-tároló tartály automatizált tisztító egységgel
(GASCOIGNE–MELOTTE, ETSCHEID)



28. kép
Lemezes hőcserélő (SAC)

29. kép
Kis teljesítményű tej pasztörizáló (ALFA LAVAL AGRI)

30. kép
PC vezérlésű abrakadagoló kötött tartáshoz (ALFA LAVAL)

31. kép
Injektálható számjegykódos azonosítók – transponderek – méretének jellemzése
(TEXAS–INSTRUMENTS)

32. kép
Tehénazonosítás kör antennával a fejőállás bejáratánál

33. kép
Transponderes azonosításra alapuló egyedi abrakadagoló állás
(ALFA LAVAL AGRI)

34. kép
Sertés flaztató épület belső elrendezése száraz takarmány ömetetése estén (LONGKJAR)

35. kép
Egyedi kocaállások száraz etetési technológiával (FUNKI)

36. kép
Takarmány tárolók rugós csigás szállító berendezéssel (ROXEL)

37. kép
Aktív száraz takarmány önetető, korcsoportok szerint állítható kivitelben (FUNKI)

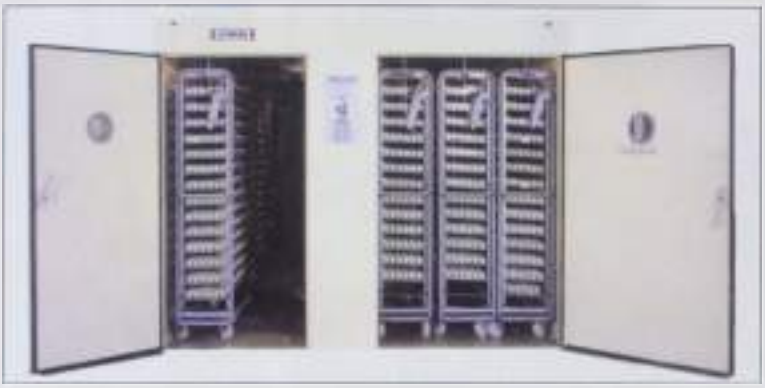
38. kép
Elletőkutrica – rácspadlóval és malac melegítő lappal (MIK)

39. kép
PC vezérlésű transponderes azonosításra alapuló kocaetető (STALDINVENTAR AS)

40. kép
Nedves takarmány etetése vályúból – csővezetékes kiosztó rendszerrel

41. kép
PC vezérlésű takarmány bemérő, keverő és kiosztó használtvíz tartállyal (BIG-DUTCHMAN)

42. kép
Nedves takarmány keverő villamos bemérő egységgel (PIG-TECH, Mohács)



43. kép
Programvezérelt keltető

44. kép
A keltetett csibék elszállítása a keltetőből (FUNKI)

45. kép
A keltetett állatok ivarszerinti válogatása – szekszálás (KARTZFEHN)

46. kép
Hatszintes tojóketrec (SALMET)

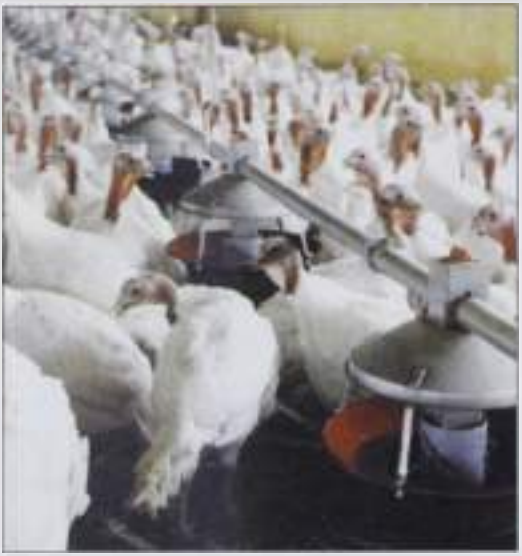
47. kép
Tojás gyűjtés a ketrec sorok végén (SALMET)

48. kép
Tojáscsomagoló (STAALKAT és FARMPACKER)

49. kép
Tojófeszek szerkezeti felépítése (CHRONE–TIME)

50. kép
Tojófészkek rácspadlós tartásnál (CHRONE–TIME)

51. kép
Napos csibe nevelésben használható csepegtető önitató



52. kép
Pulykaetető (CHRONE–TIME)

53. kép
Juhnyírás (ALFA LAVAL)

54. kép
Juhok gépi fejése párhuzamos fejőállásban (ALFA LAVAL)

55. kép
Trágyaszétválasztás szeparátorral (FAN)

56. kép
Villamos karám – tápegységgel – és önfelhúzós önitató

57. kép
Zárt, kötetlen tartású tehénistálló etető asztallal

58. kép
Félig nyitott, mélyalmos tehénistálló

59. kép
Egyedi borjúketrecek (IFC)

60. kép
Félig nyitott tehénistálló tágas kifutóval

61. kép
Nagyüzemi sertéstelep (SCHAUER)

62. kép
Rácspadló tisztítása nagynyomású géppel (KÄRCHER)

Összkomfort

amit a PT Poultry Tech kínál

- tervezés
- eszköz kereskedelem
- szaktanácsadás
- szerviz

Bábolna-Arbor Acres Kft., Poultry Tech
2943 Bábolna, Pf. 25
Tel.: (34) 569-155 Fax: (34) 569-159 E-mail: pt@baa.hu

TAPASZTALAT + MINŐSÉG = FUNKI

SZÁRAZTAKARMÁNYOZÁS

A FUNKI etetőberendezések eredményességét a több mint 15 éves tapasztalat és fejlesztés biztosítja. Alkalmazható dercés és granulált takarmányokhoz, egyedi etetéshez, az állat étvágya szerinti etetéshez, az adagolt etetéshez, tekintet nélkül az állat korára és nagyságára.

FOLYÉKONY-TAKARMÁNYOZÁS

A FUNKI Auto Feed 2000 üzembiztos és megbízható berendezés, amely magas hatékonyságot és a napi üzemhez optimális üzemvezetést biztosít.
A berendezés homogén takarmánykeveréket készít, a takarmányt pontosan adagolja, amely együttal takarmánymegtakarítást is biztosít.

BELSŐTECHNOLÓGIA

A FUNKI árnválasztéka magában foglalja a fiaztató kutricát, a vemheskocasszállást, a malacnevelő- és hizósertéstechnológiát, valamint a kanszállást.
A FUNKI belsőtechnológia általánosan úgy jellemezhető, hogy könnyű munkavégzést, optimális termelési eredményt biztosít. A magas minőségű tűzhorganyzás hosszú élettartamot nyújt.

SZELLŐZTETÉS

A FUNKI szellőzető berendezés beépítésével elérhető, hogy a levegősebesség az ól minden részén pontosan egyforma legyen, függetlenül attól, hogy az ól hosszú és keskeny, vagy magas és négyzet alakú. Ésszerű termelést és jó egészségi állapotot biztosít.

PANKOTAI AGRÁR RT
SZENTES

FUNKI Generalimportőr:
Pankotai Agrár Rt., Szentes
Cím: 6600 Szentes, Klauzál u. 17.
Telefon: (63) 311-366 • Telefax: (63) 311-427

Funki
solutions from

A GASCOIGNE MELOTTE, a 30 éves magyarországi jelenlétéhez és a fejés gépesítésében betöltött szerepéhez hiven korszerű fejéstechnikai berendezéseket és eszközöket ajánl a magyar vásárlók részére, a nagyüzemeknek és a kisgazdaságoknak egyaránt.

GASCOIGNE MELOTTE

A berendezéseket Magyarországon a

MILK CENTER Kft.

mint kizárólagos importőr forgalmazza.
1055 Budapest, Falk Miksa utca 19. (1/2 emelet)
Telefon: (1) 302-3041; 302-3042; 331-2541
Fax: (1) 302-3047; Mobil: (30) 939-1470
E-mail: milkcenter@milkcen.datanet.hu

KABAI TÁP

Kabai Táp Rt.

Takarmánykeverékek, tápok koncentrátumok gyártása

Szemes terményekből

szárítása tárolása felvásárlása

Takarmányozási alapanyagok nagykereskedelme

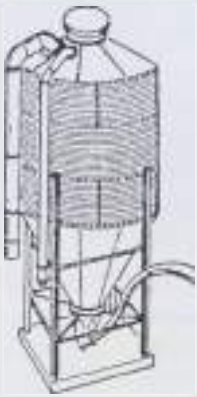
4183 Kaba, Daróczi major. Pf. 27

Tel./Fax: (54) 461-110, 461-120 (60) 303-825

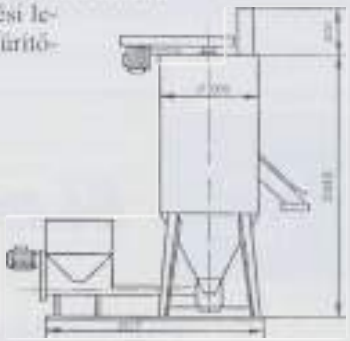
Teljes technológiai szolgáltatás baromfi- és sertéstartók számára. Gabonaszárítók, takarmánykeverők, keltetőgépek.

Egyedi és csoportos szellőzés, itatás, etetés.

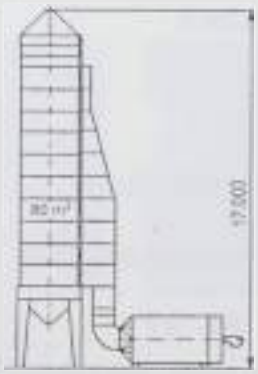
Spirálos és vályús etetőberendezések egyedi istállóméretekhez igazítva, kézi vezérlésű és automatikus működésű megoldással.



Takarmánytároló berendezések 8–40 m^3-ig horganyzott lemezkivitel poliészter tetővel csigás és pneumatikus töltési lehetőség. Spirálos és csigás ürítőberendezéssel.



Gabonaszárító berendezések 800 kg/ó teljesítménytől 15 t/ó teljesítményig gáz- és olajfűtésre. Folyamatos és adagszárítók, és szárítótelepek építése és felújítása.



Háztáji farmer takarmánykeverő berendezések 4–5,5–7,5 kW-os daráló motorral 0,4–1,5 t/ó keverő teljesítménnyel a kisgazdaságok minden igényét kielégíti.

Szaktanácsadás, több évtizedes tapasztalat az állattartási technológiák minden területén

Bábolna Ipari Kft. tel./fax: 34/369-615

Magyarországi vezérképviselet:

Kamleithner-Budapest Épülettechnikai Kft.

H-1138 Budapest, Révész u. 27-31. Telefon/Fax: 349-9150, 329-7635, 350-4285, 330-1091

AGRAM GYÖNK IPARI KFT.

Vemhesítő rekesz

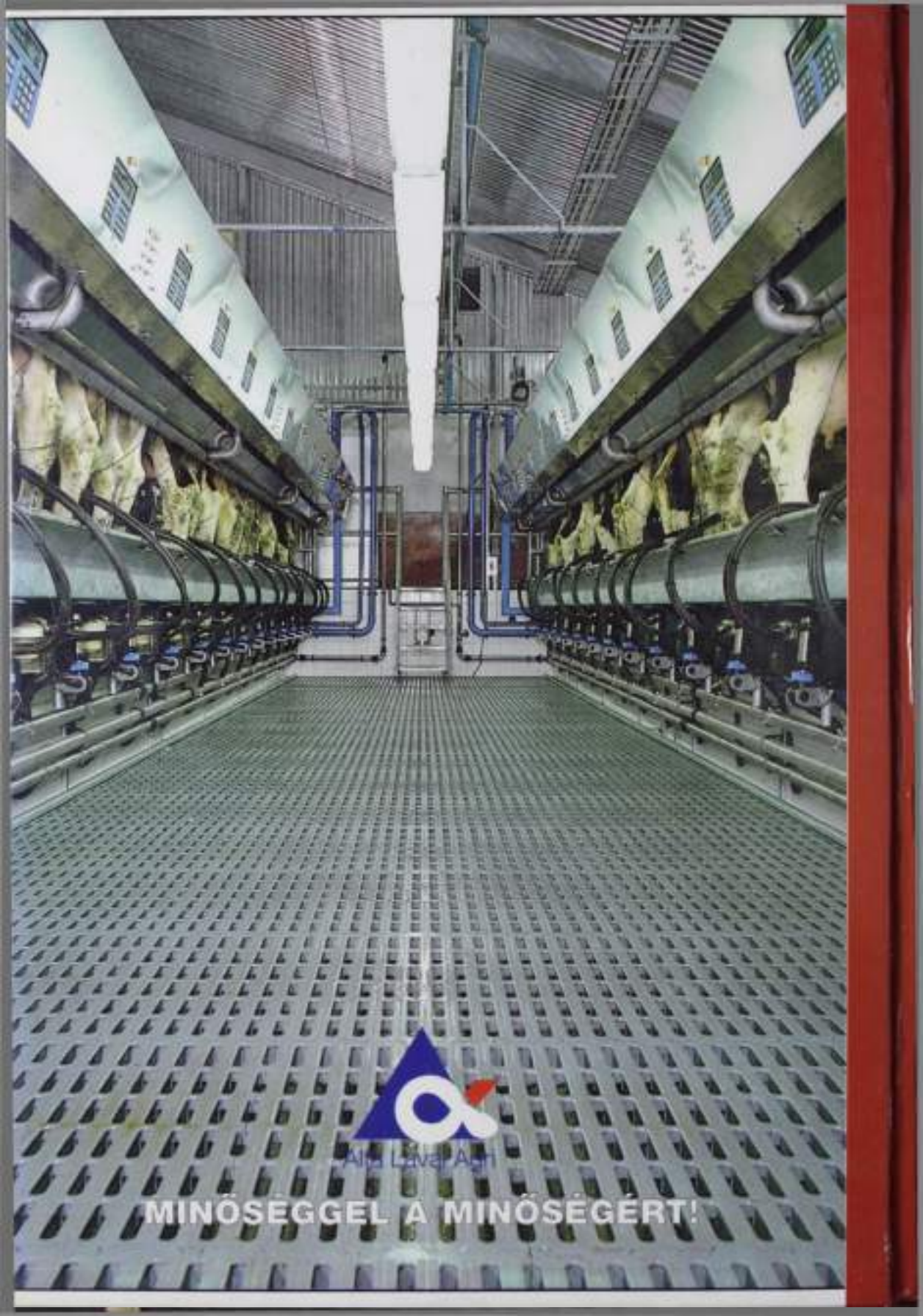
Malacnevelő rekesz

Vizes önetető

Agram Gyönk
Ipari Kft.
7064 Gyönk
Ipartelep 1.
Tel.: 74/448-211

Fiaztató rekesz

A kiadvány a Dinasztia ház Rt.
Grafika-Typopress Nyomdájában készült
1147 Budapest, Kerékgyártó u. 47–49.
Felelős vezető a nyomda ügyvezető igazgatója


Alfa Laval Agri
MINŐSÉGGEL A MINŐSÉGÉRT!