

Mezőgazdasági gépszerkezettan

Szerkesztette Szendrő Péter

Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó • Budapest, 2000

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 támogatásával és jóváhagyásával készült.

A gépészméchnökképzés javasolt tankönyve.

Szerkesztőbizottság

Szendró Péter elnök

Jóri J. István

Szüle Zsolt

Tóth László

Írták:

| | |
|---------------------|-----------------|
| Bánházi János | Jóri J. István |
| Beke János | Kerekes Benedek |
| Bertók János | Koltay Jenő |
| Bölöni István | Láng Zoltán |
| Csizmazia Zoltán | László Alfréd |
| Dimitrievics György | Patay István |
| Fekete András | Sitkei György |
| Fogarasi Lajos | Soós Pál |
| Györfi György | Szendró Péter |
| Gyürk István | Szüle Zsolt |
| Horváth Béla | Tóth László |

Lektorálta:

Lehoczky László

© Szendró Péter, 2000

ISBN 963 356 284 8

Kiadja a Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó
1142 Budapest, Erzsébet királyné útja 36/b
Telefon: 252-4772

Felelős a kiadó ügyvezető igazgatója
Felelős szerkesztő: Balassa Éva
Borítóterv és tipográfia: Keresztes
Júlia

Tartalom

| | |
|---|----|
| Mezőgazdasági gépszerkezettan | 1 |
| Bevezetés | 11 |
| 1. Mezőgazdasági anyagok mechanikai tulajdonságai | 13 |
| 1.1. A mezőgazdasági anyagokról általában | 13 |
| 1.2. A talajok mechanikai viselkedése | 14 |
| 1.3. Mezőgazdasági anyagok mechanikai viselkedése | 29 |
| 1.4. Mezőgazdasági anyagok vágása | 32 |
| 2. Mezőgazdasági gépek automatikái | 40 |
| 2.1. Az irányítástechnika alapjai | 40 |
| 2.2. Mérő-átalakítók | 42 |
| Az elmozdulás, a sebesség és a gyorsulás mérése | 42 |
| Erő- és nyomásmérés | 47 |
| Áramlásmérés | 49 |
| Hőmérsékletmérés | 51 |
| 2.3. Beavatkozó berendezések | 52 |
| Villamos kimenetű beavatkozók | 52 |
| Mechanikus kimenetű beavatkozók | 52 |
| 3. Talajművelő gépek | 56 |
| 3.1. Ekék | 56 |
| Agrotechnikai követelmények | 56 |
| Az ekék csoportosítása | 57 |
| Az ekék felépítése | 57 |
| Egyszerű és összetett ékhatás | 59 |
| A barázdaszelet geometriai vizsgálata | 60 |
| Kormánylemezek | 63 |
| Szántó- vagy ekevas | 66 |
| Előhántó | 67 |
| Csoroszlyák | 68 |
| Az ekére szerelhető altalajlázítók | 71 |

| | |
|---|-----|
| Eketörzs | 71 |
| Az eke, illetve eketest védelme, az ekebiztosítás..... | 72 |
| Ekenád, csúszótalp..... | 76 |
| Az eke kerete | 77 |
| Az eketestek osztástávolsága..... | 78 |
| Az eketestre ható erők | 79 |
| Az ekék főbb típusai | 82 |
| Az ekék vontatási ellenállása..... | 87 |
| 3.2. Fogas boronák, kultivátorok, lazítók | 94 |
| Boronák | 94 |
| Kultivátorok..... | 99 |
| Lazítók | 111 |
| Magágykészítők..... | 118 |
| 3.3. Forgó talajművelő eszközök..... | 122 |
| Tárcsás talajművelő eszközök | 122 |
| Ásóboronák..... | 134 |
| Forgóboronák..... | 137 |
| Küllős kapák, forgókapák..... | 138 |
| Talajmarók..... | 138 |
| Rotációs boronák | 142 |
| Hengerek..... | 143 |
| 4. Tápanyag-kijuttató gépek | 149 |
| 4.1. Agrotechnikai követelmények | 149 |
| A szilárd műtrágyák anyag- és kijuttatási jellemzői | 149 |
| A tömegáram és az adagolásegyenlőtlenség meghatározása | 151 |
| A keresztirányú szórásegyenlőtlenség meghatározása | 151 |
| A műtrágyaszóró gépek hosszirányú szórásegyenlőtlenségének meghatározása .. | 152 |
| A folyékony műtrágyák jellemzői | 153 |
| 4.2. Főbb szerkezeti egységek, működési elvek | 155 |
| A műtrágyaszóró gépek főbb szerkezeti egységei | 155 |
| A folyékony műtrágyák előállításának főbb egységei..... | 164 |
| A szervestrágya-szóró gépek főbb szerkezeti részei..... | 167 |

| | |
|--|-----|
| A hígtrágya-kijuttató gépek főbb szerkezetei | 169 |
| 4.3. Tápanyag-kijuttató géptípusok | 171 |
| Műtrágyaszóró gépek..... | 171 |
| A folyékony műtrágya kijuttatásának gépei | 177 |
| Szervestrágyaszóró gépek..... | 181 |
| Hígtrágya-kijuttató gépek | 183 |
| 5. Növényvédő gépek | 187 |
| 5.1. Növényvédelmi eljárások, anyagjellemzők | 187 |
| 5.2. Agrotechnikai és növényvédelmi követelmények | 189 |
| Általános követelmények a permetezőgépekkel szemben | 189 |
| A csávázógépekkel szemben támasztott követelmények | 193 |
| 5.3. A növényvédő gépek működési elve, konstrukciós és alkalmazástechnikai összefüggések | 194 |
| A cseppképzés elmélete és jellemzői..... | 194 |
| Permetezőgépek..... | 200 |
| A kijuttatógépek szabályozása..... | 211 |
| 5.4. Növényvédőgép-típusok | 214 |
| A permetlékeverés gépei és eszközei..... | 214 |
| Permetezőgép-típusok..... | 217 |
| Szilárdvegyszer-kijuttató gépek..... | 225 |
| A csávázás gépei..... | 226 |
| 6. Öntözőgépek | 233 |
| 6.1. Agrotechnikai követelmények | 233 |
| 6.2. Szerkezeti egységek | 234 |
| Szivattyúk | 234 |
| Csővezetékek és szerelvények..... | 236 |
| Vízadagoló elemek | 240 |
| 6.3. Az öntözőgépek főbb típusai | 247 |
| Esőztető öntözőberendezések | 247 |
| Mikroöntöző berendezések | 255 |
| 7. Vető-, ültető- és palántázógépek..... | 258 |
| 7.1. Vetőgépek..... | 258 |

| | |
|---|-----|
| A vetőgépekkel szemben támasztott főbb követelmények | 259 |
| A sorbavető gépek felépítése | 259 |
| Néhány jellemző sorbavető géptípus | 272 |
| Direktvető gépek..... | 277 |
| A szemenkénti vetőgépek felépítése..... | 278 |
| Agrotechnikai követelmények | 278 |
| A magelosztás és a magtovábbítás fő változatai szemenkénti vetőgépeken..... | 279 |
| Vetésellenőrző műszerek | 293 |
| A szóróvető gépek felépítése | 294 |
| 7.2. Burgonyaültető gépek..... | 295 |
| A gépekkel szemben támasztott követelmények | 296 |
| A merítőkanalas adagolószervezet..... | 296 |
| 7.3. Palántaültető gépek..... | 299 |
| A szorítótarcsás palántázógép..... | 299 |
| A szorítóujjas palántázógép..... | 300 |
| A tápkockás palántaültető gép..... | 301 |
| Az automata palántázógép..... | 302 |
| 8. Betakarítógépek | 303 |
| 8.1. Szemestermény-betakarító gépek | 303 |
| A gabonabetakarítás gépei..... | 303 |
| A kukorica betakarításának gépei..... | 333 |
| A napraforgó-betakarítás gépei..... | 344 |
| 8.2. Szálastakarmányok betakarításának gépei..... | 353 |
| A betakarítás technológiai és azok munkafolyamatai..... | 354 |
| Vágószerkezetek..... | 355 |
| Kaszáló- és rendrevágó gépek | 369 |
| A bálázás gépei..... | 383 |
| Szecs-kázógépek..... | 392 |
| 8.3. Gyök gumós termények betakarításának gépei..... | 405 |
| A cukorrépa betakarításának gépei..... | 405 |
| A burgonyabetakarítás gépei | 415 |
| 8.4. Hüvelyesek és zöldségfélék betakarításának gépei..... | 428 |

| | |
|--|-----|
| A zöldborsó betakarításának gépesítése..... | 428 |
| Az uborka betakarításának gépei | 434 |
| A hagymabetakarítás gépei..... | 435 |
| A gyökérzöldségfélék betakarításának gépei..... | 437 |
| A káposztafélék betakarításának gépei | 438 |
| Zöldbab-betakarító gépek | 449 |
| 8.5. A főbb gyümölcsfélék és a dohány betakarításának gépei..... | 454 |
| A gyümölcsbetakarító gépek csoportosítása..... | 455 |
| Dohánybetakarító gépek | 470 |
| 8.6. Len- és kenderbetakarító gépek | 476 |
| Agrotechnikai követelmények | 477 |
| A lenbetakarító gépek fontosabb változatai | 478 |
| A kender betakarításának gépei | 484 |
| 9. Termények feldolgozás előtti kezelésének gépei..... | 486 |
| 9.1. Magtisztító gépek..... | 486 |
| Agrotechnikai követelmények, a magtisztítás módjai | 486 |
| Rosták..... | 487 |
| Triőrök | 490 |
| Széltisztítók | 491 |
| Súrlódásos magtisztítók | 493 |
| A magvak rugalmasságkülönbségén alapuló szétválasztás | 494 |
| Pneumatikus válogatóasztal..... | 495 |
| Mágneses magtisztító gépek..... | 496 |
| Elektrosztatikus magszeperátor | 497 |
| Szín szerinti elválasztás | 498 |
| Kombinált magtisztító gépek..... | 500 |
| 9.2 Mezőgazdasági termények szárítása..... | 501 |
| Szemestermény-szárítók | 501 |
| Agrotechnikai és műszaki szempontok..... | 501 |
| Dohányszárítók..... | 513 |
| 10. Mezőgazdasági termények tárolása | 518 |
| 10.1. Agrotechnikai követelmények | 518 |

| | |
|--|-----|
| 10.2. Terménytároló színek | 519 |
| 10.3. Szemes termények hűtve tárolása | 523 |
| 10.5. Szárító-tároló telepek kialakítása | 525 |
| 10.6. A burgonya, a hagyma és a zöldségfélék tárolása | 526 |
| 11. Az állattartás gépei | 529 |
| 11.1. A fejés gépesítése | 529 |
| A gépi fejés élettani alapjai..... | 529 |
| A fejőberendezések szerkezeti felépítése..... | 531 |
| A fejőgép működési elve | 531 |
| A pulzátor működése és szerepe | 533 |
| A fejési vákuum jelentősége és előállítása..... | 539 |
| A kollektor | 545 |
| Vákuumszivattyúk | 546 |
| Tejleválasztók | 561 |
| A fejéshez kapcsolódó automatizálás | 565 |
| A fejőberendezések tisztítása..... | 566 |
| A fejőrobot..... | 568 |
| 11.2. A takarmányok tartósítása erjesztéssel | 570 |
| Falközi silók | 571 |
| Erjesztéses takarmánytartósítás toronysilóban | 571 |
| 11.3. A takarmányozási munkák gépei | 577 |
| Szarvasmarhák etetése | 577 |
| Sertések etetése..... | 582 |
| Baromfiak elhelyezése és takarmányozása | 589 |
| 11.4. A takarmányok feldolgozása darálással..... | 593 |
| A darológépek szerkezeti felépítése, főbb szerkezeti egységei..... | 594 |
| Méretezési összefüggések..... | 599 |
| 11.5. Keveréktakarmány-gyártás | 608 |
| Oszályozók, felbontó és ellenőrző sziták..... | 609 |
| Keverőgépek, berendezések..... | 610 |
| 11.6. Adagolók..... | 616 |
| Térfogat szerinti adagolók | 616 |

| | |
|--|-----|
| Tömeg szerint adagolók..... | 622 |
| 11.7. Préselt abraktakarmányok készítése | 624 |
| 11.8. Állattartó telepek automatizált irányítása | 631 |
| Az állatok egyedi felismerése, azonosítása..... | 631 |
| Automatizált egyedi abrakadagolás | 635 |
| Automatizált mérlegelés | 636 |
| A kifejt tej vezetőképességének meghatározása | 637 |
| 11.9. Az állatok itatása..... | 638 |
| 11.10. Szélmotorok a legelőterületeken..... | 644 |
| Általános szerkezeti felépítés..... | 644 |
| Széliránykövetés | 648 |
| Viharvédelem..... | 649 |
| Szélmotoros szivattyúk | 649 |
| 11.11. Trágyaeltávolítás, -kezelés és -felhasználás..... | 651 |
| Trágyaeltávolítás az istállóból | 651 |
| Súrlódási jellemzők a trágya szállításánál | 656 |
| A hígtrágya kezelése és felhasználása | 660 |
| Irodalomjegyzék | 665 |
| Tárgymutató..... | 669 |

Bevezetés

A mezőgazdasági munka – mióta világ a világ – igencsak igénybe vette az emberi erőt, az igavonó állat teljesítőképességét, amelyek ugyancsak korlátozott nagyságúak. Így mindig is verejtékes tevékenységként rögzült a történelem lapjain a szántó-vető, állattenyésztő ember természettel vívott küzdelme az élelmiszer-alapanyagok előállításáért. Érthető tehát és természetes, hogy eszmélésének kezdetétől törte az ember a fejét azon, hogyan lehet egyszerű eszközökkel, később a gépekkel könnyíteni a munkáját, hatásosabbá tenni azt, vagyis mai kifejezéssel élve, hogyan lehet növelni a mezőgazdasági munka hatékonyságát, termelékenységét.

Évezredekre visszamenően ismertünk szerszámokat, egyszerű gépeket, az eke, a vetőgép vagy a különböző betakarító, illetve előfeldolgozó (morzsoló, cséplő, szecs-kázó) szerkezetek emberi vagy állati erővel működtetett elődeit. Ahogy az emberi lelemény fejlődött, a mezőgazdasági gépek egyre bonyolultabbak lettek, és míg kezdetben az emberi mozgások, az izomerő meghosszabbított karjai voltak, úgy a kerék, a körmozgás felfedezésével, majd később a különböző mesterséges energiaforrások kialakulásával ezek a gépek önálló életre keltek. Már nem az emberi mozdulatok utánzása, hanem a technológiai műveletek sikeres elvégzése vezérelte a gépek konstruktöreit.

A gépek és gépi technológiák fejlődése során szétváltak az egyes mezőgazdasági műveletek gépei, illetve gépsorai. Így külön beszélünk a növénytermesztés, az állattartás gépeiről, de egy-egy nagy csoportot alkotnak ezen belül a talajművelés, a növényvédelem, a növényápolás, a betakarítás vagy a takarmányozás, a fejtés, a trágyakezelés gépei stb. is.

A gépek önmagukban egy vagy több kapcsolódó műveletet végeznek, azonban az sem közömbös, hogy a termelés végeredményeként megvalósult növényi vagy állati termék létrejötte során az időben és esetleg térben is elkülönült munkák gépei, géprendszerei hogyan kapcsolódnak egymáshoz. Hiszen veszteségeik, a biológiai anyagot kedvezően vagy károsan megmunkáló hatásaik, energiaszükségletük, környezetterhelésük összeadódik, azaz a gépek gépsorba illesztése ronthatja az összteljesítményt vagy javíthatja azt. Mindez összességében gazdaságtalanná vagy gazdaságossá teheti a mezőgazdasági termelést, amely függetlenül a birtokstruktúrától ma már gépek nélkül elképzelhetetlen.

A mezőgazdasági gépek a természeti folyamatokat jól ismerő és értő mérnöki alkotóelme szülőttei, a konstruktóri tehetség és a hosszú idő alatt összegyűlt gépfejlesztési tapasztalat gyümölcsei.

Könyvünk, amelyet a mezőgazdasági gépek tervezésével foglalkozó gépészmérnökök és mérnökhallgatók gépszerkezettan tankönyveként szeretnénk kézbe adni, nem kevesebbre vállalkozik, mint arra, hogy az összegyűlt igen gazdag gépfejlesztési

tapasztalatból kiválogassa a legújabb és maradandó ismereteket. A kötött terjedelem miatt ez a válogatás nem volt könnyű feladat. Nemcsak rövidíteni kellett egyes témakörökben, de sok esetben ki is kellett hagyni fontos gépszerkezeteket.

A gépeket a mezőgazdasági munkák sorrendjében tárgyaljuk, az állattartás berendezéseit pedig a Magyarországon leelterjedtebb állatfajok, illetve tartásuk műveleteihez kötődően vesszük sorra. Mindenütt kitérünk az agrotechnikai, állattenyésztési követelményekre, bemutatjuk a gép vagy berendezés kialakítására vonatkozó korszerű elméleti és kísérleti eredményeken alapuló megfontolásokat, valamint részletezzük a szerkezeti kialakítás és a méretezés legfőbb tudnivalóit. Két igen fontos témakörrel külön fejezetben, valamennyi tárgyalt munkagépre vonatkozóan kiemelten is foglalkozunk. Ezek a mezőgazdasági anyagok mechanikai tulajdonságai és az automatizálás, illetve a folyamatirányítás alapelvei. Tankönyvünk ugyanakkor nem tartalmazza az energiaforrásokkal és a mezőgazdasági erőgépekkel kapcsolatos ismereteket. Ezeket más, már közreadott kiváló szakkönyvekből lehet elsajátítani.

A hazai szerzőktől származó *Mezőgazdasági gépszerkezettan* mindeddig hiányzott a konstruktőrök könyvespolcairól. Összeállításával a szerzők nemcsak e hiányt szeretnék pótolni, de egyben tisztelegni kívánnak a magyar mezőgépezés nagy alakja, Rázsó Imre akadémikus, műegyetemi professzor emléke előtt is, aki mintegy 50 évvel ezelőtt már megjelentette a *Mezőgazdasági gépek elméletének* első részét. Nem rajta múltott, hogy nagy vállalkozását már nem tudta befejezni.

Könyvünk, mint a már 3. kiadását megért *Mezőgazdasági géptan* és az igen sikeres *Példák mezőgazdasági géptanból* egyetemi-főiskolai tankönyvek sokszerzős, szerkesztőbizottság által irányított munka. Olyan szerzőket nyertünk meg közreműködésre, akik az általuk összeállított fejezetek legjobb hazai ismerői, elismert kutatók és gyakorló gépfejlesztők. Így a könyv minden részlete hiteles alkotás, ugyanakkor érthetően magán viseli a szerzők egyéniségét, felfogásbeli különbözőségeit. De eltér a fejezetek, fejezetrészek tárgyalásmódja is. Ennek nemcsak az az oka, hogy eltérő az egyes gépszerkeztípusokkal kapcsolatos elméleti és vizsgálati ismeretünk, hanem az is, hogy a szerzők mást és mást tartottak abból a legfontosabbnak a gépszerkesztéstan szempontjából.

A terjedelmi határok nem minden témában adtak módot a részletes magyarázatokra. Ezért azt a módszert választottuk, hogy a más művekből jól tanulmányozható részekre csak utalásokat tettünk, és pontos irodalmi hivatkozásokkal segítettük a felkereshetőséget. Ami pedig a mérési eredmények és elméleti megfontolások, valamint a konstrukciós példák korszerűségét illeti, az elsődleges szempont nem a forrás keletkezésének időpontja, hanem az információ hitelessége, maradandó értéke és felhasználhatósága volt.

Végezetül köszönetet mondva tankönyvünk születésében közreműködő szerző- és szerkesztőtársaimnak, Lehoczky László professzornak, a kézirat lektorának a magyar mezőgépezés doajénak, a szerzőket segítő valamennyi munkatársunknak, a Mezőgazdasági Szaktudás Kiadónak – elnézést kérve az olvasótól ezen első változat összes hibájáért és gyermekbetegségéért – ajánlom e művet minden mezőgéptervező megtisztelő figyelmébe.

Budapest, 2000. január

Szendró Péter

1. Mezőgazdasági anyagok mechanikai tulajdonságai

1.1. A mezőgazdasági anyagokról általában

A mezőgazdasági termelés műveletei során a gépek és berendezések állandó kölcsönhatásban vannak a talajjal és a növényekkel, illetve azok egyes részeivel. A kölcsönhatás szinte mindig mechanikai igénybevételt is jelent, amely igen sokféle lehet. Ezek egy részét tudatosan hozzuk létre elválasztás, aprítás, tömörítés, forgatás, lazítás stb. céljából, míg másik csoportjuk az egyes alapműveletek velejárói, és többnyire nem kívánatosak. Az utóbbiak közé tartozik a járókerekek talajtömörítő hatása, a különböző terményszerülések, amelyek betakarításkor és rakodáskor keletkeznek.

A mezőgazdasági anyagok egyik nagyon fontos jellemzője a **nedvességtartalom**. Ezek az anyagok mindig tartalmaznak vizet, amely döntően befolyásolja a mechanikai tulajdonságokat (súrlódási tényező, rugalmassági modulus, vágási és aprítási energia, talajok teherbírása és ellenállása stb.). A nedvességtartalom az időben jelentősen változhat a külső körülmények hatására, élő növényekben pedig a fejlődés függvényében. Egyes növényi részek nedvességtartalma azonos időben is eltérhet egymástól, pl. a kukoricacsutka és a szem, illetve a szemben belül a csírárés és a lisztes endospermium nedvességtartalma különböző.

A növényi eredetű anyagok anatómiai felépítésük következtében mindig tartalmaznak belső üregeket, amelyeket víz és levegő tölt ki. A belső üregek (V_p) az össztérfogathoz (V_0) viszonyított hányadát a **porozitás** fejezi ki:

$$n = \frac{V_p}{V_0}.$$

A porozitás következtében az anyag halmazsűrűsége kisebb, mint a valódi sűrűség (száraz bázis):

$$\rho_t = \rho_a \cdot (1 - n),$$

ahol:

ρ_t – a halmazsűrűség,

ρ_a – az anyag sűrűsége.

Az ömlesztett anyagok (gabona, szecskahalmaz) porozitása különösen nagy lehet (50–60%), mivel az egyes szemcsék között is marad üres tér. Ennek megfelelően beszélhetünk külső és belső porozitásról.

A porozitás következménye, hogy ezek az anyagok mindig **összenyomhatók**. Egytengelyű összenyomáskor a porozitás változása:

$$n = \frac{n_0 - \varepsilon}{1 - \varepsilon},$$

ahol:

ε – a fajlagos összenyomás ($\varepsilon = \Delta l/l$),

n_0 – a kezdeti porozitás.

A mezőgazdasági anyagok fajlagos összenyomhatósága alapvetően a kezdeti porozitástól és az anyag szilárdságától függ. Minél nagyobb a porozitás és minél puhább az anyag, annál könnyebben összenyomható. Amint a porozitás csökken, mind nagyobb nyomás szükséges az anyag további összenyomásához. Ezért az anyag összenyomása **nemlineáris** folyamat.

Az összenyomható anyagok mechanikai viselkedésének pontos leírása ma még nagy nehézségekbe ütközik, mivel a kontinuummechanika az összenyomást nem tudja kezelni.

A mezőgazdasági anyagok további jellegzetessége, hogy nem kezelhetők rugalmas anyagként. Ezek az anyagok felépítésük, valamint a víz és a levegő jelenléte következtében egyidejűleg mutatnak rugalmas, viszkózus és plasztikus tulajdonságokat. Ez azt jelenti, hogy a feszültség–deformáció összefüggés a terhelés sebességétől is függ, kúszás, illetve feszültségrelaxáció is létrejön, és a tehermentesítés után maradó deformációval számolni kell. Ma még nehéz olyan anyagtvörényt megadni, amely a véges sebességű terhelési folyamatot, a kúszást és a relaxációt, valamint a maradó deformációt egyaránt helyesen írja le.

A mezőgazdasági anyagok többsége húzásra, nyomásra és nyírásra egyaránt igénybe vehető. A szemcsés halmazok ugyanakkor nyomásra és nyírásra terhelhetők.

A terhelés sebessége a különböző esetekben nagyon eltérhet egymástól és elvileg a végtelen gyors és a végtelen lassú között változhat. Az 1 m/s feletti terhelési sebességek már jó közelítéssel végtelen gyors terhelésnek vehetők, míg végtelen lassúnak csak a 0,01 cm/s alattiak. Ez arra utal, hogy a kúszás és a relaxáció jelensége időben hosszan elhúzódik.

1.2. A talajok mechanikai viselkedése

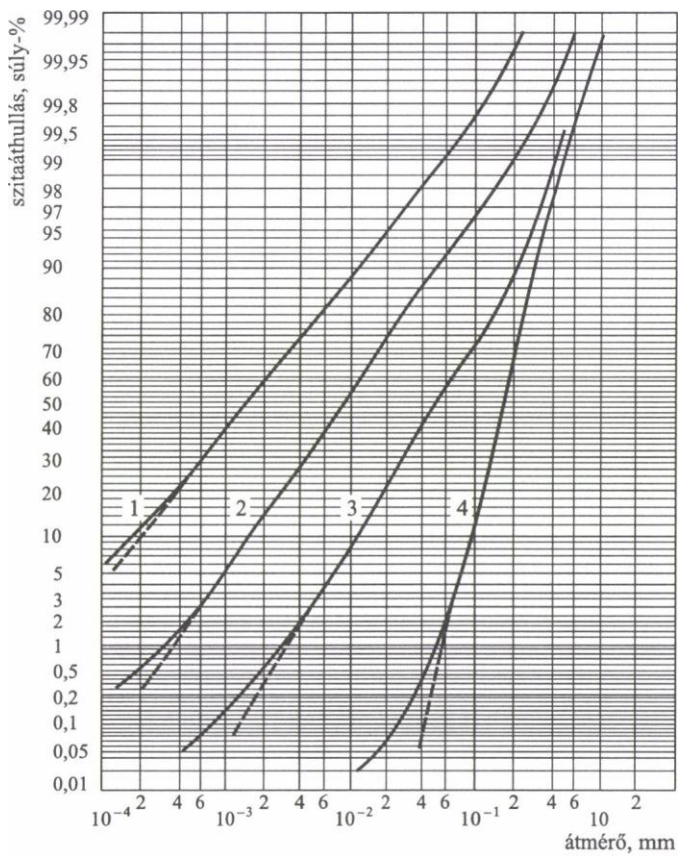
A talajok mechanikai viselkedését alapvetően a szemcseösszetétel, a szerves anyagok

hányada és a nedvességtartalom határozza meg. Ezenkívül hatással van a térfogatsúly (tömörség) és a természetes ülepedés időtartama, amely kohéziós kapcsolatot hozhat létre a szemcsék között.

A talaj alapvetően ásványi és szerves anyagokból (1–4%) áll (STEFANOVITS, 1992). Az anyagösszetevők finom szemcsék formájában vannak jelen, a szemcsék lehetnek fonalszerű alakúak, lapkás (korong) vagy a kockához közelálló formájúak.

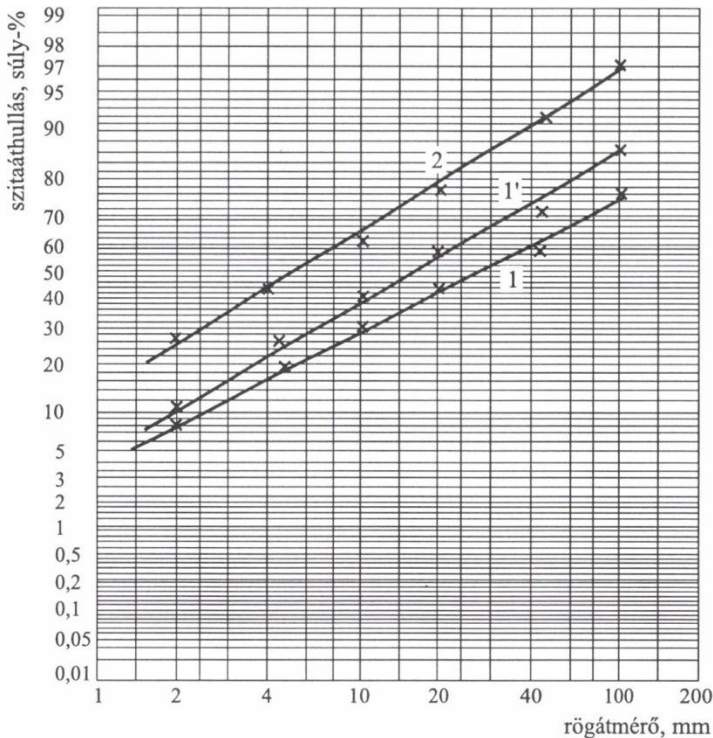
A nedvességtartalom hatása döntően függ a talajok fajlagos felületétől (m^2/g). Legkisebb fajlagos felülettel a homokos talajok rendelkeznek ($30\text{--}40 \text{ m}^2/\text{g}$), míg az agyagos talajok fajlagos felülete igen nagy lehet ($150\text{--}200 \text{ m}^2/\text{g}$). Minél nagyobb a fajlagos felület, az adott vízmennyiség annál vékonyabb rétegű lesz a szemcsék felületén, a talaj annál szárazabbnak tűnik.

A tipikus talajféleségek szemcseeloszlás-görbéit összeggyakorisági hálón az *1. ábra* mutatja. Az alkalmazott valószínűségi hálón a lognormális eloszlást egyenesek jelölik. Mint látható, az egyenesek mindkét vége általában elhajlik, vagyis eltérés tapasztalható az elméleti lognormális eloszláshoz viszonyítva. A szemcsék 95–98%-a azonban jól követi az elméleti eloszlást, ezért alkalmazása célszerű a matematikai kezelhetőség céljából (SITKEI, 1997a).



1. ábra. Különböző talajok szemcseeloszlási görbéi

1 – agyag, 2 – vályog, 3 – homok, 4 – futóhomok

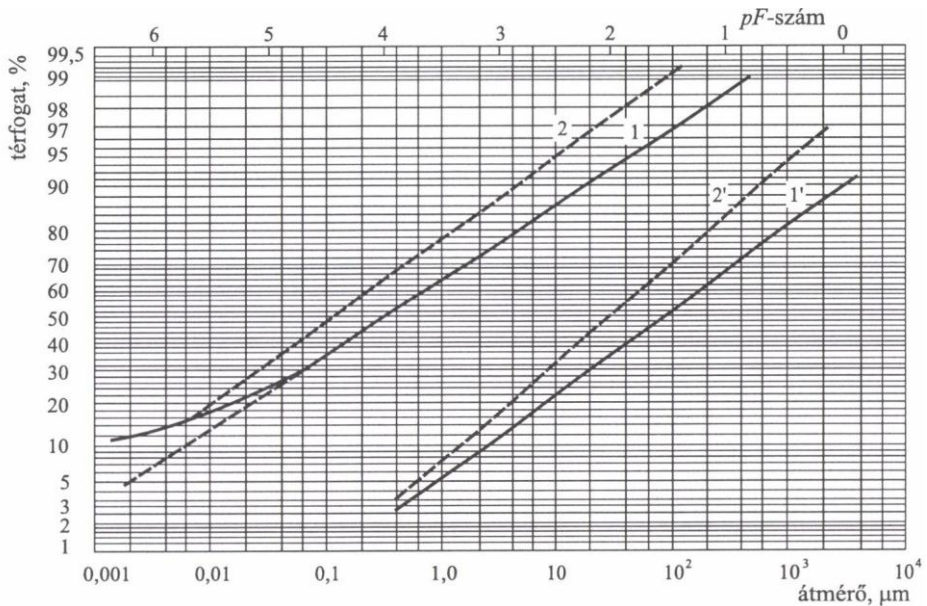


2. ábra. Rögméretek eloszlása szántás és azt követő rögaprítás után (1, 1' – szántás, 2 – rögaprítás után)

A talaj elemi részecskéi különböző kötőanyagok (pl. vas-hidroxidok) hatására összetapadnak és szerkezeti elemeket, aggregátumokat képeznek (rögök, morzsák). Ezek mérete megközelítőleg szintén lognormális eloszlást mutat, és az eloszlás függ a talaj típusától, a külső természeti behatásoktól és a mechanikai talajműveléstől. A 2. ábrán a szántás és rögaprítás utáni eloszlást láthatjuk vályogtalajon. Az optimális nedvességtartalom (a szántóföldi vízkapacitás kb. 70%-a) melletti művelés javítja a rögeloszlást (1' görbe).

Mind a szerkezeti elemeken belül, mind pedig az elemek között pórusokat (hézagokat) találunk. Általában az elemeken belül találjuk a finom (kapilláris) pórusokat, míg az aggregátumok között a durva pórusok foglalnak helyet. Ülepedett talaj esetében az aggregátumok között is sok finomabb pórus helyezkedhet el.

A talajművelés eredményessége elsősorban a rögök eloszlása, valamint a külső és a belső porozitás alapján ítélni lehet meg. Az aggregátumon belüli és kívüli pórusok egymástól jól elkülöníthető eloszlásúak. A 3. ábrán egy agyagtalaj belső és külső póruseloszlását láthatjuk (1 és 1' görbék). A talaj tömörödésekor elsősorban a nagyobb pórusok hányada csökken, de a kisebb pórusok is összenyomódhatnak a tízedmikronos tartomány felett (2 és 2' görbék) (SITKEI, 1997a).



3. ábra. Agyagtalaj belső (1) és külső (1') póruseloszlása és a tömörítés hatása az eloszlásra (2 és 2' görbe)

Mechanikai tulajdonságok

A talaj mechanikai tulajdonságai közül csak néhányat tekinthetünk többé-kevésbé egyértelműen meghatározhatónak, a többiek lényegesen függhetnek a vizsgálat módszereitől. Ezért beszélhetünk elsődleges és másodlagos mechanikai tulajdonságokról.

Az elsődleges mechanikai jellemzők:

- a súrlódási tényező adott felületen,
- a belső súrlódási tényező, valamint
- a kohézió.

A másodlagos (vagy alkalmazott) mechanikai jellemzők:

- a teherbírási tényező,
- a talaj tömörödése normál feszültség hatására,
- a viszkoelasztikus és plasztikus jellemzők,
- a szerszámellenállás, a talaj törés fajlagos energiaszükséglete.

A befolyásoló tényezők:

- a talaj típusa, szemcseösszetétele,
- a nedvességtartalom,
- a térfogatsűrűség, porozitás.

Talajművelő szerszámok esetén az acél és a talaj közötti súrlódási tényező fontos

szerepet játszik, a vonóerő egy részét a súrlódási erők adják. A súrlódási tényezőt alapvetően a talaj típusa és a nedvességtartalom határozza meg.

Homokos talajok súrlódási tényezője $\mu = 0,50-0,55$ között vehető fel. Vályog- és agyagos talajokra ez az érték $0,60-0,65$ között változik. Általában igaz: minél finomabb szemcséjű a talaj, annál nagyobb a súrlódási tényező. A nedvességtartalom hatása elsősorban a szántóföldi vízkapacitás felé közeledve ($pF \leq 2,8$) jelentkezik. Ekkor a víz kenőhatása következtében a súrlódási tényező csökken. Ez a hatás annál erősebb, minél nagyobb a felületi nyomás.

A talajokban létrejövő maximális nyírófeszültséget a kohézió és a belső súrlódási tényező határozza meg:

$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \Phi ,$$

ahol:

c – a kohézió,

σ – a normál feszültség,

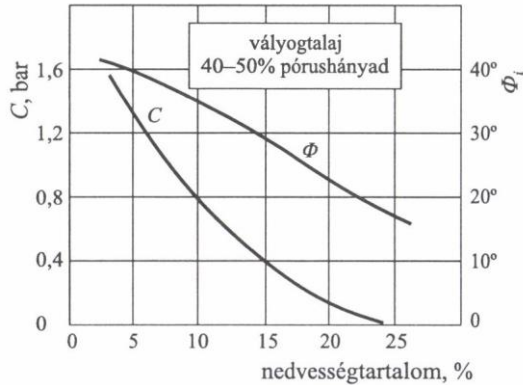
Φ – a belső súrlódási szög.

A kohéziót a talaj típusa (anyagtartalom), a nedvességtartalom és a térfogatsúly befolyásolja. A belső súrlódási szöget főleg a nedvességtartalom és kisebb mértékben a talaj szemcseösszetétele határozza meg.

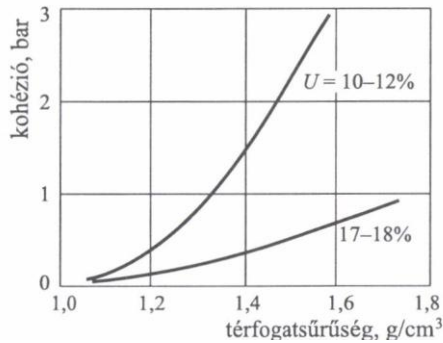
A 4. ábrán láthatjuk a kohézió és a belső súrlódási szög változását a nedvességtartalom függvényében. Mint látható, a belső súrlódási szög kisebb mértékben, míg a kohézió erősen csökken a nedvességtartalom növekedésekor. Ezek az eredmények természetes talaj szerkezetre vonatkoznak. Szerkezet nélküli száraz talaj kohéziója egészen kicsi lehet.

A talaj tömörsége (térfogatsúlya) elsősorban a kohézió értékét befolyásolja. A teljesen fellazított talaj kohéziója egészen kicsi, míg az ülepedés vagy tömörítés folyamán jelentősen nő (5. ábra).

Az agyagtartalom növekedésével, azonos körülmények között, a kohézió növekszik. Ezért a homokos talajok kohéziója lényegesen kisebb az agyagtalajokéhoz viszonyítva.



4. ábra. A kohézió és a belső súrlódási szög változása a nedvességtartalom függvényében



5. ábra. A térfogatsűrűség hatása a kohézióra különböző nedvességtartalmaknál

A talajművelő szerszámokra ható erők kialakulásában a nyírófeszültségek döntő szerepet játszanak. Ezért a szerszámok ellenállását elsősorban szintén a talaj típusa (agyagtartalom), a nedvességtartalom és a tömörség határozza meg.

A mobil mezőgazdasági gépek a talajon mozognak, elsősorban kerek járszerkezet segítségével. A talajon gördülő keréknyomást fejt ki a talajra, és a kerék besüllyedése adott terhelés mellett a talaj **teherbíró képességétől** függ.

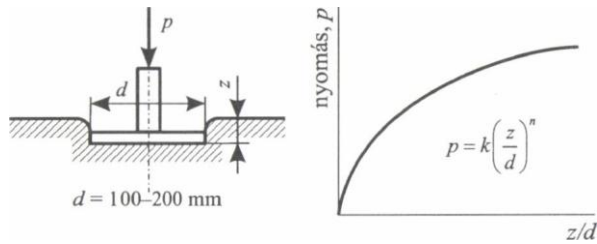
A teherbíró képesség klasszikus mérési és feldolgozási módszerét a 6. ábra szemlélteti. A kör alakú nyomófejet a talajba nyomjuk és mérjük a lapra ható erőt a besüllyedés függvényében. A kapott adatokat

$$p = k \left(\frac{z}{d} \right)^n$$

alakban dolgozzuk fel és az egyenletben szereplő k teherbírási tényező szolgál a talaj teherbíró képességének jellemzésére (SITKEI, 1986b). Ismerni kell továbbá a kerék

felfekvési felületén ébredő közepes nyomást (p_k), és a kerék besüllyedését alapvetően a p_k/k viszonyszám fogja meghatározni.

A talajok teherbíró képességét szintén a talaj típusa, a nedvességtartalom és a térfogsúly befolyásolja. Vályogtalajon mért nyomás-besüllyedés görbéket láthatunk a



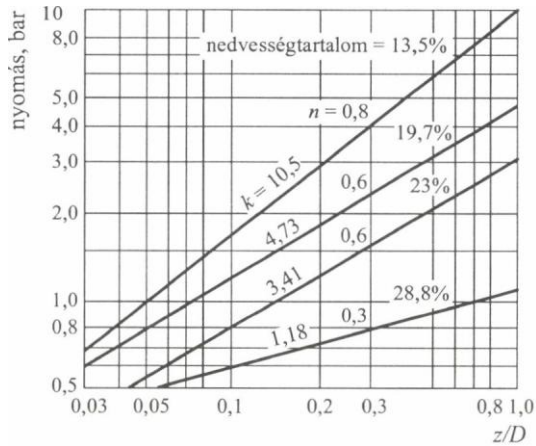
6. ábra. A talaj teherbírásának mérése és feldolgozása

7. ábrán különböző nedvességtartalmak mellett. Az ábrából a teherbírási tényezők is leolvashatók. A frissen szántott talaj teherbírási tényezője 1,5–2 bar, ezért a rajta gördülő kerék mély nyomot hagy, és egyúttal tömöríti is a talajt. A kerék relatív besüllyedése közelítőleg a következő egyszerű összefüggésből számolható:

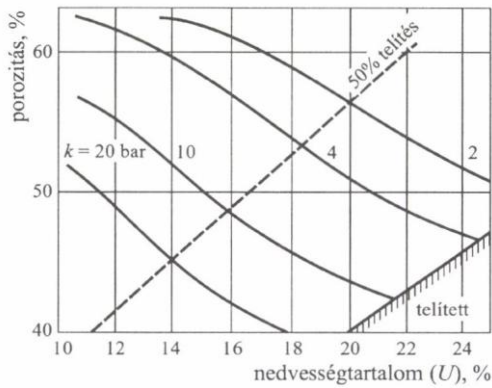
$$\frac{z}{D} = 0,22 \left(\frac{p_k}{k} \right)^{\frac{1}{n}},$$

ahol z és D a kerék besüllyedését, illetve átmérőjét jelenti.

A porozitás és a nedvességtartalom együttes hatása a vályogtalajok teherbírására a 8. ábrán látható (SITKEI, 1993). A nyomófejek alkalmazása nagyobb berendezést igényel,



7. ábra. A vályogtalaj teherbírasi görbéi



8. ábra. A teherbírasi tényező változása a porozitás és a nedvességtartalom függvényében

ezért a gyakorlatban helyette gyakran a kúpos penetrométert használják. A kúp kis mérete miatt a mérési eredmények szórása nagyobb, ezért több mérés szükséges. A penetrométerrel kapott „kúpos index” mérőszám vagy közvetlenül használható, vagy átszámítható teherbírasi tényezőre is (SITKEI, 1986b).

A nehéz mezőgazdasági gépek egyik nem kívánatos hatása a talajok káros tömörítése. Az összetömörített talaj pórusaiban kevesebb vizet és levegőt tud tárolni, amely a növénytermesztés szempontjából kedvezőtlen.

A talaj tömörítése a kerekek alatt összetett (nyomó és nyíró) feszültségi állapotban jön létre. A tömörítés nagyobb részét a függőleges nyomófeszültség hozza létre, de a tömörítéshez a nyírófeszültségek is észrevehetően hozzájárulnak. A nyírófeszültségek nyírási deformációt hoznak létre, amely hozzájárul a szemcsék elrendeződéséhez és a kohézió csökkentéséhez.

A talaj (és egyéb szemcsés anyagok) zárt térben való tömörítése a deformáció

függvényében az alábbi általános egyenlettel írható le (SITKEI, 1993, 1994):

$$\sigma = A \left(\frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \right)^m,$$

ahol az A és m állandók az anyagtól és a terhelés sebességétől függenek. A valóságban a tömörítés nem zártterű, az összefüggés azonban bizonyos határok között jól használható. Felhasználva a deformáció és a porozitásváltozás közötti összefüggést:

$$\frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} = \frac{n_0 - n}{1 - n_0},$$

a tömörítés okozta porozitásváltozás az alábbi általános alakban írható:

$$n = n_0 - \left(\frac{\sigma}{A} \right)^{\frac{1}{m}} \cdot (1 - n_0),$$

ahol n_0 a kezdeti porozitás.

Az egyenletben szereplő m kitevő vályogtalajokra 1,25 értékkel vehető fel. Az ugyanebben az egyenletben szereplő A tényező a talaj típusának, nedvességtartalmának, az elérhető minimális porozitásnak és a főfeszültségek (σ_3/σ_1) viszonyának függvénye. Vagyis egy viszonylag bonyolult összefüggésről van szó. Kísérleti adatok feldolgozása alapján vályogtalajokra az alábbi konkrét kifejezés adódott (SITKEI, 1993):

$$A = \frac{0,36 \cdot (1 + n_0)^4}{(n_0 - n_{\min})^{0,3} [8 \cdot 10^{-4} + (U - 0,08)^{2,5}]} \left[1 + \left(\frac{\sigma_3}{\sigma_1} \right)^{0,85} \right],$$

ahol:

- n_{\min} – a telített állapotnak megfelelő porozitás,
- U – a nedvességtartalom, nedves bázison, decimál,
- σ_1, σ_3 – a függőleges és a vízszintes feszültség.

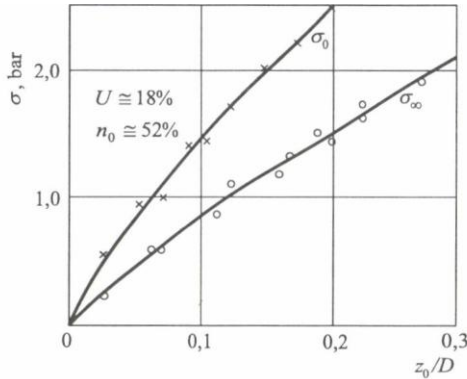
A gyakorlat számára a következő főbb megállapítások tehetők:

- minél lazább a talaj, annál nagyobb mértékben összenyomható,
- a nedvességtartalom növekedésekor a talaj jobban tömörödik,
- minél nagyobb felületen terhelik a talajt, a tömörödés annál mélyebbre hatol.

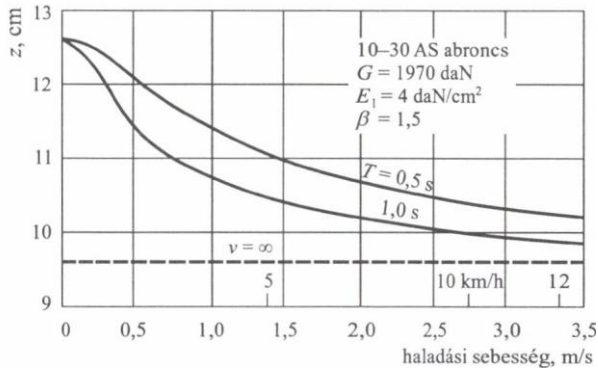
A talajok további jellegzetes viselkedése a **viszkoelaszticitás** és a **plaszticitás**. A terheléstől, a talajtípustól és a nedvességtartalomtól függően a feszültség-deformáció összefüggés az időtől is függ, és a tehermentesítés után a talaj visszarugózása kicsi, a létrehozott deformáció nagyobb része maradó deformáció. A **viszkoelasztikus**

tulajdonság a gyakorlat számára azt jelenti, hogy nagyobb sebességű terheléskor ugyanakkora deformáció eléréséhez nagyobb nyomásra van szükség, vagy ugyanakkora terhelés kisebb deformációt hoz létre.

A 9. ábrán láthatjuk a 100–200 mm átmérőjű nyomófejekkel mért nyomás-besüllyedés összefüggéseket, megközelítőleg végtelen gyors és végtelen lassú terheléssel (SITKEI, 1993). Mint látható, egy adott deformáció eléréséhez szükséges nyomásban lényeges különbség van.



9. ábra. A talaj teherbírási görbéi végtelen gyors és végtelen lassú terheléskor



10. ábra. A haladási sebesség hatása a kerék besüllyedésére

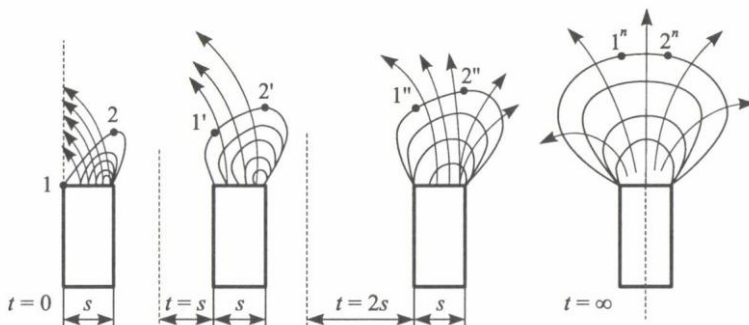
A különböző sebességgel gördülő kerék különböző ideig érintkezik a talajjal, ezért a kerék besüllyedése is változni fog a haladási sebesség függvényében. Ezt kísérletek is igazolták. A 10. ábra traktorabroncs besüllyedését mutatja puha talajon a haladási sebesség függvényében. A kerék sebességétől függő besüllyedése viszonylag egyszerűen számolható, szükség van azonban a rugalmassági modulus és a relaxációs idő ismeretére a háromelemes reológiai modell alapján (SITKEI, 1986b).

További talajmechanikai problémák

A gyakorlatban többnyire összetett mechanikai problémákkal találkozunk, amikor különböző deformációk és mechanikai tulajdonságok együttesen alakítják a jelenséget. A leggyakrabban előforduló problémákból néhányat említünk.

A talajművelés során (szántás, kultivátorozás, mély lazítás) alkalmazott szerszámok célszerű kialakítása olyan, hogy a talaj mozgatása egy **nyitott fal** felé történik. A jelenséget a 11. ábrán egy egyszerű szerszámmal mutatjuk be. Ha nincs nyitott fal, akkor a szerszámra szimmetrikus erőrendszer hat, a mozgás irányába ható eredő erő a legnagyobb. A nyitott fal mellett haladó szerszámra aszimmetrikus erőrendszer hat. Az aszimmetriát növeli, hogy a szemcsés szerkezetű anyagokban a fal közelében a nyomás csökken. Ezért a nyitott fal mellett haladó szerszámra kisebb erő hat. Az erő tovább csökken, ha adott mélység esetén a szerszám szélességét csökkentjük. Például emiatt az eketést ellenállása változik, ha a mélység-szélesség viszonyt változtatjuk.

A talaj lazító szerszámok (kultivátor, mélylazító) a talajt szintén a felső, nyitott felszín felé mozgatják. A hatásos lazítást a felszín emelkedése jelzi. A talajfelszín emelkedésének az a feltétele, hogy a szerszám által létrehozott talaj emelés nagyobb legyen a felette levő talajréteg függőleges deformációjánál (tömörödés). A szerszám ugyanis erőt fejt ki a felette levő talajrétegre, ezért azt tömöríti. Az emelőerő nem függ lényegesen a nedvességtartalomtól, a tömörödés azonban igen. Ezért elsősorban szárazabb talajokon lesz a talajlazítás eredményes.

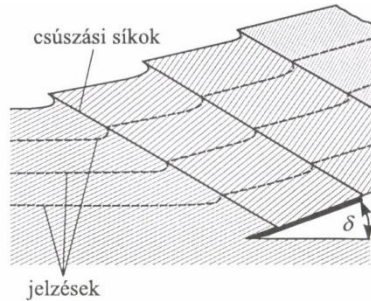


11. ábra. A nyitott fal távolságának (t) hatása a szerszámon ébredő nyomáeloszlásra

A talaj aprítását és lazítását elsősorban a nyíróerők végzik. Az elmozduló ék alakú szerszám fokozatosan emeli a talajt, miközben a helyi eredő erők vízszintes komponensei nyírják a talajt. Érdekes szerepe van a talaj inhomogenitásának és összenyomhatóságának. A talaj nem kontinuum, és porozitása sem egynemű. Ennek következtében szilárdsága és összenyomhatósága helyileg különböző. A talajba hatoló szerszám csak akkor vág, ha az él környezetében lévő talaj a szükséges ellenérőt ki tudja fejteni (akció-reakció elv). Ellenkező esetben a talaj előbb tömörödik, ezzel szilárdsága nő, s a törés ezután következik be. Ez a folyamat periodikusan ismétlődik és váltakozó szerszámellenállást eredményez. A kialakuló jellegzetes törési (elcsúszási) síkokat a 12. ábra szemlélteti (SÖHNE, 1956). A telített nedves talajok plasztikus deformációja során a térfogat nem

változik, ezért lazítás sem következik be.

Szántott területen gyakran előfordul az úgynevezett eketalp betegség, amely a szántási mélységben létrejött tömör talajréteget jelenti. Ez a tömör réteg nehezíti a csapadék mozgását a mélyebb rétegek felé és a növények gyökérzete is nehezebben hatol át rajta.



12. ábra. Törési síkok kialakulása a talajban a szerszám okozta deformáció hatására

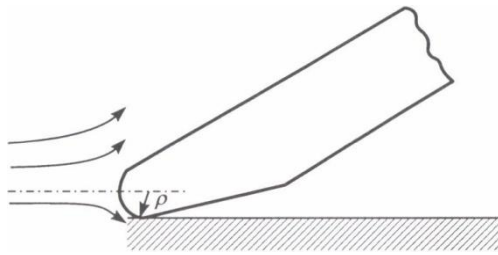
A talaj tömörítését a szántóvas éle végzi. Az él mindig rendelkezik egy lekerekítési sugárral, amely a kopás során növekszik (13. ábra). Az él alsó fele a sugárral közel azonos vastagságú talajréteget lefelé nyomja, s ezzel az alatta levő rétegek sűrűségét növeli. Ez a rétegvastagság 2–3 mm, de kopott szerszám esetén ennél több. Az él alatti feszültségeloszlás a rugalmas féltér sávalap terheléséhez hasonló (SITKEI, 1986b, 1981), ezért a tömörített talajréteg vastagsága $z/b \cong 2,5$. Figyelembe véve a $b \cong 0,8\rho$ értéket, a tömörített zóna vastagsága $z_t = 2\rho$, vagyis az él vastagságával egyenlő. Ha az egymást követő szántások mélysége közel azonos, akkor a tömör réteg folyamatosan vastagszik, mivel a meglévő tömör réteg igen kis saját deformációval továbbítja a nyomást a még lazább réteg felé.

A talaj tömörítés csökkentése csak az él sugarának csökkentésével lehetséges, pl. önélező szántóvas alkalmazásával.

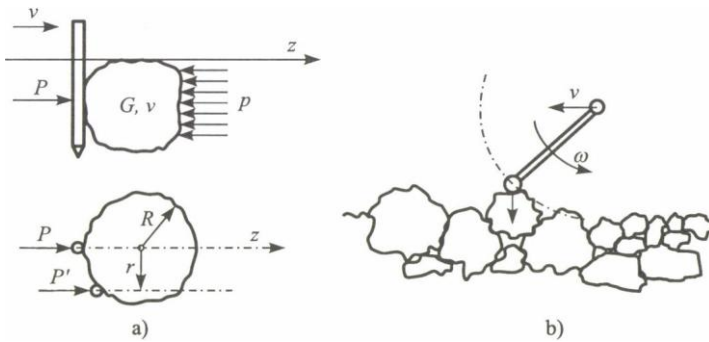
A tömör réteg megszüntetése mélylazítással vagy időközönként mélyebb szántással lehetséges.

A talajművelés gyakori feladata a rögaprítás. A rögök elhelyezkedése alapján megkülönböztetünk a talajban beágyazott rögöket és a felszínen elhelyezkedő rögöket. Hatékony aprításuk más-más eszközökkel lehetséges.

A rögaprítás klasszikus szerszámjai a boronafog és a pálcás henger (14. ábra). A boronafog elsősorban a talajban beágyazott rögök aprítását végzi, míg a hengerpálca a felszíni rögöket aprítja. A rögaprítás mechanizmusa mindkét esetben elvileg azonos. Rögaprítás csak akkor lehetséges, ha a rög ridegen törik (nedvességtartalma $pF > 2,5$ értéknek felel meg) és a törési energiát közöljük vele (SITKEI–FEHÉR, 1979, SITKEI, 1985).



13. ábra. A véges vastagságú szerszámél tömörítő hatása



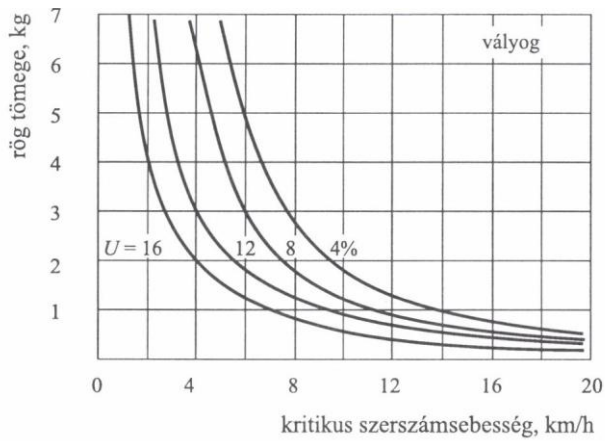
14. ábra. A talajban ágyazott (a) és felszínen lévő (b) rögök aprítása

A szerszám és a rög találkozása mechanikai szempontból dinamikus érintkezési (Hertz-feszültség) probléma. Ezért a közölt energia nagy része a szerszám előtti kis rögtérfogatban koncentrálódik, amely a törést elindítja. Az ellenerőt a rög tehetetlensége és megtámasztása biztosítja. A szerszám lassú mozgásakor a tehetetlenségi erő kicsi lesz, és a rög kitérhet a szerszám útjából, törés nélkül.

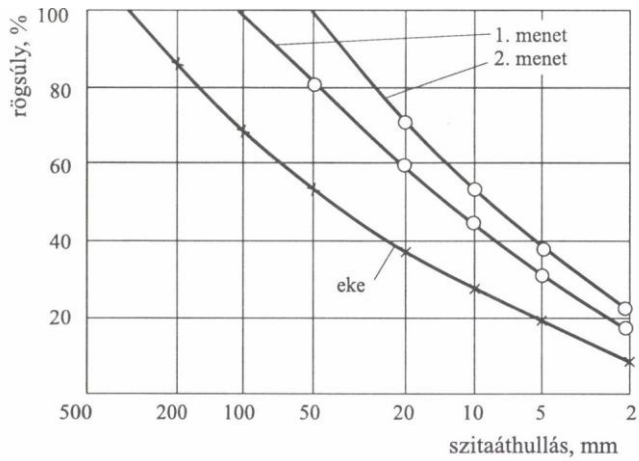
A 15. ábrán láthatjuk a rögsúly és a törést okozó kritikus szerszámsebesség közötti kapcsolatot kísérleti adatok alapján, különböző nedvességtartalmak esetében (SITKEI-FEHÉR, 1979). Fontos következtetés, hogy hatékony rögtörés szárazabb talajon csak 12 km/h körüli sebességnél várható. A nedvességtartalom növekedésekor a fajlagos törési energia gyorsan csökken, ezért kisebb sebesség is elegendő a rögök aprításához.

Az is látható továbbá, hogy az apró rögök további aprítása csak nagy szerszámsebességgel volna lehetséges. Ebből az is következik, hogy az egymást követő fogasoló műveletek rögaprító hatása (hatékonysága) fokozatosan csökken.

A rögaprítás mértékét a gyakorlatban a talajrögök méreteloszlásával jellemezzük (rostaanalízis). A 16. ábrán láthatjuk a rögök eloszlását szántás után, valamint az első és a második fogasolást követően (SITKEI, 1985).



15. ábra. A rög tömege és a kritikus szerszámsebesség közötti összefüggés



16. ábra. A rög eloszlása a szántás után és egyszeri, illetve kétszeri fogcsolást követően

1.3. Mezőgazdasági anyagok mechanikai viselkedése

A mezőgazdasági anyagok sokfélesége következtében mechanikai viselkedésük is igen változatos lehet. Az anyag szempontjából fontos mechanikai viselkedés számbavételét az szabja meg, hogy az anyaggal milyen műveletet végzünk. Szálas anyagoknál például jellegzetes műveletek a vágás és az aprítás, bizonyos esetekben a tömörítés. A szemes terményeket halmazként kezeljük, jellegzetes műveletek az anyagmozgatás, az aprítás és a tárolás során a természetes ülepedés. A nagy nedvességtartalmú termények (zöldség, gyümölcs) mechanikai szilárdsága kicsi, ezért a mechanikai igénybevétel hatására sérülékenyek. A sérülés minden esetben minőségromlást és értékcsökkenést okoz. A zöldség- és gyümölcsfélék gépi betakarításakor ez jelenti a fő problémát.

A mezőgazdasági anyagok közöttük a talaj is, közös tulajdonsága a viszkoelasztikus és plasztikus viselkedés. A deformáció mértéke nem csak a feszültségtől, hanem a terhelés sebességétől is függ, állandó terhelés alatt nő a deformáció (kúszás), állandó deformációt feszültségcsökkenés (relaxáció) követ, míg tehermentesítés után az anyag nem rugózik vissza teljesen, vagyis kisebb-nagyobb maradó deformációval kell számolni (plasztikus deformáció).

Az anyagok viszkoelasztikus-plasztikus viselkedése

A mezőgazdasági anyagok viszkoelasztikus-plasztikus viselkedését általában reológiai modellek segítségével írjuk le, az időhatás figyelembevételével. A reológiai modellek lehetnek lineárisak és nemlineárisak. A lineáris modellek többé-kevésbé kidolgozottak, míg a nemlineáris modellek alkalmazása csak egyes feladatokra korlátozódik (SITKEI, 1994, 1997b).

A gyakorlatban az anyag terhelése véges sebességgel történik. A terhelés időbeni változását célszerű lineárisra vagy szinuszosan változóra (forgattyús hajtómű) felvenni:

$$\varepsilon = a \cdot t, \text{ illetve } \sigma = a \cdot t,$$

Vagy

$$\varepsilon = \frac{r}{L} (1 - \cos \alpha t)$$

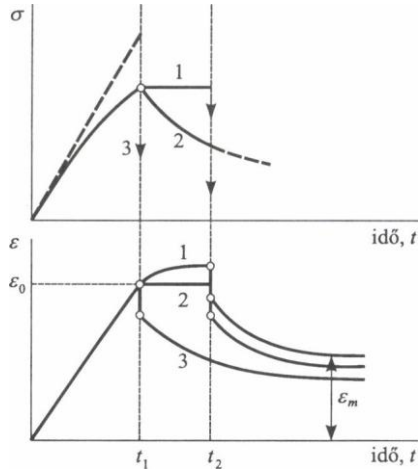
$$\dot{\varepsilon} = \frac{r \cdot \omega}{L} \sin \omega t,$$

ahol:

r – a forgattyúsugár,

L – az anyag hossza,

t – az idő.



17. ábra. A feszültség és a deformáció változása az idő függvényében

1 – kúszás, 2 – relaxáció, 3 – közvetlen tehermentesítés

Az anyag tipikus viselkedését a 17. ábra mutatja. A deformációt lineárisan növeljük a t_1 időpontig. A feszültség állandó rugalmassági modulus esetében sem nő lineárisan, mivel eközben feszültségrelaxáció jön létre. Ha a t_1 időpontban a terhelést (feszültség) megszüntetjük, akkor az összdeformáció rugalmas részét pillanatszerűen visszanyeri, majd ezt még a késleltetett kirugózás követi (3. görbe). Végtelen idő elteltével is visszamarad deformáció (ϵ_m).

A terhelést követően állandó, maradhat az elért deformáció vagy a feszültség a t_2 időpontig. Állandó deformációt feszültségrelaxáció, míg állandó feszültséget kúszás követ (1. és 2. görbék). A t_2 időpontban tehermentesítjük az anyagot, és ekkor is az anyag kirugózása következik be. A maradó deformáció azonban nagyobb lesz. Az anyag viselkedését leíró Teológiai modellek rugóból, viszkózus elemekből és a súrlódásos elemből épülnek fel. A fő problémát általában a plasztikus deformáció figyelembevétele j elenti.

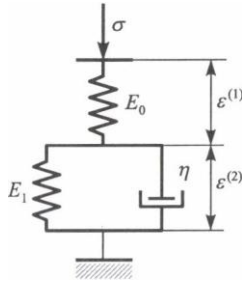
A modellek felépítése attól függ, hogy milyen igényeket támasztunk a modellel szemben. Amennyiben tetszőleges, véges sebességű terhelés-tehermentesítési ciklust le akarunk írni, akkor a modellben viszkózus elem nem lehet sorba kötve (pl. Burgers-modell). Ebben az esetben viszont a plasztikus (maradó) deformáció csak súrlódásos elemmel vehető figyelembe.

A rugóelem lehet állandó:

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad \text{és} \quad \dot{\sigma} = E \cdot \dot{\epsilon} ,$$

illetve deformációtól függő:

$$\sigma = E(\varepsilon) \cdot \varepsilon \quad \text{és} \quad \dot{\sigma} = E \cdot \dot{\varepsilon} + \dot{E} \cdot \varepsilon .$$



18. ábra. A háromelemes reológiai modell

A viszkózus elem szintén állandó:

$$\sigma = \eta \cdot \dot{\varepsilon} \quad \text{és} \quad \dot{\sigma} = \eta \cdot \ddot{\varepsilon} ,$$

vagy függ a deformációtól:

$$\sigma = \eta(\varepsilon) \cdot \dot{\varepsilon} \quad \text{és} \quad \dot{\sigma} = \eta \cdot \ddot{\varepsilon} + \dot{\eta} \cdot \dot{\varepsilon} .$$

A súrlódásos elem lehet a deformációtól független vagy attól függő:

$$\sigma = R \quad \text{és} \quad \dot{\sigma} = 0 ,$$

$$\sigma = R \cdot \varepsilon \quad \text{és} \quad \dot{\sigma} = R \cdot \dot{\varepsilon} ,$$

$$\sigma = R(\varepsilon) \cdot \varepsilon \quad \text{és} \quad \dot{\sigma} = R \cdot \dot{\varepsilon} + \dot{R} \cdot \varepsilon .$$

A súrlódásos elemnél mindig feltételezzük, hogy az önmagától nem tehermentesül, ezért maradó deformáció leírására alkalmas.

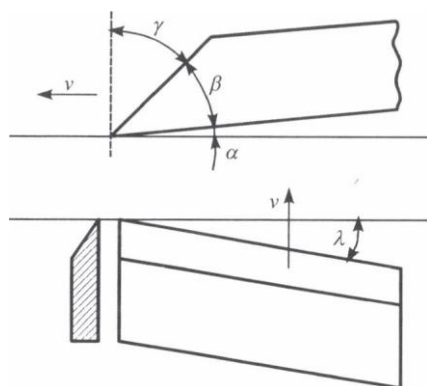
A legegyszerűbb általánosan használható modell a háromelemes modell (18. ábra), amely súrlódásos elemekkel is kiegészíthető, 1997b). Általános esetben deformációtól függő elemeket (E , R , η) tételezzük fel, és az azokra vonatkozó egyenletek

felhasználásával olyan differenciálegyenlethez jutunk, amely csak numerikusan oldható meg (SITKEI, 1997b). Szerencsére van jó eredményeket adó közelítő megoldás is, amely egyszerű számításokat igényel (SITKEI, 1994, 1997b).

1.4. Mezőgazdasági anyagok vágása

A mezőgazdasági műveletek között fontos helyet foglal el a különböző anyagok vágása. A vágás célja egyrészt a növények talaj feletti részének elválasztása, másrészt a hosszú szálal anyagok aprítása (szecskázás). A vágás történhet szálszerűen és kötegben.

A vágás klasszikus eszköze a kés (19. ábra). A kés a haladási irányhoz viszonyítva jellemző szögekkel rendelkezik, ezek a hátszög (α), az élszög (β) és a homlokszög (γ).



19. ábra. A kés jellegzetes szögei

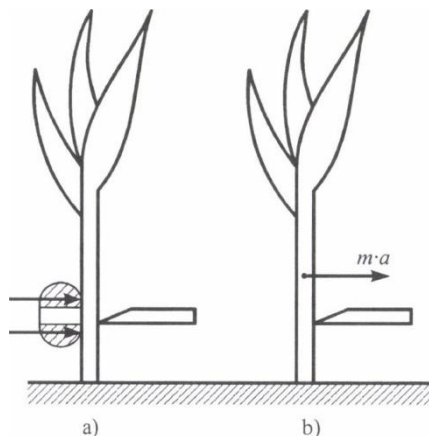
E három szög összege mindig 180° . A kés éle a haladási irányra merőleges vagy azzal a szöget zár be (csúszóvágás).

A gyakorlatban a kés éle mindig lekerekítési sugárral rendelkezik, értéke $50\text{--}150\ \mu\text{m}$.

A vágás létrejöttének erőtanai feltétele, hogy a vágási erővel ellentétes megtámasztó erő ébredjen. A megtámasztó erő forrása lehet az ellenpenge vagy a vágott anyag tehetetlenségi ereje. Ennek alapján a vágószerkezetnek két alaptípusa jött létre: ellenpengés vágószerkezet és a szabad vágást megvalósító vágószerkezet (20. ábra). Ellenpenge esetén a vágás sebessége bármilyen kicsi lehet, a szabad vágás megvalósításához azonban $30\text{--}50\ \text{m/s}$ sebesség szükséges, a szár tömegétől függően (SITKEI, 1981).

A kés mozgásirányába eső vágási erő két komponensből tevődik össze: ezek az élre

ható erő és a deformációra fordított erő. Utóbbiba bele kell érteni a csúszó felületen ébredő súrlódási erőket is.



20. ábra. Vágás ellenpengével (a) és szabad vágás (b)

Az akció-reakció elv az elemi térfogatokra is érvényes. Gyakran előfordul, hogy az anyag külső felülete szilárd és kemény, míg a belső rész puha. A kés csak akkor hatol bele a külső kemény anyagba, ha előbb a belső rész tömörödik, s ezáltal ellenállása nő. Ezért a vágást, különösen szálköteg vágásakor, az anyag tömörítése előzi meg. A tömörítési munka növeli a vágás összenergia-szükségletét, ezért a szálköteget célszerű előzőleg tömöríteni. Nagy sebességű vágáskor a tehetetlenségi erők részben vagy egészben átveszik a tömörítés szerepét.

Hosszú kések alkalmazásakor szinte mindig csúszóvágást alkalmazunk, vagyis a kés éle a haladási irányra nem merőleges (19. ábra). Ilyenkor a sebességnek van normális és tangenciális komponense:

$$v_n = v \cdot \cos \lambda, \quad v_t = v \cdot \sin \lambda, \quad \operatorname{tg} \lambda = v_t / v_n.$$

A kés δ metsző szöge is csökken az alábbi kifejezés szerint

$$\operatorname{tg} \delta' = \operatorname{tg} \delta \cdot \cos \lambda.$$

A csúszóvágás előnyei: a kés fokozatosan hatol bele az anyagba, ezért a dinamikus erők

lényegesen csökkenthetők; a nyomó igénybevétel mellett a nyíróerők is hozzájárulnak az anyag tönkremeneteléhez (vágás), ezért a vágóerő csökken.

A gyakorlatban a vágást és az energiafelvételt befolyásoló tényezők a következők:

- a késél lekerekítési sugara,
- a kés metszőszöge,
- az elméleti szecskahossz,
- a kés és az ellenpenge közötti hézag.

A késél ρ sugara 30–40 μm felett fokozatosan növeli a vágási erőt. A nagyon tompa él a vágás minőségét is rontja a zúzóhatás következtében.

A metszőszög (δ) 30° környékén energetikai optimummal rendelkezik, tehát ezen érték alá nem célszerű csökkenteni. Az él kopásállósága kis β szögek esetén szintén csökken, a szerszám éle könnyen törik, s ez a körülmény szintén a nagyobb metszőszöget indokolja.

A gyakorlatban az energiafelhasználást 1 tonna száraz anyagra vetítik, s ilyenkor az elméleti szecskahossz befolyásolja az energiafelvételt. 15 mm-es elméleti szecskahossz esetén a szükséges dobteljesítmény 4,3–4,5 kW/t/h, amely érték gyakorlatilag független az anyag fajtájától (lucerna, kukorica, szalma) és nedvességtartalmától.

A kés és az ellenpenge közötti hézagot minél kisebbre (néhány tized mm) kell állítani. Nagy hézag esetén a kés hajlítja a szárazakat, különösen tompa kés használatakor. A hajlítás járulékos deformációt jelent és a vágás minőségét is rontja.

A mezőgazdasági anyagok aprítása

A takarmány-előkészítés egyik fontos művelete a szemes termények és száraz szalastakarmányok aprítása. Az aprítás ma alapvetően kalapáccsos darálóval történik. Az aprítás során különböző méretű és eloszlású szemcsehalmozatot kapunk, és a különböző frakciókat a következőképpen szokás osztályozni:

a) dara:

- finom: a szemcsék 90%-a 1,0 mm-nél kisebb,
- közepes finomságú: a szemcsék 90%-a 1,0 és 2,0 mm közé esik,
- durva: a szemcsék 90%-a 3 és 5 mm közé esik,

b) derce: 0,12–0,3 mm méretű szemcsék,

c) liszt: 0,07–0,2 mm méretű szemcsék.

A kalapáccsos darálóban az aprítás bonyolult dinamikai igénybevételek hatására jön létre. A beadagolt anyag először a kalapáccsal ütközik, amely az egyes szemcséket nagyobb darabokra töri, és közben felgyorsítja a szemcséket a kerületi sebességhez hasonló értékre. A felgyorsult részecskék ezután a rostával ütköznek, a visszapattanó részek újra ütközhetnek a kalapáccsal. A kalapács és rosta közötti részben dörzsölés és súrlódás is létrejön.

Az aprítás általános feltétele, hogy a szemcsével az új felület létrehozásához szükséges energiát közöljük. Ha feltételezzük, hogy egy gömb alakú szemcse a meridián metszetben két részre törik, akkor az energiák a következőképpen írhatók:

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = \int P \cdot dz = v \frac{d^2 \cdot \pi}{4},$$

ahol az első tag a részecske kinetikus energiája, a második tag az ütközéskor keletkező deformációs energia.

Egyes szemcsékkel végzett törési kísérletek során a száraz kukoricaszem fajlagos törési energiája 5–6 Ncm/cm². A kalapácsos darálóban ennek az értéknek a többszörösét kapjuk a járulékos deformációkra és súrlódásra fordított energiák figyelembevételével (kb. 18 Ncm/cm²).

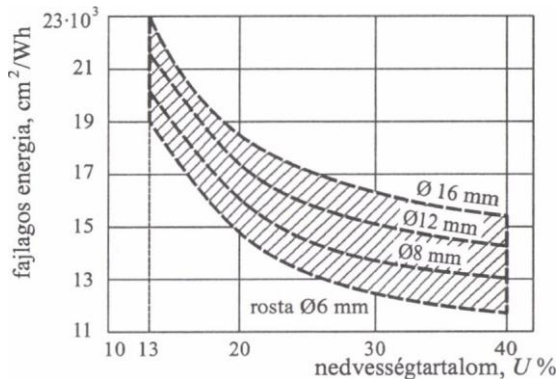
Az előző egyenlet alapján a törési energia és teljesítmény így írható:

$$A = v \cdot \Delta F \quad \text{és} \quad N = \frac{A}{\Delta t} = v \frac{dF}{dt},$$

ahol dF/dt az óránkénti felületnövekedés a darálóban.

A szemes terményeket általában légszáraz állapotban (13–14%) darálják, előfordul azonban nedves szemes termény (elsősorban kukorica) aprítása is.

A nedvesebb szemek deformációjához ugyan valamivel kisebb erő szükséges, a törési deformáció azonban nő és ugyancsak nő a súrlódási tényező is. Ezért a töréshez szükséges energia a nedvességtartalom növekedésekor szintén nő. A 21. ábrán láthatjuk az egységnyi energiával előállítható új felület a kukorica nedvességtartalmának függvényében (SITKEI–CSERMELY, 1990). Mint látható, a gyakorlatban a rosta lyukmérete is befolyásoló tényező.



21. ábra. Az egységnyi energiával előállítható új felület változása a kukorica nedvességtartalmának függvényében különböző rostalyukak alkalmazásakor

Egy adott kalapácsos daráló esetén a dara fajlagos felületnövekedése (cm²/g) és az óránkénti áteresztés egymással hiperbolikus összefüggésben vannak, vagyis szorzatuk állandó ($\Delta f \cdot Q = \text{áll.}$). Az állandó értéke a rostaméret csökkenésekor szintén csökken.

A dara fajlagos felülete (f) és a szemcseeloszlás között elvileg egyértelmű összefüggés áll fenn, amely szabályos testekre integrálással számolható. Mivel a törési felület nem sima, a tényleges felület valamivel nagyobb lehet. A számítások eredményeit, lognormális eloszlást feltételezve, a 22. ábra szemlélteti. Az integrálszámítással nyert görbék empirikus egyenlettel közelíthetők:

$$f = \frac{7,5}{\bar{d}(1 + 0,57 \cdot \sigma)},$$

ahol:

σ – az eloszlás szórása,

\bar{d} – az eloszlásgörbe maximumához tartozó átmérő (módusz), cm.

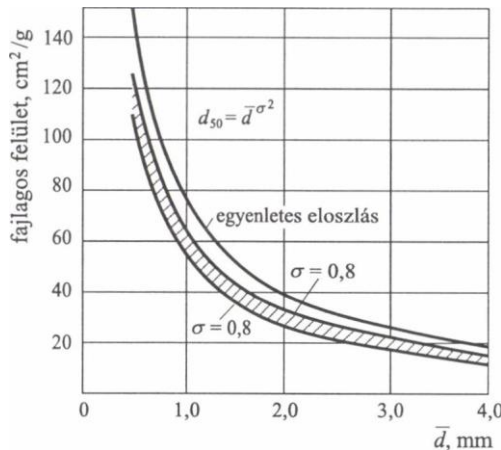
A medián (d_{50}) és módusz között az alábbi egzakt összefüggés áll fenn:

$$d_{50} = \bar{d} \cdot e^{\sigma^2}.$$

A dara fajlagos felületét kifejező egyenlet segítségével meghatározható egy adott eloszlású dara felületnövekménye:

$$\Delta f = f - f_0,$$

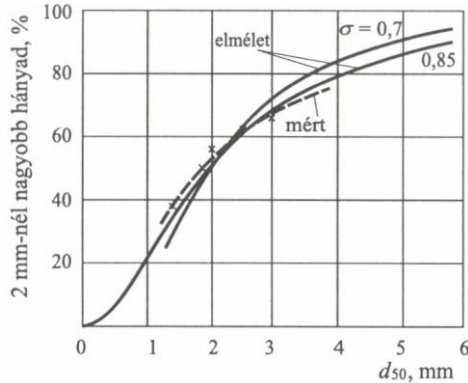
ahol f_0 az egész kukoricaszemek fajlagos felülete ($f_0 = 7,2-7,5 \text{ cm}^2/\text{g}$).



22. ábra. A fajlagos felület és a módusz közötti összefüggés

Az aprítás energiafelvétele függ az alkalmazott rosta méretétől, s ezzel az őrlemény finomságától. Légszáras árpa darálásakor 12 mm-es rosta alkalmazásával 3,7 kWh/t, míg 3 mm-es rosta esetén 6,5–7 kWh/t értékkel számolhatunk. Kukorica darálásakor 12 mm-es rosta esetén 3–5 kWh/t az energiafogyasztás a nedvességtartalomtól függően (BÖLÖNI, 1973).

Bizonyos esetekben technológiai követelmény a halmaz durvább szemcséinek (pl. a 2 mm feletti részek) leválasztása és utóaprítása. Egy bizonyos méret feletti részecskék hányada az eloszlás paramétereinek (medián, szórás) függvénye, amint példaként ez a 23. ábrán látható (SITKEI–CSERMELY, 1990; CSERMELY, 1989). A frakcionálás nemcsak az eloszlás paramétereit javítja, de sok esetben az energiaráfördítés is lényegesen csökkenthető. Ennek az a magyarázata, hogy frakcionálás esetén lényegesen nagyobb lyukméretű rosta használható (SITKEI–CSERMELY, 1990).



23. ábra. A 2 mm-nél nagyobb részek hányada a médian függvényében

A mezőgazdasági anyagok tömörítése

A tömörítés célja legtöbbször a térfogatsökkentés (szálastakarmányok) vagy bizonyos alak biztosítása a könnyebb kezelhetőség céljából (lisztes anyagok granulálása) és néha a levegő kiszorítása az anyag közül (tömörítés falközi silóban). Egyes esetekben nyomást fejtünk ki az anyagra lékinyerés céljából (szőlő és gyümölcsök).

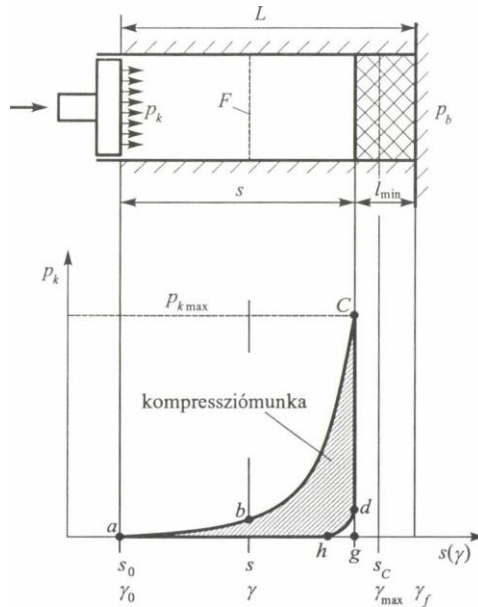
A tömörítés az a folyamat, amelyben a viszkoelasztikus és plasztikus tulajdonságok fontos szerepet játszanak. Ezért ez utóbbi jelenségekkel is itt foglalkozunk.

A préselés folyamata legegyszerűbben egy tömörítő hengerben vizsgálható (24. ábra). A dugattyú előrehaladásakor a nyomás progresszíven nő, miközben az anyag térfogatsúlya növekszik. A dugattyú visszafelé mozgásakor a nyomás gyorsan csökken, de csak az anyag visszarugózása után éri el a zérus értéket. A nyomás változása az alábbi típusú egyenletekkel írható le (Sitkei, 1981, 1994):

$$p = K(e^{A\gamma_0 \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}} - 1), \quad \text{vagy} \quad p = C \cdot \gamma_0^m \left(\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon} \right)^m,$$

ahol:

- ε – a relatív nyúlás,
- γ_0 – a kezdeti térfogatsúly,
- K, A, C, m – állandók.



24. ábra. A kompressziómunka ábrázolása préseléskor

A pillanatnyi térfogatsúly az alábbi egyenletből számítható:

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{1 - \varepsilon}$$

A tömörítési munkát a nyomásgörbe alatti terület adja:

$$A = F \int p \times ds$$

vagy az egységnyi súlyra vonatkoztatva:

$$A_G = \frac{F}{G} \int p \cdot ds.$$

A folyamatos tömörítési folyamat megvalósítása céljából a gépek egy csatornában tömörítik az anyagot, ahol az anyag ellentartását a csatorna szűkítése és a falsúrlódás biztosítja. Ebben az esetben a tiszta tömörítési munkához a kitolási munka járul, amelynek fajlagos értéke közelítőleg:

$$A_s = \frac{P_{\max}}{\gamma_{\max}}$$

A tömörítési munka általában a következő tényezőktől függ:

– az anyag anatómiai felépítése,

- az anyag előzetes előkészítése (aprítás, zúzás),
- az anyag nedvességtartalma,
- a végnyomás, ill. maximális térfogatsúly,
- az összenyomás sebessége.

A nedvességtartalom növekedésekor a tömörítési munka lényegesen csökken. Az aprítás és zúzás szintén csökkenti a tömörítési munkát.

A bálázók nyomástartományában (6–8 bar) az elérhető térfogatsúly, a nedvességtartalomtól függően 300–400 kg/m³. A tömörítési munka összértéke 1 kWh/t körül van. A brikettálási tartományban a nyomás eléri az 1000 bar értéket is, a fajlagos tömörítési munka értéke 10 kWh/t körül van (SITKEI, 1981).

A bálázó és a brikettáló gépek általában ciklikus működésűek, ezért az anyagot többször összenyomják. Ez hosszabb terhelésen tartást jelent és csökkenti a kirugózást. Csigás présekben az anyag szintén hosszabb ideig van terhelés alatt. Brikettáláskor szokás az anyagot külső fűtéssel melegíteni, ami csökkenti a tömörítési nyomást és az anyag kirugózását. Ezért a brikett állékonysága ezzel a módszerrel lényegesen javítható.

2. Mezőgazdasági gépek automatikái

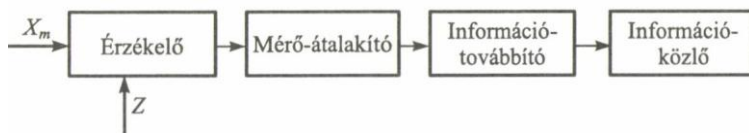
2.1. Az irányítástechnika alapjai

Az automatizálás vagy **irányítástechnika tárgya az automatikus vezérlés és szabályozás**. Az irányítási művelet általában információszerzésből, ítéletalkotásból és beavatkozásból áll (25. ábra).



25. ábra. Az irányítási művelet hatáslánca

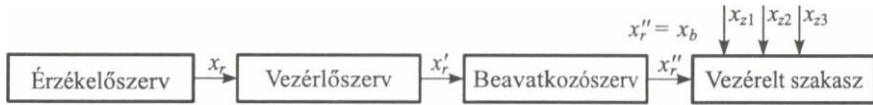
Az információszerzést méréssel valósítjuk meg. Erre a feladatra használatos mérőrendszerben (26. ábra) az érzékelő közvetlenül érintkezik a mért tárggyal, és a mért mennyiségtől függően változtatja valamelyik jellemzőjét, miközben ún. zavaró jellemző is hat rá. Az információt a mérő-átalakító továbbításra és megjelenítésre alkalmassá formálja, majd az információtovábbító egység továbbítja, esetleg erősíti azt. Ezután az információközlő egység kijelzi vagy rögzíti a mérési információt.



26. ábra. Mérőrendszer vázlata

Az irányítás olyan művelet, amelynek célja valamilyen műszaki folyamat elindítása, fenntartása, megváltoztatása vagy leállítása érdekében való beavatkozás. Az irányítási

feladat megoldható vezérléssel (27. ábra), amikor a bemenőjel (az érzékelt változás) adja a rendelkező jelet. A bemenőjel végigfut a hatásláncon és működteti a beavatkozó szervet. A vezérelt szakaszra a beavatkozó jel hat, ez arányos a bemenőjellel. A vezérelt szakaszra zavaró jelek is hatnak, ezek hatását nem küszöböli ki a vezérlés.

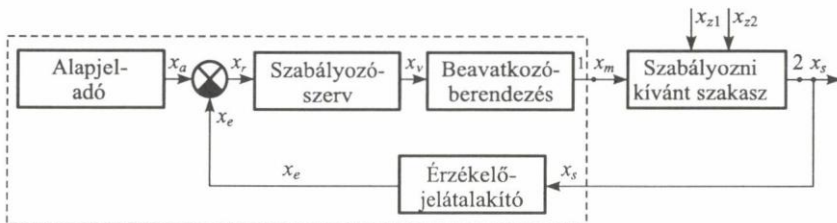


27. ábra. A vezérlés hatásvázlata

A vezérlés lehet **programvezérlés** vagy **követővezérlés**. A programvezérlés egyik változata az **idővezérlés**, amelynél a végzendő művelet időpontja és időtartama állítható be. A **feltételtervezérlés** is programvezérlés – ennél az egyes műveletek meghatározott sorrendben követik egymást. A követővezérlésnél a vezetőjel továbbítja az információt – az érzékelt jellemző megváltozását – a vezérlőszervhez.

A **vezérlőberendezés szervei**: vezérlőszerv, érzékelő-jelátalakító, kiegészítő egységek (információt adnak a kezelőnek, pl. műszer, jelzőlámpa stb.) és beavatkozóberendezés.

Az irányítási feladat megoldható továbbá **szabályozással** is. Szabályozásnál a szabályozott jellemző tényleges és előírt értékének különbsége alapján és az eltéréstől függő értelemben történik a beavatkozás. A szabályozási kör szabályozott szakaszból és szabályozóberendezésből áll, ennek az utóbbinak a részei: érzékelő-jelátalakító, szabályozószerv és beavatkozóberendezés (28. ábra).



28. ábra. A szabályozás hatáslánca: 1 – beavatkozás helye, 2 – érzékelés helye

A szabályozott szakasz bemenőjele a módosított jellemző, ez a szabályozó berendezés kimenőjele: x_m . A szakaszra hatnak még a zavaró jelek is: x_{z1} , x_{z2} . A szabályozott szakasz kimenőjele a szabályozott jellemző: x_x .

A szabályozott jellemzőt a szabályozás révén:

- állandó értéken kívánjuk tartani **értéktartó szabályozás** esetén, vagy

– előre meghatározott módon kívánjuk változtatni **követő szabályozás** esetén.

Szabályozásnál a rendelkező jel (x_r), az előre megállapított alapjel (x_a), és a szabályozott jellemző (x_s) értékével arányos ellenőrző jel (x_e) különbsége: $x_r = x_a - x_e$. A rendelkező jel végighalad a szabályozószerv egységein és működteti a végrehajtó szervet. Az ellenőrző jel (x_e) arányos a szabályozott jellemző pillanatnyi értékével, ezt az érzékelő-jelátalakító hozza létre. A végrehajtó jel (x_v) a szabályozószerv kimenő jele, amely működteti a beavatkozószervert.

A szabályozóberendezés és a vezérlőberendezés is két helyen csatlakozik az adott géphez: az érzékelés és a beavatkozás helyén. Ebből következik, hogy a mezőgazdasági gép szempontjából az automatika érzékelője és beavatkozója a leglényegesebb, ezért a következőkben részletesebben tárgyaljuk ezt a két egységet.

2.2. Mérő-átalakítók

A mérő-átalakító a mérőberendezésnek az a része, amely a bemenő, nem villamos mennyiséget villamos kimenő mennyiséggé alakítja át. Az átalakítás során a fizikai hatásokat és folyamatokat villamos mennyiségek (feszültség, áram, ellenállás, kapacitás stb.) mérésére vezetjük vissza. A működési elv alapján **passzív és aktív átalakítókat** különböztetünk meg. A passzív átalakítónál egy áramkör valamelyik jellemzőjét változtatjuk meg, mint pl. a feszültséget, az áramot, az impedanciát stb. Az aktív mérő-átalakítónál olyan fizikai hatást használunk fel, amelynél energiaátalakítás eredményeként villamos energiát állítunk elő.

Az elmozdulás, a sebesség és a gyorsulás mérése

Az elmozdulás és a rétegvastagság mérése

Az elmozdulás és a szögelfordulás mérésére általánosan használt villamos eljárás **az induktív és a kapacitív potenciómérés**.

Az egyik legelterjedtebb eszköz a szögelfordulás mérésére a **potencióméter**, ennek bemenőjele elfordulás, kimenőjele pedig ellenállás-változás. A huzal-potenciométernél az ellenállást képező huzalt szigetelőanyagból készített tartótestre csévéljük. A különböző potenciométerek alkalmazásakor ügyelni kell arra, hogy a klasszikus potenciométer csúszó érintkezőt tartalmaz, ezért érzékeny a szennyeződésre, nedvességre, agresszív közegre stb. A használat során kopás következik be, ami bizonytalan érintkezést és ellenállás-változást okozhat.

Az induktív érzékelők érintkezés nélküli vasmasos tekercsek, ahol az elmozdulás vagy az elfordulás eredményeként megváltozik a tekercsek impedanciája. Az induktív elmozdulásérzékelő tekercsből, menetes házból, szigetelő részből, valamint vasmasból és

villamos csatlakozásból áll. Az érzékelő kis és nagy elmozdulások mérésére használható.

A kapacitív érzékelők az elmozdulás vagy elfordulás érintkezés nélküli mérésére használhatók, ezek különböző kialakítású kondenzátorok, amelyeknél az elmozdulás (elfordulás) hatására megváltozik a kondenzátor kapacitása.

A rétegvastagság mérésére előnyösen használhatók az **ultrahang-reflexiós és -rezonanciás eljárások**. Az első módszernél egybeépített ultrahangforrást és -vevőt alkalmazunk, ilyenkor azt a jelenséget használjuk fel, hogy az ultrahang transzmissziós sebessége függ az anyagtól. Az ultrahang-rezonanciás eljárásnál különböző frekvenciaértékek mellett végzik a mérést és meghatározzák a rezonanciafrekvenciát.

A rétegvastagság mérhető **radioaktív sugárzással** is, mivel a különböző anyagok eltérő mértékben nyelik el az alfa-, a béta- és a gammasugárzást. A mérendő anyagot (réteget) a sugárforrás és a vevő között kell elhelyezni. Az alkalmazott sugárforrás intenzitásától függő mértékben kell a környezetet a sugárzástól védeni.

A radioaktív sugárzásos mérési eljárás alkalmas a gabonakombájnnal betakarított szemmenyiség folyamatos mérésére. Ekkor a magtartályba hulló szemek rétegvastagságát, azaz mennyiségét egy zárt izotópos mérőegység méri, amely a sebesség és a munkaszélesség figyelembevételével kiszámítja a termés hozamot, és kijelzi azt t/h-ban. Az izotópos érzékelők a rétegvastagság érzékelése mellett szintmérésre és szintérzékelésre, sűrűségmérésre (pl. talajnál), darabszámlálásra és az anyagtovábbítás ellenőrzésére is használatosak.

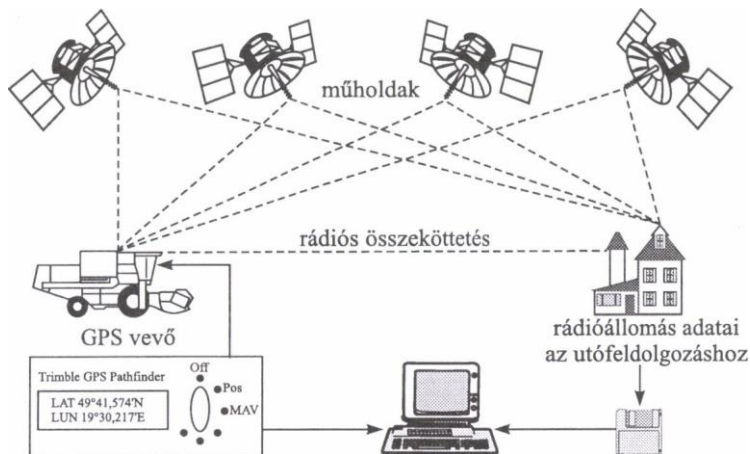
Navigációs célú távolságmérés

A navigációs célú távolságmérés a nyolcvanas évektől egyre nagyobb jelentőséget kap a közúti járművek és a mezőgazdasági gépek navigációjában. A különböző **műholdas helymeghatározó rendszerek** (Global Positioning System, rövidítve: GPS) működése a NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging) műholdakra épül, amelyekkel idő-, távolság- és sebességmérést, valamint háromdimenziós helymeghatározást lehet végezni a Föld bármely pontján. A műholdas helymeghatározó rendszernek (29. ábra) három fő része van: az űrbéli, a földi vezérlő és a felhasználói. Az űrbéli rész 24 műholdat foglal magában olyan földfelszín feletti magasságban, hogy a Föld bármely pontjáról bármikor legalább ötöt lehessen észlelni. A műholdak két hullámhosszon bocsátanak ki mérőjeleket. Emellett közvetítenek ún. szatellit üzenetet, amely a pályaadatokat is tartalmazza. A földi vezérlő rész a Földön célszerűen elosztott észlelő és monitorozó állomásból áll.

A felhasználói részben a navigátorok a GPS vevőkészülékeket működtetik, amelyek elemzik és feldolgozzák a NAVSTAR holdakról befutó mérőjeleket és pályauzeneteket. Ennek eredményeként megadják a GPS vevőkészülék antennája helyének a koordinátáit. A GPS készülékek teljesen automatikus adatnyerő eszközök, ezért adatgyűjtő állomásként használhatók.

A helymeghatározás pontossága az 0,1–10 cm-es sávtól a 20–200 m-es tartományig terjed, attól függően, hogy milyen üzemmódban (abszolút vagy differenciális) használjuk a készüléket, valamint milyen feldolgozást végzünk: valós idejű (real time) vagy utófeldolgozást (post processing). Nyilvánvaló, hogy differenciális üzemmódban és utófeldolgozással lehet a nagyobb pontosságot elérni.

A GPS készülékek jelentősen hozzájárultak a különböző földrajzi (geográfiai) információs rendszerek (Geographic Information System, rövidítve: GIS) fejlesztéséhez és elterjedéséhez. Mindezek alapján a mezőgazdaság számára részben már jelenleg, de különösen a közeli jövőben, a következő lehetőségek állnak rendelkezésre:



29. ábra. Műholdas helymeghatározó rendszer vázlata

- a táblákhoz és a táblán belül kijelölt parcellákhoz kapcsolódó talaj jellemzők, mint pl. tápanyagadatok, domborzati adatok, gyomossági jellemzők, terméshozamértékek és más termesztési paraméterek helykoordinátákhoz rendelt felvétele, tárolása, feldolgozása, valamint térképfornásban való megjelenítése;
- az egyes gépesített munkaműveletek során a helykoordinátákhoz rendelt adatok előhívása és azoknak megfelelő beavatkozás (vetés, tápanyagpótlás, permetezés stb.) végzése, ebből következően a táblán belüli helyi igényekhez igazodó termesztési technológia megvalósítása;
- traktorok és magajáró gépek kormányzása, elsősorban a nagy fogásszélességű munkagépeknél a fogásszélesség pontos csatlakoztatása.

Szintmérés

Az érintkezésses szintmérés közismert módszere **az úszós megoldás**. Folyamatos szintmérésre alkalmas a közvetlen kapacitásmérés, amikor az elektródákat a folyadékban helyezik el. Ilyenkor a két elektróda közötti kapacitás a folyadékszinttől függ. A kapacitív szintméréshez hasonló módon lehet a villamos vezetőképesség mérése alapján is meghatározni a folyadékszintet. Ekkor azonban a folyadéknak villamos vezetőnek kell lennie.

A hidrosztatikus fenéknnyomás mérésére alapozott módszernél a nyomásból lehet meghatározni a szintmagasságot. Mérhető továbbá a szintmagasság a tartály alatt

elhelyezett erőmérő érzékelőkkel is, ez viszonylag pontos tömegmérést eredményez, ekkor a tömegből lehet a szintet megállapítani.

A **szilárd ömlesztett** (por alakú, darabos, szemcsés) **anyagok szintjének** érintkezés nélküli eljárással való mérése a folyadékokhoz viszonyítva további problémákat vet fel. Ilyen a betöltött anyag nem egyenletes felszíne, valamint az esetleges üregképződés az anyagban. A szilárd anyag szintje mérhető a tartályba beépített érzékelőszondával, amely lehet membrános nyomásérzékelő, kapacitív vagy rezgőrudas. A membrános nyomásérzékelő érzékeli, van-e az anyagnak nyomása azon a szinten, ahol az érzékelőt beépítették, azaz van-e anyag felette. Ehhez hasonló a rezgőrudas érzékelő működése. Itt az anyag jelenléte befolyásolja a rezgést, amit az elektronika érzékel. A kapacitív érzékelő az ömlesztett szilárd anyag és a levegő dielektromos állandója közötti különbséget jelzi, és ebből állapítjuk meg a szintet. A beépített érzékelőszondák jól alkalmazhatók szemes termény szintjének a tárolótartályban történő ellenőrzésére.

Érintkezés nélküli folyamatos szintmérést ultrahang-reflexiós eljárással is lehet végezni, ekkor a tartály tetején helyezzük el az egybeépített hangforrást és vevőt tartalmazó integrált távadót. A távadó ultrahang-sugárnyalábot bocsát ki, amely visszaverődik az anyag felszínéről és a készülék a terjedési időből meghatározza a szintmagasságot.

A **mikrohullámú reflexiós szintmérési eljárás** hasonló az ultrahangos módszerhez. Előnye, hogy a mérendő anyag felülete feletti por zavaró hatására nem érzékeny, hátránya azonban, hogy a felszín feletti nedves porra és nagy páratartalmú gázra érzékenyebb, mint az ultrahang.

Sebességmérés

A sebesség meghatározásának **klasszikus módja az út és az idő mérése**, de előnyösen lehet a sebességet **fordulatszám-méréséből** is meghatározni. A sebesség mérésének hagyományos módszerénél külön sebességmérő kereket alkalmazunk a jármű sebességének a megállapítására. A fordulatszám-érzékelés történhet egyen- vagy váltakozó feszültségű tachóméter-generátorral. A működés alapja, hogy a kimeneti feszültség arányos a hajtótengely fordulatszámával.

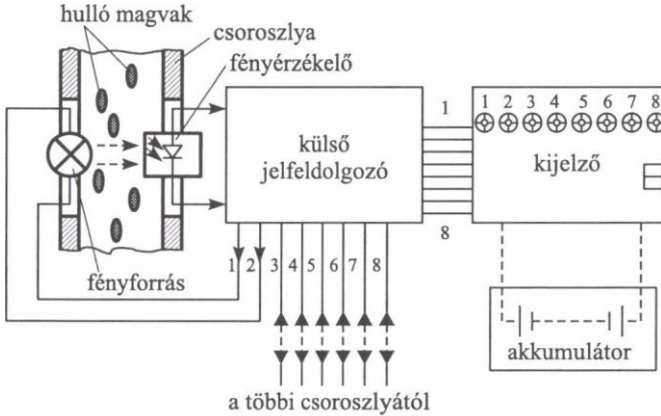
Digitális fordulatszám-mérésnél a mérendő forgórész egy körülfordulás során bizonyos számú diszkrét jelet állít elő, tehát a jelek száma arányos a fordulatszámmal. Ekkor a fordulatszám mérését frekvenciamérésre vezetjük vissza. A digitális fordulatszám-mérés elve leggyakrabban mechanikus, induktív vagy fotoelektromos.

A **mechanikus fordulatszám-érzékelésnél** a mérendő fordulatszámot egy bütykös tengely vagy tárcsa révén érzékeli az érintkező pár, amelyet a bütyök kapcsol. Egy körülforduláskor egy impulzus jelenik meg a kimeneten.

Az **indukciós fordulatszám-érzékelésnél** a mágneses térben elhelyezett tekercsben feszültség indukálódik, amelynek frekvenciája megegyezik a térváltozás frekvenciájával. Az érzékelő egy vasmagon lévő tekercsből és állandó mágnesből áll. Ez az eljárás érzékeny a fordulatszám nagyságára, valamint az érzékelő és a ferromágneses forgórész közötti távolságra.

Az **induktív foggenerátoros fordulatszám-érzékelő** általában differenciál transzformátoros kialakítású, amely a légrés változását érzékeli, amikor a forgórész

(fogaskerék, hornyolt tengely vagy furatos tárcsa) forog az érzékelő homlokfelülete előtt. A forgórész az induktív érzékelő mágnes körének az induktivitását változtatja meg. A kimenőjel frekvenciája arányos a fordulatszámmal. A hézag szokásos értéke kisebb 4–5 mm-nél.



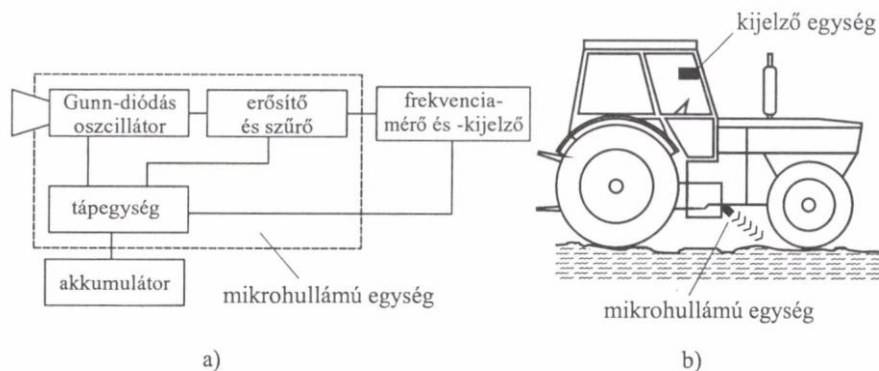
30. ábra. Vetésellenőrző optoelektronikai magérzékelővel

Az optoelektronikai érzékelőnél a mérendő tengelyre szerelt tárcsa átengedi a fényforrás fényét a fotoérzékelőre vagy meggátolja a fénysugár áthatolását. A fotoérzékelő a fényintenzitás ingadozását villamos impulzusokká alakítja át. Előnye az optoelektronikai érzékelésnek, hogy jól alkalmazható szemes termény, darabáru stb. tovahaladásának az érzékelésére. Így fontos alkalmazási területe a vetőgépeknél a vetés – a vetőcsoroszlyában való magáramlás – érzékelése a magszámolás és/vagy az eltömődés jelzése céljából. Kukoricavető gépnél a vetés ellenőrzésére használt magérzékelő vázlatja látható a 30. ábrán.

A Doppler-hatás lényege, hogy a megfigyelőhöz közeledő és a távolodó hullámforrás tényleges és észlelt frekvenciája közötti különbség függ a hullámforrás közeledésének vagy távolodásának sebességétől, valamint a hullám terjedési sebességétől. A Doppler-hatás felhasználható a sebesség mérésére, elsősorban a fény, a mikrohullám és az ultrahang révén. Nagy pontossággal mérhető a sebesség optikai eljárással és megbízható a mikrohullámú vagy radaros sebességmérés is.

A radaros sebességmérő a járműre szerelt mikrohullámú adóból és vevőből áll, ahol az elektromágneses hullámokat megközelítőleg 90°-os szög alatt a talajfelszínre irányítják és az adóval egybeépített vevő szolgál a talajfelszínről visszavert hullámok vételére. A vett jelek további feldolgozásának eredményeként megkapjuk a talajfelszínhez viszonyított haladási sebességet. A Doppler-hatás alapján működő radaros sebességmérő előnye, hogy érintkezésmentes megoldás, az adott talajfelszínhez való kalibrálás esetén a mérési hiba $\pm 1\%$ alatt tartható és széles sebességtartományban használható. A radaros sebességmérő mezőgazdasági traktorokon való alkalmazása (31. ábra) egyre jobban terjed, elsősorban

összkerékajtású gépeken előnyös a kijuttatott vegyszer „liter/ha” értékének a mérésére és szabályozására, valamint a hajtókerék szlipjének a mérésére, esetleg a szlip szabályozására. Egy korszerű traktor fedélzeti számítógépes rendszeréhez ma már hozzátartozik a radaros sebességérzékelő.



31. ábra. Radaros sebességmérő működési vázlata (a) és elrendezése traktoron (b)

Gyorsulásmérés

A gyorsulásmérés alapja az ismert, hiteles **tömegre ható tehetetlenségi erő meghatározása**. A tehetetlenségi erő mérésére célszerűen használhatók a különböző **piezoelektromos gyorsulásérzékelők**. Ezeknél meghatározott tömeget építünk be, a piezo-kristályt pedig úgy feszítjük elő, hogy a megengedett maximális gyorsulásnál meggátoljuk a tömegnek a kristályról való felemelkedését. A piezoelektromos érzékelők mellett vannak induktív, kapacitív, nyúlásmérő bélyeges és indukciós rezgésmérők. Legjobban a piezoelektromos gyorsulásérzékelők terjedtek el.

Erő- és nyomásmérés

Erőmérés

A **piezoelektromos átalakító** alkalmas mind a dinamikus, mind a kvázistatikus igénybevételnél a nyomóerő mérésére. Az érzékelőt jól lehet alkalmazni olyan mechanikai igénybevétel érzékelésére, mint amilyen például a szemek merev lemezre való felütkezése. Ehhez a merev lemezre piezoelektromos érzékelőt ragasztottunk. A felütkezés hatására a kristályon fellépő jel arányos a lemezre hulló szemek mennyiségével vagy számával. Ezt a módszert használják fel gabonakombájnon a szalmarázónál és a tisztítóműnél fellépő

szemvesztesség érzékelésére vagy egyéb gépeknél a szemek áramlásának az érzékelésére.

A leggyakrabban használt erő- és nyomatékmérési eljárásnál egy **mérőtestre erősített nyúlásmérő bélyeg ellenállásának a változását** mérik. A mérőtestet megfelelő módon méretezni kell, hogy a mérőtest a mérendő terhelést megfelelő biztonsággal adja át és ugyanakkor a megkövetelt mérési pontossághoz alkalmas villamos jelet képezzen.

A nyúlásmérő bélyeg leggyakrabban huzalos vagy fólia kivitelű. A fém nyúlásmérő bélyeg mérete kicsi, stabilitása jó és jele jól mérhető. A bélyeg anyaga általában konstantán, ennek nincs hiszterézise, és megközelítőleg 300 °C hőmérsékletig megfelel a deformáció méréséhez.

A hőmérséklet megváltozása miatti mérési hibát csökkenteni kell. Erre javasolt a **kompenzáló bélyeg**, amelyet az erőhatás irányára merőlegesen kell elhelyezni, és így az ellenállása csak a hőmérséklet változása miatt változik meg.

A nyúlásmérő bélyeges erőmérő cellákat a mezőgazdaságban traktorok függesztőművének elektrohidraulikus szabályozóberendezésében erőszabályozáshoz a vonóerő érzékelésére alkalmazzák. A cellák és a kábelkivezetés mechanikai és egyéb hatásoknak ellenálló kivitelben készülnek.

A **nyomatékmérés végezhető** a mérendő tengelyre való bélyegragasztással, esetleg a tengely mérőrészének legyengítésével vagy pedig speciális nyomatékmérő tengely alkalmazásával. Forgó tengelyeknél meg kell oldani a jel levételét. Ez történhet érintkezős vagy érintkezés nélküli, telemetrikus eljárással.

Az **elektronikus mérlegek** nagy választékban állnak rendelkezésre. A tartálmérlegeket elterjedten használják az anyag tömegének vagy szintjének a mérésére, esetleg az ellenőrzésére. Különösen előnyös a tartálmérleg alkalmazása, ha változó sűrűségű anyagot, agresszív közeget, inhomogén (habos, poros) anyagot kell mérni. A mérlegek általában alátámasztásos rendszerűek, esetenként a tartály lábába beépített erőmérő cellákkal.

A **pótkocsimérlegnél** a koci tengelyeit vagy a rakfelület alátámasztásait erőmérőként alakítják ki, a pótkocsin lévő anyag tömege folyamatosan ellenőrizhető, és ennek alapján történhet az ürités vezérlése. Ezt a megoldást alkalmazzák takarmánykeverőkiosztó kocsiknál a takarmánykeverék recept szerinti összeállítására és a kiadagolás ellenőrzésére, de a megoldás használható vegyszer vagy trágya kijuttatásakor is, a területegységre kiadagolt fajlagos mennyiség ellenőrzésére és szabályozására.

Nyomásmérés

A **nyomás mérésére piezoelektromos nyomásérzékelők** használatosak. Ezekkel dinamikus nyomás is jól mérhető. Használhatók belső égésű motorok kompressziónyomásának a mérésére is.

A **nyomás rugalmas alakváltozással is mérhető**. A rugalmas alakváltoztatásos nyomásátalakítóknál a nyomás mérését általában az elmozdulás vagy a szögelfordulás mérésére vezetjük vissza, ezért a különböző membrános, csőmembrános és csőrugós nyomásátalakítókhöz az ellenállás-változásos, induktív, kapacitív vagy diszkrét mérőátalakítók valamelyikét alkalmazzák.

A nyúlásmérő bélyegeket széles körben használják nyomásmérésre is, amelyeket az

esetek többségében valamilyen rugalmas anyagra (pl. membránra, laprugóra) ragasztanak. Ez úgy is megoldható, hogy vékony falú csőrészt építenek be, és erre rögzítik a bélyeget. A vakcsövet védőtokban helyezik el, amelyet be lehet csavarni a csővezetékbe vagy a tartályba.

Áramlásmérés

Az áramlás mérésekor a feladat a folyékony, a légnemű vagy a szilárd halmazállapotú anyag adott keresztmetszeten történő áthaladásakor az áramlás sebességének, térfogatának vagy tömegének a meghatározása. A mezőgazdasági gépészetben jelentős a forgó rendszerű áramlásmérők alkalmazása, valamint az áramlási sebesség közvetlen mérése.

Áramlásmérés forgó rendszerű mérővel

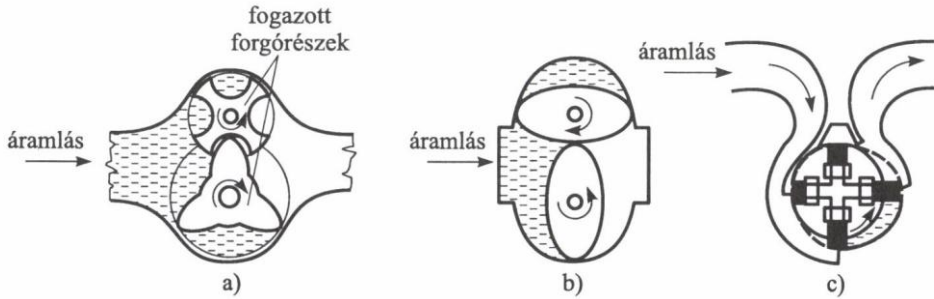
A forgó rendszerű áramlásmérők jelentős része **turbinás mérő**, amelynek axiális vagy tangenciális átömlésű, az áramló közeg által hajtott turbinakereke van.

Axiálturbinás áramlásmérésnél az áramló közeg forgatja a turbinakereket, ezért az átáramló térfogat arányos lesz a turbinakerék fordulatszámával. A turbinakerék fém lapátjainak a forgását a csőben elhelyezett induktív mérő-átalakító érzékelheti, ennek a villamos jelét pedig elektronikus egység dolgozza fel.

Tangenciális turbinás áramlásmérésnél a turbina forgását mérhetjük mechanikus áttétellel vagy a forgómozgást mágneses tengelykapcsoló közbeiktatásával adjuk át a házon kívül lévő forgásérzékelőnek. Ez lehet optoelektronikus, induktív vagy más forgásérzékelő.

A tangenciális áramlásmérők speciális változatának tekinthetők az olyan forgó rendszerű eszközök, mint a fogaskerekes, az oválkerekes, a forgólapátos, valamint más hasonló felépítésű mérők (32. ábra). Mivel a forgórész fordulatszáma arányos az áramlással, ezért mérni kell a forgást. Ez történhet mechanikus eljárással, a hajtás kivezetésével vagy valamilyen forgásérzékelővel (pl. optoelektronikus, induktív stb.), elektronikus úton.

Az említett áramlásmérők előnyös tulajdonsága, hogy elfogadható pontosságot lehet elérni egy nagy áramlási tartományban és nem érzékenyek az áramlás esetleges zavaraira. Kedvezően hat a működésükre, ha a mérendő folyadék kenőképes. Hátrányuk, hogy nagy az átáramláskor fellépő nyomásveszteség, rossz a volumetrikus hatásfokuk, érzékenyek a szennyeződésre (szűrés szükséges) és a közeg viszkozitása befolyásolja a mérési hibát.



32. ábra. Forgó rendszerű áramlásmérők: a) fogaskerekes, b) oválkerekes, c) forgólápátos

Az oválkerekes áramlásmérőket gyakran alkalmazzák belső égésű motorok hajtóanyag-fogyasztásának a mérésére. Ilyenkor ügyelni kell a megfelelő szűrésre és dízelmotoroknál a lüktető gázolaj-adagolásra, ami miatt a szállítás egyenlőtlenségét csillapítani kell.

Áramlási sebesség mérése

Az indukciós áramlásmérés alapja az indukciós törvény, amely szerint, ha egy zárt vezetővel körülfogott felületen megváltozik az indukcióvonalak száma, akkor áram indukálódik a vezetőben. Alkalmazásának feltétele, hogy a mérendő folyadék villamos vezető legyen. Előnye ennek a megoldásnak, hogy jól használható folyadékok, így vizes oldatok, italok, gyümölcslevek, pépes anyagok, savak, lúgok, szennyvizek, hígtrágyák, vegyszerek stb. mérésére. A mérés pontosságát nem befolyásolja a folyadék sűrűsége, viszkozitása, hőmérséklete és nyomása.

Az ultrahanggal végzett áramlásmérésnél az ultrahang terjedési sebességét vagy közvetlenül a terjedési időt mérjük. Ez az idő attól függ, hogy az ultrahang a folyadék áramlási irányával azonos vagy azzal ellentétes irányban halad-e át a mérendő közegen. Az ultrahangforrást és a vevőt beépítik a csőfalba vagy kívülről – pl. bilinccsel – rögzítik a csőfalra. Előnye, hogy az érzékelő nem érintkezik a mérendő közeggel, nem kell a csővezetékét megbontani, a mérőkészülék hordozható kivitelű is lehet. Az áramlásmérés hibája $\pm 2-5\%$ -os értéktartományban tartható.

Az örvénymérős áramlásmérés alapja az a jelenség, hogy az áramló folyadékban vagy gázban elhelyezett nyugvó szilárd test mögött örvények keletkeznek. Az áramlásban elhelyezett rezgőlemez az örvényleválás hatására rezgésbe jön, és a rezgés frekvenciája arányos az áramlási sebességgel. Az áramlást a rezgés frekvenciájának az érzékelésével tudjuk mérni. Ehhez a rezgőlemez mozgását kell érzékelni, ami történhet induktív, optikai (száloptikai) vagy piezokristályos megoldással. Az örvénymérő előnye, hogy folyadékhoz, gázhoz és gőzhez egyaránt alkalmazható. Kedvező az örvénymérő pontossága, hibája általában $\pm 2,0\%$ alatti. További előnye, hogy dinamikusán változó körülmények között is jól használható, ezért lüktető áramlást is jól lehet mérni vele, mivel az érzékelő tehetetlensége minimális.

Hőmérsékletmérés

Az ikerfém (bimetálos) **hőmérőknél** a hőmérséklet hatására a két fém egymástól eltérő mértékben nyúlik meg, tehát elmozdulás történik. Ezt az elmozdulást lehet villamos érintkezők vagy más elmozdulásérzékelő alkalmazásával villamos jellé alakítani. A leggyakrabban bizonyos hőmérsékletszint elérésének az érzékelésére alkalmazzák.

Az ellenállás-hőmérők működésének alapja, hogy a különböző anyagok villamos vezetőképessége a hőmérséklet függvényében változik. A legfontosabb ellenállás-hőmérők anyaga platina, nikkel és réz. A platina ellenállás-hőmérő szokásos mérési tartománya – 200 °C és +850 °C között van, hőmérsékleti együtthatója $\alpha = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$.

A félvezető alapanyagú hőmérséklet-érzékelő ellenállás lehet termisztor és szilícium. A termisztor jellemzője, hogy ellenállása a hőmérséklet függvényében nem lineárisan változik és érzékenysége a többszöröse a fémhőmérőének. A termisztor a legegyszerűbb és legolcsóbb hőmérséklet-átalakítók egyike. Általában 250 °C hőmérsékletig használják, de különleges esetekben maximum 400 °C-ig is alkalmazható. Előnye a kis méret, kis időállandó, valamint a nagy érzékenység. Hátránya azonban, hogy csak nagy szórással gyártható, karakterisztikája nagyon szűk tartományban tekinthető lineárisnak és az idő folyamán a karakterisztika változik, a termisztor „öregszik”, tehát az elfogadható pontosságú méréshez bizonyos időközönként újra kell kalibrálni.

A hőelem két egymással összeforrasztott huzal, amelyek forrasztási pontjában a hőmérséklettel arányos – és a két huzal anyagától függő nagyságú – termofeszültség lép fel. A hőelemeket zárt áramkörben úgy használják hőmérsékletmérésre, hogy a különböző anyagú vezetékeknek legalább kettő, de inkább több csatlakozási pontjuk van. így a mérhető termofeszültség a csatlakozási pontokban fellépő termofeszültségek összege. A mérőrendszer ún. melegpontja a mérő hőelem forrasztási pontja, hidegpontja pedig az összehasonlítási hőmérsékleten elhelyezkedő hőelem forrasztási pontja.

Az 1000 °C feletti hőmérsékletek mérése iránti igény irányította a figyelmet a **sugárzáson alapuló hőmérsékletmérésre**. Ismeretes, hogy minden test képes a sugárzásra, de a fekete test sugárzási képessége a legkisebb. A sugárzóképeséget az adott test által kibocsátott sugárzás sűrűségével jellemzik.

Az összsugárzást mérő **pirométerrel** –40 °C és mintegy 3000 °C között lehet mérni, amikor a mérés hibája megközelítőleg 2% alatt tartható. Ugyanezen az alapelven működnek a különböző infravörös sugárzást mérő műszerek, ezek a 700–4000 nm-es infravörös tartományban érzékelik a sugárzást. Az infravörös érzékelők gyorsak, megszólalási küszöbidejük mintegy 250 ms. További előnyük, hogy nem zavarják meg a mérendő test hőmérsékleti viszonyait. Az infravörös sugárzásos hőmérsékletmérés alkalmas hővesztések mérésére szárítóknál, keltetőgépeknél, valamint a melegedés távérzékelésére egyes gépalkatrészeknél, villamos gépeknél stb.

2.3. Beavatkozó berendezések

A beavatkozó berendezés közvetlenül befolyásolja a szabályozott szakaszt, előírt módon változtatja vagy meghatározott értéken tartja, és közvetlenül kapcsolódik a mezőgazdasági géphez vagy a technológiai folyamathoz.

Az elektronikus rendszerekben használatos beavatkozó berendezések villamos bemenetűek, kimenetűk szerint lehetnek villamos, mechanikus, hidraulikus vagy pneumatikus beavatkozók.

Villamos kimenetű beavatkozók

A mágneskapcsoló egy gerjesztőtekerccsből és több érintkezőből áll, lehet egyenáramú vagy váltakozó áramú. A mágneskapcsolók az érintkezők zárása és nyitása mellett további feladatokat is ellátnak, így túláram elleni védelmet biztosítanak, késleltetéssel végzik a kapcsolást stb. A mágneskapcsolókat elterjedten alkalmazzák motorindításra és -leállításra, valamint ellenállások (pl. villamos fűtés) be- és kikapcsolására.

A relé két stabil állapotú kapcsoló, amelynek terhelhetősége nem haladja meg a 3–5 A-t. A relék rendeltetése lehet: jelösszegezés, erősítés, érintkező sokszorozása, jeltárolás, időmérés stb.

Mechanikus kimenetű beavatkozók

A mechanikus kimenetű beavatkozó kimenete lineáris elmozdulás, szögelfordulás vagy forgómozgás.

Elektromágnes, húzómágnes

Az elektromágnes, amely lehet húzó vagy nyomó, áram hatására erőt fejt ki: a mozgó vasmagot az álló vasmaghoz húzza, illetve nyomja. Az erő a mágneses indukció, a keresztmetszet és a mágneses permeabilitás függvénye. Az elektromágnes kialakítása szerint megkülönböztetünk állandó felületű és változó légrésű, valamint állandó légrésű és változó felületű konstrukciót. Ez befolyásolja az erőnek a légrés függvényében való változását.

A mágneses tengelykapcsoló a motorral hajtott tengely és a terhelés tengelyének összekapcsolására, a teljesítmény továbbítására szolgál. Általában elektromágnes kapcsolja be és tartja bekapcsolva a nyomatékot átvivő elemet, a kikapcsolást pedig rugó végzi. Az összekapcsoláskor a nyomaték nő, a két tömeg szögsebességének a különbsége pedig csökken a nyomaték növekedésével.

Villamos szervomotorok

A villamos végrehajtó szervben a villamos szervomotorhoz általában reduktor hajtómű, valamint jelző/visszacsatoló egység is kapcsolódik.

A szervomotor jellemzői:

- fordulatszáma széles tartományban változtatható;
- gyors fordulatszám-változtatást és/vagy forgásirány-változtatást lehet megvalósítani;
- nagy az indító- és a fékezőnyomatéka;
- lineáris kapcsolat van a bemenő- és a kimenőjel között.

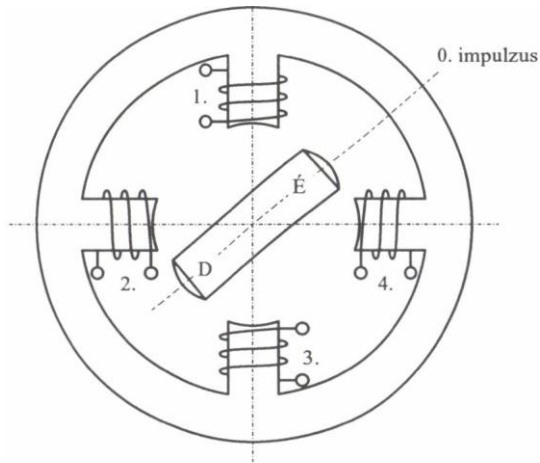
A külső gerjesztésű egyenáramú szervomotor kedvező mind a fordulatszám, mind a forgásirány változtathatósága tekintetében. Párhuzamos gerjesztés esetén a fordulatszám független a terheléstől, soros gerjesztésnél pedig jó a teljesítménytartó képesség.

A tárcsás forgórészű egyenáramú motor előnye a kis tehetetlenségi nyomaték, de ebből következik a hátránya is – a terhelőnyomaték ingadozását a motor nem tudja mérsékelni.

Léptetőmotorok

A léptetőmotor állórésze általában két póluspárral rendelkezik, tekercseinek gerjesztését pedig elektronikus áramkör vezérli. A motorok frekvenciaszabályozásúak. A forgórész állandó mágnes, ez lehet egy, kettő stb. póluspár. A léptetőmotor vezérlőköre a kis energiájú impulzusokat szögelfordulássá alakítja át, amikor is minden lépésnél történik indítás és leállítás. Négypólusú állórészű és kétpólusú állandó mágnes forgórészű léptetőmotornál, amikor az 1. és 4. tekercs gerjesztett, akkor a forgórész a 33. ábra szerinti állásban van. A 1. impulzus hatására, ha az a 2. és az 1. tekercset gerjeszti, a forgórész 90°-ot fordul (lép) balra. Ugyancsak az 1. impulzus hatására, ha az a 4. és a 3. tekercset gerjeszti, a forgórész 90°-ot fordul jobbra. Ez értelemszerűen folytatódik a további impulzusok hatására. A motor lépésszöge – az egy vezérlőimpulzusra megtett szögelfordulás – a forgórész póluspárjainak számától és az állórész fázisszámától függ.

A léptetőmotor előnye, hogy a fordulatszám széles határok között változtatható és alkalmas a szervomotor helyettesítésére anélkül, hogy külön helyzetérzékelőt kellene alkalmazni.



33. ábra. Léptetőmotor vázlata

Lineáris hajtóművek

Az **elektromechanikus rendszerű hajtómű** villamos szervomotorból vagy léptetőmotorból, valamint csavarhajtásból áll. A megoldás előnye, hogy léptetőmotor alkalmazásakor annak lépésszögétől függő pontosságú helyzetbeállítást lehet megvalósítani.

Az **elektrohidraulikus lineáris hajtómű** villamos szervomotorból, szivattyúból és munkahengerből áll. A villamos motor, a szivattyú és a munkahenger egy szerkezeti egységet alkot, ezt a gépen tetszés szerint el lehet helyezni, csak a villamos vezetékot kell csatlakoztatni.

A lineáris hajtómű mindkét változata előnyösen alkalmazható mezőgazdasági gépeken, még olyan szerkezeteknél is, amelyeknél nehézkes lenne megoldani a hidraulikus vagy pneumatikus működtetést.

Hidraulikus és pneumatikus kimenetű beavatkozók, szervoszelepek

A szervoszelep kis bemenőjel hatására nagy kimenőjelet ad. Elektronikus érzékelésnél, vezérlésnél vagy szabályozásnál alapvető előnye a villamos bemenőjellel működtetett szervoszelepeknek, hogy kis villamos bemenőjel esetén nagy hidraulikus-pneumatikus kimenőjelet szolgáltatnak.

A mezőgazdasági gépeken elsősorban egyenáramú elektromágneseket használnak. Ezek előnye az üzembiztos, lágy kapcsolás, valamint a nagy kapcsolási gyakoriság. A mágnesek többsége kétállású, ezek kétállású szelepekhez használatosak, a visszatérítés általában rugóval, egyes esetekben pedig pneumatikus vagy hidraulikus úton történik, lehetséges a hidroakkumulátoros visszatérítés is. A mágnesszelepes beavatkozó

megbízható működtetésének, illetve a meghibásodások káros hatásának a kiküszöbölése érdekében beköthető a mágnes úgy, hogy a tápfeszültség kimaradásakor nyisson vagy zárjon a szelep. Meghibásodás esetén további lehetőség az ún. kézi szükségműködtetővel ellátott szelepek alkalmazása.

A mágnesszelep (pl. tolattyús útváltók) bizonyos méret felett (általában 10 mm-nél nagyobb átmérő esetén) elővezérelt, mert a szeleptolattyú elmozdítása nagy erőt igényel, amihez túl nagy mágnesre lenne szükség.

A szervomotoros szelepek működését villamos szervomotor és a motorral hajtott hajtómű biztosítja. A szervomotoros szelepnél meghibásodás esetén lehetőséget kell biztosítani a kézi beavatkozásra, hogy a tápfeszültség kimaradása esetén is működtethető legyen a szelep. A szervomotoros szelepeket elsősorban nagy szeleptest-elmozdulás és/vagy erőigény esetén alkalmazzuk.

3. Talajművelő gépek

3.1. Ekék

A talajművelés egyetlen eszköze évezredek óta az eke volt. Az eke ma is a legfontosabb talajművelő eszköz. Egyidejűleg lazítja, fordítja, keveri, porhanyítja a talajt. Egyaránt felhasználható felszínalakításra, gyomirtásra és a növényállomány elpusztítására, vagyis a tömörítésen kívül a talajjal végezhető összes lehetséges mechanikai műveletre. Az ismert talajművelő eszközök közül a talaj forgatását az eke végzi legtökéletesebben.

Agrotechnikai követelmények

Az eke feladatai a következők:

- a felső talajréteg alulra fordítása,
- növényi maradványok, zöldtrágya, szerves trágya, műtrágya stb. talajba munkálása,
- a gyomnövények gyökereinek elmetszése,
- a laza talajokon a mélyre mosódott tápanyagok „felemelése”,
- az összetömődött talaj fellazítása,
- a talaj porhanyítása.

Az említett feladatokból kiindulva a követelmények az eke munkájával szemben a következők:

- Az eke a megválasztott munkamélységben a szántást úgy végezze, hogy az egyes eketestek által kimetszett barázdaszelet azonos keresztmetszetű legyen. Ez azt jelenti, hogy az egyes eketestek mélysége és fogásszélessége megegyező.
- Az eke munkamélysége – bizonyos határon belül – változtatható legyen, hogy egy ekével biztosítani lehessen a termőréteg vastagságához igazodó művelést, de mélységének és szélességének ingadozása (stabilitása) 5, illetve 10% alatt maradjon.
- Az eke kellően forgassa át és megfelelő mértékben porhanyítsa a talaj szeletet. Az átforgatott barázdaszeletek szorosan dőljenek egymásra, hogy elősegítsék a leforgatott szerves anyagok bomlását, illetve a trágya jó alátakarását.
- A szántás felülete egyenletes és a felület rögössége minél kisebb legyen.
- A barázdafal függőleges és jól kimetszett legyen, a beomlások megelőzése végett. Így az eke járása egyenletesebb, kitámasztása biztosabb. Az eketestek jól tisztítsák ki a barázdat, hogy a traktor kereke minél kevesebb lazított talajt taposson össze.
- A barázdafenek egyenletes és a talajfelszínnel párhuzamos legyen.

Az ekék csoportosítása

Az ekéket többféleképpen csoportosíthatjuk, amelyek szempontja a következő lehet:

- **A munkamélység szerint** sekélyszántó (< 20 cm), középmélysántó (21–26 cm), mélyszántó (27–32 cm), mélyítőszántó (33–45 cm) és rigol (> 45 cm) eke, illetve szántás lehetséges.
- **A vontatás módja alapján** fogatos, traktor- és kötélvontatású, magajáró kiviteletet ismerünk. Legelterjedtebb a traktorvontatás.
- **A munkasebesség szerint** 2 m/s alatt hagyományos, ezt meghaladó sebesség esetében gyorsszántó ekéről beszélünk.
- **Az ekekapcsolás kialakítása szerint** a vontatott, a függesztett, a félig függesztett kialakítású ekéket rendszerint a családely alapján építik.
- **A munkavégző egység alapján** kormánylemezes, tárcsás, rotációs, kombinált ekemegoldásokat különböztetünk meg.
- **A keret megoldása szerint** a merev, a csuklós keretű kialakítás szokásos.
- **Az eketest száma szerint** egy-, két- stb. többtestű ekéket szokás megkülönböztetni.
- **A megművelt barázdaalak alapján** hagyományos, előhántós, utóhántós, altalajlazító, rombuszekék ismeretesek.
- **A forgatás iránya szerint** ágyeke (egyirányban forgató), váltvaforgató (jobbra, illetve balra forgató), árokhúzó (két irányban forgató) ekék használatosak.
- **A felhasználás szerint** általános rendeltetésű, speciális (cserjeirtó, ültetvény-, gyorsszántó, lápi stb.) ekékről beszélünk.

Az ekék felépítése

Az eke részei a 34. ábra szerint csoportosíthatók.

A **működőrészek** feladata a barázdahasáb kihalítása, forgatása, illetve a talaj porhanyítása (*1. táblázat*). Tehát közvetlenül érintkeznek a talajjal. Ezek:

- a kormánylemez a szántóvassal,
- az előhántó (trágyaleforgató) vagy a beforgató lemez,
- a csoroszllya,
- az altalaj lazító.

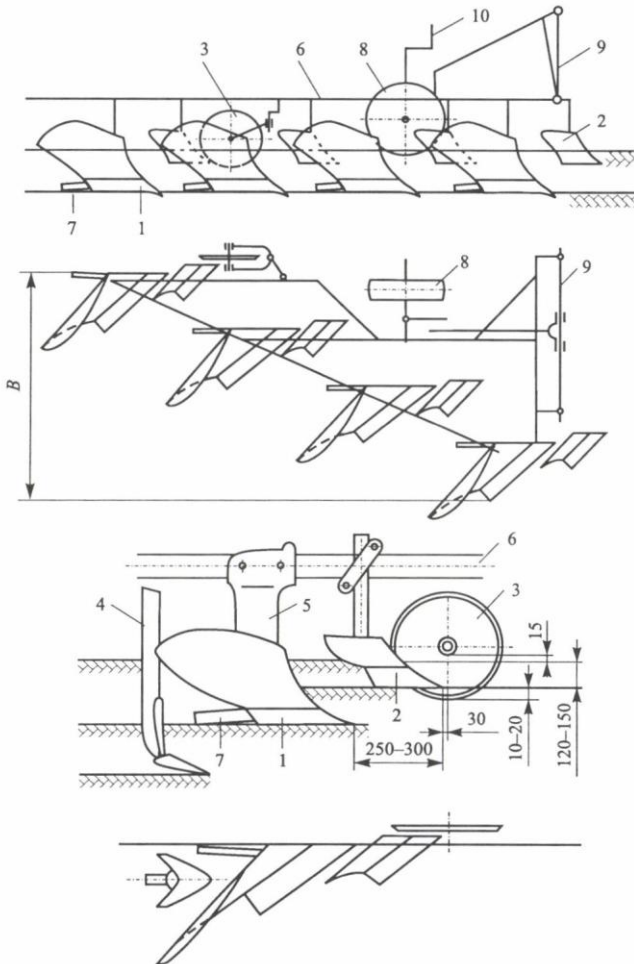
A **tartó (hordozó) szerkezetek** feladata a működőrészek egységbe (eketörzs), illetve a működőegységek keretbe (gerendák vagy keretszerkezet) foglalása.

A támasztórészek munka közben a függőleges és oldalirányú erőket veszik föl. így biztosítják az eke nyugodt, egyenletes járását. Ezek:

- az ekenád és a csúszótalp, illetve
- a járó- és a mankókerekek.

1. táblázat. Az eke (eketest) működő részei és azok feladata

| Az eketest működő részei | Függőleges metszés | Vízszintes metszés | Forgatás | Lazítás | Porhanyítás | Keverés | Felszín alakítás |
|--------------------------|--------------------|--------------------|----------|---------|-------------|---------|------------------|
| Csoroszlya | + | | | | | | |
| Előhántó | | + | + | | + | + | |
| Szántóvas | | + | | | | | |
| Kormánylemez | + | | + | + | + | + | + |
| Altalajlazító | | | | + | + | | |



34. ábra. Az eke általános felépítése

1 – kormánylemez a szántóvassal, 2 – előhántó, 3 – csoroszlya, 4 – altalajlazító,
5 – eketörzs, 6 – gerendely vagy keret, 7 – ekenád és csúsztálp, 8 – járó- vagy mankókerék, 9 – vonó-, illetve függesztőszerkezet, 10 – szabályozószerkezet

A vonó- és függesztő szerkezetek típusától függően a vontató erőgéppel való kapcsolat,

illetve a vonóerő továbbításának lehetőségét teremti meg.

A **szabályozószervezetek** az eke pontos beállítására (munkamélység, hossz- és keresztirányú szintbeállítás stb.) szolgálnak.

A **biztosítószervezet** feladata az eke túlterhelés elleni védelme, hogy elkerülhessük a törést, illetve a deformációt.

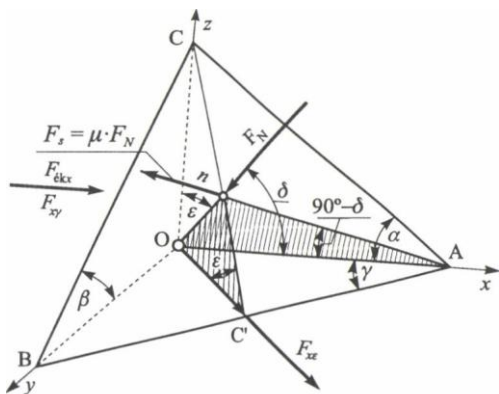
A működő részek együttes hatására jön létre a szántás alapegységének, a barázdaszeletnek a kihásítása, átfordítása. A működő részek ismertetése, elemzése előtt tekintsük át e művelet megvalósításának törvényszerűségeit.

Egyszerű és összetett ékhatás

A talajművelő gépek, így az eke munkaszerszámaikat is az ékfelületből alakították ki. Az ék sík vagy görbe felületű lehet. A talajművelő gépek művelőéke összetett: több egyszerű ékből képezhető. Ezért az egyszerű ék törvényszerűségei általában az összetett ékre is érvényesek.

Az egyszerű ékhatás a talajban

A talajban mozgatott ék működő felülete a talajszemcséket maga előtt tolva tömörítő hatást fejt ki, s a talajrészecskék közötti pórusokba szorult levegőt (megfelelő nedvesség esetén) összenyomja. A tömörítés nyomán a talajban feszültség ébred (35. ábra). A deformáció mindaddig folytatódik, ameddig az ébredő talaj feszültség következtében az ék élénél a talaj be nem reped, s ezzel megszűnik a többi, nem bolygatott részével fennálló kohéziós kapcsolata. További elmozdításakor a leválasztott talajdarab az éken mozog, és az ék felületén, valamint a törésfelületen súrlódik. Eközben az ék hatására újabb talajrészben keletkezik deformáció.



35. ábra. Az összetett ékre ható erő

Amikor bekövetkezik a deformált talajdarab leválása, már nem hat rá a deformációt előidéző nyomás. Az összenyomott levegő hirtelen kiterjed. Potenciális energiája átalakul a talajrészecskék közötti kohéziót megszüntető munkává, és a lerepedt talajdarab szétomlik.

Az összetett ékhatás

Az α szög az összetett ék xy síkban fekvő x tengellyel (haladási irány), a β a zy síkban fekvő y tengellyel, γ pedig az xy síkban fekvő x tengellyel bezárt szöge. Az ék élén, valamint a z tengelyen át felvett merőleges sík (normál sík) az összetett ékfelület ε ráhelyezési szögét metszi ki (35. ábra).

Az ék normálsík (ε) irányú mozgásakor az O pontban levő talajrészecske, az ék OC' útja alatt az On felületnormális mentén az n pontba jut. Az F_N erő, amellyel az ék nyomja a talajszemcsét, x tengellyel bezárt szöge δ .

Ha az ék OA irányba mozog, a talajrészecske az O pontból ugyancsak az n pontba jut, de An úton. A végzett munka mindkét esetben azonos.

A két helyzetváltoztatáskor a talajszemcse elmozdulása közben két egyszerű ékkel végeztünk munkát. Az első esetben az egyszerű ék szöge ε , míg a másodikban $(90^\circ - \delta)$ nagyságú. Mivel a $90^\circ - \delta < \varepsilon$, az összetett ék vontatási erőigénye ($F_{\varepsilon kx}$) kisebb, mint az ε szögű egyszerű éké ($F_{\varepsilon e}$). Megfigyelhető, hogy az n pontba való jutáshoz a $(90^\circ - \delta)$ éken hosszabb úton jutottunk, s így kisebb erőre volt szükségünk.

Az összetett ék talajra gyakorolt hatását vizsgálva megállapítható, hogy az α szögű ék felemeli és porhanyítja, a β szögű ék oldalra fordítja, míg a γ szög oldalirányba tolja a talaj hasábot.

A barázdaszelet geometriai vizsgálata

A szántást többféle szempontból vizsgálhatjuk: egyebek között a kihatott barázdakeresztmetszet alakja, az átfordított szelet mérete és geometriája szerint is.

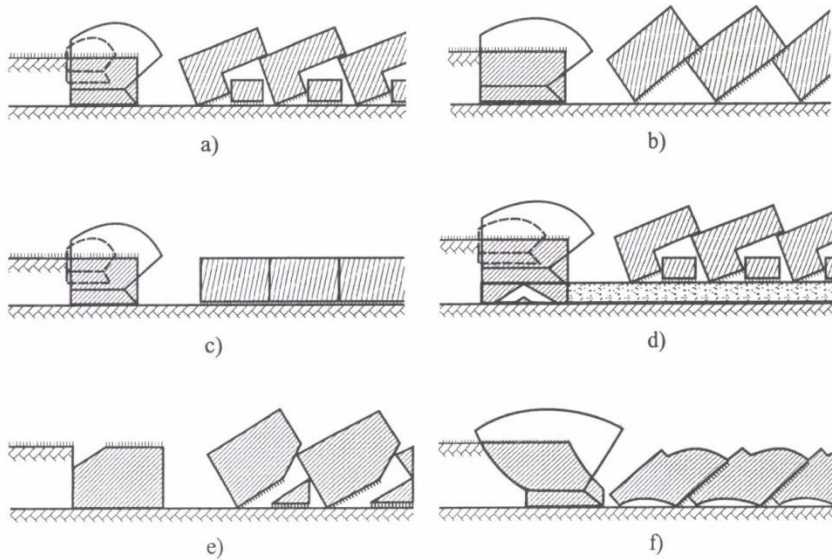
Az előhántós (36/a ábra), illetve az előhántó nélküli szántás (36/b ábra) kimetszett barázdaszeletei egymásra dőlve helyezkednek el. Teljes átforgatáskor (36/c ábra) a szeletek 180° -ban elfordulva rendeződnek el. A barázda több rétegben is átfordítható, illetve lazítható (36/d ábra). Ez esetben a művelőeszköz egymás mögött vagy egymás mellett (utóhántós szelet) két mélységben, esetleg három rétegben metszi ki és forgatja át a talajhasábot.

Nem tekintjük előhántós szántásnak a trágya-aláforgató (36/e ábra) munkáját. A rombuszszántás (36/f ábra) különleges alakú talaj szeleteiről kapta a nevét.

A 37. ábra hátulnézetben szemlélteti a kiszántott, egyben maradó barázdakeresztmetszetet, amelynek mélysége a , szélessége b .

A kihatott barázdahasábot első lépésként A sarka körül felállítja az eke, majd a D pont körül továbbdönti az előzőleg hasonló módon kimetszett és átfordított barázdahasábra

(37/a ábra).



36. ábra. Különböző szántások talaj szeletei
 a) előhántós, b) forgatás előhántó nélkül, c) teljes forgatás,
 d) altalajlazító, e) trágyaforgató, f) rombuszszántás

Az átforgatott barázdaszelet helyzetét a dőlésszög (δ) jellemzi. A δ szög kiegészítője a β átfordítási szög. A 37/a ábra alapján felírhatók a $D'D'A''$ háromszögből:

$$\sin \delta = \frac{a}{b} = \frac{1}{k},$$

amiből:

$$k = \frac{b}{a}.$$

Tehát

t az eke szántási mélysége, valamint a szántás szélessége előre meghatározza az átfordított barázdaszeletek dőlésszögét. Könnyen belátható, hogy rosszul megválasztott k tényező esetén, illetve rossz szélesség- és mélységarány mellett a barázdaszelet nem tud tökéletesen átfordulni, a barázdahasáb visszabilen.

Az árfordulás határhelyzete akkor következik be, amikor a barázdahasáb súlyvonala merőleges a barázdafenek síkjára (37/b ábra). Az árfordulás határesetében a δ dőlésszög a következőképpen határozható meg.

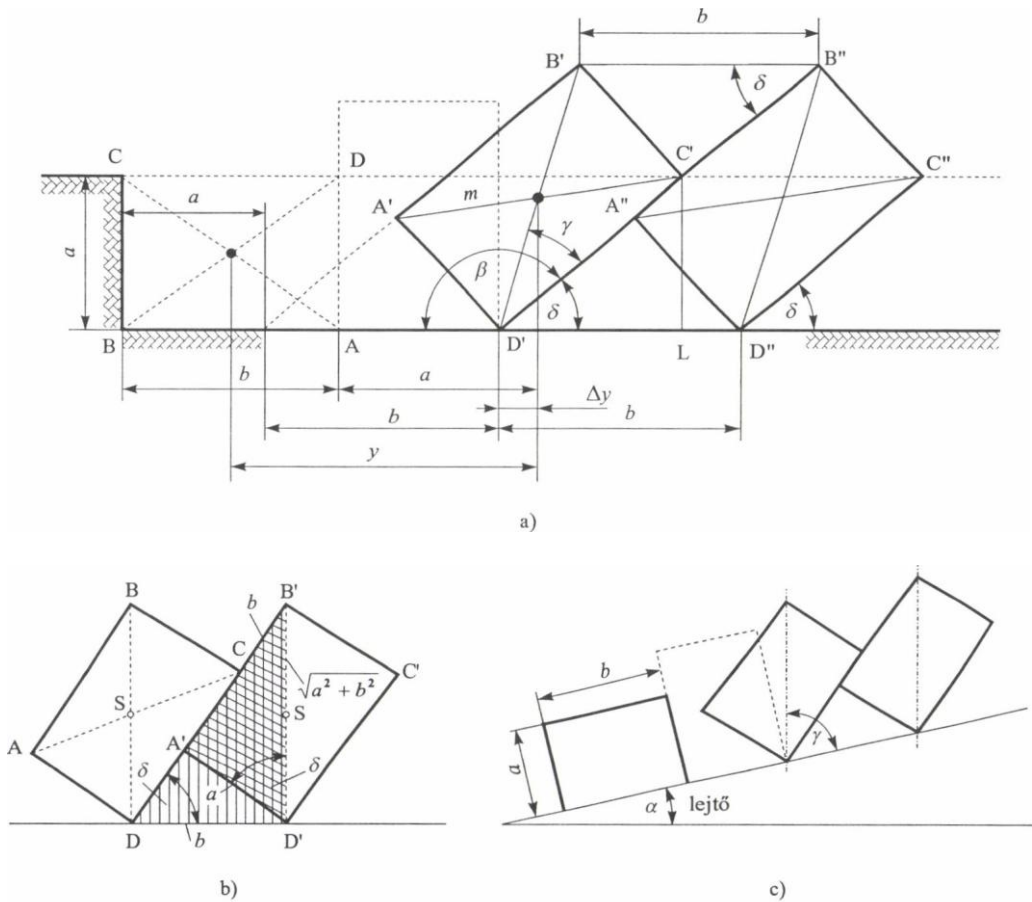
A vonalkázott $B'D'D$ és $A'B'D'$ hasonló derékszögű háromszög befogóinak aránya:

$$\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{b}} = \frac{b}{a}.$$

Az egyenlet megoldva:

$$\frac{b}{a} = k = 1,27.$$

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a $k = 1,27$ ($\delta = 51^\circ 51'$) érték a labilis átfordítási helyzet elméleti értéke. Megfigyelések szerint a $k = 1,27$ viszonzszám alapján meghatározott szántási mélységnél nagyobb mélységű szántás mellett is megfelelő átfordítás biztosítható, mivel az eke haladási sebessége segíti a szelet átfordulását. Javul az átfordítás, ha a főeketest előtt előhántót alkalmazunk.



37. ábra. Az egyben maradó barázdaszelet átfordítás utáni helyzete
 a) az átfordított helyzet, b) határeset, c) a lejtő irányába forgatott barázdaszelet

A normál szántás $k = b/a$ tényező értékét akkor kapjuk, amikor a szántott talaj felülete – a levegővel érintkező felület – a legnagyobb lesz (37/a ábra).

Ha a haladási irányban egységnyi hosszt veszünk fel:

$$A = l (b \sin \delta + b \cos \delta) \quad [\text{m}^2],$$

akkor a felület maximális értéke ott van, ahol:

$$\frac{dA}{d\delta} = b (\cos \delta - \sin \delta) = 0,$$

azaz

$$\sin \delta = \cos \delta,$$

vagyis ha $\delta = 45^\circ$, illetve $k = 1,41$.

Ez az érték az általános rendeltetésű ekék kormánylemezeinek tervezésekor kiindulási adatul szolgálhat.

Lejtős területek művelésekor felfelé forgatással szántunk. Vigyáznunk kell arra, hogy a kihásított barázdasaháb vissza ne billenjen. A lejtőn fölfelé forgatott barázdaszelet helyzetét mutatja a 37/c ábra. A labilis egyensúlyi helyzet – ebben az esetben is – akkor adódik, ha a szelet súlyvonala az alátámasztási ponton megy át.

Kormánylemezek

A kormánylemez az eke legfontosabb munkavégző része. Meghatározza az eke fordító-, porhanyító- és keverőmunkáját.

Felületének elemzésekor a szántóvassal egybeépítve vizsgáljuk, és a ferde összetett ékből indulunk ki. Hogy a ferde ék milyen mértékben végzi a talaj elválasztását, porhanyítását és oldalirányú terelését, azt – mint láttuk – a koordinátatengelyekkel bezárt α , β , γ szögei határozzák meg.

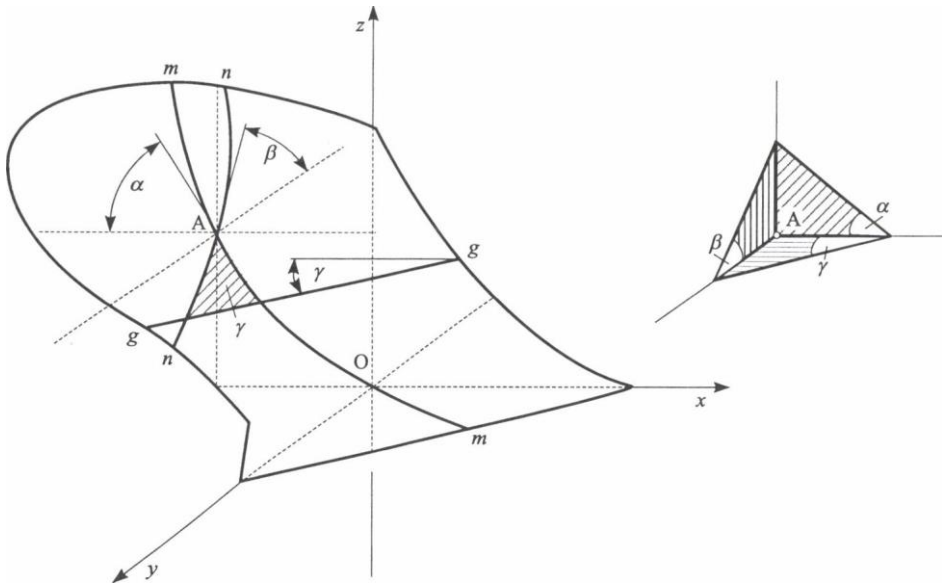
Adott kormánylemez egyes jellemző görbéi a következő síkmetszetekben határozhatók meg (38. ábra).

A porhanyításra, lazításra jellemző görbéket a barázdafallal párhuzamos és az alapsíkra merőleges síkmetszetek határozzák meg (m - m görbe). A lazítás intenzitását pedig a görbékhez húzott érintők vízszintessel bezárt szögeinek (α) változása határozza meg.

A forgatásra jellemző görbéket a haladási irányra és az alapsíkra merőleges síkmetszetek adják (n - n görbe). A hozzájuk húzott érintők vízszintessel bezárt szögeinek (β) változása szabja meg a forgatóhatás mértékét.

Az alapsíkkal párhuzamos síkokkal kimetszett görbék (γ) jellemzőek a kormánylemez oldalirányú terelőhatásának jellegére (g - g görbe).

A kormánylemezek sok változatának szerkesztésekor ezeket a g - g görbéket (γ szögű egyeneseket) mint alkotókat használjuk fel a felület leképzéséhez.



38. ábra. A kormánylemezek jellemző görbéi

Az eddig ismertetett jellemző görbéken kívül a kormánylemezekhez mindenkor meghatározzák az úgynevezett sablongörbéket is. Ezeket ugyancsak síkmetszetekkel szerkesztik. A sablongörbéket az alapsíkra és a szántóvas vágóélére merőleges síkok metszik ki. Jellegükből szintén következtethetünk a kormánylemez aprító-, részben forgatómunkájára. A sablongörbék megszerkesztése azonban elsősorban a kormánylemezek gyártása szempontjából fontos. Ugyanis ilyen görbék segítségével készítenek sablonokat, amelyekkel a sajtolószerszámokat, valamint a gyártott felület ellenőrizzük.

Kormánylemeztípusok

A ma használatos kormánylemezeket alakításuk szerint többféleképpen csoportosíthatjuk.

Felületük alakítása szerint:

- Egyenes alkotójú felületek:
 - helikoid, paraboloid vagy csavar,
 - cilindroid,
 - hengeres,
 - kultúr,
 - féligcsavart,
 - konoid,
 - hiperbolikus paraboloid.

- Nem egyenes alkotójú felületek:
 - csavart,
 - univerzális.

– Ferde alkotójú felületek.

Felületük építése szerint:

- egyrészes kormánylemez,
- több részes vagy osztott,
- réseit,
- kombinált (görgős tárcsás stb.). Alkalmazásuk szerint:
 - sekély-, közép mély, mély- és mélyítő szántó,
 - gyorsszántó,
 - altalajlazító.

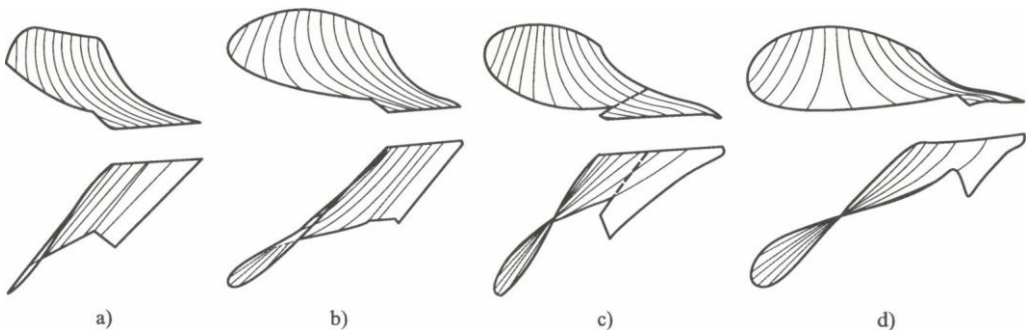
Kormánylemezek különböző feladatokra

A felületkialakításoknál már utaltunk arra, hogy az egyes változatok milyen feladatokra alkalmasak. A hengeres felület jó talajporhanyító munkájával, a kultúrfelület a porhanyításon kívül forgatóhatásával, a féligcsavart pedig a kiváló forgatóhatás mellett jó porhanyítóképeségével tűnik ki. A csavart felület a kismértékű aprítás mellett tökéletes forgatómunkát végez.

A hengeres felület szimmetrikus lehetőségét kihasználva olyan váltókéket építenek, amely a kétirányú szántást egyetlen eketettel képes megvalósítani.

Az **univerzális felületek** általában minden talaj féleségre és növelt (2 m/s-nál nagyobb) haladási sebességre is alkalmasak. Néhány jellegzetes kormánylemez-kialakítást mutat a 39. ábra.

A különböző feladatokra gyártott kormánylemezek általában egy részből készülnek, de többrészesek is lehetnek. Ez teszi lehetővé, hogy a művelőeszköz kopásakor nem kell az egész felületet kicserélnünk.



39. ábra. Különböző felületű kormánylemezek
 a) kultúr, b) univerzális, c) féligcsavart, d) csavart

Különleges feladatra – nedves talajok szántására – léces (réseit) felületű kormánylemezeket is kialakítottak. Célja a talajsúrlódás csökkentése. (A műanyag

bevonattal ellátott, illetve tárcsás vagy görgős stb. kialakítású kormánylemez általában nem vagy csak kismértékben csökkenti a súrlódást.)

A nagy tömegű szárral borított talajok szántásakor gyakori üzemzavar a kormánylemezek eltömődése. Ennek kiküszöbölésére a kormánylemezek fölé a felülettől eltérő csavarodással **beforgatólemezeket** vagy **beforgatótárcsákat** helyeznek.

Szántó- vagy ekevas

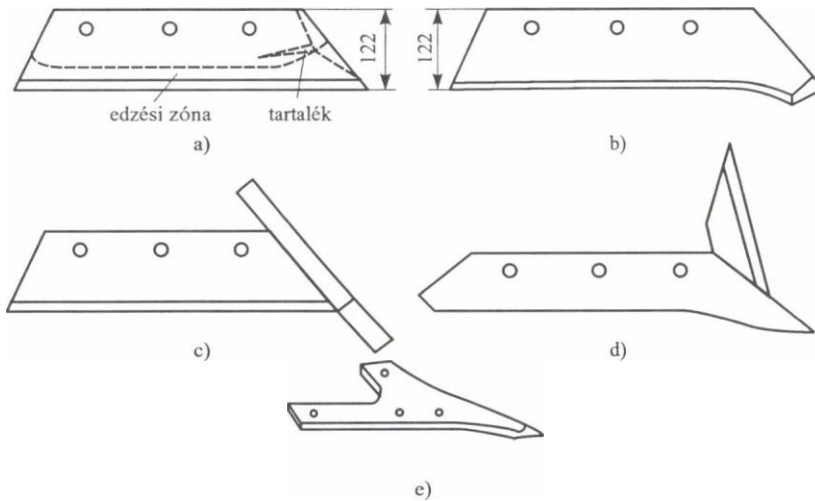
A szántóvas trapéz formájú kés, amely a haladási iránnyal – a kormánylemez típusától függően – meghatározott szöget zár be. Az eke különálló alkatrésze, amelyet hézag nélkül csatlakoztatnak a kormánylemezhez. Kétféle változata:

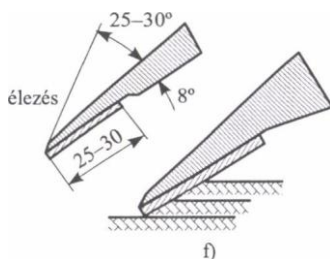
- a trapéz alakú (40/a ábra) és
- az orros (40/b ábra) vagy vésős (40/c ábra) használatos.

Ez utóbbiakat különösen ott alkalmazzuk, ahol az ekevas intenzív kopásával kell számolnunk. A legjobban ugyanis a szántóvas orra kopik.

Kötött, köves talajokra a szántóvasak állítható vésős kiképzéssel készülnek. Behúzóhatásuk hegyük (orruk) lehajlításával növelhető.

Egyes változatokat **orrcsoroszlás** (40/d ábra) kialakítással is készítenek.





40. ábra. Szántóvasak: a) trapéz alakú, b) orros vagy csákányorrú, c) vésős, d) orrcsoroszlás, e) kivágott, f) keményfém élezés

A **kivágott szántóvasak** a fekvő csavart kormánylemezek bevált megoldásai (40/e ábra).

Régebben a kopott szántóvasakat kovácsolással élezték. Emiatt hátrészükön tartalékanyagot hagytak az élezés számára. Újabban élfelrakó hegesztéssel vagy keményfém lapkával (40/f ábra) alakítják ki a szántóvasakat. Az önélező ekevasak éle két különböző kopásállóságú és szilárdságú anyagból készül. A kemény réteg alsó elhelyezésekor az él élettartama hosszabb, a felülélezetté viszont ütésállóbb, tehát jobban megfelel a köves talajokra. Az élvastagság kb. 1 mm.

A tompult élű vágófelület gyakran elkenődött, tömörödött barázdafeneket, úgynevezett eketalpat hagy maga után. Ez az agronómiai hátrányokon kívül energiapazarlással is jár.

Előhántó

A főeketest előtt dolgozik. Az előhántó és a főeketest által kihalított barázdáknak nem szabad összeütközniük az átfordítás során.

Felületét úgy alakítják ki, hogy a különvált barázdák minél gyorsabb mozgását tegye lehetővé.

Az előhántók hagyományos változata az előhántó „eketest”, amely három részből, a szántóvasból, kormánylemezéből és a szárból áll.

Felületének alsó részét hengeresre képezik ki. A γ_0 és γ_{\max} értéke a főeketestével azonos, a γ alkotónak a változása azonban más törvény szerint megy végbe.

Az előhántó ekevas vágóéle $a_1 = 5-10$ mm-rel magasabban van a barázdafenék síkjától. Ez a beállítás növeli az eke behúzóképeségét és stabilitását. A barázdafal felőli kontúr felső pontját is 5–10 mm-re döntik a barázdafaltól.

A függesztett ekék hosszmeretének csökkentése céljából az előhántót a tárcsás csoroszlával építhetik egybe. E megoldásokon azonban az előhántók méretei kisebbek a szokásosnál, és a barázdából háromszög felületet metszenek ki.

Az előhántó szerepét tölti be a kormánylemezhez illesztett hántólap, amely az eke eltömődését mérsékeli.

Használható előhántásra a gömbsüvegtárcsa is. Munkája nyomán a kihalított talajszelet jobban porhanyul, mint az előző változatoknál.

A többvasú és biztosítószerkezettel gyártott ekéken előhántó vagy hántólap helyett csak beforgatókat használnak.

Csoroszlyák

A talaj szelet eketest előtti függőleges síkú elválasztására szolgálnak. A talajtól, illetve az ekétől függően két csoroszlyaváltozatot alkalmazunk:

- a késes és
 - a tárcsás csoroszlyák
- t.

Késes csoroszlyák

Napjainkban általában a mélyítőszántó és a rigolekéken használatosak. Egyik változatuk, az orrcsoroszlya újabban a függesztett ekéken jelent meg.

A késes csoroszlyát az eketest elé szerelik, hogy elősegítsék a talajban meghúzódó gyökerek elmeteszését.

A késes csoroszlya akkor metsz jól, ha a talaj elég kötött ahhoz, hogy az elvágandó gyökeret megfogja. Homok- és laza talajokon a késes csoroszlyák alkalmazását mellőzni kell.

A vágókések ellenállása a talaj kötöttségén kívül a szerszám élszögétől, a kés vastagságától, a munkamélységtől és a szerszám állásszögétől függ. A szöggel állított késeknek azonban talajba húzó hatásuk is van, ami növeli a stabilitást.

A kések a haladási iránnyal szimmetrikus vagy aszimmetrikus elrendeződésűek lehetnek. Az előbbieket ellenállása többszöröse az aszimmetrikus elhelyezésűeknek. Ennek az az oka, hogy az aszimmetrikus kések egyik oldala nem érintkezik a talajjal, s így azt nem préseli, tömöríti.

Tárcsás csoroszlyák

A tárcsás csoroszlya csapágyazott, vágóéllal ellátott 4–5 mm vastag körlap, amely napjaink ekéinek általánosan használt művelőeszköze. Az utolsó vagy valamennyi eketest előtt hasítja a barázdafalat. A tárcsalap csúszás nélküli gördülését feltételezve, haladó és forgó mozgást végez. A tárcsa bármely pontjának sebessége tehát a momentán centrumból (π) húzott sugárra merőleges (41/a ábra).

A vágóéi munkájához ismernünk kell a vágóéi tetszőleges pontjához tartozó sebességirány és az ugyanazon ponthoz tartozó tárcsasugar által bezárt α szög nagyságát.

A csoroszlya és a szár érintkezési pontján a felületre merőleges F_{N1} erő, valamint a talaj és a szár között ébredő F_{N2} erő hatására súrlódások lépnek fel (ρ_1 és ρ_2), illetve (F_1 és F_2). A szár elmozdulás nélküli metszésének feltétele $\alpha > \rho_1 + \rho_2$ esetben valósul meg. Írható tehát:

$$F_{N1} \cdot \sin \alpha \leq F_2 + F_1 \cdot \cos \alpha = \mu_2 \cdot F_{N2} + F_{N1} \cdot \mu_1 \cdot \cos \alpha ,$$

ahol:

μ_2 – a talaj és a szár közötti súrlódási együttható,

μ_1 – a tárcsa és a szár közötti súrlódási együttható,

F_{N1} – a tárcsa és a szár között ébredő felületre merőleges nyomóerő [N],

F_{N2} – a talaj és a szár közötti felületre merőleges nyomóerő [N],
 A függőleges erők egyensúlyából:

$$F_{N2} = F_{N1} \cdot \cos \alpha + F_1 \cdot \sin \alpha = F_{N1} \cdot \cos \alpha + F_{N1} \cdot \mu_1 \cdot \sin \alpha = F_{N1} (\mu_1 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) \quad [\text{N}].$$

Írható tehát:

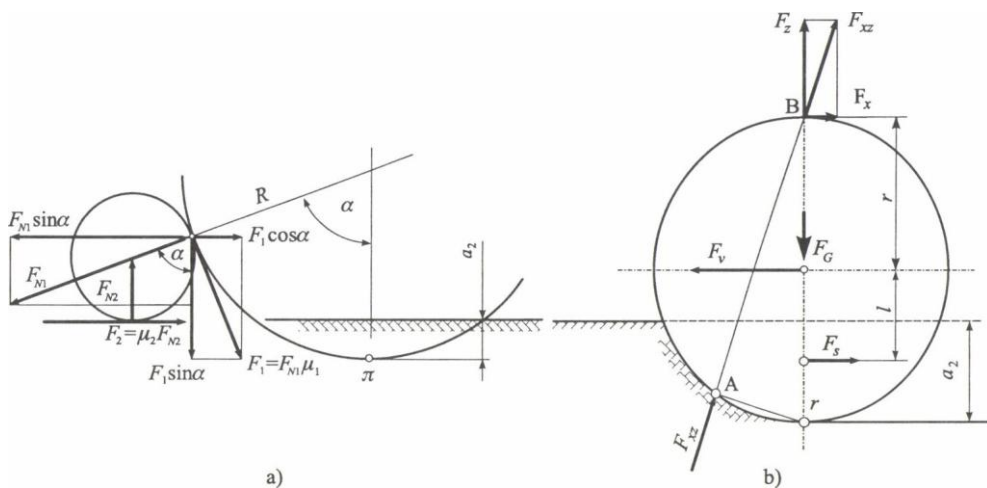
$$F_{N1} \cdot \sin \alpha \leq F_{N1} (\mu_1 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) \mu_2 + F_{N1} \cdot \mu_1 \cdot \cos \alpha .$$

Az egyenletet osztva $F_{N1} \cos \alpha$ -val, továbbá μ_1 és μ_1 helyébe $\text{tg} \rho_1$ -et és $\text{tg} \rho_2$ -t írva, valamint a szükséges trigonometriai függvényeket felhasználva kapjuk:

$$\text{tg} \alpha \leq \text{tg} (\rho_1 + \rho_2) .$$

vagy

$$\alpha \leq \rho_1 + \rho_2 .$$



41. ábra. A tárcsás csoroszllya erőhatása
 a) a metszőszög értéke, b) a mozgás feltétele

Az ábra alapján, az α legnagyobb értéke feltételt úgy is kielégíthetjük, hogy számítsuk a maximális munkamélységet (a_2):

$$a_2 - R - R \cdot \cos\alpha = R(1 - \cos\alpha) \quad [\text{cm}].$$

Az R és az a_2 értékeinek ismeretében α kiszámítható, de ρ_1 , ρ_2 és R ismeretében a_2 is meghatározható. A gyakorlatban az $a_{2\max} = 0,75 R$ értékre állított csoroszllya elégíti ki az előbbi feltételt.

A csoroszllya forgásának feltétele az, hogy az előzőekben megismert mozgásfeltételeknek megfelelően a vágóéi mentén fellépő elemi reakcióerők eredőjének meghosszabbított hatásvonalai függőleges átmérő legfelső pontjában (B) metsződjének (41/b ábra). Az elemi erőket az F_{sc} eredővel helyettesítve és komponenseire bontva a következő megállapításokat tehetiük.

A tárcsa akkor marad a talajban, ha

$$F_z \leq F_G,$$

ahol:

F_z – a talajreakció függőleges komponense, amely a tárcsát a talajból kiemelni igyekszik [N],

F_G – a tárcsa súlya [N].

A tárcsa akkor forog, ha a tárcsa oldalfalain fellépő súrlódási erő (F_s) forgató hatását a talaj reakció vízszintes komponense (F_x) nem szünteti meg, azaz

$$F_s \cdot l \leq F_x \cdot r.$$

Mint hogy $l < r$, ezért $F_s > F_x$.

A tárcsa talajba merülő felületrészei azonos keménységű talajban dolgoznak, következésképpen az elemi felületeken ébredő súrlódások eredője vízszintes irányú, azaz a forgás feltétele a leírtaknak megfelelően alakul.

A tárcsa munkavégző felületének kiképzésétől függően megkülönböztetünk sima, csipkés, csillagos és hullámos élű csoroszllyákat. A hullámos, a csipkés, illetve a csillagos kialakítás a nagy tömegű szármadarványok biztosabb elmetszésére alkalmas.

A tárcsákat csúszó- vagy tégőrgős csapágyazással készítik. Tengelyüket egyoldalas vagy villás ferde kar tartja, amely hüvelyben végződik. A hüvely egy állítható könyökös tengely körül kb. 90°-ban elforgatható (végállását ütköző határolja).

A csoroszllya minimális átmérője:

$$D \cong 3a_2 \quad [\text{m}],$$

ahol a_2 a csoroszllya munkamélysége [m].

A csoroszllya átmérőjét minimális értékre kell meghatározni, mivel növelésével elhelyezési nehézségek lépnek fel. Az is igaz, hogy a nagyobb átmérőjű tárcsa gördülési ellenállása kisebb, és azonos út megtételéhez kevesebbet kell fordulnia, tehát a kopása is

kisebb. Az átmérő szokásos értékei: $D = 350, 400, 450, 510$ mm.

A nagy mélységben dolgozó ekéket (mélyszántó és rigolekét) kések csoroszlyával látják el.

Vastagsági méretének megválasztásakor figyelembe veszik, hogy minél vékonyabb, annál kisebb a vágási ellenállás, illetve a talajdeformáció. Az általánosan alkalmazott élezési szög értéke – szimmetrikusan – $15\text{--}20^\circ$ (szokásos vastagság: 4, illetve 8 mm).

A nagy munkaszélességű ekék csoroszlyáit rugós biztosítóval készítik. Így az akadályba ütköző csoroszlya felemelkedhet ugyan, de az ekét nem emeli ki. A biztosítószerkezetek húzó, laprugós stb. megoldásúak lehetnek.

A tárcsák vontatási ellenállása $k = 4 \cdot 10^4$ N/m² ellenállású talajon $F_x = 0,7\text{--}0,9$ kN, $k = 6 \cdot 10^4$ N/m² esetén $F_x = 1,2\text{--}1,5$ kN, $k = 8 \cdot 10^4$ N/m²-nél $F_x = 1,8\text{--}2,2$ kN értékű. A függőleges erőkomponenst $F_z = 1,2 F_x$ értékkel vehetjük figyelembe.

Az ekére szerelhető altalajlazítók

A csapadék hatására a talaj kolloidjai a felső rétegből az altalajba mosódnak. Emiatt ott tömörebb réteg képződik, amely rontja a víz- és a levegőcserét.

Az altalaj-lazításos művelés egyik eszköze az ekés vagy az ekére szerelhető altalajlazító, amely a barázdafenék alatti talajt 5–20 cm mélységben műveli meg.

Az ekés altalajlazítók csoportjába tartoznak a Clausing-ekék, amelyeket más néven emeletes ekének is neveznek, mivel az alsó talajréteget egy, az ekefejre szerelt külön szántó vas lazítja. Az eke tehát két szántó vassal készül úgy, hogy a közöttük lévő résen a lazított talaj az eredeti helyére hullik vissza.

Hazai ekéinkhez a teljes keresztmetszetet lazító, féloldalas L alakú altalajlazítók készültek, amelyeket vagy az eketörzsre vagy az ekenádra erősítettek.

Hatásos az egy vagy két szintben elhelyezett, kör keresztmetszetű ujjas vagy S alakú, kapaszárra szerelt és az eketörzshöz rögzített, lazító kapatesztos altalajlazító munkája is. (E szerszám nagyjából a magágykészítők vagy a nehéz kultivátorok kapatagjainak felel meg.)

A vontatott ekéken csuklós mechanizmusra helyezik az altalajlazító testet, hogy szállítási helyzetben a szántóvas síkjáig felemelhető legyen. Függesztett és féligfüggesztett ekéken e megoldásra nincs szükség.

Eketörzs

A szántóvasat, a kormánylemezt és az ekenádat csavarokkal erősítik az eketörzsre. Az eketörzset ugyancsak csavarokkal rögzítik a gerendelyre, illetve kengyellel a keretre. Kialakításuknak lehetővé kell tenniük, hogy az említett művelőelemek jól felhelyezhetők legyenek.

Az eketörzs általában kétféle: magas és alacsony kivitelű. Ez utóbbi tulajdonképpen csak váncos, mivel a törzs a gerendely meghajlításával alakul ki. (Ezeket nevezzük eketestszárnak.)

A magas kivitelű eketörzs a vánkossal együtt egy darabból álló, öntött vagy hegesztett egység. A magas eketörzset például csőből is készítik, és ráhelyezik a vánkost, amelynek kialakítása azonos a kormánylemezével.

Az eke, illetve eketest védelme, az ekebiztosítás

Az ekék legerősebben igénybe vett egységei a vonószerkezet, az eketörzs és az eketestszár. Az utóbbiak veszik fel a talajellenállás erőit. Az eketestszárok meghibásodása (törése vagy deformációja) a biztonsági szerkezetek beépítésével elkerülhető.

A biztosítószerkezetek több változata ismeretes. Ezek:

- a vonórúdba épített biztosítószerkezetek (csoportos) és
- az eketest-biztosító (egyedi).

A vontatott ekéken a súrlódásos, a kombinált (súrlódásos és nyírószegecs) és rugós megoldások ismertek. Működésük lényege, hogy az ekére ható, törést okozó erő hatására a vonórúdca épített biztosító kiold, és megbontja a traktor, illetve az eke kapcsolatát. Az akadály megszüntetése után az ekét újból a traktor vonószerkezetére kell kapcsolnunk, és a biztosító eredeti helyzetét helyre kell állítanunk (új nyírószegecs stb.).

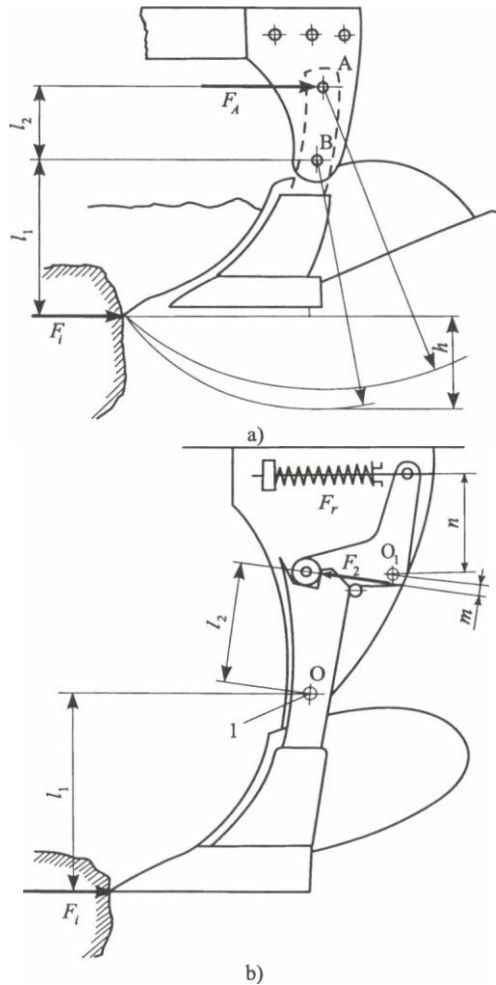
Az eketest-biztosítók nyírócsapos (nyírócsavaros), rugós vagy hidraulikus megoldásúak és

- egyszeri,
- félautomata, illetve
- automata működésűek lehetnek.

Legegyszerűbb a **nyírószegecs és -csavaros biztosítás** (42/a ábra). Túlterheléskor a nyírószegecs az A pontban elnyíródik, és az eketest a B forgáspont körül kifordul. Hasonló kialakítás rugós biztonsági szerkezet beépítésével is készül (42/b ábra). Ennél a védelmet az biztosítja, hogy az eketest például egy szögemelő görgőre támaszkodik, ezt pedig egy rugó tartja egyensúlyban. Akadályba ütközéskor az eketest az O jelű forgáspont körül fordulna el. Erre azonban csak akkor kerül sor, ha a görgő a szár fészkeből – a rugóerő legyőzése után – kiemelkedik, s így az eketestszár hátrabilienhet. Az első esetben az F_A nyíróerő (a csapsúrlódás elhanyagolásával) az

$$F_A = \frac{F_i \cdot l_1}{l_2} \quad [\text{N}]$$

kifejezéssel számítható, ahol F_i az eketest szántóvasának csúcsán ébredő, a biztosítószerkezet működését „indító” erőt jelenti.



42. ábra. Nyírócsavaros (a) és belső rugós (b) eketestbiztosítók

A 42/b ábra megoldása szerint az F_r rugóerő egyensúlya esetén:

$$F_r = \frac{\eta \cdot F_i \cdot l_1 \cdot m}{l_2 \cdot n} \quad [\text{N}],$$

ahol:

- l_1, l_2, m és n – az O és forgáspont és az F_1, F_2 , illetve F_r erők közötti távolságok [m],
- η – az O és O_1 csapokon ébredő súrlódások okozta hatásfok ($\eta = 0,6-0,7$).

Az F_i erőt abból kiindulva választjuk, hogy a munka közben változó talajellenállások ne működtessék a kioldószervezetet. Az átlagos ellenállás és a maximális ellenállás között

$$\delta = \frac{F_{\max}}{F_{\text{átl}}} = 2 - 2,7 \text{ (köves talajokon } 3 - 5)$$

viszony áll fenn. így a biztosítószerkezetet működésbe hozó erő értékére a következő adódik:

$$F_i \geq \delta \cdot k_{\max} \cdot a_{\max} \cdot b = F_{\max} \quad [\text{N}],$$

ahol:

- k_{\max} – az előforduló legnagyobb talajellenállás [N/m^2],
- a_{\max} – a szántás legnagyobb mélysége [m],
- b – az eketést munkaszélessége [m].

A követelmények az automatikus eketéstbiztosító berendezésekkel szemben:

- ne növekedjék az eketést elfordulása miatt a szántóvas hegyén támadó erő (így az egyensúlyozó erő),
- az eketést elfordulása ne járjon együtt az ekekeret helyzetének változásával,
- álljon rendelkezésre elegendő erő az eketést süllyedéséhez.

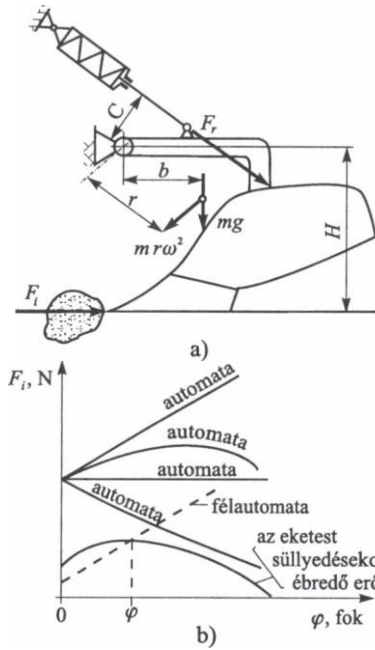
A 43/a ábra egy lengőgerendelyes megoldást szemléltet. Szerkezeti kialakításának ismeretében az eketést egyensúlya:

$$F_i = \frac{m \cdot g \cdot b + F_r \cdot c + m \cdot r^2 \cdot \omega^2 + M_s}{H} \quad [\text{N}],$$

ahol:

- mg – az eketést súlya [N],
- F_r – a biztosítószerkezet (rugó) egyensúlyozó ereje [N],
- $mr^2\omega^2$ – az eketést inercianyomatéka a forgáspontra [Nm],
- M_s – a csukló súrlódási nyomatéka [Nm],
- H – az F_r erő és a csuklópont közötti távolság [m].

Ha a biztosítószerkezet működik, az eketést gerendelye φ szöggel fordul el, miközben a munkamélység is változik. Az akadály leküzdéséhez az eketesten is, illetve a rugóban is egyre nagyobb erők ébrednek. Megrajzolható tehát az elmozdulás (φ) – erő (F_i) diagramja, azaz a biztosítószerkezet jelleggörbéje (43/b ábra).



43. ábra. A lengőgerendyes ekék biztosítása
a) az eketést vázlat, b) elmozdulás-erő diagram

Nem kielégítő az a két biztosítószerkezet, amelynek jelleggörbéje szerint az F_i indítóerő nő és túllépheti a biztonságot nyújtó számított erőt (a két felső görbe). A vízszintessel jellemzett biztosítóval ez nem fordul elő. A legmegfelelőbb azonban az alsó görbe, amely szerint a szántóvas orrán fellépő erő az eketést elfordulásának mértékével csökken.

Minden esetben követelmény azonban, hogy a szántóvas orrán ébredő erők föltte maradjanak az eketést süllyedésekor fellépő erők jellemző görbe alatti területének ($\varphi = 0$ -nál az eketést a névleges munkamélységben jár, $\varphi = \text{maximumnál}$ a mélység nulla). Ha a biztosítóberendezés jelleggörbéje behatol az említett területbe, az eketést nem tér vissza az eredeti munkahelyzetébe (félautomata).

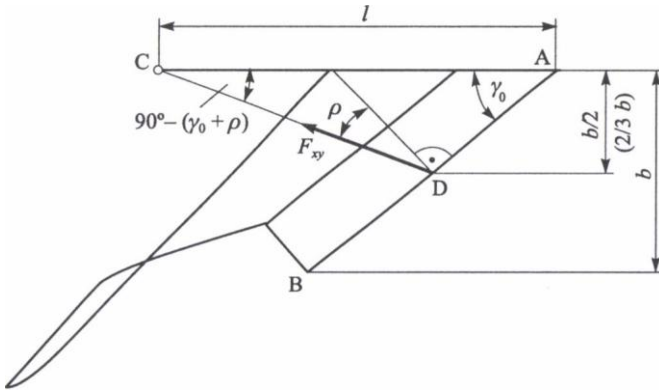
A hidraulikus eketést-biztosítók hidroakkumulátoros energiatárolásos megoldással készülnek. Működésük lényege, hogy az F_i erő hatására a rendszerben lévő olajnyomás megnő. Az akadály elől kitérő eketést (a többi eketestnél a mélységütközéssel határolt) hengerében lévő olaj az akkumulátor semleges gázzal feltöltött terét komprimálja (vagy a főhenger fogantyúját mozdítja el). Az akadály megszűntekor a nyomások kiegyenlítődnek, s az eredeti helyzetet állítják vissza.

Ekenád, csúszótalp

Szántás közben az eketestre ható erők az ekét el akarják csavarni. A fellépő oldalirányú erőket az ekenád, a függőleges erőket pedig az ekenádra szerelhető csúszótalp fogja föl. Azokon az ekéken, amelyeket kerekek támasztanak alá, az ekenád és a csúszótalp tehermentesül.

Az ekenád hosszát az egy-, illetve a többtestű ekék utolsó eketesténél a következő szempontok szerint választjuk meg.

A kormánylemezre ható eredő erő vízszintes síkba eső komponensének (F_{xy}) támadáspontját a munkaszélesség felében vagy kétharmadában vesszük fel (D). Az erő a súrlódások miatt az élre emelt merőlegestől a súrlódási félkúpszöggel (ρ) tér el (44. ábra).



44. ábra. Az ekenád hossza

Az ekenádnak olyan hosszúnak kell lennie, hogy az F_{xy} erő hatásvonala átmenjen az ekenád szélső pontján. Ilyen feltétel mellett az erőknek nem lesz nyomatéka az ekenád végpontjára. Az ábra jelölései alapján az ekenád hossza $l = AC$.

Az ACD háromszögből a sinustétel alapján:

$$\frac{AC}{AD} = \frac{\sin(90^\circ + \rho)}{\sin[90^\circ - (\gamma_0 + \rho)]} = \frac{\cos \rho}{\cos(90^\circ + \rho)}.$$

Az AD oldal azonban:

$$AD = \frac{b}{2 \sin \gamma_0} \text{ [m]} \quad \text{vagy} \quad AD = \frac{2b}{3 \sin \gamma_0} \text{ [m]}.$$

Így:

$$l = \frac{b \cdot \cos \rho}{2 \sin \gamma_0 \cdot \cos(\gamma_0 + \rho)} \text{ [m]}, \quad \text{illetve} \quad l = \frac{2b \cdot \cos \rho}{3 \sin \gamma_0 \cdot \cos(\gamma_0 + \rho)} \text{ [m]}.$$

Az ekenád felületnagyságának kialakítására az a megfontolás vezet, hogy az oldalirányú erő hatására a fajlagos talajnyomás ne haladja meg az 50 kPa értéket, illetve a fajlagos tömörítés a 10 kPa/cm-t.

Az ekenád, illetve a talaj közepes terhelése:

$$p = \frac{F_y \cdot \sin \alpha}{b \cdot h} \quad [\text{N/m}^2]$$

értékkel számítható, ahol:

F_y – az eketesten ébredő keresztirányú erő [N],

α – az ekenád hajlásszöge a barázdafalhoz [°]

h – az ekenád végének a talajba mélyedése [m],

b – az ekenád szélességi mérete [m].

A függőleges irányú erők felvételére a csúszótalpak szolgálhatnak. A csúszótalpak cserélhető és az ekenád végére, esetenként állíthatóan szereljük. Az ekenád és a csúszótalpak 1–2°-kal hajlik a barázdafalhoz, hogy csak a végponton feküdjön fel.

A csúszó ekenád helyett gömbsüvegből kialakított állítható tárcsás ekenádak is használatosak. A tárcsás ekenád a barázdafalon gördülve támasztja az ekét. Egyes függesztett eketípusokra az utolsó ekenád helyett a barázda sarkában járó, a fallal 30°-os szöveget bezáró gumi- vagy acélabroncsú farkereket is szerelnek. Ez a különböző mélységekhez állítható.

Az eke kerete

A keret az eketestek hordására szolgál. Rácsozott síktartós, illetve szekrénytartós kialakítások ismeretesek.

A **rácsozott síktartós** keret többnyire lapos vagy idomacélból készül. A haladási irányba eső gerendelyeket merevítő kereszttartók fogják össze. Részegységeit szegecseléssel, illetve csavarokkal kötik egymáshoz. Az eketesteket csavarozással erősítjük a haladással párhuzamos tartókra (gerendelyekre).

Egyes keretrészek a csavarkötések oldása után leszerelhetők, ezzel az eketestek száma, azaz az eke munkaszélessége csökkenthető.

A **szekrénytartós** keret U vagy L szelvényből hegesztett csőtartó. Előnye, hogy könnyű és merev, illetve más-más osztással különböző méretű eketestek is felszerelhetők rá. Hátránya, hogy az előhántók és a csoroszlyák külön tartón helyezhetők el, mivel a főtartó a haladási irányal szöget zár be.

Az eketestek magas eketörzzsel vagy hattúnyakú eketestszárral szerelhetők a főtartóra. A gép munkaszélessége az eketest leszerelésével vagy felhajtásával csökkenthető. A főtartó többnyire egy darabból készül, de csavarozással (toldat) is összeállítható, s így

mérete a kívánalmaknak megfelelően alakítható.

Az eketestek osztástávolsága

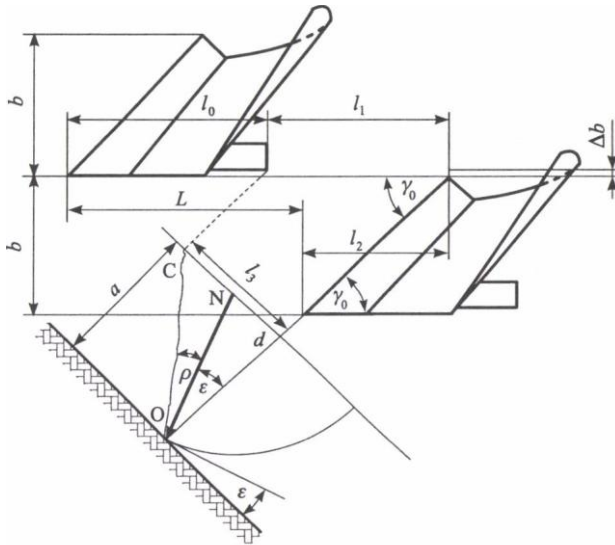
Az ekekeretre rögzített eketestek elrendezését alapvetően osztástávolságuk határozza meg. Egymástól mért távolságuk elsősorban attól függ, hogy az egyes eketestek ne befolyásolják egymás munkáját. A deformálódott talaj ez esetben nem érheti el az előző eketest ekenádját, azaz a 45. ábra szerint:

$$L = l_0 + l_1 - l_2 \quad [\text{m}],$$

ahol:

$$l_1 = \frac{l_3}{\sin \gamma_0} \quad [\text{m}],$$

$l_3 = a \cdot \text{tg}(\varepsilon + \rho)$, az OC sík vetületi hossza a talaj felszínén [m],



45. ábra. Az eketestek osztása

Így:

$$l_1 = \frac{a \cdot \operatorname{tg}(\varepsilon + \rho)}{\sin \gamma_0}, \text{ és } l_2 = b \cdot \operatorname{ctg} \gamma_0 \quad [\text{m}].$$

A legkisebb osztástávolság tehát:

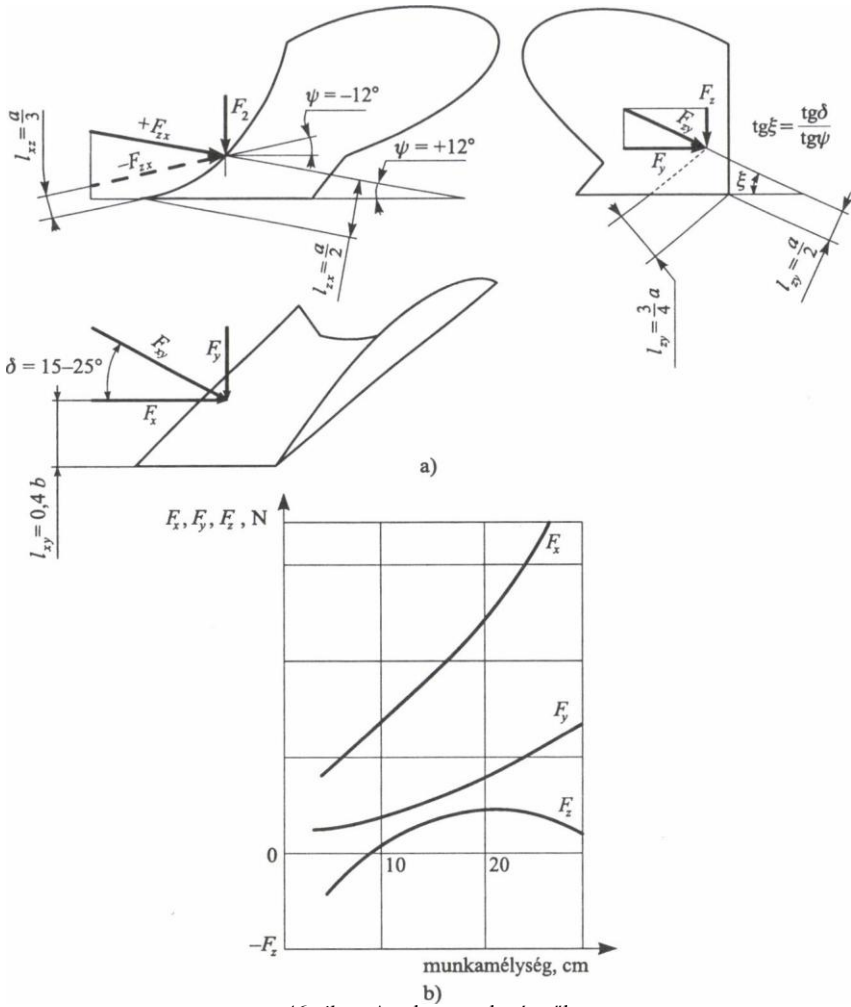
$$L = l_0 + \frac{a \cdot \operatorname{tg}(\varepsilon + \rho)}{\sin \gamma_0} - b \cdot \operatorname{ctg} \gamma_0 \quad [\text{m}].$$

A $\rho = 20\text{--}25^\circ$ esetén $L = 0,60$ m-re adódik. Az eltömődésmentes munkához, különösen a kukoricatarlót szántó ekékhez $L = 0,7\text{--}1,2$ m értéket biztosítanak.

Az eketestre ható erők

Az eketést művelőegységeire munka közben ható talajellenállások nem redukálhatók egyetlen eredő erőre. Ezzel szemben a talajellenállás elemi erőinek hatása a tér három síkjában egy meghatározott nagyságú és irányú erővel helyettesíthető. Az ekenád nélküli eketést vizsgálata alapján (térbeli dinamometrállás) a hatóerők a következők szerint alakulnak.

Az F_{xy} erő iránya, amely az elemi talaj-ellenállási erők xoy síkban eső vetületének eredője az x tengellyel (a vonás irányával) bezárt δ szög, a $\delta = 90^\circ - (\gamma_0 + \rho)$ érték alapján adható meg (46/a ábra). A különböző nedvességtartalmú és kötöttségű talajon $\delta = 15\text{--}25^\circ$ között változik.



46. ábra. Az eketestre ható erők
a) a ható erők komponensei, b) a ható erők változása a munkamélység függvényében

Jelöljük $n = \text{tg } \delta = 0,25-0,45$, és figyelembe véve, hogy:

$$\text{tg } \delta = \frac{F_y}{F_x},$$

kapjuk, hogy:

$$F_y = (0,25-0,45)F_x \cong \frac{1}{3}F_x.$$

Az F_{xy} erő a szántóvas élét a barázdafaltól az eke $l_{xy} = (0,3-0,5) b$ távolságában metszi. Az F_{xz} erő irányát jellemző φ szög értéke (az F_{zx} erő az eketést által legyőzött elemi talaj-ellenállási erők vetületeinek a zox síkba eső eredője) a talaj tulajdonságaitól, a szántóvas élének vastagságától, valamint a szántási mélységtől függ.

Tompa ekevassal szántva φ negatív, éles szántó vas esetén φ pozitív értékű. Az elméleti számítások során $\varphi = \pm 12^\circ$ -kal vehető figyelembe.

Az eketést-ellenállás F_z függőleges összetevőjének értéke az F_x vízszintes vontatási ellenállás és a φ szög alapján

$$F_z = \operatorname{tg}\varphi F_x = mF_x \quad [\text{N}],$$

Ha $\varphi = \pm 12^\circ$, akkor:

$$F_z = \pm 0,20 F_x.$$

Az l_{zx} távolság:

$$+\varphi \text{ -nél } l_{zx} = \frac{a}{2}, \quad -\varphi \text{ -nél } l_{zx} = \frac{a}{3}.$$

Az ekefejre ható F_{zy} erő az y tengely irányával ξ szöget zár be.

$$F_{zy} = F_x \sqrt{n^2 + m^2},$$

a ξ szög pedig a

$$\operatorname{tg}\xi = \frac{F_z}{F_y} = \frac{m}{n}$$

összefüggésből számítható. Értékét $\pm 45^\circ$ -kal kell számításba vennünk. Az erő támadáspontja a szántóvas csúcsától:

$$+\xi \text{ -nél } l_{zy} = \frac{a}{2}, \quad -\xi \text{ -nél } l_{zy} = \frac{3}{4}a \quad \text{távolságra van.}$$

Az F_z és F_y összetevőket az F_x ismeretében vehetjük fel. Az F_x erőt

$$F_x = \eta \cdot k \cdot a \cdot b \quad [\text{N}]$$

összefüggéssel számítjuk, ahol:

η – az eke hatásfoka (értéke $\eta = 0,7-0,75$),

k – a fajlagos ekeellenállás [N/m^2],

a – a munkamélység [m],

b – a munkaszélesség [m],

A feltüntetett értékek átlagos adatokat takarnak. Az erők irányát és támadáspontját természetesen az eketést felülete, alakja, az alkalmazott kiegészítőrészek stb. kismértékben

módosítják.

Az F_x , F_y és F_z erők mélységtől függő változását szemlélteti a 46/b ábra diagramja.

Az ekék főbb típusai

Az ekék szerkezeti felépítésük, illetve a traktorhoz való kapcsolatuk szerint:

- vontatott,
- függesztett és
- félig függesztett változatokban készülnek.

Vontatott ekék

A vontatott ekéket kerekek (barázda-, tarló- és farkerek) támasztják alá. A kerekek rögzítettek, de a kerethez képest állíthatók.

Az eke munkamélysége a **tarlókerékre** ható csavarorsós állítószervezettel szabályozható.

Szintbeállításakor egy csuklós mechanizmus elmozdítja a **barázdakerék** tengelyét, következésképp a keret emelkedik vagy süllyed. Általában minden mélységállítás után el kell végeznünk a szintbeállítást is.

A **farkerek** és vele az utolsó eketestek mélységének állítása mélységállító csavarral külön szabályozható. A farkerek munka közben rögzített, kiemelt helyzetben önbeálló.

Az eke kiemelése vagy a tarlókerékre szerelt mechanikus kiemelőautomatával vagy a keretre rögzített kihelyezett hidraulikus munkahenger segítségével végezhető. A kiemelés mozgása átadódik a barázda- és a farkereknek is.

A hidraulikus kiemelőhenger a tarlókerék kiemelőkarját mozdtítja el. Egyes vontatott ekéken a munkamélységet is hidraulikus hengerrel állíthatjuk. Ez esetben csak a szintbeállító mechanizmus, illetve a farkerek-szabályozó és kiemelőszerkezet található az ekéken.

A mechanikus automatával ellátott kiemelőszerkezeteken kívül gyakran hidraulikus munkahengert is szerelnek a vontatott ekére. Ez esetben eséscsillapítóval van dolgunk, amely az eke lezuhanását (munkahelyzetbe) fékezi, s ezáltal véd a törések ellen.

A 8–16 vasú ekéket a hagyományostól eltérő megoldással készítik. Leglényegesebb jellemzőjük, hogy a vontatott szekrényes főtartót osztottan (csuklósán) alakítják ki.

Az eke hátsó tagja csuklósán kapcsolódva a mellsőhöz függőleges irányban elmozdulhat, s jobban követi a talajfelszínt. (Az eke egyébként – a vonórudat kivéve – a félig függesztett változatok építési elvét követheti.) Az első tagot a barázdakerék, valamint egy, az osztás távolságában járó kettős ikerkerék, a második keretrészt a farkerek és a mélységállító mankókerék támasztja alá.

Függesztett ekék

A függesztett munkagépeknek nincs önálló jároszerkezetük. A gép, illetve eszköz súlyát

üzemi helyzetben részben, szállítási helyzetben pedig teljes egészében a traktor kerekei vagy lánctalpai hordozzák. A gépek állító- és emelőszervei nagyjából a traktor, illetve a traktorral szervesen összeépített függesztőmű tartozékai. A nemzetközileg szabványosított ekefüggesztési mód hárompont-függesztés néven ismert.

Nagy teljesítményű traktorokra való kapcsolásuknak határt szab a nagy tömegük és a függesztéstől távoli súlypontjuk, amelyek rontják a traktor stabilitását. A nagy teljesítményű traktorok kihasználásához nagy munkaszélességű ekék szükségesek. Ilyen esetekben a félig függesztett vagy a vontatott kivitelek üzemeltetése javasolt.

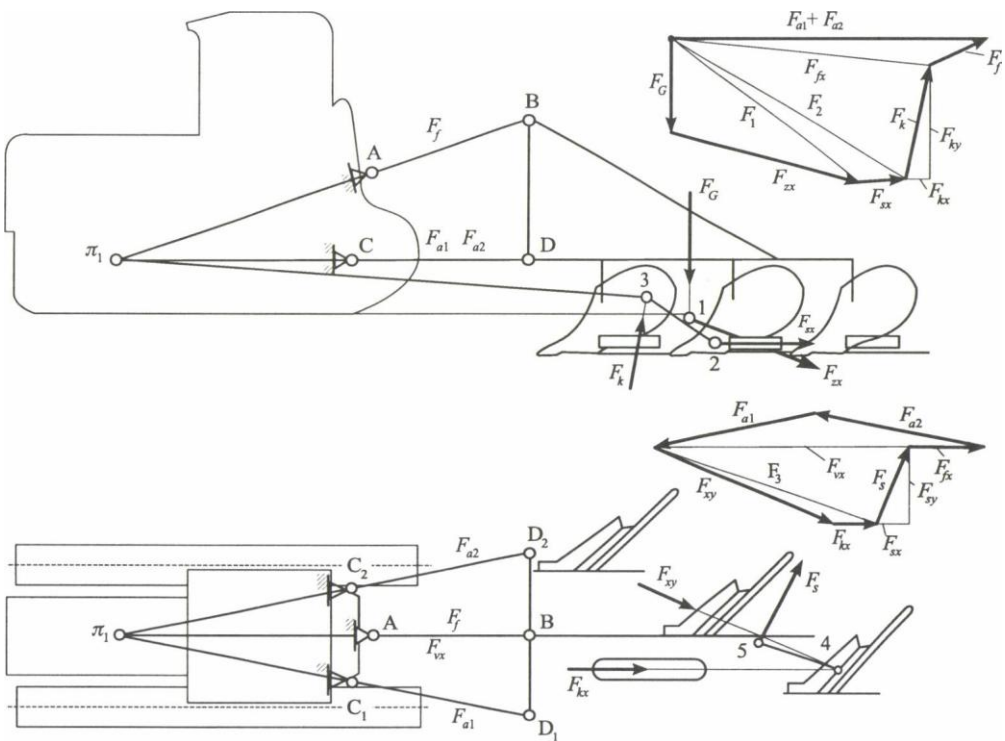
A függesztett ekékre ható erők elemzése

A következő vizsgálatunk a tarlón járó traktor-eké gépcsoportra vonatkozik (47. ábra). Az eketestre ható erőket (F_{xy} , F_{zx}) a korábban bemutatottak szerint ismertnek tételezzük fel. Az erők egyes eketesteken felvehető támadáspontja (adott síkban) páratlan eketestek esetén a középső, párosnál pedig a két eketest között, fiktív eketestet képezve jelölhető meg.

Az ekenád súrlódási ellenállása, illetve annak vízszintes komponense:

$$F_{sx} = \mu F_y \quad [\text{N}]$$

összefüggéssel határozható meg.



47. ábra. A tarlón járó traktor és függesztett eke egyensúlya

Mivel $F_y = 1/3 \cdot F_{x'}$, ezért $\mu = 0,5$ esetén:

$$F_{sx} = F_{x'}/6 \quad [\text{N}],$$

Támadáspontja a középső eketestnél az ekenád végétől 50 mm-re vehető fel. Az F_s súrlódási ellenállás a barázdafalra húzott mérőlegestől a súrlódási félkúpszöggel hajlik.

A tárcsás csorozlya (az ábrán nincs feltüntetve) F_{tx} ellenállása, mint bemutattuk, a talaj kötöttségétől függően 0,7–2,2 kN között vehető fel.

A mankókerék F_k terhelésének (amely a gördülési ellenállástól függően 5–15° alatt hajlik a függőlegeshez) vízszintes komponense:

$$F_{kx} = f_0 \cdot F_k \quad [\text{N}],$$

Az f_0 gördülési ellenállás tényezője tarlón $f_0 = 0,10$ – $0,15$, szántott tarlón $f_0 = 0,14$ – $0,16$, kultivátorral lazított talajon $f_0 = 0,20$ – $0,25$. Az eke súlyát a súlypontban (F_G) kell felvennünk. Az erőket az eke vázlatának megfelelő síkjaiban rajzoljuk föl (47. ábra).

A szerkesztés a függőleges síkban kezdődik. A vázlat mellett szerkesztett vektorsokszög az eredők meghatározását könnyíti meg. Munkánkat az F_G és az F_{zx} erők F_1 eredőjének és támadáspontjának szerkesztésével kezdjük. (F_1 eredő, illetve 1 pont.) Ezután az F_1 és F_{sx} erők F_2 eredőjét (2 pont), illetve F_2 és F_k eredőjét (F_v és 3 pont) szerkesztjük meg.

Az F_v erő egyben az eke ellenállását egyensúlyozó vonóerő. Az egyensúlyozó erőnek a 3 ponton, valamint a π_1 , póluson kell átmennie. A továbbiakban az F_v erőt AB illetve CD irányokra bontva az alsó függesztőkarokban (F_{a1} és F_{a2} valamint a felső függesztőkarokban ébredő F_f erőt is meghatározhatjuk.

A vízszintes síkban hasonló módon szerkesztve F_{vx} és F_{kx} , F_3 eredőjét; majd F_s felvételével (amelynek F_{sx} komponense megegyezik a függőleges síkban felvett értékével) az F_{vx} eredőt határozzuk meg. Egyensúly esetén ennek keresztül kell mennie az $5 - \pi_2$ pontokon. (Az F_{vx} függesztőkar irányú bontásával a karokban ébredő F_{a1} és F_{a2} erők is megkaphatók.)

A traktor egyenes vonalú mozgásához biztosítanunk kell, hogy a π_2 pólus a traktor hossz tengelyében legyen, és a vonóerőirány (F_{vx}) egyezzen meg a haladás irányával. Az első feltétel az eke fogásszélességének a traktor nyomtávolságához való beállításával, a második a π_2 pólusnak a középső eketest barázdafala fölötti vagy attól kismértékben balra tolt helyzetével valósítható meg. A π_2 pont $-5 - \pi_2$ egyenestől való $-$ jobbra vagy balra helyezése a vonóerő irányát változtatja meg, amivel változik a vontatási ellenállás nagysága is. (A gyárak adott traktorhoz megadják az eke függesztőszerkezetének pontos szerelési helyzetét.) Ha eredeti munkaszélességű ekével szántunk, a függesztőkarokat kikötő láncok lazák.

Az eketestek számának csökkentésekor a π_2 pólus helyzete változatlan marad, de az eredő ellenállás támadáspontjának helye változik. A vonóerő nyomatékokot fejt ki a momentán centrumra, ezért az ekét igyekszik úgy elcsavarni (keresztbe állítani), hogy kialakulhasson az új egyensúly. A keresztben járó eke munkája agrotechnikai szempontból előnytelen. Ez esetben az alsó karok rögzítése teszi lehetővé az elcsavarodásmentes munkát.

Félig függesztett ekék

A félig függesztett gépek abban különböznek a függesztettektől, hogy a teherhordó kerekeik – mind üzemi, mind szállítási helyzetben – súlyuk egy részét felfogják. Kiemelőszerkezeteik részben a traktor, részben a munkagép tartozékai.

A félig függesztett ekék általában nagy munkaszélességgel készülnek. Az eke tengelye a traktor alsó függesztőkarjaihoz kapcsolódik. Legtöbbjükön a traktor felső függesztőkarját nem is kell az ekéhez kötni. Hátsó végét farkerek támasztja alá. Kiemeléskor a traktor függesztőszerkezete emeli az eke elejét, a farkerek pedig a végét, amelyet többnyire kihelyezett hidraulikus munkahenger működtet.

A nagy munkaszélességű ekék általában olyan függesztő-vonó berendezéssel készülnek, amely lehetővé teszi azok üzemeltetését barázdában, illetve tarlón járó traktorokkal egyaránt. A kétféle üzemeltetési módnak természetesen előnyei és hátrányai is vannak.

Barázdában járó traktor esetén:

- kisebb a vontatási ellenállás, mivel az ekenád kevésbé támaszkodik a barázdafalhoz, vagyis kisebbek a vontatási veszteségek,
- könnyebb a kormányzás, mivel a barázdafal vezeti a traktort,
- könnyebb az egyenletes fogásszélesség biztosítása, a traktorkerek vezetésével egyszerűbb az első eketést állandó fogásszélességét és ezáltal az egész eke egyenletesebb járását biztosítani,
- a pótsúlyozás hatékonyabb, ha az eke eleje a traktorra támaszkodik, és ezáltal automatikus pótsúlyozó hatás lép fel, amelynek eredményeként kisebb lesz a traktorkerek csúszása.

Tarlón járó traktor esetén:

- csökken a talajtaposás a barázda fenekén, a barázdafalon és a már felszántott talajon egyaránt, mivel a nagy méretű gumiabroncsok nem járnak a barázdában,
- az egyenletesebb súlyeloszlás eredményeként növekszik a traktor vonóképessége,
- lehetőség nyílik ikerkerekek alkalmazására, ezáltal javul a kapaszkodóképesség, csökken a talaj taposás,
- kevésbé veszi igénybe a traktort, mivel függőlegesen ülve dolgozhat (ennek hatását azonban csökkenti az első eketést egyenletes fogásszélességének biztosításához szükséges nagyobb figyelem),
- növekszik a gumiabroncsok élettartama, mivel oldalkopás nincs és a terhelésük is egyenletesebb.

A félig függesztett ekére ható erők

A féligfüggesztett eke függőleges síkban ellenállásait az előzőekben már megismert módon rajzoljuk az eke vázlatába, majd nagyság és irány szerint megszerkesztjük az eredő ellenállást (48. ábra). Az eredő F_{vz} erőnek át kell mennie a π_1 momentán centrumon, amelyet az alsó függesztőkarok metszéspontja jelöl ki. Az eredő erő hajlásszöge a vízszinteshez (a féligfüggesztett ekénél és a vontatottaknál egyaránt), mint ezt a megszerkesztett vektorábra érzékelteti, a kerekek (F_b és F_f) terhelésétől is függ. Túl meredek hajlásszög esetén (1 jelű irány) a kerekre eső terhelés, illetve a vontatási ellenállás csökken. A legnagyobb vontatási ellenállás, illetve kerékterhelés a vízszintes irányú (2 jelű irány) bekötéskor jelentkezik. A legkisebb akkor adódik, ha $F_b = 0$, azaz az

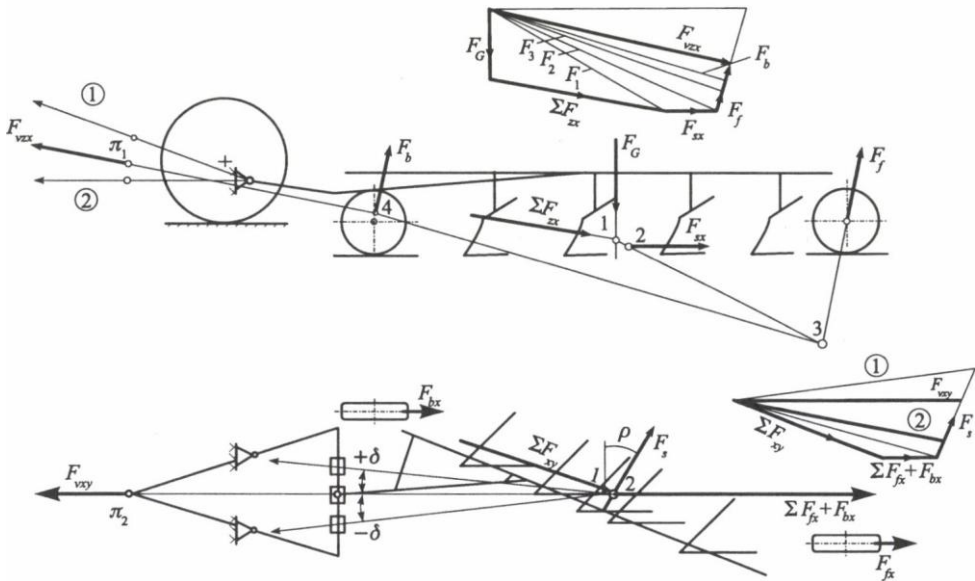
eredő vontatási ellenállás iránya a 3–4-gyel párhuzamos (F_3). Minden más esetben a barázdakerék is támasztja az ekét.

Az eke vízszintes síkú egyensúlyának vizsgálatakor elsőként a kerékellenállások eredőjét és támadáspontjaikat kell megszerkeszteniünk. Majd a talajellenállás (F_{xv}), az ekenádön ébredő támasztó (F_s) ellenállás iránya ismeretében az egyensúlyt biztosító vontatási ellenállást (F_{vxv}) és támadási pontját (2 pont) kell meghatározniunk.

Az eredő vontatási ellenállásnak át kell haladnia a π_2 momentán centrumon és a függesztőtengely csapján. Mivel az F_{vxv} , erő hajlásszöge (δ) a barázda vagy tarló felé is irányulhat, a vonóerő nagysága változhat, mert változnak az ekenádön ébredő súrlódások is (1, illetve 2 jelű irány).

Az ekék nyugodt járását az biztosítja, hogy a vontatási ellenállás átmegy a π_2 momentán centrumon és a függesztő tengely csapján. Ennek eredménye, hogy a traktoron nem ébred oldalra húzóerő, csökken a kerékcúszás, a hajtóanyag-fogyasztás és az eke vontatási ellenállása.

A félig függesztett eke barázdában, illetve tarlón járatása között – mint láttuk – a vonóerőirány szögváltozása miatt jelentős vontatási ellenállás-eltérés tapasztalható. Emiatt az eke helyes beállításához a vonórúd, illetve a függesztőtengely szerelése szükséges. Hasonlóképpen állítanunk kell a vonórudat akkor is, ha a munkaszélesség változtatása miatt leszerelünk egy-egy eketestet. Ez esetben a vonórúd állításán kívül az eke függesztőtengelyének áthelyezése is szükséges.



48. ábra. A félig függesztett ekére ható erők egyensúlya

Az ekék vontatási ellenállása

Az ekék vontatási ellenállásának vizsgálatával *Gorjacskin* foglalkozott először. Megállapításait az úgynevezett racionális kifejezés tartalmazza, amely három tagból áll:

$$F = f \cdot F_G + k \cdot n \cdot a \cdot b + \varepsilon \cdot n \cdot a \cdot b \cdot v^2 \quad [\text{N}].$$

A kifejezés első tagja $F_1 = f \cdot F_G$, foglalja magában az ekék gördülési ellenállását, valamint a barázda falán és fenekén fellépő súrlódási ellenállásokat. Adott ekénél állandónak feltételezi azzal az indoklással, hogy nem függ a barázda alakjától és méretétől. Az arányosságot kifejező f tényező 0,29 és 0,50 között vehető fel.

A kifejezés második tagja, $F_2 = k \cdot n \cdot a \cdot b$ az eketestek n számától, a kihatott barázda-keresztmetszettől, valamint a talaj kihatási és tömörítési, deformációs tényezőjétől, k -tól függ.

A harmadik tag, $F_3 = \varepsilon \cdot n \cdot a \cdot b \cdot v^2$ a talajszelet gyorsításához és oldalirányú szállításához, tereléséhez szükséges erőhatást veszi figyelembe, ahol az ε együttható a talaj sajátosságainak és a kormánylemez kialakításának függvénye. Értéke 3,0–10,0 kN · s²/m⁴ határok között vehető fel. (A kifejezésben $n \cdot a \cdot b$ a kihatott barázda-keresztmetszet, v pedig a szántási sebesség.)

Az eke vontatási ellenállása – mint látható, illetve a mérések alapján igazolható – a talajtól és az eke kialakításától, valamint a szántás sebességétől függő érték.

A Gorjacskin-féle kifejezés összhangban áll a mechanikából ismert erőértelmezéssel. A szántás közben fellépő ellenállás-változás jellegét általában igazolják a mérések. A tényezők tág határértékei azonban a kifejezést bizonytalanná teszik a számításra.

A vonóerő-kifejezés alapján megadható az eke hatásfoka is:

$$\eta_{\text{eke}} = \frac{F_{\text{haszn}}}{F_{\text{össz}}} = \frac{F_2 + F_3}{F}.$$

Az eke hatásfoka változó érték, amely számos szerkezeti és üzemi tényezőtől függ. Az átlagos hatásfok – irodalmi adatok szerint – vontatott ekéknél 0,5–0,7; függesztett ekéknél 0,6–0,8.

A vonóerő k fajlagos értékének változása – egyszerűsítéssel – a sebesség függvényében fölírva:

$$k = \frac{F_{\text{stat}}}{n \cdot a \cdot b} + \frac{F_{\text{din}}}{n \cdot a \cdot b} = k_0 + \varepsilon \cdot v^2 \quad [\text{N/m}^2],$$

ahol:

F_{stat} – a sebességtől nem függő F_1 és F_2 ellenállások [N],

F_{din} – a sebességtől függő ellenállás [N].

A kifejezés mutatja, hogy a sebesség növekedésével a k fajlagos vontatási ellenállás intenzíven, másodfokú parabola szerint növekszik.

Ahhoz, hogy az ekék vontatási ellenállásigényét (energiafelhasználását) pontosan ismerjük, ismerni kell, hogy milyen tényezők alakítják és befolyásolják annak nagyságát. Ezen tényezők általában három nagy csoportba oszthatók így:

- Talajtól függő tényezők:
 - talajállapot,
 - talajféleség,
 - domborzati viszonyok.
- Művelőeszköz konstrukciójától függő hatások:
 - felület kialakítása,
 - felület minősége,
 - szerszám élezettsége,
 - szerszámbeállítások,
 - kiegészítő részek,
 - vontatás-függesztés módja,
 - eke tömege.
- Üzemeltetési módtól függő tényezők:
 - a művelés mélysége,
 - a művelés szélessége,
 - a művelés sebessége.

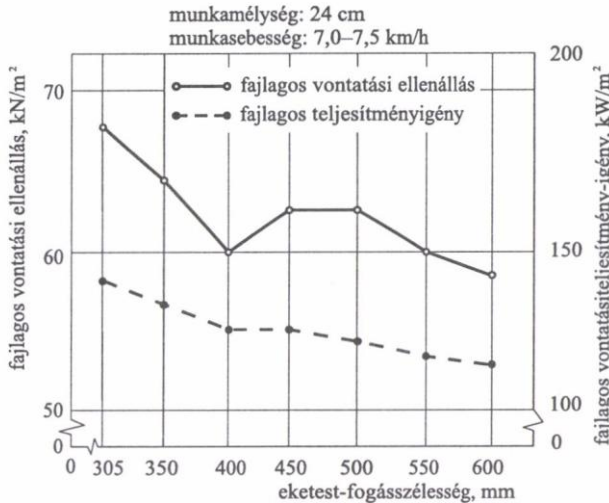
Részletes vizsgálatok alapján az eke energiamérlege az összes szükséges energia %-ában a következők szerint adható meg:

- | | |
|--|--------|
| – a vágási munka a szántóvason | 11,4%, |
| – vágási munka a csoroszlyán | 11,4%, |
| – a barázdaszelet emelési és szállítási munkája | 14,7%, |
| – a kormánylemez aprító munkája | 15,8%, |
| – súrlódások a kormánylemezen és szántóvason | 18,7%, |
| – súrlódások a támasztó felületeken | 19,4%, |
| – az eke egyéb mechanikai (gördülési stb.) veszteségei | 8,6%. |

Változtatható fogászélességű ekék

A jó erőgép-munkagép energetikai összhang megteremtésére – a változó talaj- és domborzati viszonyok miatt – nagyszámú munkaszélesség-variációra van szükség. Ez bizonyos határig az eketestek le- és felszerelésével, azon túl pedig újabb eke beszerzésével oldható meg. Az eketestek szerelése idő- és energiaigényes, az új eke beszerzése pedig költséges, ezért az újabb ekefejlesztési irányzatok már állítható munkaszélességű eke gyártását tűzik ki célul. Ezen az eke munkaszélességének változtatása egyetlen művelettel, legtöbb változatnál kihelyezett hidraulikus munkahengerrel, megoldható.

Az eketest állításával egy időben a vonórúd és a farkerek (félíg függesztettek) állítását is biztosították.



49. ábra. JD–2800 eke fajlagos energetikai jellemzői a fogásszélesség függvényében

Szántóföldi mérési eredmények és gyakorlati tapasztalatok alapján a hagyományos ekékhez viszonyítva az új ekék előnye a következők:

Agrotechnikai előnyök:

- a talajféleséghez és állapothoz igazodó fogásszélesség helyes megválasztásának eredményeként az elmunkáló műveletek minimalizálása,
- az erőgéphez igazodó munkaszélesség megválasztásával biztosítható az optimális munkasebesség, amelynek eredménye az elmunkáló műveletek minimalizálása.

Energetikai előnyök:

- traktor-munkagép energetikai összhangja mindig létrehozható, ily módon elérhető az optimális teljesítménykihasználás és a minimális hajtóanyag-fogyasztás (49. ábra).

Üzemeltetési (ökonómiai) előnyök:

- kisebb beruházási költségek,
- hatékonyabb időkihasználás.

A felsorolt előnyök gyakorlati érvényesítése napjainkban nem lehet probléma, hiszen a 2–3 eketestnél nagyobb változatok szinte kivétel nélkül változtatható fogásszélességű kivitelben készülnek.

Váltvaforgató ekék

A váltvaforgató ekék technológiai jellemzői

A váltvaforgató ekék az egyirányú szántást jobbra, illetve balra forgató eketestekkel végzik, amelyeket a fogás végén, a táblavégi forgón kell felcserélni.

Az egyirányú szántást megvalósító váltvaforgató ekék előnye:

- bakhát- és orommentes, vagyis egyenletes felszínű és homogén állapotú szántás,

- amelynek eredményeként csökkenthető az elmunkáló műveletek száma,
- fogásmentes szántási mód, amellyel nagymértékben csökkenthetők a táblavégi fordulók üresjáratú veszteségei,
- lejtős területek szakszerű szántása, vagyis a barázdaszalétek folyamatos felfelé fogatása, amely az erózió elleni védekezés legfontosabb alapfeltétele.

Ezzel szemben a váltvaforgató ekék hátrányai:

- nehezebbek, bonyolultabbak és ennek következtében áruk és üzemeltetési költségeik magasabbak,
- a hagyományostól eltérő felépítésük és üzemeltetési módjuk következtében használatuk magasabb szakértelmet kíván.

A váltvaforgató ekék főbb típusai

A váltvaforgató ekék számos változata ismert. Ezek három fő csoportba sorolhatók:

- váltóekék (a köztudatban e típusokat nevezik váltvaforgató ekének), amelyek a haladási irányú vízszintes tengely körüli elforgatással váltják át a jobbos, illetve balos eketesteket,
- ikerekék, amelyek két különálló gerendelyre szerelt jobbra, illetve balra forgató ekéből állnak (napjainkban kevésbé használatosak),
- billenőekék, amelyeknél a két egymással szemben állított gerendelyen elhelyezett – a haladási irányra merőleges, vízszintes – tengely körül átbillentve válthatók át. (E típus modern változatának tekinthetők a homlok- és hátsó függesztőművel rendelkező traktorokhoz kialakított ekék.)

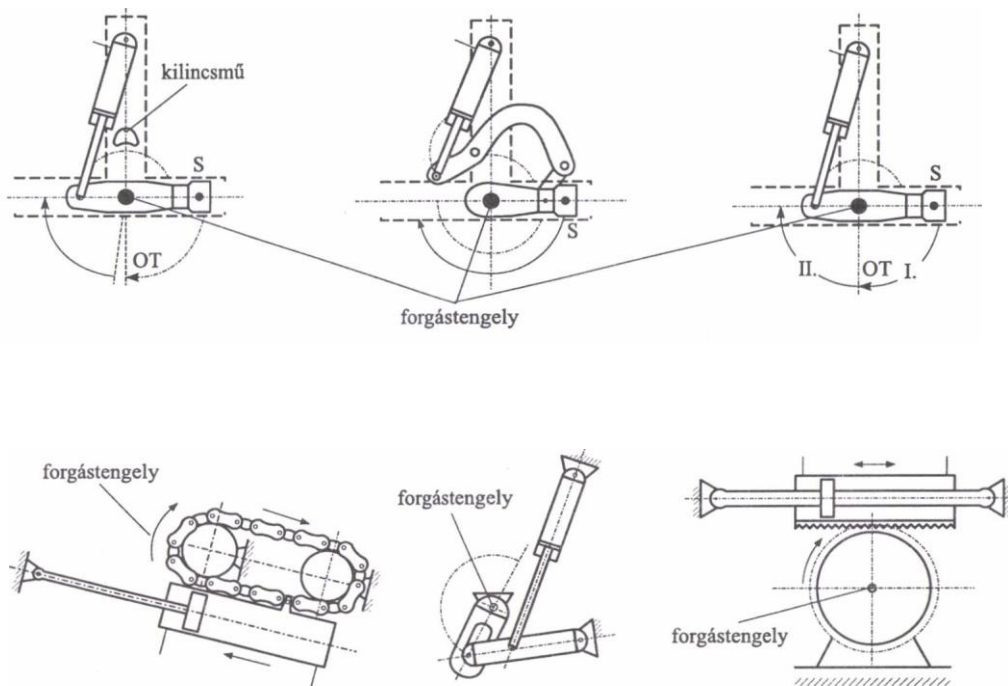
A váltvaforgató ekék keretszerkezete két fő egységből, az álló- és forgórészből áll. Az állórészen található a traktorra kapcsolást megvalósító részek (függesztőállvány, vonószerkezet) és a forgórész mozgatását végző forgató mechanizmusok. A forgórészen az eketestek és a szállító-mélységghatároló berendezések helyezkednek el.

A forgató mechanizmusok technikai megoldása az általános műszaki fejlődést követve folyamatosan változik. A kezdeti – egy-két testű ekéknél alkalmazott – kézi átfogatást a tekericsrugós kisegítésű hidraulikus berendezés, majd a teljesen hidraulikus megoldású automatikus forgató szerkezetek követték (50. ábra).

A váltvaforgató ekék beállítási lehetőségei

A traktor-eke kapcsolat szempontjából elvileg függesztett, félig függesztett vagy vontatott kivitel lehetséges. Ez utóbbi azonban olyannyira ritka megoldás, hogy jelen keretek között nem is foglalkozunk vele.

A váltvaforgató ekés szántás sajátosságából adódóan az eke függesztőállványát (függesztett változat), illetve függesztőtengelyét (félig függesztett kivitel) szimmetrikusan kell a traktorra kapcsolni azért, hogy a traktor hossz tengelye és a függesztőszerkezet szimmetriavonala egybeessen. Ellenkező esetben ugyanis a jobbra, illetve balra forgatáskor eltérő munkaszélességet kapnánk.



50. ábra. A forgatóberendezés típusai

A váltvaforgató ekék tömege a művelőtestek kettőzése miatt lényegesen nagyobb, mint az ágyekéké. Ezért előfordulhat, hogy már a függesztett változatok szállításához is szállítókereket célszerű használni. Ez megfelelő kivitel esetén lehet a mélységhatároló kerék, de használhatunk külön kereket is. Félig függesztett ekéknél előfordul tandemkeres kivitel is, amelynél határszántáskor az egyik kerék felhajtható.

Az ágyekéhez hasonlóan a váltvaforgató ekéknél is felmerült az erőgép-munkagép-talaj összehangolásának igénye. A különböző méretű traktorokhoz, illetve a különféle típusú és állapotú talajokhoz más és más méretű ekék szükségesek. A váltvaforgató ekék szerelése nehezebb mint az ágyekéké, ezért a változtatható fogásszélességű kivitelek térhódítása még gyorsabb lett.

Rotációs ekék és ásógépek

Az ekék nagy népszerűsége ellenére már 100–150 évvel ezelőtt megkezdődtek a kormánylemezek helyettesítését célzó kutatások.

Az ekét helyettesítő munkagépek kialakításában hazai szakembereink úttörő szerepet játszottak. MECHWART hajtott forgó ásógépe, KÖSZEGI talajmarója jelentős találmánynak számított.

A világon sokfelé folyik ma is kísérletezés az eke munkájának javítására. Az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet fordítottak azokra a talajművelő eszközökre, amelyek külön meghajtással is rendelkeznek. A működő forgó elemek, szerszámaiktól függően, más-más minőségű talajmunkát biztosítanak.

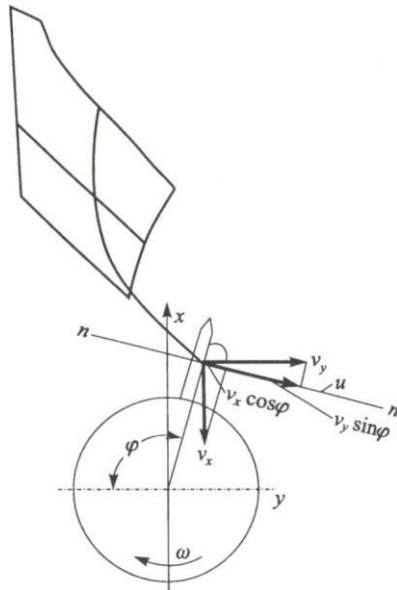
A rotációs ekék tulajdonképpen a hagyományos ekék és egy hajtott talajaprító szerkezet kombinációjával készülnek. A két- vagy háromtestű eke keretén a szokásos eketestek helyett csak kb. egyharmad szélességű szántóvas és kormánylemez található. A kormánylemez mellett egy függőleges tengelyű forgódob helyezkedik el. A kúpos kialakítású forgódob alsó részén vágótárcsa metszi el vízszintes síkban a barázdaszelet szántóvas által el nem vágott részét. A dob lemezpalástján pedig cserélhető (ujjas, lapkás, csigavonalas-késes) kések aprítják a talajhasábot. Attól függően, hogy milyen talajaprítást és keverést kívánunk végezni, más-más alakú késeket kell felszerelnünk. A forgórészek tengelyét ékszij hajtja meg, amelynek tárcsája hajtóművön keresztül az erőleadó tengelyről kardánnal kapja a hajtást.

A szántóvas és a csoroszlya által kimetszett barázdaszelet a hagyományos kormánylemezszerkezeten kezdi meg az emelkedést, az aprózódást és az átfordulást. A forgórészre kerülő talajszemcse sebességét és útját az 51. ábra szemlélteti. Az n - n tengely mentén mozgó részecske érkezési sebessége:

$$v_n = v_y \cdot \sin \varphi - v_x \cdot \cos \varphi \quad [\text{m/s}].$$

Az u kerületi sebességgel mozgó forgórész hatása pedig a következők szerint határozható meg:

$$v_f = u - v_n = u + v_x \cdot \cos \varphi - v_y \cdot \sin \varphi \quad [\text{m/s}].$$



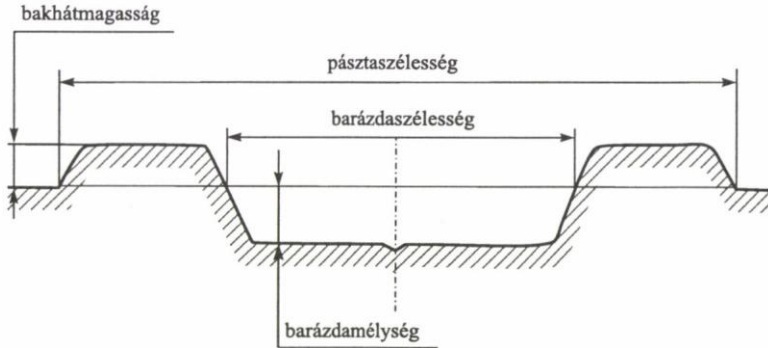
51. ábra. A rotorral találkozók talajrészecske sebességviszonyai

A forgórész gyorsító hatása természetesen különbözőképpen hat a nagyobb fajsúlyú talajrészecskékre, mint a kisebb fajsúlyú növényi maradványokra. Ennek következtében a rotációs ekék forgató hatása nem marad el a teljes kormánylemezes hagyományos ekékétől.

Az ekék helyettesítésének másik lehetséges módja a kézi ásást utánzó ásógépek alkalmazása. A kézi ásás mozgásmódját részben vagy teljesen megvalósító ásógépek kis haladási sebességük miatt csak a kertészetben tudtak tért hódítani.

Pásztakészítő ekék

A pásztakészítő ekék a részleges talaj-előkészítésen alapuló erdősítési technológiák munkagépei. Mindenfajta erdősítési területen (elsősorban tuskózás nélküli erdőfelújítások esetén) alkalmasak ültetési sávok (pászták) készítésére. Használhatók tűzvédelmi pászták készítésére, az erdőtüzek elleni védekezésnél. Az általuk készített ültetési sávok olyan módon jönnek létre, hogy az eke a sáv felső talajrétegét két oldalra kifordítja, és esetleg az átfordított rétegeket tömöríti is (52. ábra).



52. ábra. A pásztakészítő eke munkája után kialakuló talajprofil

A gép fő szerkezeti részei: a kereszttartó, a mélységállító berendezés, az alapkeret, a tárcsás csoroszllya, az eketést és a tömörítő szerkezet.

A gép szerkezeti kialakításából következően alkalmas a tuskókön való „átlépésre”, vagy a tuskók kikerülésére. Az eke a szimmetriavonalába eső tuskókra felcsúszik a kereszttartó hátrahajló élű ütközőjének segítségével. A tuskó elhagyása után az eke ismét a talajba mélyed, de a beállított munkamélységet csak bizonyos távolság megtétele után éri el, amely függ a talaj nedvességi állapotától, a növényborítás mértékétől, és a talaj fizikai jellemzőitől. A nem szimmetriavonalba eső tuskókat az eketést a kereszttartó függőleges tengelyű csapszege körüli elfordulással kerüli ki, majd a kereszttartó és az alapkeret közé épített feszítőrugók segítségével ismét középhelyzetbe tér vissza.

3.2. Fogas boronák, kultivátorok, lazítók

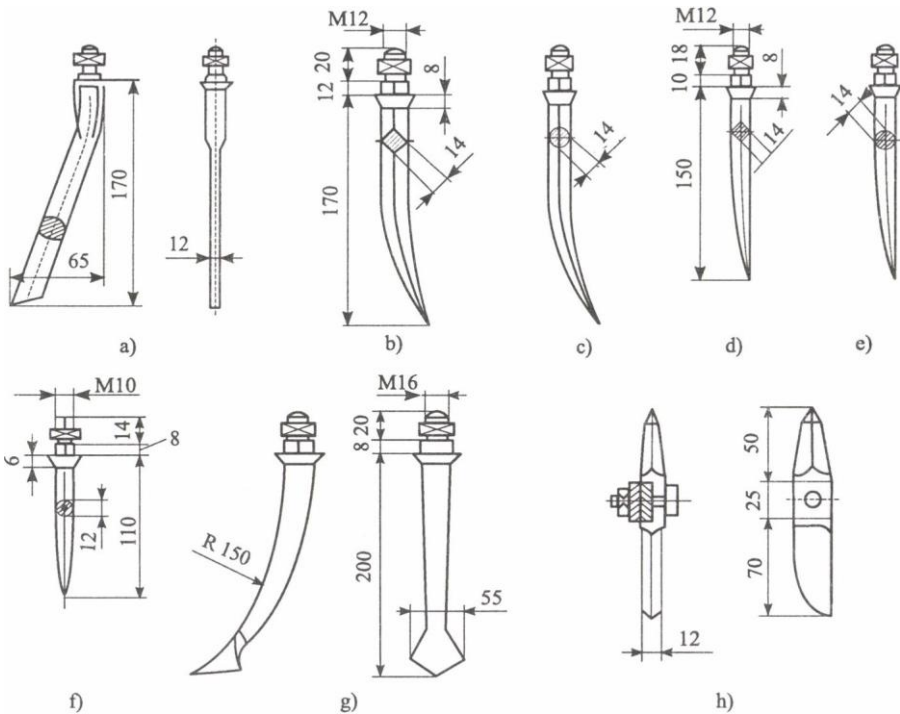
A talaj lazítására, porhanyítására és kismértékű keverésére szolgáló talajművelő szerszámok és munkagépek:

- a fogas boronák,
- a szántóföldi és a sorközművelő kultivátorok,
- a lazítók, valamint
- a magágykészítők.

Boronák

A hagyományos merev fogas borona a felszíni talajművelésben többféle feladatra, például rögaprításra, felszínegyengetésre, porhanyításra, gyomirtásra, magtakarásra, magágykészítésre és rétápolásra is alkalmas. E sokoldalú felhasználás természetesen nagy

szerkezeti változatosságot kíván.



53. ábra. A boronafog alakjai

a) lencse, b, c, d, e) négyzet és kör keresztmetszetű nehézborona-fogak,
 f) könnyűborona-fog, g) kanalas, h) késes fog

A fogas boronák a fogak állása (egyenes, hajlított), a fogkeresztmetszet (kör, négyzet, lencse, kés), az egy fogra jutó tömeg, a fajlagos tömeg (könnyű: 0,5–1,7 kg/fog, közepes: 0,3–2,0 kg/fog és nehéz: 0,7–2,5 kg/fog) és a boronatagok kialakítása (S és Z alakú) alapján csoportosíthatók. Merev boronafogakat tanulmányozhatunk az 53. ábrán. Az előrehajlítottak mélyebben, a hátrafelé hajlítottak sekélyebben hatolnak a talajba. A négyszög keresztmetszetű fogak porhanyítása jobb, mint a kör keresztmetszetűeké. A kanalas fogak lazító-, behúzó- és gyomirtó hatása felülmúlja a többiét, ezért a magágykészítők kedvelt elemei.

Rét- és legelőterületek fogasolásához csuklós (kés alakú) rétboronák, egyes kultúrák növényápolásához pedig hálóbordonák készülnek.

A rugós fogú boronák változatai között említjük még a rezgő fogú gyomirtó boronát (weeder) és a rugós kapát, amelyekre a kultivátoroknál és a magágykészítőknél térünk ki.

A boronafogak munkájukat a nyomás és az ütközés, valamint a mozgást kísérő surlódás együttes hatásával fejtik ki a talajra. Az ütközés következtében a talajrögök kisebb darabokra esnek szét, vagy ha az energia nem elég az aprításhoz, akkor kitérnek a szerszám elől. Az is megfigyelhető, hogy a fogak a kellően be nem ágyazott rögöket a felszínre hozzák. Ezért alkalmaznak egyre inkább olyan rögtörőket (pl. hengerboronát),

amelyek a felszínen levő rögöt megtámasztják és függőleges erőhatásukkal aprítják is.

A talajba ágyazott rög helyzetét, valamint a boronafog által kifejtett erőket tünteti fel az 54/a ábra akkor, amikor a szerszám v sebességgel a rögnek ütközik.

Az ütközési erő a tehetetlenségi erőből, valamint a támasztóerőből tevődik össze:

$$F = m \cdot a + p \cdot A \quad [\text{N}],$$

ahol:

m – a rög tömege [kg],

A – a rög keresztmetszete [m^2],

a – a gyorsulás [m/s^2],

p – a felületi nyomás [N/m^2].

A rög vízszintes elmozdulásakor ébredő nyomás a következő egyenlettel közelíthető meg:

$$p = k \left(\frac{x}{d} \right)^n \quad [\text{N/m}^2],$$

ahol:

x – a vízszintes deformáció,

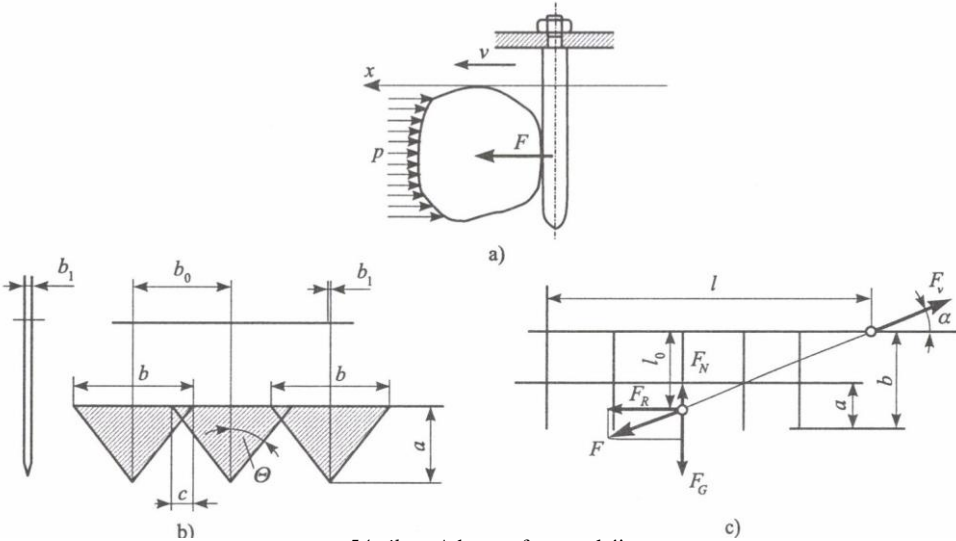
d – a rög egyenértékű átmérője,

k – a talaj beágyazódottságától, aprózottságától és nedvességtartalmától függő tényező (értéke irodalmi adatok szerint: $k = 1,0\text{--}2,0 \text{ daN/cm}^2$),

n – kitevő = 1, $x/d = 0,1$ értéknél.

Ezek szerint:

$$F = m \frac{dv}{dt} + k \frac{d^2 \pi}{4} \left(\frac{x}{d} \right)^n \quad [\text{N}].$$



54. ábra. A boronafog munkája
a) a fogra ható erő, b) a fogak osztása, c) a boronatang egyensúlya

Rögtörés akkor következik be, ha a talaj jellemzőitől függő ütközési erő eléri az ún. kritikus törőerő értékét.

A boronatang fogainak keresztirányú osztását úgy kell megválasztanunk, hogy oldalirányú lazító hatásuk két egymás melletti sorban lehetőség szerint átfedje egymást. Ha a fog vastagsági mérete b_1 , a talaj repedési-lazítási szöge Θ , akkor egy fog talajfelszínen mért munkaszélessége az 54/b ábra jelölései szerint:

$$b = 2a \cdot \operatorname{tg}\Theta + b_1 \quad [\text{cm}].$$

Az osztása pedig:

$$b_0 = 2b + b_1 + c \quad [\text{cm}],$$

ahol:

a – a maximális munkamélység [cm],

c – az átfedés értéke (2–5 cm).

A Θ értéke a fogak alakjától, a borona fajlagos tömegétől és a talaj jellemzőitől függ. Nehézboronáknál $\Theta = 15\text{--}25^\circ$, a közepesen nehezeknél $\Theta = 20\text{--}30^\circ$, könnyűboronáknál $\Theta = 20\text{--}37^\circ$.

A boronatang egyensúlya az 54/c ábra szerint a következőképpen alakul.

A boronára ható erők egyensúlya:

$$F_G - F_N = F_v \cdot \sin\alpha,$$

ahol:

F_N – a talaj-reakcióerő függőleges összetevője [N],

F_v – a vonóerő [N],

α – a vonóerőnek a talajfelszínnel bezárt szöge [$^\circ$],

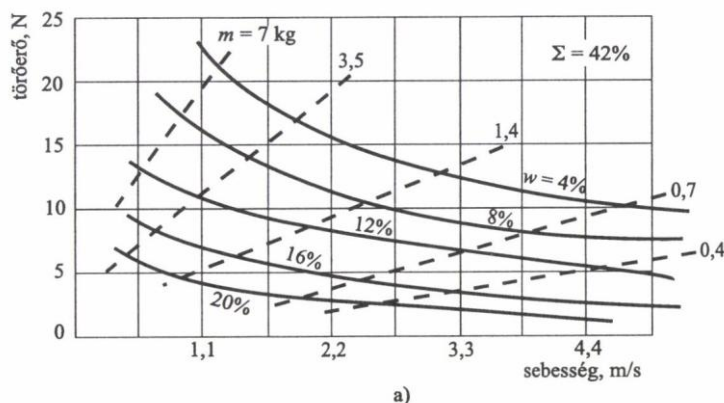
A boronatag akkor jár nyugodtan, ha:

$$F_v \cdot \cos \alpha \cdot l_0 - F_v \cdot \sin \alpha \cdot \frac{l}{2} = 0,$$

illetve:

$$\frac{F_v \cdot \sin \alpha}{F_v \cdot \cos \alpha} = \frac{2l_0}{l} = \operatorname{tg} \alpha,$$

ahol l_0 a talajreakció távolsága a kerettől [m].



55. ábra. A boronafogra ható erők

a) a törőerő változása a haladási sebesség függvényében, b) a fog állása és a vontatási ellenállás összefüggése

Az egyensúlyi egyenlet azt jelenti, ha a vonóerő irányyszöge az előbbieket szerint számított α -nál nagyobb, a borona kiemelkedik, ha pedig kisebb, benyomódik a talajba. A vonóerő irányát a vonólánc bekötési hossza szabja meg. A szokásos boronaméreteket feltételezve $\alpha = 14\text{--}17^\circ$ értékkel vehető fel.

Kísérletek eredményei szerint a vontatási sebesség növelésével, ami több és nagyobb erejű ütközést eredményez, a rög mérete arányosan csökken. A sebességet azonban nem célszerű adott határon túl növelni, mert a 3 m/s körüli sebességtartományban már csak kisebb mértékű rögaprózódással számolhatunk. Ez az érték egyben megadja a vontató erőgép haladási sebességét is.

A nedvességtartalom csökkenésével lényegesen nő a törőerő. Értékének alakulásából az üzemeltetés optimális idejére kapunk megfelelő támpontot. Az 55/a ábrán a kritikus törőerő változását mutatjuk be a haladási sebesség függvényében. Az ábra a talaj nedvességtartalmát $w = 4\text{--}20\%$ és a rög tömegét, $m = 0,4\text{--}7,0$ kg is szemlélteti. Az 55/b ábrán egy boronatag (rombusz keresztmetszetű foggal) vontatási ellenállását szemléltetjük különböző fogállással ($\alpha = 60^\circ$ előre, $\alpha = 120^\circ$ hátrahajló).

Az átlagadatok szerint a könnyűfogas egy fogának ellenállása $k = 10\text{--}15$ N/fog értékkel

vehető számításba. (Az adatok 19–23% nedvességtartalmú mezőségi talajokon 6–8 cm mélyen dolgozó boronákra vonatkoznak.)

Kultivátorok

A kultivátorok lazítják, porhanyítják, kismértékben keverik a talajt, alakítják felszínét, és irtják a gyomot.

A kultivátorokat rendeltetésük szerint csoportosítjuk. Így:

- szántóföldi és
- sorközművelő (általános vagy különleges kivitelű) kultivátorokat különböztetünk meg.

Minden kultivátortól megköveteljük:

- az egyenletes művelési mélységet és a gyors mélységállítás lehetőségét,
- a hatásos gyomirtást és egyenletes lazítást, kihagyás nem fordulhat elő,
- a művelőszerszámok jól igazodjanak a talajfelszínhez, és a művelés utáni felszín orrossága, barázdáltsága kicsi legyen,
- az egyes kultivátorszerszámokat, -szerszámcsoportokat, illetve a járókerekeket a különböző sortávolságokhoz és védősávokhoz könnyen, illetve gyorsan állíthassuk be,
- megköveteljük a nagy területteljesítményt, továbbá, hogy
- a traktor sorközi helyzetétől függetlenül tegye lehetővé az erőgép megbízható irányítását, kormányzását, hogy munkája közben az elhajló növény sorokat is követhesse,
- szabadmagassága lehetőleg nagy legyen, hogy a magasabbra nőtt növényi kultúrákban se tegyen kárt.

A kultivátorok munkavégző részei

A kultivátorok munkavégző részeit, a szerszámtesteket és a szerszámszárakat a következőképpen csoportosítjuk:

- saraboló-, gyomirtó szerszámok (56/a, b és c ábra),
- lazítószerszámok (56/d, e, f és g ábra),
- töltőgető- és barázdahúzó szerszámok (56/h és i ábra),
- növénytápláló szerszámok (56/j ábra),
- biztonsági sávban járatott szerszámok (56/k és l ábra),
- rotációs szerszámok (56/m ábra).

A sarabolószerszámok feladata a gyomirtás, lazítás. E munkájukat egyidejű kismértékű keveréssel végzik. Változataik: az egyoldalas vagy L alakú, a kétoldalas vagy lúdtalp alakú, illetve a nyíl alakú kapák. Vágóélük vastagsága 0,2–0,3 mm.

A gyomirtó szerszámokkal szemben támasztott követelmények:

- a gyomok biztos elvágása,
- minimális gyomgyűjtő hatás,

- eltömődésmentes munkavégzés,
- kismértékű lazítás,
- csekély mértékű tapadóképesség,
- sorközi művelésnél ne szórják be földdel a kultúrnövényt.

Az L alakú sarabolókapa jobbos és balos kivitelben készül. A kapatest lényeges része a vágóél és a pajzs. Ez utóbbi a kultivátor irányítását könnyíti meg, mert kiemelkedve a talajból jól látható. A pajzs magassága általában 170 mm.

Amikor a szerszám haladási iránnyal γ szöget bezáró éle találkozik a gyomnövényvel (57. ábra), azt az első pillanatban magával akarja sodorni. A gyomnövény a talajba kapaszkodva, R erővel hat a szerszámmra. Az R erő T élmenti összetevője igyekszik a gyomot az él mentén elcsúsztatni. Ezzel ellentétesen az S súrlódási erő hat.

A gyom élmenti elcsúszása akkor következik be, ha

$$T > S, \text{ azaz } R \cdot \cos \gamma > \mu \cdot R \cdot \sin \gamma,$$

ahol μ a súrlódási tényező a gyomnövény és a szerszám között.

A μ értékét $\operatorname{tg} \varphi$ -vel helyettesítve, az egyenlőtlenség mindkét oldalát $R \cdot \cos \gamma$ -val osztva kapjuk:

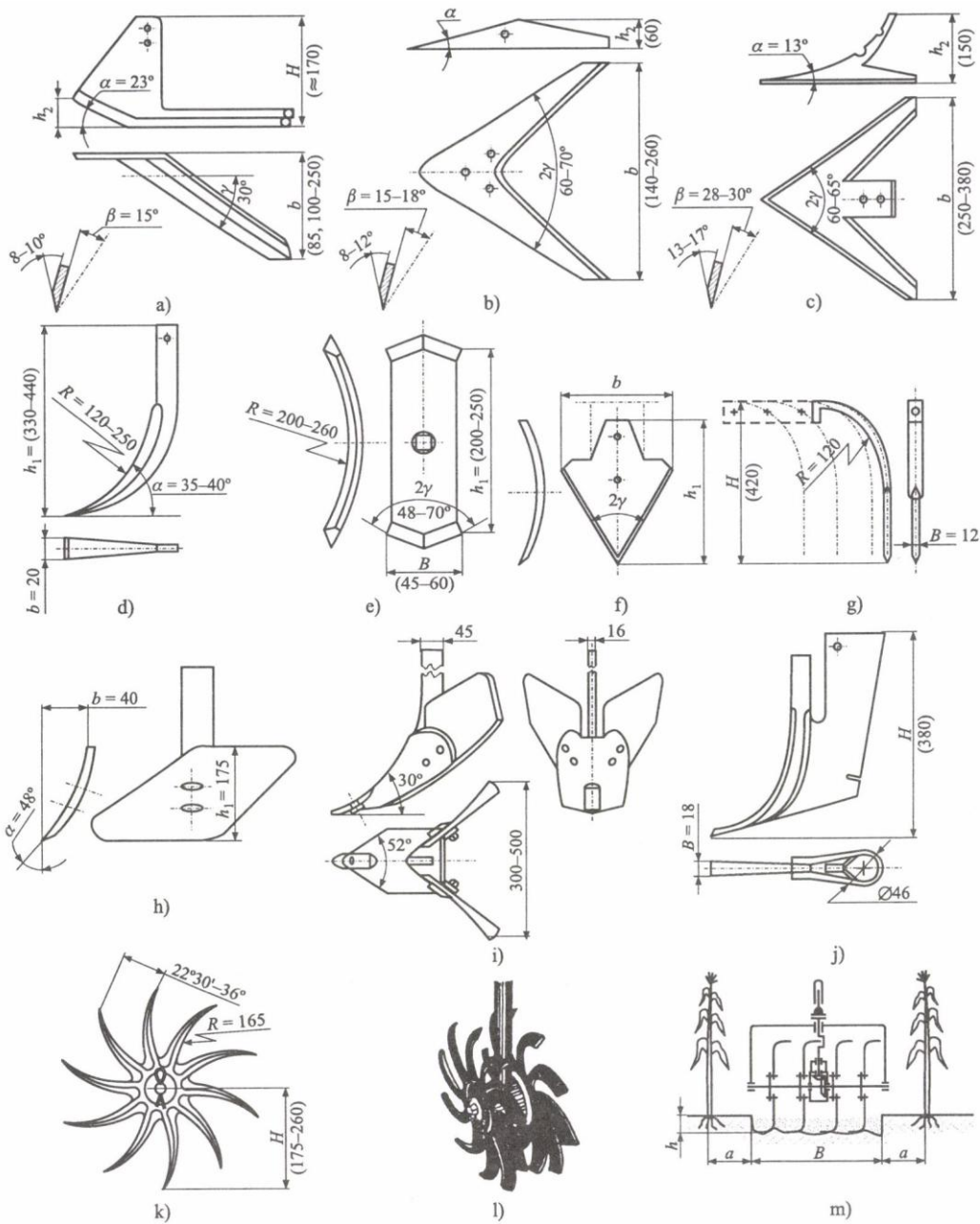
$$1 > \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \gamma.$$

Rendezve az egyenlőtlenséget:

$$\operatorname{ctg} \varphi > \operatorname{tg} \gamma, \text{ azaz } 90^\circ - \varphi > \gamma.$$

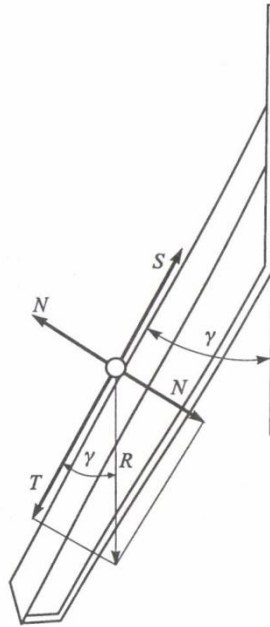
Ezen összefüggés alapján megállapíthatjuk a szerszám γ szögének felső határát, ha ismeretes a gyom és a szerszám vas közötti súrlódás szöge. Kísérleti adatok alapján ez a szög eléggé állandó és közel 44–45°-kal egyenlő. A φ értékét 45°-ra véve:

$$\gamma < 45^\circ.$$



56. ábra. Kultivátorszerszámok

a) L alakú, b) nyíl alakú, c) lúdtalp alakú, d) véső, e) lazító fordítható, f) lazító lándzsa vagy szív alakú, g) rugó vagy rugósborona (weeder), h) egyoldalas töltető, i) kétoldalas töltető, j) növénytápláló, k) küllős kapa, l) forgókapa, m) talajmaró



57. ábra. A gyom elcsúszása a kapaélen

A γ szög alsó határértékét szilárdsági szempontok szabják meg. A γ szöget $28\text{--}30^\circ$ alá csökkentve, meggyöngíténék a szárnyak szilárdságát, mert ezeket eredeti munkaszélességük megtartásához hosszabbra kellene választani. Ezek szerint a gyomirtó szerszámok γ szögét az alábbi határok között ajánlatos felvenni:

$$28^\circ < \gamma \leq 45^\circ.$$

A nyíl és lúdaltal alakú (kétoldalas) kapatesteket (l. az 58/b és 58/c ábrát) jellemző szögek és méreteik különböztetik meg egymástól. A nyíl alakú kapatest mélysége $a = 60$ mm, 2γ nyílásszöge 60 vagy 70° , munkaszélessége $b = 140\text{--}260$ mm. A kapatestek felülről élezettek, élszögük $\varepsilon = 8\text{--}12^\circ$. A szárnyak talajjal bezárt lazítószögeinek nagysága $\beta = 15\text{--}18^\circ$.

A lúdaltal alakú kapatestek munkaszélessége $2\gamma = 65^\circ$ -nál $b = 330$ mm, $2\gamma = 60^\circ$ -nál $b = 250\text{--}380$ mm. A lazítószög értéke $\beta = 28\text{--}30^\circ$, az élezés szöge $\varepsilon = 13\text{--}17^\circ$. A kapatestek maximális munkamélysége $a = 10$ cm.

A lazítószerszámok (58/e, 58/f ábra) gyomirtó hatása minimális. Alkalmazásukra a szántóföldi, egyes esetekben a sor- és nehéz kultivátorokon, többnyire azonban a magágykészítő gépeken kerül sor.

A véső alakú lazító fog (58/d ábra) tulajdonképpen egy élezett, merev, íves kapaszár, amely $a = 15$ cm mélységű munkára szolgál. Megfelelő kialakítással a szilárd, vagy folyékony műtrágya talajba juttatására is alkalmas. A szerszám ív alakban görbített négyyszög keresztmetszettel készül ($R = 120\text{--}250$ mm), $\alpha = 35\text{--}40^\circ$.

Az íves lazítószerszámokat kétoldalas vagy féloldalas éllel gyártják. Fő méreteik: $B = 45\text{--}60$ mm, $2\gamma = 48\text{--}70^\circ$, $R = 200\text{--}260$ mm. Munkamélységük: $a \leq 25$ cm. A munka közben megkopott szerszám átfordítható.

A lazítószerszámok különleges változata a rugós rezgőborona (weeder) (56/g ábra), amelyet a sorközben vagy a biztonsági sávban járatunk. A rezgő boronafog gyomirtó és talajporhanyító munkája igen jó.

A töltőgetőkapák (56/h és 56/i ábra) egy- vagy kétoldalas szerszámok. Burgonyatöltések kialakítására, sorközi gyomirtásra, talajlazításra szolgálnak. A szerszámtestet 4 mm-es acéllemezéből készítik hengeres felülettel. Pálca- vagy rugózó szárnyakkal is ellátják. A kapák szárnyrészei a töltés nagyságához, illetve a sortávolsághoz igazodva állíthatók.

A kétoldalas vagy kétszárnyú kapák kisebb mélységű vízvezető árkok, illetve öntözőbarázdák kihúzására is alkalmasak. Műtrágya-levezető tölcserrel kiegészítve a növénytáplálás is megoldható velük.

A biztonsági sávban járatott szerszámok egyike a küllős kapa (58/k ábra), amelyet a sorral párhuzamosan vagy kis szöget bezárva (V alakban elrendezve) maximálisan 9 cm, többnyire azonban 1–2 cm mélységben párosával járatunk. Átmérője $D = 350\text{--}520$ mm, vastagsága 12–15 mm. Fogaik a hegyük felé kúposak. A kisebb átmérőjű kapák folyóméterenként több szúrást végeznek a talajban, ám eltömődési veszélyük nagy. Két küllős elem (távolságuk 68, ill. 56 mm) négyzetméterenkénti szúrásainak száma 125–165.

A rotációs szerszámok közé tartozik a forgókapa (58/l ábra) és a talajmaró (58/m ábra). Az előbbi a küllős kapaelemhez hasonlít. Csupán abban különbözik tőle, hogy a talajba nyúló, ferde lapban végződő hegye élezett. Fogai lemezből készülnek, vagy öntéssel állítják elő őket.

A kultivátorszerszámok között említjük meg a védőtárcsát és a védőlemezt is. A nagyobb haladási sebességgel dolgozó kapák által oldalirányba szórt talaj megsértheti, esetleg betemetheti a fiatal növényeket, ezért esetenként a növénytör két oldalánál boronatórcsalapokat is elhelyeznek. Ezenkívül a tárcsák lazítják, domború oldalukkal pedig tömörítik a talajt.

Ismerünk olyan megoldást is, amelynél a kapaszerkezet keretére erősített, a sor két oldalán járó védőlemezek vagy fordított V alakúra kiképzett lemez védi a növényt. A védőlemezeket többnyire paralelogrammásan függesztik, hogy élükkel követhessék a talajfelszínt, és akadályba ütközéskor elmozdulhassanak.

A kultivátorszerszámok elrendezése

A szántóföldi kultivátor szerszámainak elrendezése

Az agrotechnikai követelményekből adódik, hogy a talajt teljes szélességében meg kell munkálnunk. Mindezek mellett arról is gondoskodnunk kell, hogy a szerszámszárak ne

tömődjenek el, mert ez rontja a munka minőségét, és növeli a vonóerőigényét.

Az eltömődés ellen a szerszámszár kialakításával is védekezhetünk, amennyiben a szárat úgy képezzük ki, hogy a gerendely és a talaj közötti része görbített (rugós szerszámszár). További lehetőség az, hogy a szerszámszárakat egymástól viszonylag távolabb, mélységben is tagolva, több sorban helyezzük el. Az egyes sorok közötti 300–500 mm-es távolság már elegendő ahhoz, hogy az eltömődést elkerüljük.

A hézagmentes művelést úgy éljük el, hogy a kapákat keresztirányban egymáshoz képest túlfedéssel helyezzük el. A lúdtalp alakú kapák túlfedése 40–80 mm. Az a munkamélységben dolgozó szerszám lazítási síkja $\alpha + \rho$ szöggel tér el a függőlegetől (58. ábra). A talajmozgás oldalirányú repedése a szerszámhoz θ szöggel hajlik. Ezek ismeretében a szerszámok osztása a következők szerint határozható meg.

A lazítószerszám munkasávja a felszínen:

$$H = b + 2L \cdot \operatorname{tg}\theta \quad [\text{cm}],$$

ahol:

b – a szerszám szélessége [cm],

L – a berepedési sík hossza [cm],

θ – a talaj lazítási szöge (40–50°).

A berepedési sík hosszát kifejező összefüggés:

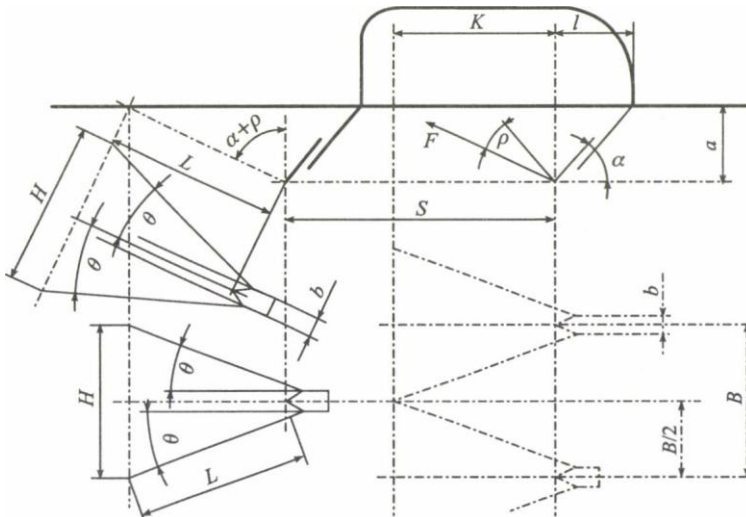
$$L = \frac{a}{\cos(\alpha + \rho)} \quad [\text{cm}],$$

ahol:

a – a munkamélység [cm],

α – a szerszám ráhelyezési szöge [°],

ρ – a szerszámvas és a talaj közötti súrlódási szög [°].



58. ábra. A szerszámok osztástávolsága és elrendezése

Ha a kapott kifejezést az előbbi egyenletbe helyettesítjük:

$$H = b + \frac{2a \cdot \operatorname{tg} \theta}{\cos(\alpha + \rho)} \quad [\text{cm}]$$

értéket kapjuk.

A munkasáv hézagmentes megművelése céljából elengedhetetlen, hogy a szerszámok oldalirányú osztása $H > B/2 > H/2$ legyen.

Az eltömődés elkerülésére a szerszámokat egymás mögött két-három, esetleg még több sorban helyezik el. A szerszámok menetirány szerinti osztásakor (S) a következő feltételt kell kielégítenünk:

$$S \geq l + K,$$

ahol:

l – a szerszám öblössége [cm],

K – a lazítás vízszintes vetülete [cm]. Az ábra szerint:

$$K = a \times \operatorname{Tg}(\alpha + \rho) \quad [\text{cm}],$$

illetve

$$S \geq l + a \times \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \quad [\text{cm}]$$

összefüggést nyerjük. A feltétel értelmében a lazítóhatás nem érhet túl az előző

szerszámtörzsnél.

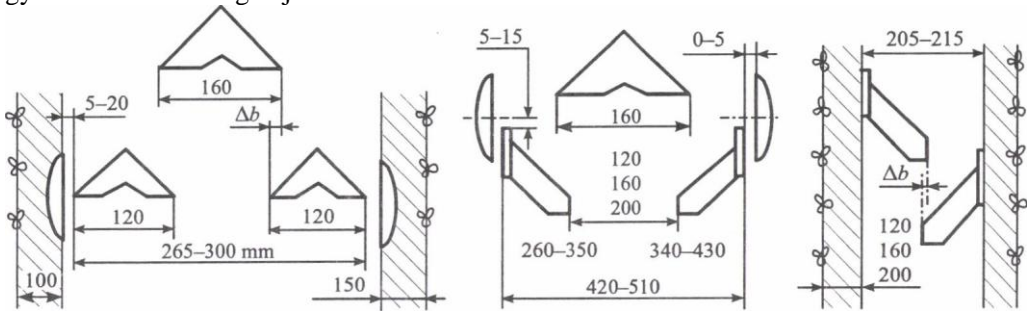
A lúdtalp alakú szerszámoknál a két sorban elhelyezkedő kapák munkaszélessége gyakran eltérő. A hátsó sor szerszámai szélesebbek, s így a két sor szerszámaira ható erők körülbelül egyenlők (a második szerszám sor ugyanis az átfedés miatt már lazított talajt is mozgat).

A sorművelő kultivátorok szerszámelrendezése

A sorművelő kultivátorokon a sarabolószerszámokat két vagy három sorban helyezik el. Néhány megoldást szemléltet az 59. ábra. Az egyoldalas sarabolók előtt rendszerint egy kétoldalas sarabolószerszámot (lúdtalpkapát) is járatnak, hogy a hátrahagyott talajfelszín egyenletes legyen. A közöttük szükséges Δb átfedést úgy választják meg, hogy az a teljes gyomirtást biztosítsa ($\Delta b = 35\text{--}80\text{ mm}$).

A féloldalas kapatest a növényzet mellett kisebb távolságra is járatható, mert a kiemelkedő függőleges pajzsrésze pontosan mutatja a művelési sáv szélét.

A kétszárnyú kapát rendszerint a növényzettől távolabb vagy a sorköz közepén helyezik el, mert a kapa szélét nem lehet figyelemmel kísérni. Emiatt a kultúrnövény gyökérszárait is elvághatja.



59. ábra. A sarabolószerszámok elrendezése

A kultivátorszerszámok szárai

A kultivátorkapákat szerszámszár segítségével rögzítjük a gépkerethez vagy a kapatag vonókeretéhez. A szerszámszárak kialakítása a rászertelt művelőeszközöktől és a munka mélységétől függően:

- merev (egyenes vagy íves),
- félmerev (rugóval kombinált merev szár) és
- rugós (S alak vagy íves) kialakítású lehet.

A merev kapaszárak általában a nehéz és a sorművelő kultivátorok szerszámaihoz készülnek egyenes, íves, s a nagyobb munkamélységekhez egyenszilárdságú kialakítással.

A félmerev szerszámszárakat rendszerint laprugóval kombinálják. Munka közben a rugódeformáció miatt rezgő mozgást végeznek, ami által jobban porhanyítja a talajt. A tekercsrugóval kombinált kivitel a kapaszár törés elleni védelmét is szolgálja, de félmerev szerszámszárnak is tekinthető.

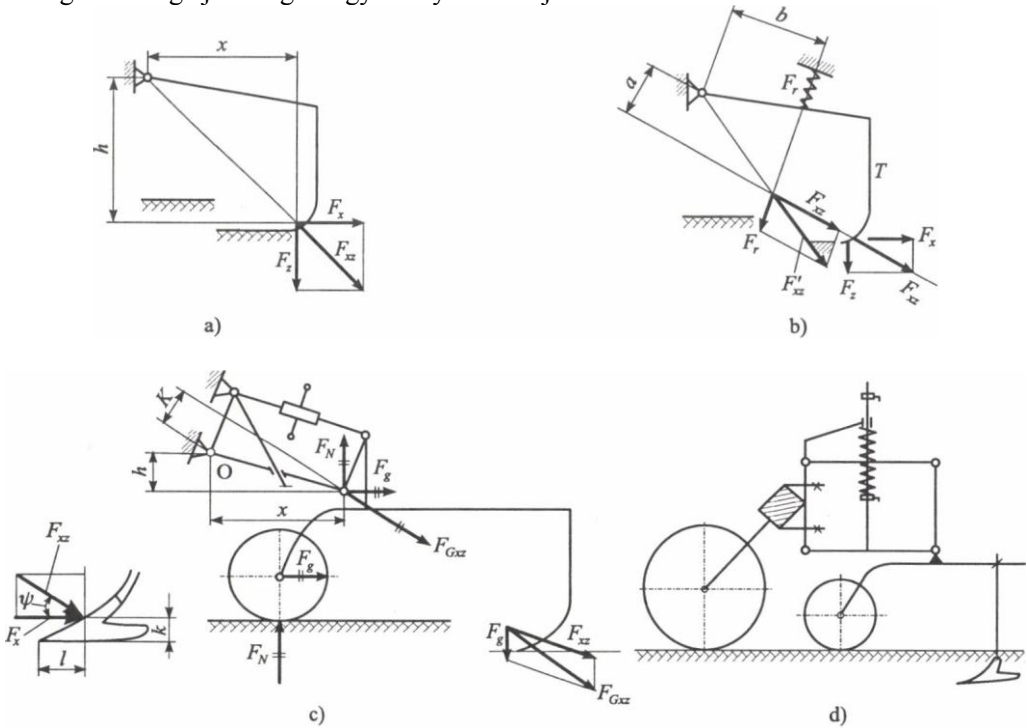
A rugós szár laprugóból (egyenes vagy megerősített kettős laprugó, S alakra hajlítva) készül.

A kultivátorok művelőtagjai

Egyes szántóföldi kultivátorok, magágykészítők és nehézkultivátorok merev, rugós, vagy félmerev szerszámainak sík, rácsos keretre rögzítik. Más változatokon a haladási iránnyal szöveget bezáró, de középre szimmetrikus (V alakú) szekrényes főtartóra szerelik a szerszámokat, amelyeket mélységátaroló kerékekkel támasztanak alá.

A hagyományos kialakítású szántóföldi kultivátorok szerszámainak a vontatási irányra merőleges gerendelyre csuklós mellékkerettel is kapcsolják. A szerszámmal és szerszámszárral ellátott mellékkeretet kaptagnak nevezzük. A kaptag készülhet egy, vagy több szerszám felfogására.

A csuklós kaptag (60/a ábra) jól illeszkedik a talajhoz. Mélységtartása azonban nem kielégítő. Vizsgáljuk meg az egyensúly és a talajba merülés feltételét!



60. ábra. Kaptag-megoldások a) egycsuklós, b) egycsuklós rugós megtámasztás, c) paralelogrammás, d) rugós terhelésű paralelogrammás kaptag

A talajban dolgozó szerszámtestre az F_{xz} talajellenállás hat. Egyensúly csak akkor lehetséges, ha a

$$F_z \cdot x = F_x \cdot h$$

feltétel teljesül. A szerszám akkor merül a talajba, ha $F_z \cdot x$ nyomaték nagyobb $F_x \cdot h$ -nál. Ha azonban a talajellenállás nagyobb, vagyis amikor F_x is megnő, előfordulhat, hogy a szerszám nem a kívánt mélységben dolgozik. Ekkor ugyanis az F_{xz} erő iránya nem a csuklópontra megy át, hanem alatta halad. A szerszámot az F_{xz} erő nyomatéka ki akarja emelni a talajból. Ezen a csuklós tag meghosszabbításával vagy rugóterheléssel segíthetünk (60/b ábra). Egyensúly esetén az F_{xz} erő és az F_r rugóerő eredőjének (F'_{xz}) keresztül kell mennie a csuklópontra.

A sorművelő kultivátorok kapategyét az egyenletes munkamélység betartása céljából paralelogrammá függesztéssel kapcsoljuk a vonókerethez (főtartóhoz). A mellékkeret hosszirányú vízszintbe állítását a paralelogramma-mechanizmus felső függesztőrúdja hosszúságának változtatásával vagy a kapatest állításával éljük el. A csuklós paralelogrammá felerősítés és a mankókerék használata jó felszínkövetést tesz lehetővé.

A mélységtartást a művelőtag erőjátéka biztosítja (60/c ábra). A művelőtagra ható erők a következők:

F_G – a súlyerő,

F_{xz} – a talaj reakcióereje (F_{Gxz} a kettő eredője),

F_N – támasztóerő,

F_g – gördülési ellenállás.

A szerszámok mindaddig a talajban maradnak, amíg a O pontra felírt egyensúly is fennáll:

$$F_{Gxz} \cdot k = F_g \cdot h + F_n \cdot x.$$

Vegyük észre a paralelogramma sebességábrájába áthelyezett erők egyensúlyát.

A gördülési ellenállás:

$$F_g = F_N \cdot f \quad [\text{N}],$$

ahol f kerék gördülési ellenállás-tényezője, értéke $f = 0,2$.

A kapatestre ható F_x vízszintes vontatási ellenállás az

$$F_x = k \cdot b \quad [\text{N}]$$

összefüggéssel számítható, ahol k a fajlagos kapaellenállás, $[\text{N}/\text{m}]$,

Az F_x erő a lúdtalp alakú kapa vágóélének síkjától $k = (0,5-0,3) \cdot a$ pontban hat. A szimmetriasíkban ható F_{xz} erő hajlásszöge $\varphi = 18-28^\circ$ (lásd 60/c ábra bal oldali részletét is), amely tompa kapaéllal dolgozva előjelet is válthat ($-\varphi = 4-12^\circ$). Ezek szerint, ha

$$m = \pm \text{tg} \varphi,$$

$$F_z = \pm m \cdot F_x \quad [\text{N}]$$

értékkel a függőleges terhelőerőt is meghatározhatjuk. Támadáspontja

$$l = 0,5b \text{ [cm]},$$

ahol b a kapa munkaszélessége [cm].

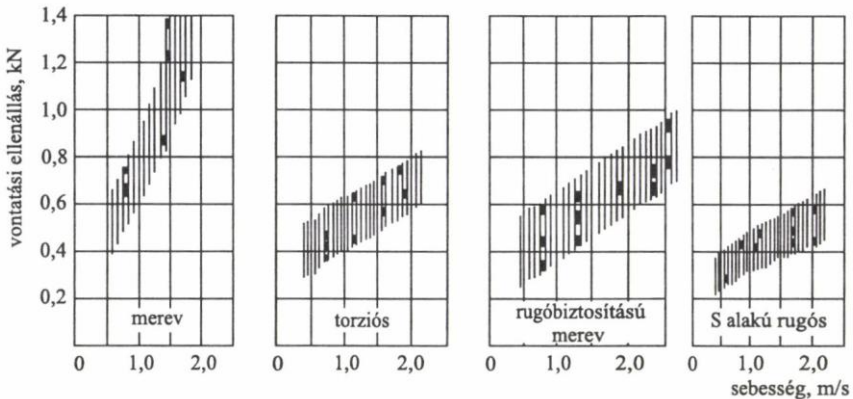
Lazítókapánál a ráhelyezési szögtől függően a $\varphi = 18\text{--}30^\circ$ ($\alpha = 30^\circ$) is csökken, ha az α szög növekszik ($\alpha = 60^\circ$ -nál $\varphi = -5\text{--}+5^\circ$).

Véső alakú kapáknál $\varphi = 5\text{--}15^\circ$, töltőgetőkapáknál $\varphi = 16\text{--}20^\circ$. A második sor kapáin φ értéke kb. 3° -kal kisebb.

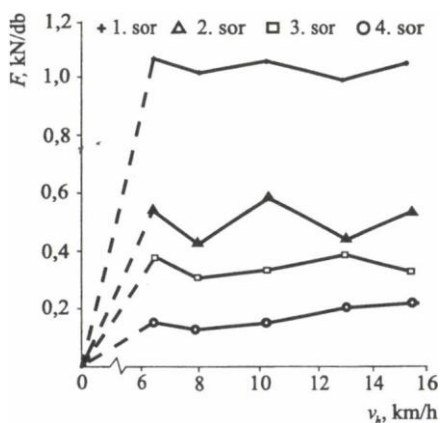
A paralelogrammás felfüggesztés önmagában még nem biztosítja, hogy a kapa a kívánt munkamélységben járjon. Ezért nagy talajellenállás föléptekor – a már ismertek szerint – rugóerővel (60/d ábra) kényszerítjük a művelőtagot, hogy a szükséges mélységben dolgozzék.

A kapaszár kialakítása jelentős mértékben befolyásolja a vontatási ellenállás értékét. A 61. ábrán egy 4 cm munkaszélességű merev, torziórugós, rugóbiztosítású szerszámszárú és egy S alakú rugós kapaszárú lazítókapa vontatási ellenállását mutatjuk be. Az adatok azt bizonyítják, hogy az S alakú kapatag igényli a legkisebb vonóerőt.

A rugós szerszámszárak a rugó merevségétől függően 5–10 mm-es amplitúdóval 12–35 Hz frekvenciájú lengéseket végeznek. E lengéseket a talaj változó ellenállása gerjeszti. Emiatt a változó ellenállás miatt a szerszám nemcsak a haladással ellentétes irányban mozdul el, hanem az eredeti ráhelyezési szöge (α) is megnő. A deformációs zóna határterületén bekövetkező elcsúszáskor az ellenállás hirtelen csökken, a rugóerő legyőzi a talajellenállást, s a szerszám a haladás irányában gyorsuló mozgást végez. Nyilvánvaló, hogy közben ráhelyezési szöge (α) is csökken. Az elmondottak eredményeként felületi nyomása s vele együtt a súrlódási erő is csökken. Ezzel magyarázható a rugós szerszámoknál fellépő kisebb vonóerőigény.



61. ábra. A különböző szerszámszárú kapák vontatási ellenállása



62. ábra. A kultivátorkapák terhelése az egymás mögötti sorokban

Azonos talajviszonyok között természetesen a merevebb kapák vontatási ellenállása nagyobb. Például egy egyrugós kapa vontatási ellenállása az 1,6–4,4 m/s sebességtartományban 400–600 N, a megerősített, ún. kettős rugójú kapáé 500–800 N.

A magágy-előkészítők rugós kultivátorelemei egymás mögött négy sorban helyezkednek el. Az egyes sorok kapáinak terhelése rendre (ha az első soré 100%) 100; 48,2; 33,3; 16,1% (62. ábra).

A kultivátorkapák vontatási ellenállása a talajjellemzőkön kívül természetesen a szerszám geometriai méreteitől, alakjától (szélesség, nyílás- és ráhelyezési szög), a művelés mélységétől és a haladási sebességtől is függ.

A kultivátorok felépítése

A szántóföldi kultivátorokat többnyire függesztett és vontatott változatban készítik. Szerepük a vetés-előkészítő munkában csökken. Feladatukat a magágykészítők kombinált változatai (rugós kultivátor + hengerborona) veszik át.

A sorművelő kultivátorok csatlakoztatása a traktorhoz többféle lehet. A traktor elé szerelt változatok szerszám tagjainak munkája jól figyelemmel kísérhető, így a soron vezetésük és a kormányzásuk biztonságos. A két tengely közé szerelt változatokon jó a rálátás, de a traktor vezetése nagyobb kormányeltérést igényel.

A legelterjedtebbek a hátul függesztett megoldások, amelyek a traktor irányváltásaira csak kismértékben érzékenyek. Előnyük, hogy valamennyi traktorhoz kapcsolhatók. Hátrányuk, hogy esetenként külön kormányberendezést igényelnek.

A kormány szerkezet legtöbbször mechanikus megoldású. Például csavarorsós kormányrúddal a kultivátor főtartójának oldalirányú elmozdulását hozza létre vagy a kormányos egy, a talajon járó taréjos járókereket mozgat. Az erőigény csökkentésére hidraulikus-mechanikus kormány szerkezetek szolgálnak. Az automatikus kormányzás jelenleg még a kísérletek stádiumában tart, bár az USA-ban már forgalmaznak elektrohidraulikus rendszerű sorontartó berendezéseket.

A hátul függesztett sorművelő kultivátorok – a nagyobb sortávolságú kultúrákban – kormány szerkezet nélkül is dolgozhatnak. A nagy munkaszélességű kultivátorok főtartója

főlhajtható vagy szállítási helyzetben a főtartó irányában vontathatók. Ekkor a főtartót alátámasztó kerekeket át kell szerelni.

Lazítók

A lazítás mélysége szerint:

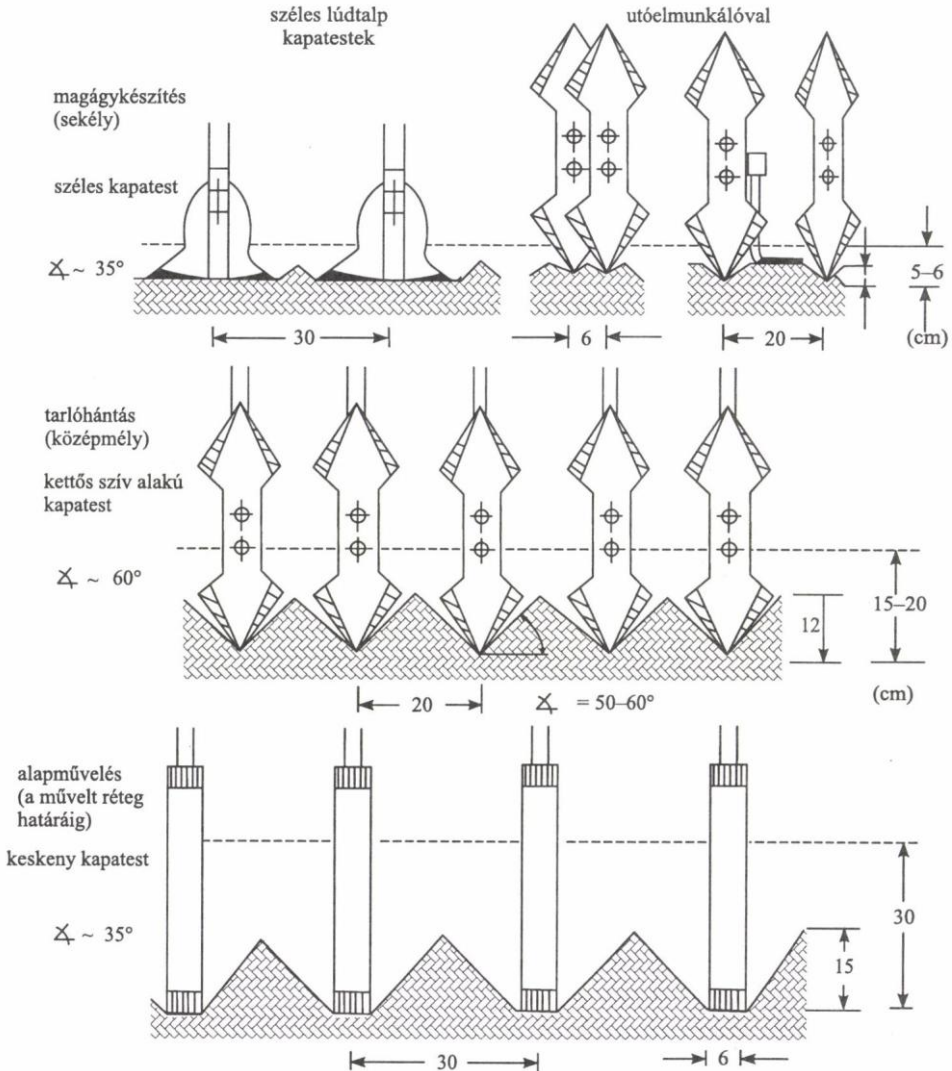
- kultivátorokat (munkamélysége max. 15 cm),
- nehézkultivátorokat (max. 30 cm),
- közép mélylazító (max. 50 cm) és
- altalaj- vagy mélylazító (max. 90 cm) eszközöket

különböztetünk meg. A kultivátorokat az előző fejezetben már megismertük, ezért e helyen a nehézkultivátorokat és a közép mélylazítókat tárgyaljuk.

A nehézkultivátorok szerkezeti felépítése

A nehézkultivátorok általában az alapkeretből, a hozzá kapcsolódó függesztő- vagy vonószerkezetből, a művelőszerszámokból és a mélységállító szerkezetből állnak.

A művelési mélység szerint – amely a gép alkalmazási területét is meghatározza – különbözőek a szerszámcsarak, változó a kapatestek szöge, alakja és a művelőszerszámok húzástávolsága (63. ábra).



63. ábra. A nehézkultivátor kapatesteinek jellemzői alkalmazási terület szerint

A nehézkultivátorok művelőszerszámai

A gyártó cégek széles választékban állítják elő az eltérő kialakítású szerszámszárakat és a rájuk szerelhető kapatesteket. A különböző konstrukciós megoldások ellenére megállapítható, hogy három alapvető szerszámszár-megoldással találkozhatunk, úgymint merev, félmerev és rugós (64. ábra).

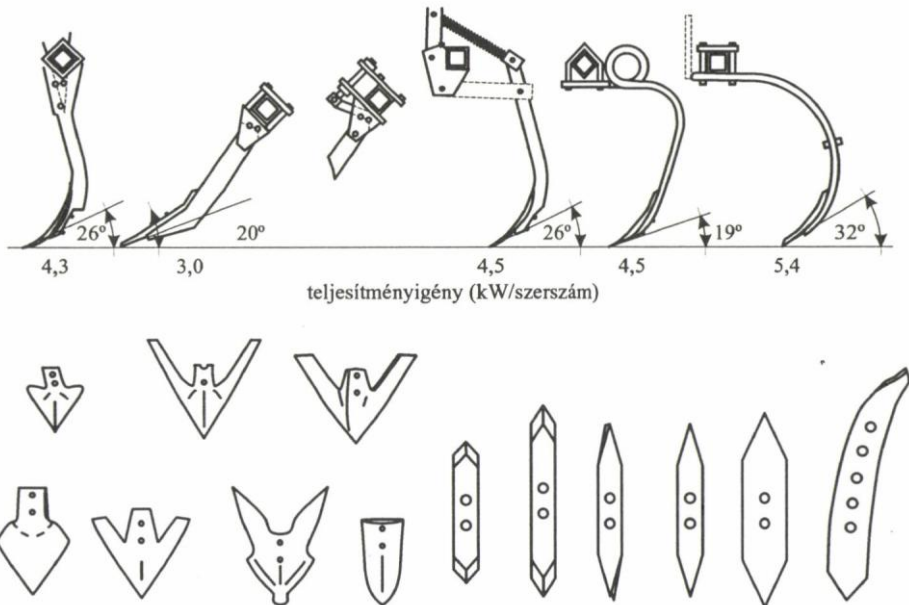
A merev és félmerev szerszámszárak csaknem kivétel nélkül túlterhelés elleni biztosítással ellátottak. A merev szerszámszárakat nyírócsapos, a félmerev szerszámszárakat előfeszített rugóval kitámasztott csuklós biztosító védi a túlterhelés

ellen.

Különböző szélességű lúdtalp, egyes és kettős szív alakú, a fordítható keskeny, csúcsban végződő vagy vízszintes élű kapatestek ismeretesek. A lúdtalp alakú kapák szélessége 15–40 cm, főleg sekély műveléshez használhatók. Ismeretesek lúdtalp (szárnyas) kapatestekkel ellátott, mélyművelésre alkalmas nehézkvitátorok is. Középmély (15–20 cm) művelésre általában a keskenyebb egyes vagy kettős szív alakú kapák használatosak, mélyművelésre (25–30 cm) pedig keskeny (5–7 cm), megfordítható kapatesteket gyártanak.

A nehézkvitátorok kapcsolása elmunkálóeszközökkel

Az alapművelés elmunkálása és a felület lezárása céljából a nehéz kvitátorokat különféle elmunkálóeszközökkel egészítik ki, illetve szerelik fel (simítógerenda, hengerborona, ásóborona, tárcsásborona, talajmaró, forgóborona).



64. ábra. Nehézkvitátor-szerszámszárak és -kapatestek

Középmélylazítók

Alkalmazástechnikai szempontból lényeges változás akkor történt, amikor elkülönült a melioratív jellegű mélylazítás (> 50 cm), a talajművelés rendszerébe pedig beépült a középmélylazítás (< 50 cm).

A középmélylazítók kedvező sebességtartománya 4–8 km/h. A talajban ilyen sebességgel dolgozó lazítóék csúspontjától előre és oldalirányban a talajfésüléségtől és

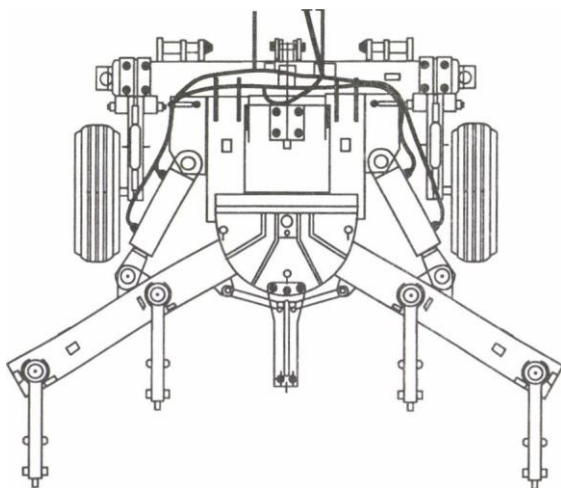
állapottól függően 30–45° szögtartományban indulnak meg a repedések, illetve kezdődik meg a talaj részecskék elcsúszása. Mivel a munkamélység-tartomány is adott (30–50 cm), a megfelelő átlazulás csak akkor érhető el, ha a gerinclemezek osztástávolsága megfelelő.

A középnyelazító eszközök felépítése, főbb szerkezeti egységei

A középnyelazító eszközök szerkezeti felépítése egyszerű, ennek ellenére sokféleképpen csoportosíthatók. A traktor-munkagép kapcsolat szempontjából a legelterjedtebb a függesztett kivitel, de ismeretes vontatott, sőt a félig függesztett megoldás is.

A középnyelazítók főbb szerkezeti egységei: függesztő- (vonó-) szerkezet, keretszerkezet, gerinclemezek, lazítószerszámok, kezelő-állító berendezések, elmunkáló egységek.

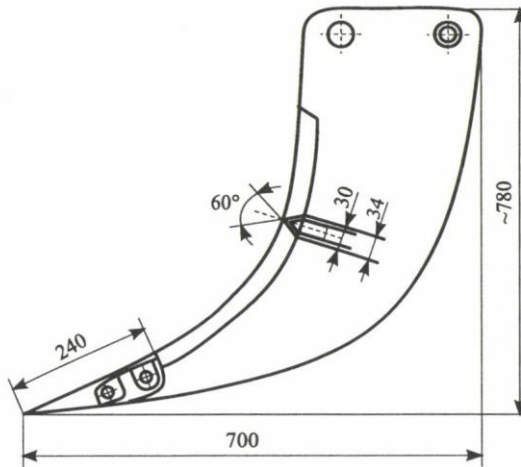
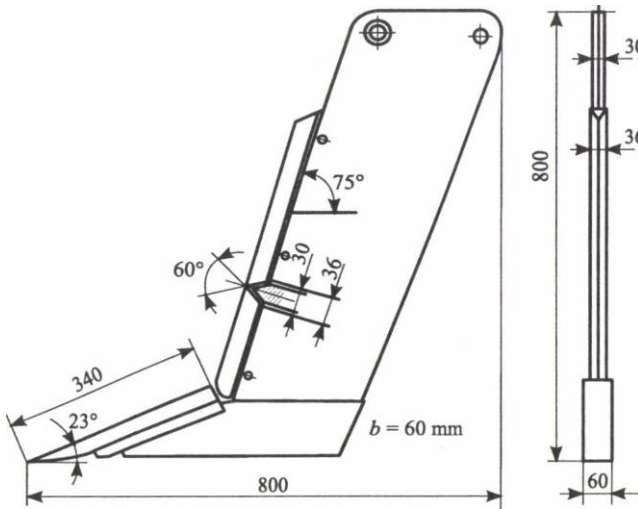
Legelterjedtebbek a V formájú egygerendelyes típusok, de ismeretesek az egyenes formájú egy-, illetve többgerendelyes változatok is. A V formájú egygerendelyes középnyelazítók gerendelyfelek közötti szöge hidraulikus vagy mechanikus módon állítható (65. ábra). E megoldás előnye, hogy a gerinclemezek közötti távolság – az alkalmazás körülményeihez igazodóan – adott határok között könnyen, gyorsan változtatható.



65. ábra. Változtatható munkaszélességű V formájú, egygerendelyes középnyelazító

A középnyelazítók gerinclemeze előre hajló egyenes vagy ívelt, illetve oldalra hajló kivitelű (66. ábra). Az előrehajló ívelt forma előnye a jobb lazítóhatás, de főleg a kisebb energiaigény. Az oldalra hajló kivitel további előnye, hogy a művelés után a felszín egyenletesebb marad.

A gerinclemezek felerősítése olyan, hogy túlterhelés esetén (pl. kőnek ütközéskor) kioldanak és lehetővé teszik a gerinclemez haladási síkban történő hátrahajlását. A kioldó berendezés lehet egyszeres működésű nyírócsavaros (csapos) vagy automatikus működésű tekercsrugós, illetve hidraulikus megoldású.

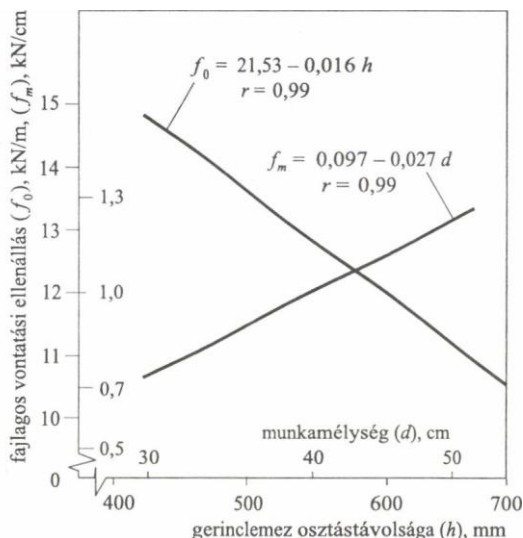


66. ábra. Egyenes és ívelt kialakítású gerincklemez

A talaj repesztését, lazítását végző művelőelemek a gerincklemez végén – oldható kötéssel – helyezkednek el. A lazítószerszámok lehetnek lazítóékek és szárnyal kombináltak is. A szárnyakat hegesztéssel vagy csavarkötéssel erősítik fel.

A lazítószerszámok repesztő hatása a talajban előre és oldalirányba terjed, miközben a lazított talajszelelvény függőlegesen felemelkedik. A repesztő-lazító hatás kiterjedése függ a talajféleségtől, a talaj állapotától, a lazítószerszám ráhelyezési szögétől és szélességétől.

A változó talajféleséghez és állapothoz igazodóan a lazítószerszámok ráhelyezési szöge $20\text{--}35^\circ$ között változik. A kisebb szögűek kötött talajokon, a nagyobbak homoktalajokon alkalmazhatók. A lazítószerszám szélessége szintén a talajhoz igazodik. Az $50\text{--}80$ mm széles lazítóékek kötött talajon a $100\text{--}300$ mm széles szárnyas kombinációk pedig homoktalajon előnyösek (67. ábra).



67. ábra. Az osztástávolság hatása az átlazított keresztmetszetre

A közép mélylazítók munkamélysége a traktor függesztő- vagy vonóberendezésével és a mélység határoló kerekkel állítható be. A gép méretétől függően a mélység határoló kerek csavarorsós vagy hidraulikus munkahengeres szabályzással, egyedi vagy ikerszerelésben készülnek.

Az alkalmazási feltételek közötti különbségek miatt szükség lehet a gerinclemezek osztástávolságának változtatására. Széles körben elterjedt megoldás a gerinclemez-felfogó „fülek” különböző osztástávolság szerinti elhelyezése, illetve a gerinclemezek oldható kötással való felerősítése.

A talajban lévő nedvesség elpárolgásának megakadályozása érdekében szükséges felszínlezáras, illetve a lazítás szabadtal felszínének elmunkálása érdekében – főleg Európában – a közép mélylazítókat elmunkáló egységgel egészítik ki, amelyeknek művelőelemei egy- vagy kétsoros kivitelben, a következő talajművelő szerszámokból választhatók: hengerek, ásóborona és tárcsás borona.

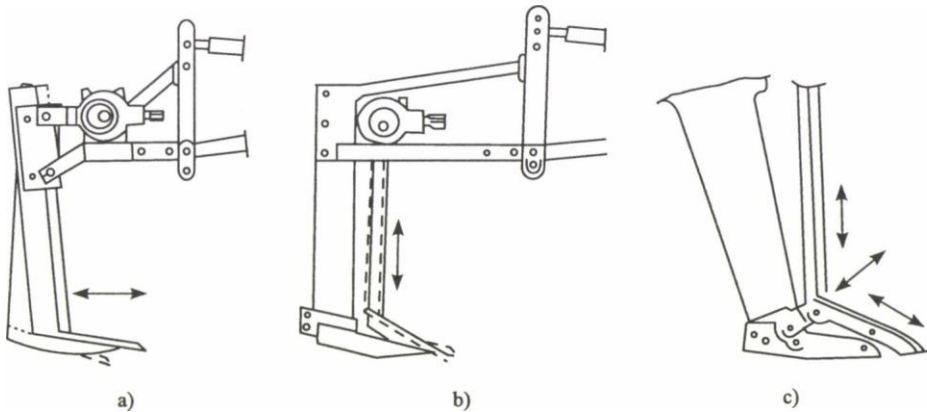
Vibrációs és lengő altalajlazítók

A talajművelő eszközök vibrációs mozgásának elméleti és gyakorlati kidolgozása nem új keletű. Ezen az elven működnek a talajellenállással gerjesztett rugós szerszámok, amelyeknek munkáját és a vontatási ellenállásra gyakorolt hatását már megismertük.

A vibráció kényszergerjesztéssel is létrehozható.

Vibrációt többek között úgy is kelthetünk, hogy a lazító keretén – vízszintes tengely körül – kiegyensúlyozatlan tömeget hozunk forgásba. A tömegen ébredő centrifugális erő a gépet rezgő mozgásra kényszeríti. Munka közben az altalajlazító kés élének pontjai a

haladási és forgási sebességtől függő térgörbét írnak le.



68. ábra. A haladás irányában lengő (a), függőleges (b), illetve összetett (c) lengést végző mélylazítók

Ilyen a Vibrolaz-80, amelynek kiegyensúlyozatlan tömege 30 kg, forgattyúsugara 190 mm, és fordulatszáma 17,5 1/s. Az ébresztett 68,9 kN centrifugális erő kb. 7 mm-es amplitúdóval rezgeti a lazítót. Hatására 4–10%-kal csökken a vontatási ellenállás.

A lengő mélylazítókon csak a lazítótest leng. A haladás irányában lengő változat (68/a ábra) mozgása hasonlít a vibrációs lazítókéhoz azzal a különbséggel, hogy lengésszáma jóval kisebb, amplitúdója viszont nagyobb.

A függőleges (68/b ábra) és az összetett lengést végző lazítók (68/c ábra) gerinclemezét fixen rögzítették a keretre.

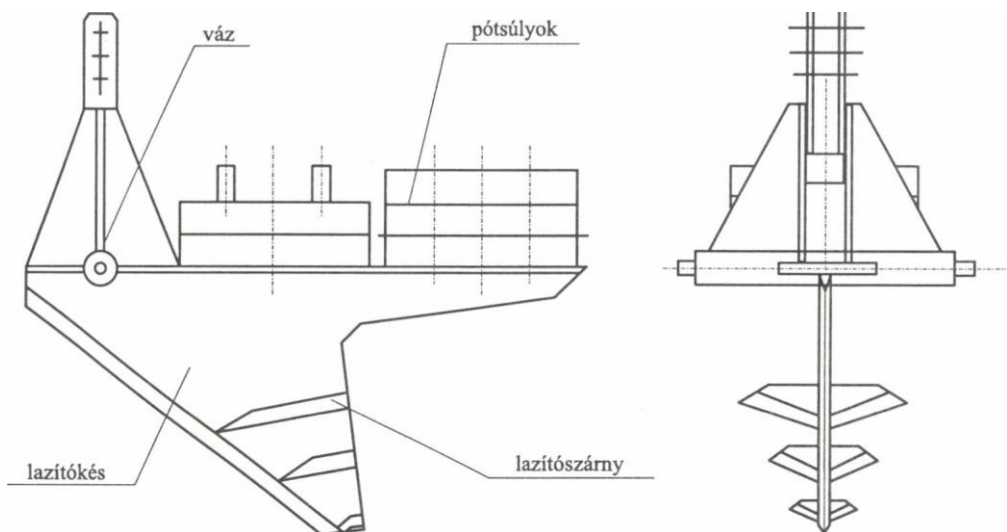
Munkamélységük, $a = 70$ cm, lengésszámuk 6,3, illetve 11,5 1/s, és végül a munkájukkal elérhető vonóerő-csökkenés 35–45%.

Erdészeti mélylazítók

Az erdészeti mélylazítók a tömörödött erdei talaj ültetés előtti lazítását végzik. Alkalmazhatók laza, középkötött és kötött talajokon, gyökeres és tuskós területeken. Az erdőtelepítési- és az erdőfelújítási technológiákban részleges, esetleg teljes talaj-előkészítésre, valamint gyökérszaggyógyításra (a sarjzattatás elősegítésére) használhatók.

A gép fő szerkezeti részei (69. ábra) a váz, a lazítótest, a lazítószárnyak és a pótsúlyok.

Az erdészeti mélylazító az útjába eső tuskókra felcsúszik a hátrahajló élű lazítótestje segítségével. A tuskó elhagyása után a művelőszerszám folyamatosan ismét a talajba mélyed, de a beállított munkamélységet csak bizonyos távolság (0,4–1,0 m) megtétele után éri el, a talaj nedvességi állapotától, a növényborítás mértékétől és a talaj fizikai jellemzőitől függően.



69. ábra. Az erdészeti mélylazító szerkezeti felépítése

Magágykészítők

Könnyű magágykészítők

A különféle talajművelő szerszámok, úgymint merev és rugós fogú boronák, rugós szárú kultivátorok, hengerboronák, egyenetőlemezek felhasználásával kialakított kombinált talajművelő gépek az alpművelés utáni elmunkálás, ápolás és a magágykészítés eszközei. A könnyű kivitelű kombinált magágykészítő gépek elsősorban a tavaszi vetésű növények talaj-előkészítéskor alkalmazhatók.

A könnyű, kombinált magágykészítő géppel szemben a következő agrotechnikai követelményeket támasztjuk:

- a talajt a vetési mélységnek megfelelően lazítsa és porhanyítsa,
- a talaj felszínét egyengesse,
- alkalmazkodjék a talaj felszíni egyenetlenségeihez,
- egyenletes mélységű, aprómorzás réteggel borított tömör alapú magágyat készítsen,
- irtsa a kelőfélben lévő és még meg nem erősödött gyomokat,
- megfelelően keverje a talajt az indító műtrágyák és más vegyszerek talajba munkálásához,
- a munkavégző egységek cserélhetőek legyenek, a különböző növények igényeit kielégítő mélységű magágy kialakításához,
- a művelőszerszámok eltömődés nélkül dolgozzanak.

A könnyű, kombinált magágykészítő gépeket általában a következő munkaeszközök kombinációjából állítják össze (70. ábra):

- boronák (fogasok),
- kultivátorok,
- rugós szárú boronák,
- hengerboronák.

A boronák (fogasok) és kultivátorok tárgyalása az előző fejezetben megtörtént, ezért itt csak a hengerboronákat ismertetjük. A hengerboronák vízszintes tengelyre, hengerpalást mentén felerősített, különböző alakú lazító-, porhanyító-, tömörítőszerszámokból állnak. Vonóerő-szükségletük viszonylag csekély, mivel a talajon gördülve dolgoznak. Porhanyító hatásuk intenzívebb, mint a fogas boronáké és eltömődésre is kevésbé hajlamosak. A hengerborona munkája kettős: egyrészt porhanyítja a talajfelszínt és a kelő gyomokat a talaj felszínére hozza, ahol azok elszáradnak, másrészt a beállított munkamélységben tömöríti a talajt.

A különböző magágykészítő gépeken alkalmazott hengerboronákat geometriai alakjuk és terhelési módjuk szerint különböztetjük meg. Szélesebb körben a huzalos, a léces és a fűrészfogas hengerboronákat alkalmazzák.

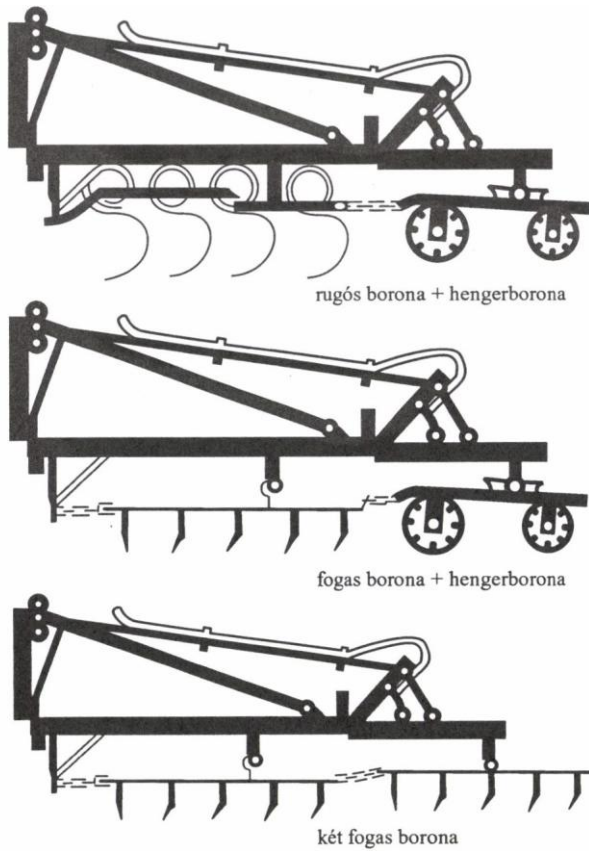
A hengerboronák egyik legfontosabb feladata a felszín alatti talajtömörítés. Ennek mértékét döntő módon a borona terhelése határozza meg. A hengerboronák terhelésére több megoldást fejlesztettek ki. A nagy munkaszélességű magágykészítő gépek többnyire laprugós, paralelogrammás (tekercsrugós) és hidraulikus terhelésűek.

Irodalmi források a hengerboronák fajlagos terhelését 75–250 kg/m értékűnek jelölik meg. Vontatásiteljesítmény-igényét ilyen terhelések esetén és az agrotechnikailag kedvező 2,2–5,8 m/s sebességtartományban 2,9–5,8 kW/m vehetjük.

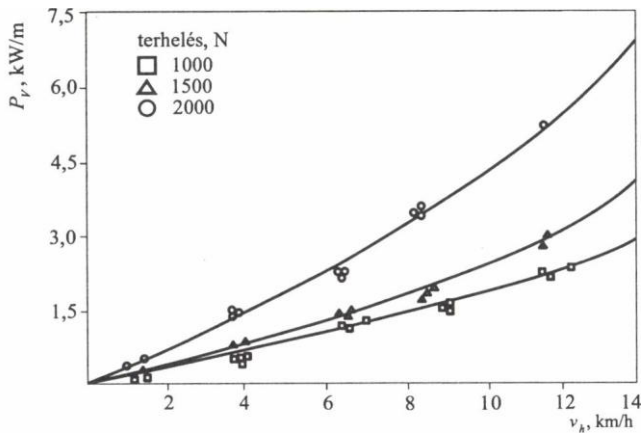
A huzalos hengerboronák teljesítményigényét a haladási sebesség függvényében a 71. ábra szemlélteti.

A 4–12 cm munkamélységben és 8–12 km/h munkasebesség-tartományban dolgozó magágykészítő gépek keresztirányú munkamélységének egyenletességét a különböző változatokon úgy érik el, hogy a gépeket 1,0–1,5 m szélességű egységekből állítják össze.

A munkamélység precíziós szabályozását a lazítók előtt és mögött elhelyezett hengerboronákkal oldják meg.



70. ábra. Művelőeszközökből összeállítható alapvariációk vázlatja



71. ábra. A húzalos hengerborona teljesítményigénye

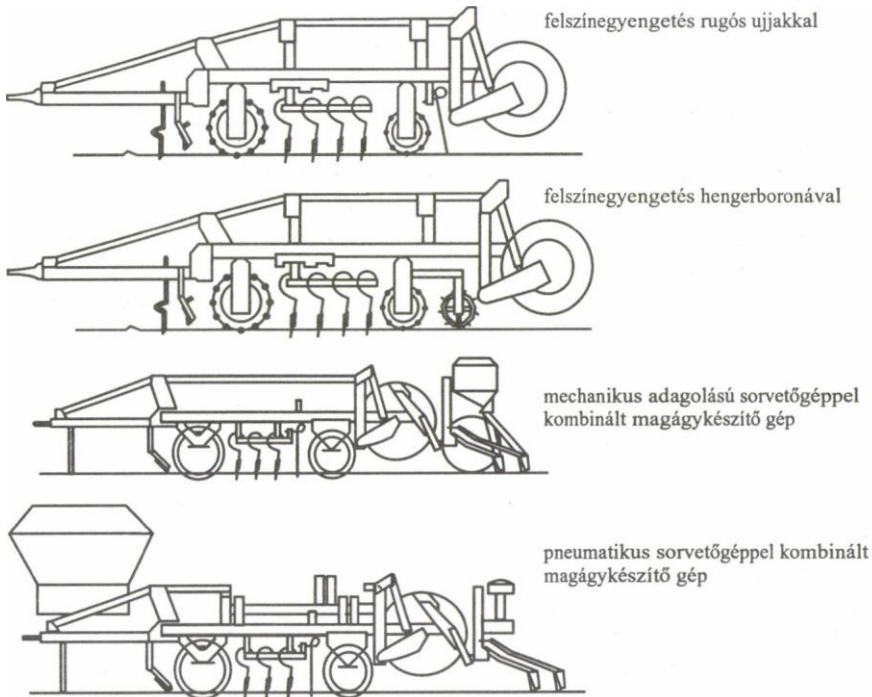
Nehéz magágy készítő

A nyár végi és az őszi vetésű növények számára, elsősorban kötött és igen kötött talajokon az egymás mögött célszerűen elhelyezett porhanyító, gyomirtó, egyengető, tömörítő munkát végző művelőszerszámokból kialakított nehéz magágykészítő gépek képesek eredményes munkát végezni.

A nehéz magágykészítő gépekkel szembeni agrotechnikai követelmények:

- a talajt a vetési mélységnek megfelelően lazítsák, porhanyítsák,
- a talaj felszínét egyenlessék,
- hozzák létre az egyenletes mélységű, morzsás réteggel borított, tömör alapú magágyat,
- irtsák a kelőfélben lévő és még meg nem erősödött gyomnövényeket,
- a munkavégző egységek cseréjével biztosítsák a különböző növények kielégítő mélységű, megfelelően porhanyított és tömörített magágyát.

A főbb jellegzetességeket jól szemléltetik a 72. ábrán bemutatott vázlatok. Ezek a megoldások a keretszerkezet végén kiépített szabványos hárompontfüggesztő szerkezet segítségével alkalmasak vetőgép működtetésére is, s ezáltal a magágykészítés és a vetés egyenletes megvalósítására, amelynek eredményeként csökkenthető az energiafelhasználás és a káros talajtömörítés.



72. ábra. A nehéz magágykészítő gépek konstrukciós megoldásai

3.3. Forgó talajművelő eszközök

A forgó mozgást végző szerszámokkal dolgozó talajművelő eszközök következő típusai terjedtek el:

- tárcsás talajművelő eszközök: tárcsás boronák, egyirányú tárcsák, tárcsás ekék,
- ásó- és forgóboronák,
- küllőskapák, forgókapák,
- talajmarók,
- vízszintes és függőleges tengelyű rotációs boronák,
- hengerek.

Tárcsás talajművelő eszközök

Működési elv és agrotechnikai követelmények

A haladási iránnyal adott szög alatt vontatott tárcsalevél aprítja és porhanyítja a talajt. E munkája közben a talajrészecskék jól keverednek. Az előzőeken túlmenően a tárcsa bizonyos mértékben forgat, elvágja a növényzetet, illetve a növény(tarló)maradványokat. Porhanyító és keverőmunkájuk jobb, mint az ekéé, ezért adott körülmények között használatuk is előnyösebb (tarlólántás, szántáselmunkálás).

A tárcsalevelek a művelt réteg határán tömörítő hatást is kifejtenek.

A tárcsás talajművelő eszközöknek a következő igényeket kell kielégíteniük:

- az előre beállított mélységben porhanyítsák, lazítsák a talajt,
- a munkamélység állítható, de hossz-, illetve keresztirányban azonos legyen,
- vontatás közben a változó talajjellenállás ellenére is tartsák a haladás irányát,
- behúzásuk kemény talajon is megfelelő legyen,
- a talajfenék csipkézettsége ne emelkedjen a felszínig és ne maradjon műveletlen sáv,
- a fogások szélein ne hagyjanak nagy mélységű barázdákat,
- a szár-, illetve tarlómaradványok aprítását és keverését eltömődésmentesen végezzék.

A tárcsás talajművelő eszközök felépítése, főbb szerkezeti egységei

A traktor és munkagép kapcsolat szempontjából megkülönböztetjük a függesztett és a vontatott kiviteleket.

Az agrotechnikai feladat szerint lehetnek:

- tárcsás ekék (alpművelés),
- egyirányú tárcsák (alpművelés és tarlólántás),
- tárcsás boronák (alpművelés, szántáselmunkálás, tarlólántás, talajápolás, magágykészítés, vegyszerbekeverés),

– szupernehéz tárcsák (alpművelés).

A tárcsás boronáknál a tárcsatagok elrendezése szerint a következő felosztás lehetséges:

- egysoros szimmetrikus,
- egysoros aszimmetrikus (egyirányú tárcsák, tárcsás ekék),
- kétsoros X elrendezésű,
- kétsoros V elrendezésű.

A tárcsalevél mozgása

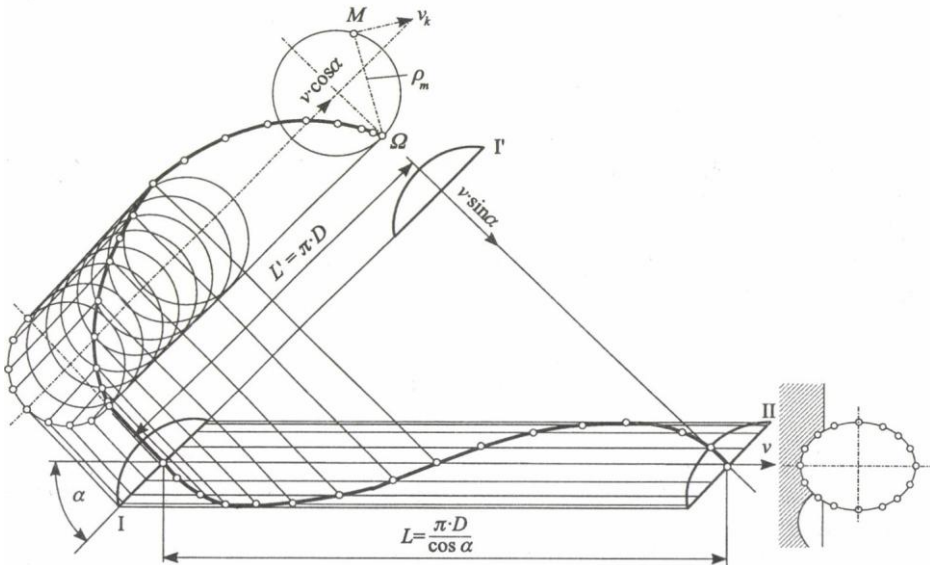
A vontatott tárcsalevél – a haladási iránnyal szöget bezárva – az $I-II$ utat teszi meg (73. ábra). A ferde mozgást két összetevőjére bontva vizsgáljuk.

A tárcsa saját tengelye körül forogva az $I-I'$ utat teszi meg, amely – a csúszást elhanyagolva – $L' = D \cdot \pi$ úttal határozható meg. Ezután a tárcsa síkjára merőlegesen az $I' - II$ úton mozdul el. Az eredő mozgás úthossza:

$$L = \frac{L'}{\cos \alpha} = \frac{D \cdot \pi}{\cos \alpha} \quad [\text{m}].$$

A tárcsa élén tetszőlegesen felvett M pont v_k sebessége, az Ω pólushoz húzott ρ_m sugárral, valamint a kérdéses pont szögsebességével meghatározható.

Az M pont mozgásának pályája a tengelyirányból vizsgálva csúcsos ciklois. A valóságos pálya azonban egy olyan csavarvonal, amely úgy alakul ki, hogy egy ellipszis hengerre felcsavarjuk a csúcsos cikloist.



A tárcsa a két mozgás során síkjával lemetszi a talajt. Az egységes talajrészecskéket a súrlódás folytán különböző sebességekre gyorsítja és hátrafelé dobja. Mivel kerületi sebessége a középponttól távolodva nő, a talajrészecskék mozgáspályája eltérő lesz. A síkra merőlegesen mozgó tárcsa úgy viselkedik, mint egy gömbfelületű kormánylemez. Az összetett mozgással a talaj lazítása, keverése és kismértékű forgatása jön létre.

A tárcsalevél fő méretei

Alapvető követelmény, hogy a tárcsa adott mélységben megfelelően munkálja meg a talaj felső réteget.

A munkamélység (a) figyelembevételével a tárcsaátmérőt, a művelési mélység és a tárcsa átmérőjének viszonyával (D/a) veszik fel. A mélységen kívül a D átmérő nagyságát meghatározza az a követelmény is, hogy a tengely, a csapágy stb. ne akadjon a talajba. A D/a értékét a 2. táblázat adatai tüntetik fel.

A tárcsák α beállítási vagy vontatási szöge, vagyis a tárcsa síkja és a vontatási irány által bezárt szög különböző és változtatható. Minél hatékonyabb porhanyítás és forgatás a követelmény, annál nagyobb a vontatási szög.

2. táblázat. A tárcsalevél jellemző adatai

| Művelőeszköz típusa | D/a | α beállítási (vontatási) szög [°] | φ középponti félszög [°] | ε hátszög [°] |
|---------------------|---------|--|----------------------------------|---------------------------|
| Tárcsás eke | 2,5–4,0 | 40–50 | 31–37 | 5–10 |
| Egyirányú tárcsa | 4–6 | 35–55 | 31–37 | 3–5 |
| Tárcsés borona | 4–6 | 10–25 | 22–26 | 3–5 |

A tárcsalevél fő méreteit a következő geometriai összefüggések alapján határozhatjuk meg (74. ábra). Felvesszük a vontatás irányát ($m-m$ egyenes), és a vele α szöget bezáró egyenesre felrajzoljuk a tárcsa oldalnézetét (bal felső ábra). A tengelymetszeten a belső felület görbületi sugara R , vagyis annak a gömbnek a sugara, amelyből a tárcsát kialakítják.

A gömbsüveg középponti szögét (2φ) a tárcsa síkjára merőleges tengelyvonal két egyenlő φ szögre osztja.

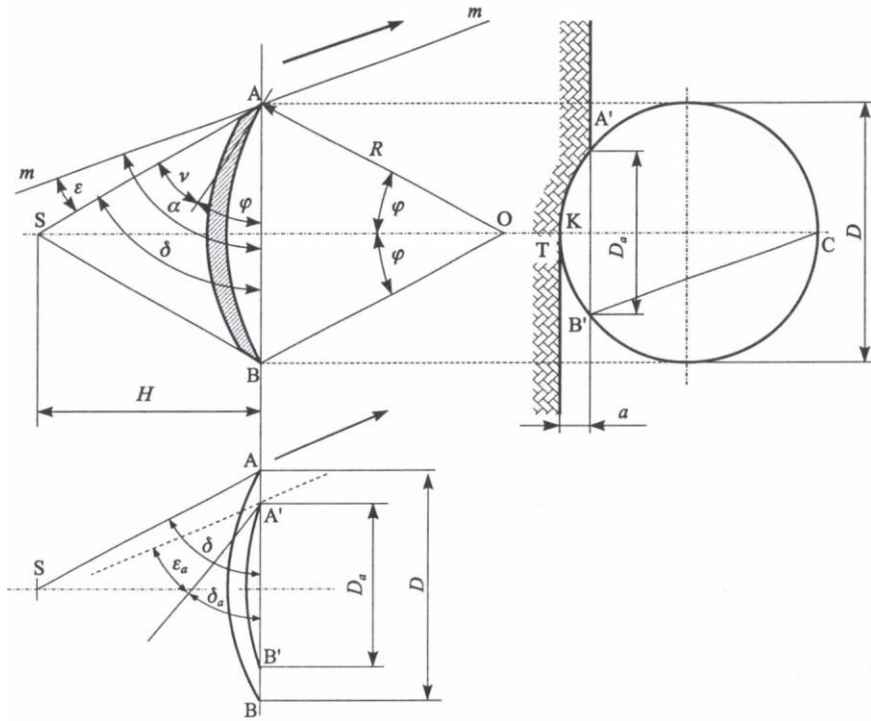
Felírható:

$$\frac{D}{2} = R \sin \varphi \quad [\text{m}].$$

A görbületi sugarat meghatározó φ értékét a 2. táblázat adataiból választjuk.

Az a munkamélység a D/a viszonyszám és a φ középponti félkúpszög ismeretében meghatározható.

A tárcsa vastagsága általában $0,008 D$ mm vagy a nehéz viszonyok között dolgozó tárcsáknál $0,008 \cdot D + 1$ mm.



74. ábra. A tárcsalevél fő méretei

A tárcsametszet külső kontúrja tehát $R + \nu$ értékű körív.

Ahhoz, hogy a tárcsával dolgozhassunk, éleznünk kell. Kúpfelület mentén éleznünk. Csúcspontja (S) a tárcsa szimmetriavonalán H magasságban helyezkedik el. A tárcsa ν élszöge a kúpalkotó és a belső kontúrhoz húzott érintő közötti szög (A pont). Nagysága a tárcsa anyagától és igénybevételétől függően $10\text{--}25^\circ$.

A tárcsa metszőszöge δ , az élszög (ν), a tárcsasík és a belső érintő közötti (φ) elhelyezési szög összege.

Az ábra alapján:

$$\alpha = \varphi + \nu + \epsilon, \quad \delta = \varphi + \nu, \quad \alpha = \delta + \epsilon \text{ [}^\circ\text{]}.$$

Az ϵ hát- vagy térközsöget azért kell felvennünk, hogy a tárcsa hátnyomását kiküszöböljük.

A tárcsa tengelymagasságában azonban már nem lehet talaj, ezért a hátszöget, (ϵ_a), a

tárcsa talajjal érintkező felületén ($A'B'$) is biztosítanunk kell. Mivel $\varepsilon \neq \varepsilon_a$ -val, de a vontatás α szöge változatlan, a következőket írhatjuk fel:

$$\alpha = \delta_a + \varepsilon_a \quad [^\circ].$$

Ha a tárcsát a talppontjából a távolságban vízszintes sík metszi, felületben megrajzolható a metszet vizsgálatához szükséges képe (alsó ábra $A'B'$). A haladási irány adott. Ehhez meghúzzuk a tárcsa síkját jelző egyenest, majd a szimmetriasík belső kontúráját (AB), az S pont (H távolság) segítségével a δ szöget. Az oldalnézetben a magasságban vett síkmetszet az $A'B'$ egyenes. Az a magasságban vett metszet különleges görbe lesz, mert a metszetnek az a része, ahol a metszősík a leélezési kúpfelületet metszi, hiperbola, azaz a kúptengellyel párhuzamos metszet, az a rész pedig, amely kívül esett a leélezési részen, körív. Ha a kúp magasságát H -val jelöljük:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{H}{D/2}.$$

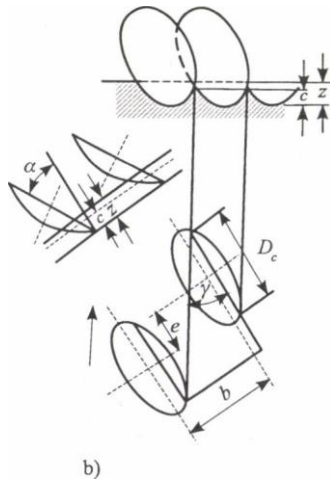
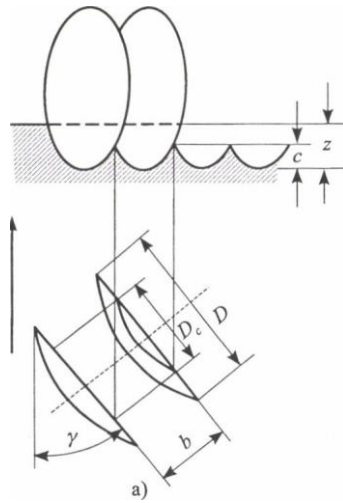
A $\operatorname{tg} \delta_a$ értékét az $A'KB'$ görbének A' pontjához húzott érintő irány tényezőjeként kapjuk.

A tárcsalevelek osztástávolsága

A tárcsák után a barázdafenék hullámos marad. A tárcsák osztástávolsága abból a követelményből adódik, hogy adott művelési mélység mellett műveletlen talajfelszínnek nem szabad maradnia. Azt is megköveteljük, hogy a műveléssel járó csipkék ne érjenek a talaj felszínére.

A vontatási sebesség növelésével – állandó függőleges terhelés mellett – a tárcsák talajba hatolási mélysége csökken, különösen nagyobb γ beállítási szögeknél.

A különféle tárcsás talajművelő eszközök után képződő barázdafenék alakulását a 75. ábra szemlélteti.



75. ábra. A barázdafenék kialakulása tárcsák után
 a) tárcsás borona, b) tárcsás eke

A csipkék c méretét tárcsás boronánál $c = (0,5-1,0) \cdot z$, tartóhántóknál $c < 0,5 \cdot z$ és tárcsás ekéknél $c = 0,3 \cdot z$ értékre veszik fel.

Az ábrán berajzolva a c csipkemélységnek megfelelő metszetet, a felülnézetben a D_c átmérőt kapjuk. A haladás irányát jelző γ szöggel felírható, hogy a tárcsalevelek közötti b osztástávolság:

$$b = D_c \cdot \operatorname{tg} \gamma [^\circ].$$

A D_c átmérőt a tárcsalevél kiforgatott harmadik képéből Pitagorasz-tétellel számítjuk:

$$\left(\frac{D_c}{2}\right)^2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - c\right)^2.$$

Megoldva:

$$D_c = 2\sqrt{c(D-c)} \quad [\text{m}].$$

Az osztástávolság:

$$b = 2 \operatorname{tg} \gamma \sqrt{c(D-c)}.$$

A kifejezés a b , c , D és γ között teremt kapcsolatot. Három adat ismeretében a negyedik számítható.

Tárcsás ekénél b értéke hasonló módon határozható meg:

$$b = \left[2 \sqrt{\frac{c}{\cos \alpha} \left(D - \frac{c}{\cos \alpha} \right) + c} \right] \operatorname{tg} \gamma \quad [\text{m}].$$

A tárcsalevelek kialakítása többféle lehet. A csipkés tárcsalevelet a jobb rögzítéshez, illetve a növényi maradványok biztonságosabb elvágásához használjuk. A csipke mintegy beékeli az eléje kerülő szárrészeket, s így nem csúszhatnak el az él mentén. Kisebb a tárcsa eltömődésének veszélye. A kúpos tárcsalevél a tárcsa hátnyomását, illetve a talaj tömörítését szünteti meg. A nagyobb haladási sebességgel végezhető munkákhoz réselt tárcsaleveleket is gyártanak. A réseken ugyanis az apróbb talaj darabok áthullanak.

A tárcsalevelekre ható erők

A gömbsüvegtárcsa talajba mélyedő fél részei nem azonos tömörségű talajjal érintkeznek. Haladási irányba eső részük ugyanis lazítatlan, másik felük viszont már lazított talajban jár. Az első fél részen ébredő súrlódások – amelyek a mozgással ellentétesen hatnak és a felületi erőktől függenek – nagyobbak, s igyekeznek kiemelni a tárcsát a talajból. Ezekhez az erökhöz hozzáadódnak a vágási ellenállás függőleges komponensei is, s így érthető, hogy a tárcsa csak akkor marad a talajban, ha saját súlyereje nagyobb, mint az említett ellenállás-összetevők.

A gömbüveg alakú tárcsára ható talaj-reakcióerők (a metszési ellenállás, a tárcsa felületére ható nyomás stb.) két erőre vezethetők vissza (76. ábra). Az F' erőre, amely a tárcsa élének síkjában hat és forgástengelyén megy át, illetve az F'' erőre, amely a forgástengellyel párhuzamos, C pontban a talajba merülő tárcsaszegmens súlypontjában támadja a tárcsa élének síkját. (Az erők felvételekor elhanyagolhatjuk a csapágysúrlódást és a tárcsa tehetetlenségi nyomatékát.)

Az F' erő F_z és F'_{xy} komponensekre bontható, amelyek közül

$$F_z = F' \cdot \sin\psi, \text{ [N]} \quad \text{és} \quad F'_{xy} = F' \cdot \cos\psi \text{ [N]}.$$

A C pontban ható F'' vízszintes erőnek a tárcsaközéppontba helyezésével $F''(R-h)$ nagyságú nyomatékot kapunk, amely a tárcsát lapjára igyekszik fektetni. A középpontba áthelyezett F'' és F'_{xy} erő (vízszintes síkú erők) összegezzhetők és az F_{xy} eredőt adják. Ennek az x (haladási iránnyal megegyező) és y (a haladásra merőleges) tengelyen a vetületei:

$$F_x = F_{xy} \cdot \sin(\alpha + \varphi), \quad F_y = F_{xy} \cdot \cos(\alpha + \varphi) \text{ [N]}.$$

A vontatás irányára merőleges F_y erő a tárcsát függőleges tengelye körül, illetve a vontatás irányától elfordítani igyekszik.

Ha a vontatás irányába eső F_x erőt ismerjük, következtetni tudunk a többi összetevőre is. Az ábra alapján ugyanis

$$F_y = F_x \cdot \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi) = n \cdot F_x \text{ [N]},$$

ahol:

$$n = \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi), \text{ azaz } F_y/F_x,$$

$$F_z = F_{xy} \cdot \operatorname{tg}\psi = F_x \cdot \sin\varphi \cdot \operatorname{tg}\psi \text{ [N]}.$$

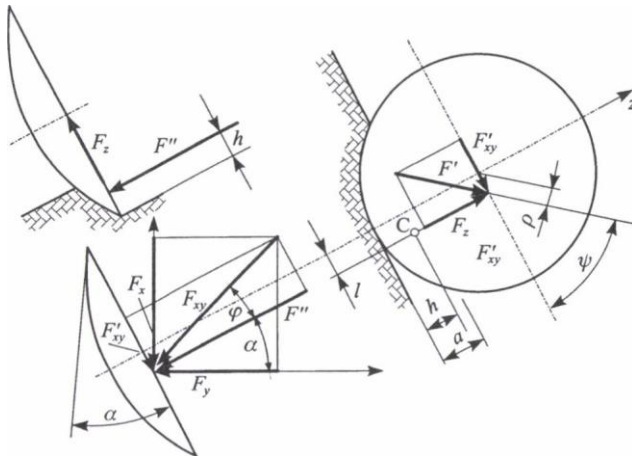
Mivel

$$F_{xy} = \frac{F_x}{\sin(\alpha + \varphi)},$$

$$F_z = F_x \frac{\sin\varphi}{\sin(\alpha + \varphi)} \operatorname{tg}\psi = m \cdot F_x \text{ [N]},$$

ahol:

$$m = \frac{\sin\varphi}{\sin(\alpha + \varphi)} \operatorname{tg}\psi, \text{ azaz } F_z/F_x.$$



76. ábra. A tárcsalevélre ható erők és változásaik

A kísérleti adatok szerint az F' erő támadáspontja, a különböző mélységű munkáknál a tárcsaközéppont alatt $p = 0,03$ m-re adódik. Az F'' erő jó közelítéssel a munkamélység felében $h = (0,53-0,5) \cdot a$ a forgási irányban a függőleges tengelyvontól $l = 0-0,11$ m-re hat. (Ez utóbbi érték $\alpha = 10^\circ$ vontatásnál $l = 0,11$ m $\alpha = 15-35^\circ$ -os vontatáskor $l = 0,09$ m, $\alpha = 35-15^\circ$ vontatásnál $l = 0,07$ m). Átlagos viszonyok között az F'' erő $0,5a$ -ban $l = 0$ helyen vehető fel.

Ha ismerjük az F_x , F'' és F' erőket, az F_y és F_z a következő összefüggésekkel is meghatározható:

$$F_x = F'' \cdot \sin\alpha + F' \cdot \cos\psi \cdot \cos\alpha \quad [\text{N}],$$

$$F_y = F'' \cdot \cos\alpha + F' \cdot \cos\psi \cdot \sin\alpha \quad [\text{N}],$$

$$F_z = F' \sin\psi \quad [\text{N}],$$

illetve, ha az F_x , F_y és F_z erőket állapítjuk meg, az F' és F'' erőket számítjuk:

$$F'_{xy} = F_x \cdot \cos\alpha - F_y \cdot \sin\alpha \quad [\text{N}],$$

$$F' = \sqrt{F_z^2 + F'_{xy}{}^2} \quad [\text{N}],$$

$$F'' = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F'_{xy}{}^2} \quad [\text{N}]$$

és

$$\psi = \arctg\left(\frac{F_z}{F_x \cdot \cos\alpha - F_y \cdot \sin\alpha}\right) [^\circ].$$

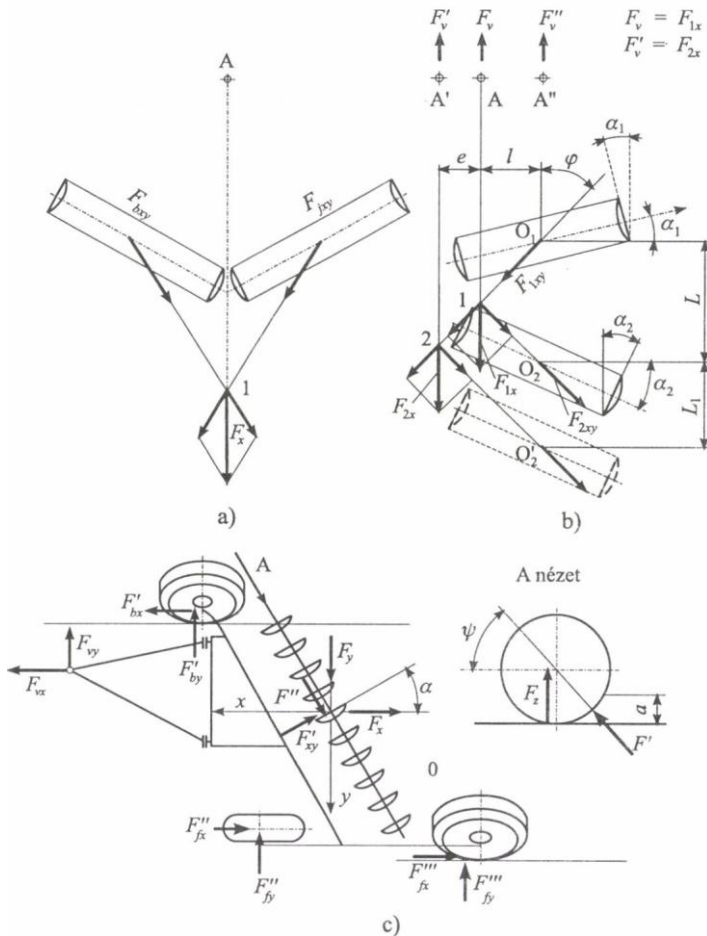
A szántáselmunkálás erőigénye kisebb, mint a tarlóhántásé.

A tárcsatag egyensúlya

A tárcsás boronák általában több tagból állnak. A tagok négyszög keresztmetszetű tengelyre fűzött 3–11 tárcsalevelelből tevődnek össze. Egymás közti távolságukat távtartó hüvelyek biztosítják. A tagokat két-három csapággal függesztik a keretre. A tárcsalevelek tisztán tartása céljából homorú felületükhöz merev vagy rugós kaparólapokat (rögkivetőket) illesztnek, amelyek gondoskodnak a rájuk tapadt sár eltávolításáról.

A több levélből álló tárcsatagon a reakcióerők támadáspontját a tag középpontjában vehetjük fel (páratlan számú tárcsalevelelnél a középső tárcsán) (77. ábra).

A tárcsatagra tehát éppen úgy, mint a tárcsalevelelre F_{xy} , F_z reakcióerő és $F''(R-h)$ nyomaték hat.



77. ábra. A tárcsás művelőeszközök egyensúlya

A függőleges F_z erővel a tárcsa súlya tart egyensúlyt. Ha az F_z igen nagy (művelőeszközünk kemény talajon dolgozik), a csuklósan kapcsolt és hidraulikus hengerrel mozgatható szárnytoldatokat felemeljük, s így a tárcsa középrészének terhelése növekszik, és az a talajban marad.

Az $F''(R-h)$ nyomaték igyekszik elforgatni a tárcsát. Hatása olyan, hogy a homorú oldal irányában levő tárcsaleveleket a talajba nyomja, a domború oldalait pedig kiemeli. Ezért a tárcsa súlyát úgy kell elosztanunk, hogy súlypontja a reakcióerők támadáspontja mögött l távolságra legyen. Így a súly $F_G \cdot l$ nyomatéka egyenlő az $F''(R-h)$ nyomatékkal, ami megteremti a nyomatékok egyensúlyát is.

A tárcsás talajművelő eszközök egyensúlya

A nagyobb tárcsás boronák kizárólag vontatott kivitelben készülnek 6–12 m-es munkaszélességgel. Az egysoros V és a kétsoros X elrendezésű tárcsák a vontatási irány síkjára szimmetrikus elrendezésűek (77/a ábra). A gépet az A ponton keresztül vontatják. A jobb és bal oldali tárcsatagra ható erők eredője egyensúlyban van a traktor által kifejtett vonóerővel. Ezért a tárcsát a haladási irányból kitérítő nyomaték nem lép fel. (Hasonló a helyzet az X elrendezésű tárcsánál is, ahol az első tárcsasor mögött – fél osztással eltolva – egy ugyancsak szimmetrikus tárcsasor jár).

A V elrendezésű kétsoros tárcsák egyensúlya a 77/b ábrán figyelhető meg. A tárcsatagok α_1 és α_2 szöge általában nem egyenlő: $\alpha_2 > \alpha_1$. Az egyensúly az A–1 vonóerő-irány esetén biztosított. Ekkor a tárcsatagok súlypontja közötti távolság L .

Ha a bekötési pontot az A' pontba helyezzük, az egyensúly csak akkor biztosítható, ha az O_2 középpontú tagot L_1 távolsággal hátrább toljuk. Ellenkező esetben az F_{1x} eredő erőnek e karon nyomatéka ébred, s ez az óramutató járásával megegyező irányba elforgatja a tárcsát úgy, hogy az α_1 értéke csökken, α_2 értéke pedig növekszik. A tárcsatagok szögváltozása az F_{rv} erők nagyságát is változtatja. Az elfordulás addig tart, amíg az erőegyensúly helyre nem áll, azaz a vonóerő és az erő esik egy egyenesbe.

Az A'' bekötés esetén hasonló a helyzet, csak a nyomaték iránya ellentétes.

A vontatott vagy függesztett egyirányú tárcsák aszimmetrikus elrendezésűek. Az egy irányban elhelyezett tárcsatagokat a tartókerethez csatlakoztatott tarló-, barázda- és farkerek hordja. A barázda- és farkerek ferde állású, abból a célból, hogy az oldalirányú erőket egyensúlyban tartsák (77/c ábra). Az ábra alapján a korábbiakban az egy levélnél tanulmányozott erőkomponensek ismeretében az egyensúlyi egyenletek felírhatók.

Tárcsásborona-kialakítások

A nagy munkaszélességű tárcsás boronák merev kerettel, X vagy V elrendezésű tárcsatagokkal, hidraulikus munkahengerrel állítható, gumiabroncsos járókerekekkel készülnek.

A tárcsatagok egy vagy két helyen osztottak. Az osztás síkjában a keretrészek, a szárnyak többnyire kihelyezett hidraulikus munkahengerrel felhajthatók, s így a gépek szállítási szélessége csökkenthető (kb. a merev keret szélességével válik azonossá).

A csuklós tárcsatag egyben a talajfelszín követését, az áthidalás csökkentését is

lehetővé teszi. Ha azonban a tárcsa súlya nem biztosítja a kellő mélységű talajba hatolást, a szárnyak felemelésével jelentősen növelhető a fajlagos terhelés, bár csökken a munkaszélesség.

A járókerekek (a nagy tömegű tárcsákon ikerkerekek) egyben a mélységghatároló szerepét is betöltik. Állításukkal ugyanis a munkamélység csökkenthető. Egyes változatokon a hidraulika tehermentesítésére mechanikus mélységghatároló is található.

A tárcsák szabályozószerkezetei egyszerű kivitelűek. Feladatuk a keret szinten tartása, azaz biztosítaniuk kell, hogy az első és hátsó tárcsasor azonos mélységben járjon. Fontos szabályozószerkezet található a vonórúdon, amely csavarorsós és rugós mechanizmusával nemcsak az előbbi feladatokat látja el, hanem a tárcsa rugós bekötését, illetve lengéscsillapítását is lehetővé teszi.

A tárcsatagok szöghelyzetét a tárcsák többségén a kerethez való rögzítés áthelyezésével 12–24° szögállások között fokozatosan vagy fokozat nélkül állíthatjuk.

A tárcsás boronák párhuzamos kapcsolással (kapcsolószerkezettel) is működtethetők.

A 3. táblázat két tárcsás borona energetikai adatairól ad képet.

3. táblázat. Tárcsák energetikai adatai

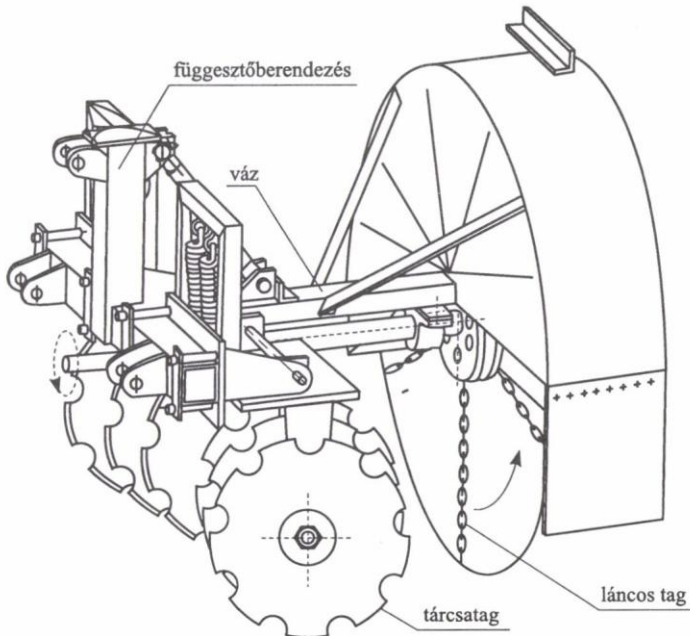
| | IH–10–770 (nehéztárcsa) | | IH–10–490 (könnyűtárcsa) |
|---------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|
| Vontatási szög | 18° | 23° | 15° |
| Vontatási sebesség [m/s] | 2,16 | 1,83 | 2,47 |
| Munkamélység [m] | 0,075 | 0,15 | 0,08 |
| Munkaszélesség [m] | 7,2 | 6,9 | 9,8 |
| Vontatási ellenállás [kN] | 53,32 | 52,62 | 35,17 |
| Teljesítmény [kW] | 113,1 | 94,7 | 85,26 |

A tárcsás boronák különleges típusai megtalálhatók az erdészeti gépek között is. A tárcsás-láncos pásztakészítők a tuskózás nélküli erdőfelújítási technológiák részleges talaj-előkészítésének eszközei.

A gép letisztítja a pászta felületét, eltávolítva arról a kisebb méretű vágástéri hulladékokat, sarjakat és lágyszárú aljnövényzetet. Forgó művelőszerszámaival a talaj felső rétegét oldalra söpri, és ezáltal tiszta sávot hagy maga után, lehetővé téve abba az ültetést.

A gép főbb szerkezeti egységei (78. ábra) a váz, a függesztőberendezés, a tárcsatagok és a láncos tag.

A passzív és forgó művelőelemes pásztakészítők alapvetően a tuskózás nélküli erdő felújítási technológiák talaj-előkészítésének eszközei. Segítségükkel részleges (pásztás) talaj-előkészítés végezhető. Alkalmaskak továbbá az erdővel borított területek alátelepítéskori, valamint egyéb erdősítendő területek pásztás talaj-előkészítésére. Bizonyos körülmények között a passzív művelőelemük nélkül is üzemeltethetők.



78. ábra. A tárcsás-láncos pásztakészítő szerkezeti felépítése

Ásóboronák

Működési elv és agrotechnikai követelmények

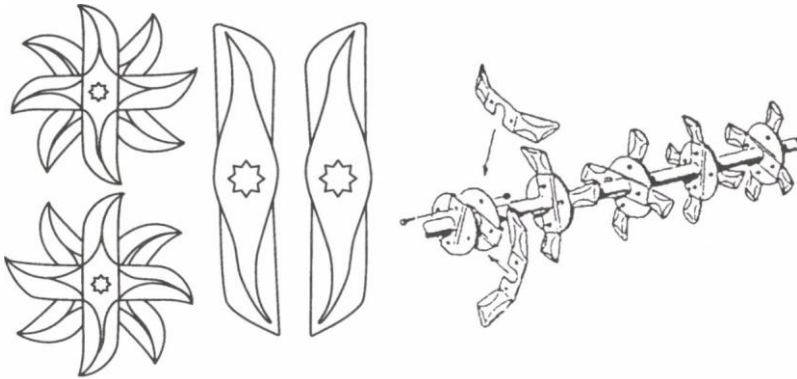
Az ásóboronák művelőelemei általában hajlított, két végükön élezett, kovácsolt acélkések, amelyek kereszt alakban – a tárcsás boronákhoz hasonlóan – távtartók közbeiktatásával különböző hosszúságú tengelyekre vannak felfűzve (79. ábra).

A késkereszteket összefogó tengelyek a gép keretén rögzített konzolokban csapágyazottak. A késkeresztek a haladási iránnyal szöget zárnak be, amely szög egyes típusoknál rögzített, másoknál 15–25° között állítható. A talajba hatoló művelőelemek a talajellenállás hatására elfordulnak, s közben a rögöket, tarlómaradványokat és gyomnövényeket elmetszve a talaj szelvényt oldalirányban mozgatják, terelik. A forgás sebessége és ezáltal az aprítás-porhanyítás-keverés mértéke a haladási sebességtől függ. Intenzív munka, a talajművelő eszközök szokásos sebességtartományán felül 10–14 km/h sebesség esetén érhető el.

Az ásóboronák feladatai:

- a beállított mélységben porhanyítsák, lazítsák és keverjék a talajt,
- a talaj felszínét egyengessék, de a fogások szélén ne maradjon nagy mélységű barázda, illetve ne keletkezzen orom,
- a műtrágya és a növényvédő szer bekeverése egyenletes legyen,

– irtják a kelőfélben lévő és még meg nem erősödött gyomokat.



79. ábra. Ásóborona késkeresztek (jobbos – balos)

Az ásóboronák felépítése, főbb szerkezeti egységei

Az ásóboronák főbb egységei a következők: függőszerkezet, keretszerkezet, művelőegységek, szabályozószerkezetek.

A traktor-munkagép kapcsolata szerint függesztett és félig függesztett kivitelek ismeretesek.

A művelőtagok elrendezése alapján a következő felosztás lehetséges:

- kétsoros szimmetrikus,
- háromsoros szimmetrikus,
- háromsoros aszimmetrikus,
- négyesoros aszimmetrikus,
- különleges.

A késkeresztek működési elvéből következően azok csak aprítást-lazítást végeznek, de nem tömörítik, nem zárják le a talajt.

Ezért az ásóboronák mai, modern változatain a legtöbb esetben a késkereszteket tartalmazó tengelyek mögött elmunkáló-lezáró egységeket helyeznek el. Ezek az egységek egy- vagy kétsoros hengerboronák, amelyeknek a terhelése rugós vagy hidraulikus rendszerrel szabályozható.

A legegyszerűbb változatoknál beállító-szabályozó szerkezetek nem találhatók. Az ásóborona munkamélységét a gép tömege és a talaj állapota határozza meg. Kemény, tömődött talajon a megfelelő behatolást és a kívánatos munkamélységet pótterheléssel (kő-, beton-, acéldarabok) lehet elérni. A modernebb, az agrotechnikai igényeket teljességgel kielégítő változatoknál az ásóboronákat 1–1,5 m széles tagokból építik, amelyek munkamélységét mélységhatároló kerekkel és/vagy kihelyezett hidraulikus munkahengerekkel lehet szabályozni. A KAB ásóboronák zárt hidraulikus rendszere a

keresztirányú tömörítés szabályozására is alkalmas.

Az ásóborona vontatási ellenállását a 4. táblázatban foglaltuk össze. A jellemzőként megadható átlag rögátmérő értékeit az ekével és a tárcsával összehasonlítva az 5. táblázatban szemléltetjük.

4. táblázat. A Hankmo–252 típusú ásóborona energetikai adatai szántáselmunkálásban

| | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|------|-------|
| Munkasebesség, m/s | 2,2 | 2,8 | 3,6 | 4,5 |
| Munkamélység, m | 0,045 | 0,022 | 0,03 | 0,024 |
| Munkaszélesség, m | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 |
| Vontatási ellenállás, kN | 15,2 | 13,9 | 17, | 18,2 |
| Fajlagos vontatási ellenállás, kN/m | 1,92 | 1,78 | 2,17 | 2,34 |
| Vontatásiteljesítmény-igény, kW | 33,0 | 38,5 | 61,0 | 80,0 |

5. táblázat. A szántás és kiegészítő művelés jellemző rögmérete és két tipikus frakciójánya

| A művelőeszköz és meneteinek száma | Átlagos rögátmérő (D_i), [mm] | Az 1 cm-nél kisebb rögfrakció [%] | A 6 cm-nél nagyobb rögfrakció [%] |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Eke | 123 | 9,3 | 60,1 |
| Hankmo–191 típusú ásóborona | | | |
| egyszer | 118 | 13,2 | 59,9 |
| kétszer | 108 | 14,0 | 56,5 |
| háromszor | 91 | 14,3 | 46,1 |
| JD–330 típusú tárcsa | | | |
| egyszer | 100 | 17,1 | 56,0 |
| kétszer | 79 | 20,6 | 44,7 |
| háromszor | 66 | 23,8 | 24,4 |

A jellemző átlagos rögátmérő a következő összefüggés segítségével határozható meg:

$$D_{\text{átl}} = \frac{\sum n_i \cdot d_i}{\sum n_i} \quad [\text{mm}],$$

ahol:

n_i – az i -edik rögfrakció tömege,

d_i – az i -edik rögfrakció méret osztályközepe [mm].

Forgóboronák

Működési elv és agrotechnikai követelmények

A forgóboronák első változata egy olyan, a függőlegessel szöget bezáró tengelyű, nagy átmérőjű kerék volt, amelynek kerülete mentén boronafogak voltak elhelyezve. A kerék ferde elhelyezése következtében csak néhány fog érintkezik a talajjal, de ezek a talajjellenállás hatására forgásba hozzák a kerekeket.

A forgókeréken lévő boronafogak megfelelő kerületi sebességet elérve jó hatásfokkal apritják-porhanyítják a talajrészecskéket és egyengetik is a talajfelszínt. A fejlesztés során a forgókerék átmérője csökkent, tengelyének dőlése térbelivé változott és egyéb eszközökkel kombinálva új gépek kialakítását tette lehetővé.

Agrotechnikai követelmények:

- a művelt rétegben megfelelő porhanyítás, lazítás és keverés,
- a munkamélység hossz- és keresztirányban azonos legyen,
- a fogások szélein ne alakuljon ki se orom, se barázda,
- a művelőelemek között ne maradjon műveletlen sáv, vagyis művelés után a talaj felszíne legyen egyenletes,
- irtsa a kelőfélben lévő és a nem túl fejlett gyomokat,
- a művelőelemek eltömődésmentesen dolgozzanak.

A forgóboronák felépítése, főbb szerkezeti egységei

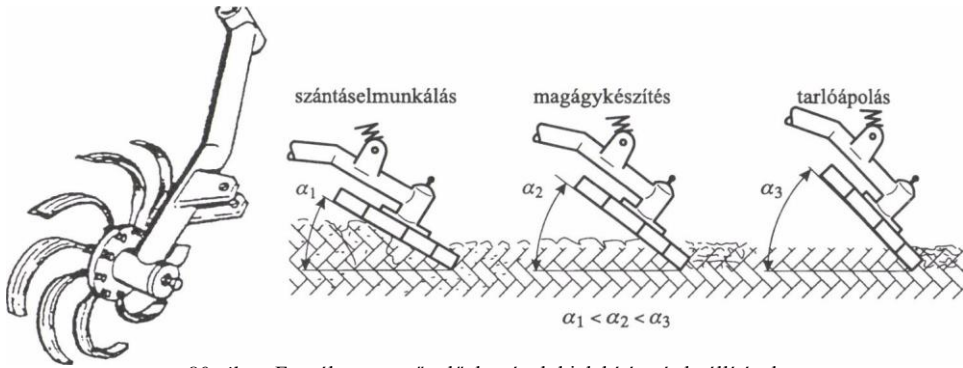
A forgóboronák főbb szerkezeti egységei a következők: függesztőszerkezet, keretszerkezet, művelőegységek, szabályozószerkezetek.

A traktor-munkagép szempontjából a függesztett és félig függesztett kivitelek a jellemzők.

A művelőegységek összeállítása alapján a következő főbb típusok ismeretesek:

- gyomirtó boronák (csak forgóborona-elemekből állnak),
- magágykészítők,
- nehézkultivátorok.

A forgóboronák művelőelemei ívben hajlított kések, amelyeket oldható csavarkötéssel rögzítettek egy, a haladási iránnyal és a függőlegessel egyaránt szöget bezáró acélkorongra (80. ábra). A késrögzítő korong tengelye egy hajlított csőtartó végén van csapágyazva. A tartó másik vége a keretszerkezethez csatlakozik oly módon, hogy a tekercsrugós kitérítőszerkezetű forgóboronát a megkívánt munkamélység biztosítása, illetve akadályba ütközés esetén a törés elkerülése érdekében függőleges irányban, az ív mentén elmozdulhasson.



80. ábra. Forgóborona művelőelemének kialakítása és beállítások

A forgóboronák munkáját a nagy sebességgel való metszés jellemzi. Ennek eléréséhez 8–14 km/h haladási sebesség szükséges, illetve ajánlatos. Ekkor a talaj által hajlott, élezett forgó kések hatékony porhanyító, keverő munkát végeznek, gyomirtó hatásuk pedig kiemelkedően jó. A forgóboronák felhasználási területe a következők szerint határozható meg:

- gyomirtás,
- szántáselmunkálás, talajápolás,
- műtrágya és vegyszerbekeverés,
- magágykészítés.

Küllős kapák, forgókapák

A küllős kapa küllői hátrafelé görbítettek, így függőlegesen hatolnak a talajba, kiemelkedéskor pedig erős lazító munkát végeznek. Rögtörésre, a felszín lazítására és kisebb mélységben gyökerező gyomnövények irtására alkalmas. Kétsoros kivitelben készül. Egymástól egyenlő távolságban – a második sorban felosztással eltolva – lazán vannak felfogva az egyes küllőkoszorúk.

A küllős kapa maximálisan 9 cm, többnyire azonban 1–2 cm mélységben dolgozik. Átmérője $D = 350\text{--}520$ mm, vastagsága 12–15 mm. Fogaik a hegyük felé kúposak. A kisebb méretű kapák folyóméterenként több szúrást végeznek a talajban, ám eltömődési veszélyük nagy. Két küllős elem (távolságuk 68 mm, illetve 56 mm) szúrásainak száma $125\text{--}165/\text{m}^2$.

Talajmarók

Az aktív szerszámokkal felszerelt talajművelő gépek közül legismertebbek: a lengőboronák, a forgóboronák és a talajmarók.

A hajtott talajművelő eszközök előnyei:

- Kiváló aprító-porhanyító munkát végeznek, ennek következtében a kiegészítő talajmunka, még az igen apró morzsás magágyat igénylő növények estén is minimálisra csökken.
- A szerves anyagokat (zöldtrágya, szerves trágyák stb.) bármely más talajművelő gépnél jobban, egyenletesebben keverik a megmunkált talajrétegbe.
- Egyenletes, barázdák és bakhátak nélküli talajfelszín hagynak hátra.
- A működésükhöz szükséges teljesítményt nem a traktor járószerkezetein keresztül kapják, elmarad a talaj szerkezetét romboló, káros kerékcúszás.
- A működtetésükhöz szükséges motorteljesítmény kihasználása a legkisebb veszteséggel valósulhat meg.
- A traktornak kevesebb vonóerőt (esetenként egyáltalán nem) kell kifejtenie, így a traktor kerekeinek csúszása – káros hatásaival együtt – mérsékeltebb.

A talajmarók művelőelemei, a marókések több változatban készülnek. Legáltalánosabbak az L alakú szerszámok, amelyek különösen nagy mennyiségű növényi maradvánnyal borított területen végeznek jó munkát. Nehezebb, tömődöttebb talajon a C alakú kések kedvezőbbek, főleg akkor, ha a talaj nedves, mivel ez a késforma kevésbé hajlamos az eltömődésre.

A marókések helyett az utóbbi időben új elemeket fejlesztettek ki. Ilyen az ún. hajtott tüskés vagy szöges henger, amelynek talajporhanyító és keverő hatása jobb, mint a korábbi eszközöké volt.

Azokat a marókat, amelyeket szántáselmunkálásra, magágy-előkészítésre gyártanak (max. 15 cm művelési mélységig) könnyű talajmaróknak nevezzük. A nehéz talajmarók 1 m munkaszélességre jutó tömege 350–550 kg között változik, munkamélységük 15–25 cm.

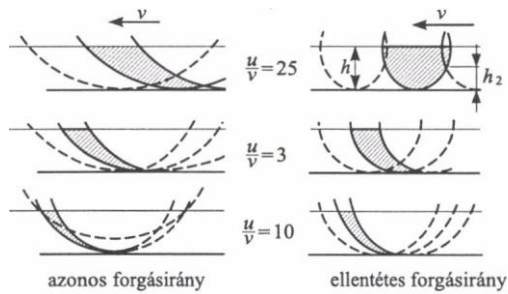
A talaj mélyebb lazítása céljából szokásos a maródob elé vagy mögé lazítókéseket szerelni, amelyek a forgórész alatt 8–20 cm mélységben fellazítják a talajt.

A készszám, a maródob-fordulatszám és a haladási sebesség változtatásával szabályozható a maró „előtolása”, vagyis a kimetszett talajszelevény mérete. Nagyobb talaj szelevény kimetszése esetén csökken a talaj porhanyítása, de csökken a művelés teljesítményigénye is. A maródob fordulatszáma a legtöbb talajmarón szabályozható, általában 140–300 1/min közötti. Ha a fordulatszám változatlan, az „előtolás” a haladási sebesség változtatásával szabályozható. Kis haladási sebesség finom porhanyítást, nagyobb haladási sebesség durvább aprítást eredményez.

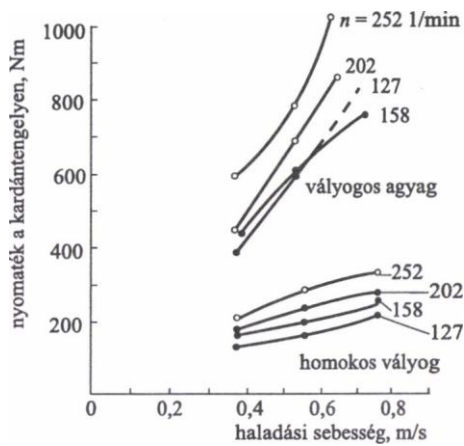
A talajmarók forgásiránya általában haladásirányú, de kísérleti célból készítettek hátrafelé dolgozó forgórészű gépeket is. A szerszám kerületi sebessége a haladási sebesség 5–10-szerese, ezért a szerszám viszonylag keskeny talaj szeleteket vág le a barázda homlokfalából. A kivágott talaj szelet annál vékonyabb, minél nagyobb a kerületi sebesség a haladási sebességhez viszonyítva. A szelet geometriai alakját különböző u/v sebességviszonyoknál a 81. ábra szemlélteti.

A talajmaró a talajt egyrészt apró szeletekre vágja, másrészt a nagy kerületi sebesség következtében a szerszám a kivágott talajrészekkel jelentős kinetikus energiát közöl. Ennek következtében a talajt erősen aprítja és keveri. A talajmarók energiaszükséglete viszonylag nagy, aminek oka az aprításra fordított jelentős kinetikus energia. A tiszta vágási ellenállás adott talajállapotnál a kivágott talajszelet vastagságának függvénye.

Minél vékonyabb a szelet, annál kisebb a vágási ellenállás.



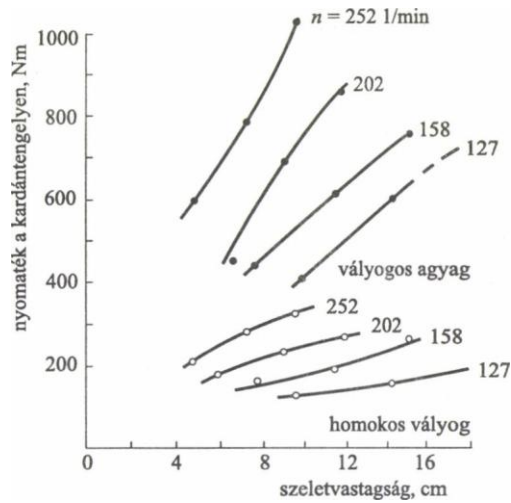
81. ábra. A talajmaró által kivágott talajszelet változása a kerületi és a haladási sebességek viszonyának függvényében



82. ábra. A talajmaró nyomatékszükséglete a haladási sebesség függvényében, különböző marófordulatszámoknál

A 82. ábrán láthatjuk a traktor teljesítmény leadó tengelyén mért nyomaték változását a haladási sebesség függvényében, különböző talajmaró-fordulatszámoknál. A haladási sebesség növekedésekor, adott fordulatszámnál növekszik a kivágott talaj szelet vastagsága, s ennek következtében a nyomatékszükséglet is nő.

A nyomatékszükségletet a talaj szelet vastagságának függvényében a 83. ábrán láthatjuk. Azonos méretű talaj szelet kivágásához alacsonyabb fordulatszámmal kisebb erőre van szükség. Ezért a szerszám kerületi sebességét a lehetőségek szerint csökkenteni kell.



83. ábra. A talajmaró nyomatékszükséglete a szeletvastagság függvényében

A talajmarók fajlagos energiafelhasználása csökkenthető, s nagyobb vontatási sebesség alkalmazható a kultivátor(lazító)-maró kombináció alkalmazásával. A marószerszámok előtt kultivátorszerszám halad, amely a felső talajrétegeket fellazítja, s a maró vágási és gyorsítási munkája lényegesen lecsökken. A kultivátorszerszám kissé a maró előtt halad, a szerszámszár elhelyezése viszont úgy célszerű, hogy az már a maró által fellazított talajban haladjon előre. Ezáltal a szerszámszár ellenállása csökkenthető. A kultivátorszerszám ellenállására szintén visszahat a maró munkája s ennek következtében vontatási ellenállása kisebb, mint maró nélkül.

A talajmarók energiaszükségletére jellemző a megművelt talaj 1 dm^3 -ére eső munka, amelynek értéke:

$$A_m^+ = \frac{2\pi \cdot M}{i \cdot b \cdot l_t \cdot z} [\text{Nm}/\text{m}^3],$$

ahol:

M – nyomaték a maró tengelyén [Nm],

i – a szerszámok száma egy síkban,

b – a maró munkaszélessége [m],

l_t – a kivágott talajszelet vastagsága [m],

z – a művelési mélység [m].

A kultivátorszerszám fajlagos munkája:

$$A_k^+ = 0,1 \frac{P}{b \cdot z}.$$

Kultivátor-maró kombinációnál a teljes fajlagos munka A_m^+ és A_k^+ összegeként adódik.

Rotációs boronák

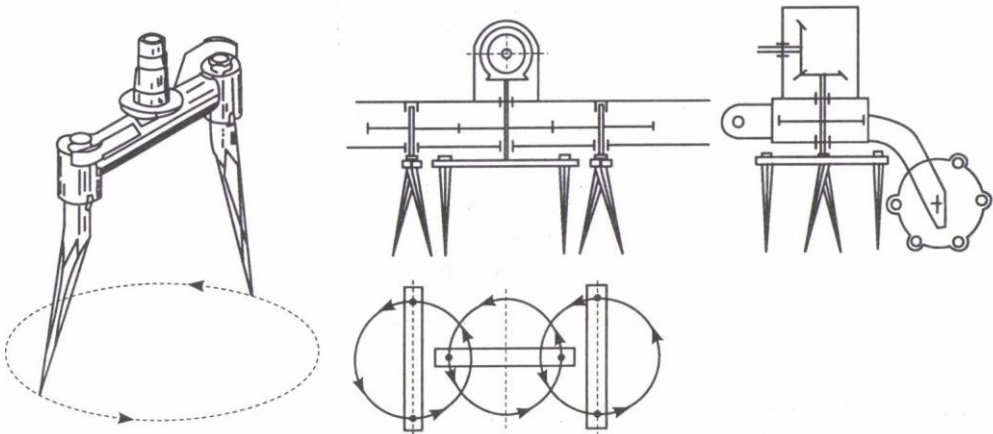
A hajtott talajművelő eszközök sokáig egyeduralmú változata – a régi típusú talajmaróktól eltekintve – a lengőborona volt. A hatvanas években az egész világon számos változatát gyártották, de munkaszelességük nem haladta meg a négy métert. A 74 kW feletti teljesítményű traktorok széles körű elterjedésekor megpróbálkoztak nagyobb munkaszelességű lengőboronák kialakításával is.

A hajtott forgóboronák (84. ábra) függőleges tengellyel készülő rotorok, amelyeken két boronafog található. Ezek egyenes, hajlított, kör vagy kés keresztmetszetűek stb. lehetnek. Az egymás mellett elhelyezett rotorok egymáshoz képest 90°-os szögeltéréssel forognak, tehát a fogpályák átfedhetik egymást.

A forgóborona mozgásegyenlete analóg a talajmaróéval. A közöttük mutatkozó eltérés csupán annyi, hogy a boronarotor függőleges, a maródob vízszintes tengely körül forog. A fogakon ébredő ellenállás nagysága a rotor előtolásakor levágott talaj szelet nagyságától, a kés kialakításától, valamint a talaj vágási ellenállásától függ.

A hajtott boronák egyik érdekes megoldása a támolygóborona, amely egy hajtott tengelyből, a tengelyre szerelt lengőcsapágyból, valamint e csapágyhoz illesztett két-három foggal ellátott boronatabból áll. Munka közben a lengőcsapágy „löketétől” függő boronamozgás szolgáltatja a jobb talajporhanyítást.

A magágykészítő gépek, illetve a lengő- és hajtott boronák teljesítményigényét a 6. táblázatban hasonlítottuk össze.



84. ábra. A forgóboronák elvi felépítése

6. táblázat. A magágykészítő eszközök teljesítményigényének alakulása

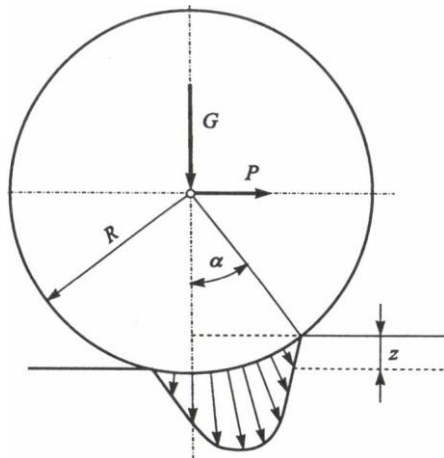
| | Kombinált magágy készítő | | Hajtott | | | | | | Talajmaró | |
|----------------------------|--------------------------|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|------|-----------|------|
| | | | Lengőborona | | | Forgóborona | | | | |
| Munkasebesség, m/s | 1,7 | 2,5 | 0,8 | 1,7 | 1,9 | 0,8 | 1,7 | 1,9 | 0,8 | 1,7 |
| Vontatási ellenállás, kN | 2,3 | 2,5 | 2,5 | 2,9 | 3,2 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 0,7 | 1,1 |
| Vontatási teljesítmény, kW | 3,7 | 6,0 | 1,5 | 4,4 | 5,9 | 0,6 | 1,5 | 2,2 | 0,6 | 1,5 |
| Hajtóteljesítmény, kW | – | – | 2,9 | 3,3 | 3,5 | 4,7 | 6,7 | 8,1 | 8,1 | 14,0 |
| Összes teljesítmény, kW | 3,7 | 6,0 | 4,4 | 7,7 | 9,4 | 5,3 | 8,2 | 10,3 | 8,7 | 15,4 |

Hengerek

A hengerek feladata a felszíni vagy mélyebb talajrétegek tömörítése és a felszíni rögök aprítása. A különleges felületű (palástú) hengerek a talajfelszín profilos kialakítására is alkalmasak. A tömörítőhengerek palástja sima, az aprító-tömörítőké profilos.

A sima hengerek lemezből készülnek hegesztéssel vagy szegecskötéssel. Egyes változataik homok vagy víz pótsúllyal feltölthetők.

A henger munkáját szematikusan a 85. ábra szemlélteti.



85. ábra. A henger deformációs zónája

A G súlyú henger a puha talajon z mélységben besüllyed, s ezáltal az alatta levő réteget tömöríti. A felületi nyomás az érintkezési felület mentén nem egyenletes, és a maximális nyomás helye függ a besüllyedés relatív értékétől (z/R), a vontatási sebességtől stb. Az érintkezési szög értéke:

$$\cos\alpha = 1 - \frac{z}{R},$$

a közepes felületi nyomás pedig:

$$q = \frac{G}{\left(\frac{\alpha}{180}\right)\pi \cdot R \cdot b},$$

ahol b a henger szélessége.

A henger tömöríthetősége a talajba süllyedés nagyságával jellemezhető. A képlékeny talajon vontatva, a hengert merev keréknek tekintve (86/a ábra), a besüllyedés nagysága a következők figyelembevételével határozható meg:

A henger ds nagyságú ívdarabján fellépő ellenállás σ , amelynek komponensei: $\sigma_y = \sigma \cos \beta$, $\sigma_x = \sigma \sin \beta$.

A talajban ébredő feszültség arányos a deformációval a vizsgált pontban:

$$\sigma = q(h_0 - y) \text{ [N/m}^2\text{]},$$

ahol:

q – a talaj fajlagos tömörítési tényezője [$\text{N} \cdot \text{cm/m}^2$],

h_0 – a bemerülés mélysége [cm].

A β munkaszélességű hengerre ható függőleges erők egyensúlya:

$$F_Q = \int_0^{h_0} B \cdot \sigma \cdot \cos \beta \cdot ds = B \cdot q \int_0^{h_0} (h_0 - y) dx.$$

Az ABC és BCO hasonló háromszögek alapján azonban

$$\frac{y}{x} = \frac{x}{D - y},$$

amiből, ha y ha elég kicsi, y^2 elhagyásával:

$$x^2 = D \cdot y,$$

illetve

$$y = \frac{x^2}{D}$$

értéket kapunk.

Differenciálva:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2x}{D},$$

így:

$$dx = \frac{D}{2x} dy = \frac{D}{2\sqrt{D \cdot y}} dy,$$

amivel írható a henger súlya F_Q :

$$F_Q = B \cdot q \frac{\sqrt{D}}{2} \int_0^{h_0} (h_0 - y) y^{-\frac{1}{2}} dy = \frac{2}{3} B \cdot q \sqrt{D} \cdot h_0^{\frac{3}{2}} \quad [\text{N}].$$

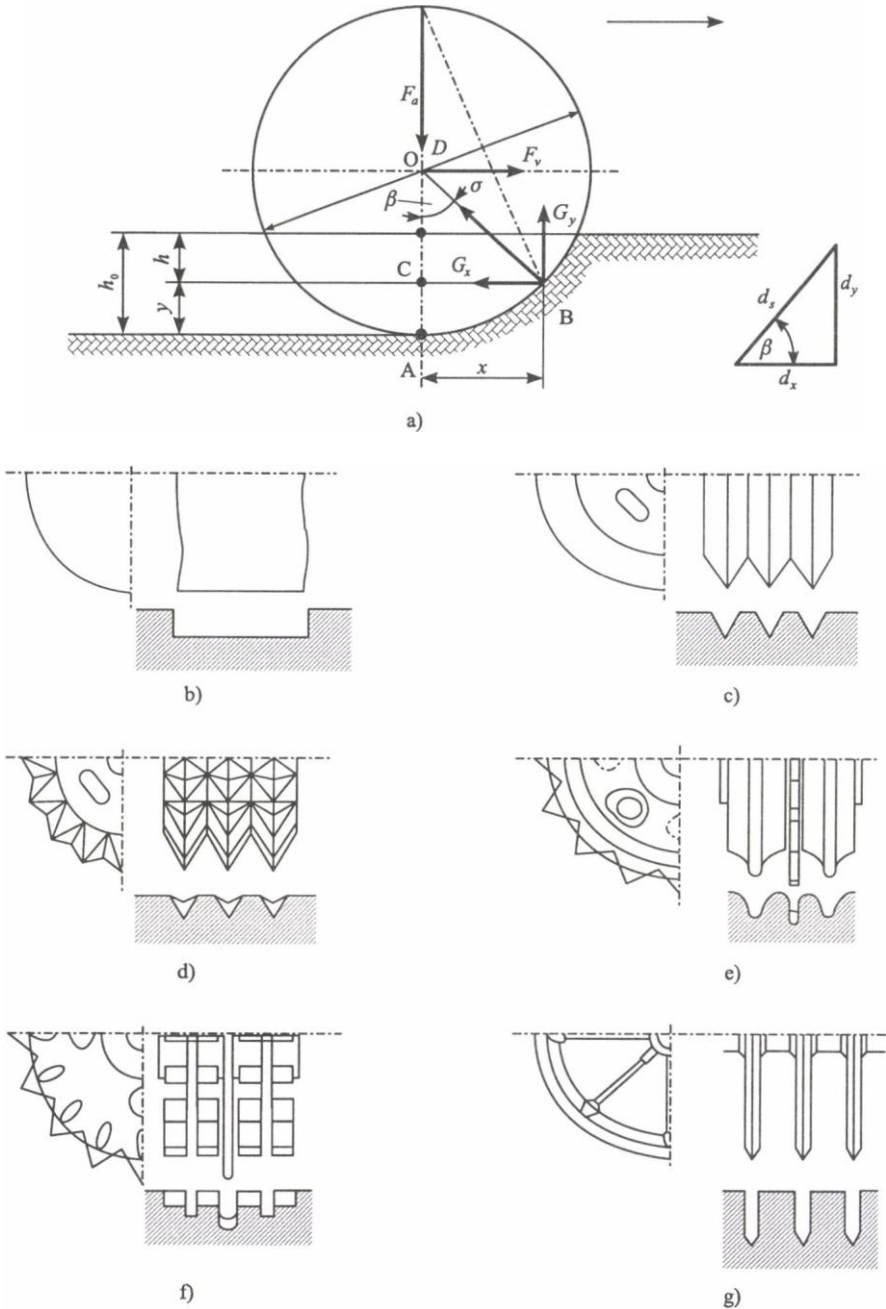
Ebből a henger besüllyedése:

$$h_0 = \sqrt[3]{\left(\frac{1,5F_Q}{B \cdot q\sqrt{D}}\right)^2} \quad [\text{cm}].$$

A henger vonalsúlyával (k) számolva $k = F_Q/B$ [N/cm] és adott hengerátmérőnél az állandók összevonásával:

$$h_0 = \sqrt[3]{\left(\frac{1,5k}{q\sqrt{D}}\right)^2} = A_1 \cdot k^{\frac{2}{3}} \quad [\text{cm}],$$

illetve állandó vonal és tömörítési tényezőnél



86. ábra. A henger munkája és a hengerelemek

a) a sima hengerre ható erők, b) sima, c) gyűrűs, d) csillagos, e) Cambridge, f) Crosskill-, g) mélytömörítő (Campbell-) henger

$$h_0 = A_2 \cdot D^{\frac{1}{3}} \text{ [cm]}$$

összefüggést kapunk.

Ezekből megállapítható, hogy a talaj tömörítése (besüllyedése) a vonalsúly 2/3 fokú hatványa szerint növekszik és az átmérő 1/3 fokú hatványa szerint csökken.

A hengerek besüllyedése a vontatási sebesség függvényében csökken, és ezáltal csökken a tömörített zóna vastagsága is.

A henger vontatásához szükséges erő – a csapsúrlódás és gyorsítás nélkül – megegyezik a talajellenállás vízszintes összetevőjével:

$$F_v = \int_0^{h_0} B \cdot \sigma \cdot \sin \beta \cdot ds = B \cdot q \int_0^{h_0} (h_0 - y) dy = B \cdot q \frac{h_0}{2} \text{ [N]}.$$

A h_0 -ra kapott korábbi összefüggést helyettesítve:

$$F_v = 0,86 F_Q \sqrt[3]{\frac{F_Q}{B \cdot q \cdot D^2}} = 0,86 F_Q \sqrt[3]{\frac{k}{q \cdot D^2}} \text{ [N]}.$$

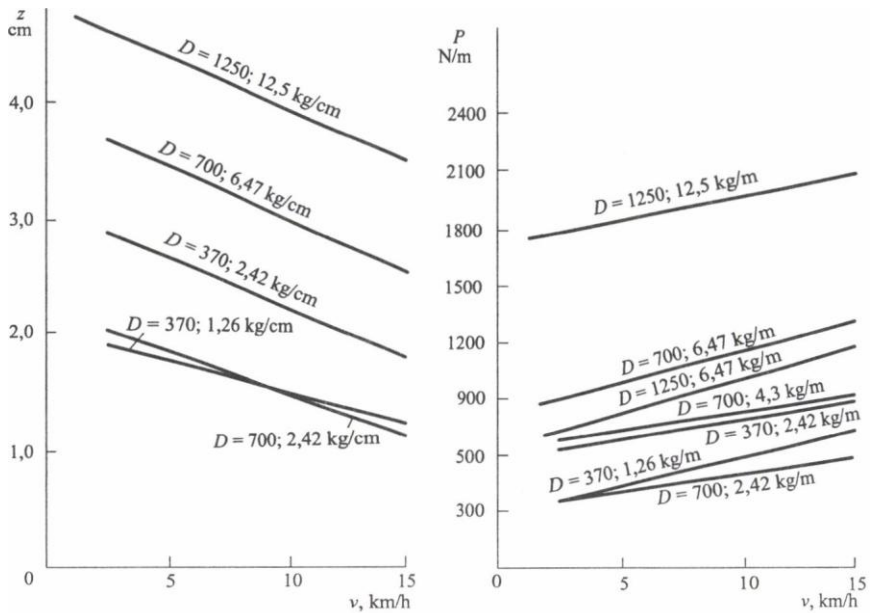
A kapott összefüggések a nagyobb vonalsúlyú és átmérőjű hengerek előnyére hívják fel a figyelmet. A tömörítést a vonalsúly, a gördülési ellenállás csökkentését pedig az átmérő növelésével érhetjük el.

Az elmondottak igazolhatók, ha két azonos súlyú és szélességű, de eltérő átmérőjű hengert helyezünk a talajra. Besüllyedésük között eltérés mutatkozik. A talaj fajlagos tömörítési tényezője ui. azonos, tehát a hengerek besüllyedési vetületei azonosak. Ez pedig csak úgy lehetséges, ha a kisebb átmérőjű henger mélyebbre nyomódik a talajba.

A valóságban a h_0 mélység függvényében a q is változik, de a kis hengerre mondottak akkor is igazak. Emiatt a nagyobb hengerek vontatási ellenállása is kisebb. Bizonyítható az is, hogy azonos magasságú akadályon való áthaladáskor azonos emelési munkát kell kifejtetni, tehát annak a hengernek a vontatásához kell a kisebb erő, amely hosszabb út megtételével gördül át rajta. A hengerek vontatási ellenállása a sebesség, valamint az egységnyi hossza eső súly növekedésekor növekszik. A hengerátmérő növelése viszont csökkenti a vontatási ellenállást, különösen a 370–700 mm intervallumban.

A haladási sebesség növelésével a hengerek munkamélysége csökken, mert a képlékeny talaj összenyomásához (tömörítéséhez) időre van szükség.

A gyűrűshengerekkel (86/c ábra) mélyebben, illetve jobban tömöríthetünk, mert felületi nyomásuk nagyobb. Elemei üregesek, s egy vagy két darabból öntéssel készülnek. A tengelyre fűzött gyűrűs elemeket csavaranyával rögzítik, illetve szorítják össze. Az elemek szokásos ékszőge 55–70°.



87. ábra. A hengerek besüllyedése és fajlagos vonóerő-szükséglete a haladási sebesség függvényében

7. táblázat. A hengerek főbb méretei és vontatási ellenállása

| Henger | Átmérő [m] | Munkaszélesség (egy elemé) [m] | Fajlagos tömeg [kg/m] | Munkasebesség [m/s] | Fajlagos vontatási ellenállás [kN/m] |
|------------------------------------|------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Sima henger | 0,3–0,6 | 1,0 | 100–450 | 1,66–2,22 | 0,4–1,0 |
| Réthenger | 1,3 | 1,5 | 2000 | 1,66–2,22 | 1,35–2,0 |
| Gyűrűshenger | 0,38–0,40 | 0,06–0,1 | 100–200 | 1,66–2,22 | 0,5–0,75 |
| Csillaghenger | 0,3–0,6 | 0,08–0,1 | 160–300 | 1,66 | 0,8–1,5 |
| Cambridge-henger | 0,35–0,4 | 0,08 | 200–430 | 1,66–2,22 | 0,5–0,65 |
| Croskill-henger | 0,32–0,52 | 0,08–0,1 | 200–430 | 1,66–2,22 | 0,55–0,8 |
| Altalaj-tömörítő (Campbell-henger) | 0,70 | 0,025–0,04 | 250–350 | 1,66–2,22 | 1,3–2,5 |

Erős rögtörő hatásukkal tűnnek ki a csillag- (86/d ábra), a Cambridge- (86/e ábra) és a Croskill-hengerelemek (86/f ábra), amelyeket többnyire kombinálva építenek hengertagokba. E megoldások csillagos elemeinek tengelyfurata nagyobb, mint a rögtörő elem agymérete. A csillagos elem elmozdulása (ugrálva gördül) csökkenti az eltömődés veszélyét.

A Campbell-féle mélytömörítő henger (86/g ábra) a nagyobb mélységű rétegeket tömöríti (a szántási üregeket szünteti meg), s küllői a felső talajréteget lazítják. A hengerek főbb műszaki jellemzőit a 7. táblázatban foglaltuk össze.

4. Tápanyag-kijuttató gépek

4.1. Agrotechnikai követelmények

A talajból a terméssel elvont tápanyagokat műtrágyákkal és szerves trágyákkal pótolják. A talajból felvehető növényi tápanyagokból (makroelemekből), mint a nitrogén (N), a foszfor (P) és a kálium (K), a növények viszonylag nagy mennyiséget igényelnek. Mind a műtrágyák, mind a szerves trágyák alkalmazása szilárd és folyékony formában történhet.

A szilárd műtrágyák anyag- és kijuttatási jellemzői

Gépesítés szempontjából a legfontosabb jellemzők a sűrűség, a térfogattömeg, a nedvességtartalom, a nedvszívó képesség, a szemcseösszetétel, a súrlódási jellemzők, a természetes rézsűszög, a tapadási hajlam, a szemcse-szilárdság, valamint az aerodinamikai és ütközési tulajdonságok.

A **térfogattömeg** több tényező függvénye. A sűrűség, a nedvességtartalom, a szemcseeloszlás, a szemcse-szilárdság és a tömörödés jelentősen hat értékére. A tömörödési tényező 1,05–1,6 között változhat. A **nedvességtartalom** nagymértékben befolyásolja a műtrágyák fizikai-mechanikai tulajdonságait (rézsűszög, súrlódási jellemzők, szemcse-szilárdság). Néhány műtrágya erősen nedvszívó, így a környezeti levegőből jelentős nedvességtartalom felvételére képes, mely főleg a szórógépek munkája szempontjából kritikus. A **nedvszívás intenzitása** műtrágyánként eltérő, és $0,3\text{--}3,0\text{ g/h} \cdot \text{m}^2$ között változik.

A műtrágyák **szemcseeloszlása** jelzi, hogy a mintában a különböző méretű szemcsék tömege az összes tömeghez képest hány százalékban fordul elő. A szemcseösszetétel hat a boltozódási hajlamra, befolyásolja a tömörödés mértékét és a szórhatósági jellemzőket. Kijuttatás szempontjából 1–5 mm közötti átmérőjű szemcsék kedvezők.

A **természetes rézsűszög** a műtrágyaszemcsék gördülékenységének fokát jellemzi, és a szemcsék belső súrlódásától, tapadásától, méretétől, alakijellemzőitől, térfogattömegétől és nedvességtartalmától függ. A szabadon folyó műtrágyák rézsűszöge $28\text{--}40^\circ$. Ennél nagyobb értéknél passzívan szóródó műtrágyákról beszélünk. A rézsűszögértékek felhasználhatók raktárak, tartályok, szállító- és adagolószalagok tervezésénél.

A szórógépek kialakításánál fontos tényező a műtrágyák súrlódási jellemzője. A különböző érintkezési felületen jelentkező **súrlódási tényező**, valamint a belső súrlódási

tényező értéke elsősorban függ a nedvességtartalomtól és a felületi nyomástól. Értéke 0,4–0,8 között változik.

A műtrágyák **szemcseszilárdsága** a kezelés, kijuttatás során ért behatásokkal szembeni ellenállás miatt fontos. A mechanikai hatások következtében fellépő szemcsetörés, aprítódás kedvezőtlenül befolyásolja a műtrágya szórhatósági jellemzőit.

A műtrágyaszemcsék a nedvesség valamint a felületi nyomás hatására összetapadhatnak, mely kedvezőtlen a műtrágyák mozgatása és kijuttatása szempontjából.

A műtrágyaszemcsék **aerodinamikai tulajdonsága** fontos a pneumatikus műtrágyaszóró gépek tervezésénél, de befolyásolja a szemcsék levegőben való mozgását a röpités elvén működő mechanikus műtrágyaszóró gépek esetében is. Ezek a jellemzők légcsatornában vizsgálhatók. A műtrágyaszemcsék lebegtetési sebessége szemcsemérettől, sűrűségtől, felületi jellemzőktől függően 2,5–12,5 m/s között változik.

A műtrágyaszemcsék **rugalmassági tényezőjének** ismerete a szórószerkezetek tervezésénél fontos. Értéke a szemcsemérettől, a nedvességtartalomtól és az ütköző felületjellemzőitől egyaránt függ.

A műtrágyák fizikai jellemzői a kijuttatás során befolyásolják az eloszlás egyenletességét. A tápanyagok egyenlőtlen eloszlása a talajban csökkenti a termést, rontja a termények minőségét, a rossz hatóanyag-hasznosulás miatt növeli a termelési költséget és környezeti károkat okoz. Az eloszlás egyenlőtlensége és a termés hozam csökkenése exponenciális összefüggést mutat.

A műtrágyaszóró gép kiválasztásánál az alábbi konstrukciós és üzemeltetési jellemzőket célszerű figyelembe venni:

- tömege feltöltött állapotban feleljen meg az üzemeltető erőgép emelőképességének;
- csatlakozási pontjai illeszkedjenek a rendelkezésre álló erőgép függesztőszerkezetéhez;
- működtető szervei az erőgép vezetőfülkéjéből kezelhetők legyenek;
- tartálymagassága tegye lehetővé, hogy lesüllyesztett állapotban, billenő rakfelületű, hagyományos szállítójárműről tölthető legyen;
- tartálynyílása legyen ellátva betöltőrácscsal;
- a legalább 50 leolvasható fokozattal rendelkező adagolórést előre be lehessen állítani és ez a beállítás az üzemeltetés során ne változzon;
- kedvező, ha a lapátok sugáriránnyal bezárt szöge állítható;
- előnyös, ha a röpitőtárcsa könnyen leszerelhető.

A felsorolt gépkiválasztási szempontok több konstrukciós alapelvet is érintenek, melyeket a tervezésnél figyelembe kell venni. Nem hagyhatók figyelmen kívül a gépek minősítése során vizsgált – a nemzetközi szabványokban meghatározott – agrotechnikai jellemzők sem, úgy mint:

- tömegáram és adagolásegyenlőtlenség;
- keresztirányú szórásegyenlőtlenség;
- hosszirányú szórásegyenlőtlenség.

A tömegáram és az adagolásegyenlőtlenség meghatározása

A gép tömegáramát álló helyzetben, leforgatási próbával határozzák meg. Előnyös, ha a méréshez leszerelhető az egyik röpitőtárcsa és a kifolyónyílás alá segéd tölsér illeszthető. A tölsér alá mérőedényt helyeznek, beállítják a kívánt adagolóállást, majd a TLT bekapcsolása után nyitják az adagolószerkezetet és meghatározott ideig járatják a gépet. A felfogott műtrágyamennyiséget 0,01 kg pontossággal megméri. A háromszori ismétlés átlagértékeit kg/min értékre számítják át. A különböző adagolóállásnál elvégzett mérés lehetőséget nyújt a gyári beállító táblázattal való összehasonlításra, illetve a gép munkaszélessége, valamint haladási sebessége figyelembevételével adagtáblázat készíthető.

A mért és a számított értékek segítségével, az alábbi összefüggéssel meghatározható a gép adagolásegyenlőtlensége (e):

$$e = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_{\text{átlag}}} \cdot 100\%,$$

ahol:

q_{\max} – a háromszori ismétlés során, azonos adagolóállásnál felfogott legnagyobb műtrágyamennyiség,

q_{\min} – a háromszori ismétlés során, azonos adagolóállásnál felfogott legkisebb műtrágyamennyiség,

$q_{\text{átlag}}$ – a háromszori ismétlés során, azonos adagolóállásnál felfogott műtrágyamennyiségek átlaga.

Az adagolásegyenlőtlenség (e) megengedett értéke 5%.

Hasonló módszert kell alkalmazni akkor is, ha ismeretlen műtrágyával kívánják üzemeltetni a gépet és meg kívánják győződni az adagbeállítás helyességéről.

A keresztirányú szórásegyenlőtlenség meghatározása

A műtrágyaszóró gépek keresztirányú szórásegyenlőtlenségét három érték jellemzi, a **közepes eltérés**, a **variációs tényező** és a **legnagyobb eltérés**. A jellemzők meghatározásához a műtrágyaszóró gép üzemi állapotának megfelelő beállítás mellett mérőtálcasor fölött halad át. A gép haladási irányára merőlegesen, a várható teljes szórásszélességben, szorosan egymás mellé elhelyezett **mérőtálcák** 500×500 mm méretűek. A műtrágya kipattogását 50×50 mm osztású pattogásgátló rács akadályozza meg. A mérőtálcasor felett a műtrágyaszóró gépnek legalább háromszor kell áthaladni. A mérődobozokban összegyűlt műtrágyamennyiségeket 0,1 g pontossággal megméri. Az egy mérőhelyen, a három mérés során felfogott műtrágyamennyiség átlaga (x_i) képezi a

keresztirányú szórás egyenlőtlenség kiértékelésének alabiát.

A keresztirányú szórás egyenlőtlenség meghatározására alkalmazott összefüggések:

Közepes eltérés (e_k)

$$e_k = \frac{100}{\bar{x}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n} \quad \%,$$

ahol:

x_i – a háromszori ismétlés során egy mérőhelyen felfogott műtrágyamennyiségek átlaga,

\bar{x} – a háromszori ismétlés során az összes mérőhelyen felfogott műtrágyamennyiségek átlaga,

n – a mérőhelyek száma.

Az e_k megengedett értéke 10%.

Variációs tényező (VK):

$$VK = \frac{100}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad [\%].$$

A VK megengedett értéke 15%.

Legnagyobb eltérés ($e_{\max/\min}$):

$$e_{\max} = \frac{100}{\bar{x}} (x_{i\max} - \bar{x}) \quad [\%], \quad \text{illetve} \quad e_{\min} = \frac{100}{\bar{x}} (\bar{x} - x_{i\min}) \quad [\%].$$

A legnagyobb eltérés ($e_{\max/\min}$) megengedett értéke $\pm 20\%$.

A műtrágyaszóró gépek hosszirányú szórás egyenlőtlenségének meghatározása

A műtrágyaszóró gépek hosszirányú szórás egyenlőtlenségének meghatározásához a mérőtálcákat a haladási iránnyal párhuzamosan, három sorban helyezik a talajra. Egy sor a gép középvonalában, egy-egy sor a szórás képpoldalak középvonalában helyezkedik el. A mérőtálcákat legalább 10 m hosszúságban helyezik el, szorosan egymás mellé. Az üzemi

körülményeknek megfelelően beállított műtrágyaszóró géppel, egyenletes sebességgel, legalább háromszoros ismétléssel haladnak át a mérőtálcák felett. Az egy mérőhelyen, a háromszoros ismétlés során felfogott műtrágyamennyiségek átlaga képezi az alapját a hosszirányú szórás egyenlőtlenség kiszámításának. A meghatározandó jellemzők és a kiértékelés módja megegyezik a keresztirányú szórás egyenlőtlenség meghatározásánál leírtakkal.

Amennyiben a műtrágyaszóró gép megfelel a fenti gépkiválasztási szempontoknak és munkaminőségi jellemzőknek, úgy a gép szakszerű üzemeltetés esetén alkalmas a műtrágyák egyenletes kijuttatására.

Fontos tudni, hogy a jelenleg használatos műtrágyaórlés következtében a műtrágyahalmazban a porfrakciótól a 15 mm nagyságú rögökig minden szemcseméret előfordul. Ebben az esetben a beállító táblázatok legfeljebb tájékoztató jellegűek, és csak helyi ellenőrzéssel lehet megállapítani a tényleges beállítási adatokat (tömegáram, munkaszélesség). Kedvező tehát, ha a gépeket a forgalmazó olyan beállító készülékkel szállítja, amely lehetővé teszi a táblán történő ellenőrzést.

A műtrágyaszórás minőségét jelentősen ronthatják a környezeti tényezők. A rosszul megmunkált, egyenetlen talajfelszín olyan géplengést, rázkódást okoz, amely befolyásolja a tömegáramot és rontja a gép hossz- és keresztirányú szórás egyenletességét. A megengedettnél nagyobb szél torzítja a szórás képet, ezért nem célszerű 3 m/s-nál nagyobb szélsébségnél műtrágyát szórni. Erősen párás, nedves idő esetén a műtrágya – nedvszívó képessége miatt – összetapadhat és ronthatja a gép munkaminőségét.

A folyékony műtrágyák jellemzői

A hatékony tápanyag-visszapótlás egyik útja lehet a folyékony műtrágyák alkalmazása. A technológia elterjedését alapvető üzemi, termelési előnyök, így:

- a tápanyageloszlás pontossága, az adagolás tág határok közötti szabályozhatósága,
- a tápanyagarány széles választékban történő beállíthatósága (a talaj tápanyagellátottsága és a növény igényének megfelelően),
- a keverhetőség más kemikáliákkal,
- a veszteségmentes kezelés, komplex gépesíthetőség, műveletkapcsolási lehetőség, valamint
- az élőmunka-megtakarítás nagymértékben meggyorsították.

Anyagjellemzők

A folyékony műtrágyák tápelemtartalmuk, gőznyomásuk és megjelenési formájuk alapján lehetnek **oldatműtrágyák** (cseppfolyós vízmentes ammónia, UAN-oldat, NPK-oldat stb.) és szuszpenziós műtrágyák.

Cseppfolyós ammónia

A vízmentes cseppfolyós **ammónia** 82,2% N-tartalmával a legtöményebb nitrogénműtrágya. Forráspontja -33 °C , gőznyomása 20 °C -on $8,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$, 30 °C -on $11,6 \cdot 10^5\text{ Pa}$, ezért szállítása, tárolása és kijuttatása csak nyomásálló berendezésekkel lehetséges. Az ammóniát a talajba speciális injektálóberendezéssel a talajfelszín alá 10–15 cm mélyre kell juttatni, hogy az expandáláskor gáz halmazállapotúvá vált anyag a talajrészecskéken megkötődjön, és a fellépő veszteségek csökkenjenek.

Nyomás nélküli nitrogénoldatok

A nyomás nélküli nitrogénoldatok között legfontosabbak a 28–32% N-tartalmú, a karbamidot és az ammóniumnitrátot ekvimoláris mennyiségben tartalmazó oldatok, amelyeket **UAN-oldatokként** (urea-ammónium-nitrát) vagy különböző márkanevekkel (pl. Hydronit, Nitrosol stb.) hoznak forgalomba. Korrozív anyag, de a korróziós kár csökkenthető, ha az oldat pH-ját ammóniával 7 fölé emeljük. Reológiai tulajdonságai az ún. Bingham-közeg jellemzőivel jól megközelíthetők, látszólagos viszkozitását $2,4\text{--}2,6\text{ mPa} \cdot \text{s}$ között határozhatjuk meg (20 °C -on).

Szuszpenziós műtrágyák

A szuszpenziók összes tápelemtartalma a felhasznált alapanyagok, a gyártási technológiák, valamint a tápelemarányok függvényében változik, általában 33–42 m/m% között ingadozik. Leggyakrabban az NPK szuszpenziós műtrágyákat alkalmazzuk a következő tápanyagarányokkal (V%): 9:18:27, 18:18:18, 16:16:24, 26:13:13. A szuszpenziós műtrágyák korrozív hatását a szilárd részecskék erózió sajátosságai erősen megnövelik.

Az NPK szuszpenziós műtrágyák nemnewtoni folyadékok, elsősorban strukturviszkózus (tixotróp) jellemzőket mutatnak (LÁSZLÓ A.–LÁSZLÓ K., 1994). Viszkozitásértékük nem állandó, minden esetben az adott áramlási viszonyokat reprezentáló sebességgradiens értéktartományához tartozó látszólagos viszkozitás értékeit kell megadnunk.

A viszkozitás a hőmérséklet csökkenésével nő, a növekedés mértéke alacsonyabb hőmérsékleten nagyobb. Az átlagos hőmérséklet-koefficiens $5\text{--}30\text{ °C}$ között $16,2\text{ l/s}$ -nél $3,5\text{--}12\text{ mPa} \cdot \text{s}/\text{°C}$. A gépek beszabályozásánál és beállításánál figyelembe kell venni, hogy folyékony műtrágyák esetében a 20 °C -on megadott viszkozitásértékek várhatóan 45–90%-kal növekednek, ha 5 °C körüli környezeti hőmérsékleten történik a kijuttatás. Az úgynevezett folyékonyág jellemzésére vezették be a **relatív kifolyási együttható** fogalmát:

$$f_r = \frac{\text{kifolyási idő (minta)}}{\text{kifolyási idő (víz)}}$$

amely az anyag csővezetékben való szállíthatóságának, kijuttathatóságának jó gyakorlati jelzőértéke (mérőeszköze egy hengeres üvegedény 2,5 mm-es belső átmérőjű

kifolyócsővel). A relatív kifolyási együttható segítségével egyébként jól következtethetünk – a vizsgálati adatok alapján felállított regressziós kapcsolat felhasználásával – a **viszkozitás** (η , mPa · s) értékére is.

$$f = 0,0357 \cdot \eta^{0,947}, \quad \eta \in (56, 821),$$

$$R = 0,994.$$

Az NPK szuszpenziók stabilitásának, kijuttathatóságának rangsorát, amelyet a gyakorlati tapasztalatok igazoltak, a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat. Szuszpenziók alkalmazhatóságának jellemzői

| Alkalmazhatóság értékszáma | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|------------------------------|---------------------|---|---------------------------|
| η ($\gamma = 16,20$ l/s, 20 °C-on), mPa · s | < 100 | 100–350 | 350–700 | >700 |
| f , (20 °C) | <3,0 | 2,5–11 | 10–17 | általában nem mérhető |
| Értékelés | fokozott ülepedésre hajlamos | optimális tartomány | megnövekedett ellenállások mellett még kijuttatható | alkalmazásra nem javasolt |

4.2. Főbb szerkezeti egységek, működési elvek

A műtrágyaszóró gépek főbb szerkezeti egységei

A tápanyagkijuttató gépek tervezésekor természetesi, gazdaságossági és környezetvédelmi szempontokat egyaránt figyelembe kell venni. A korszerű természetstechnológiák megkívánják, hogy kis mennyiségű műtrágyát megfelelő adaghúséggel, nagy munkaszélességgel és egyenletes eloszlásban juttassunk ki. Ezt a műveletet gyakran úgy kell elvégezni, hogy a talajt kultúrnövény borítja. A gazdaságosság egyszerű, olcsó, kis energiafelhasználású gépeket feltételez. A környezetvédelem pontos mennyiség-tartást, egyenletes eloszlást, kis talajtaposást igényel.

A műtrágyaszóró gépek főbb szerkezeti részei:

- tartály és vázszerkezet,
- boltozódásgátló szerkezet,
- adagolószerkezet,
- szórószerkezet.

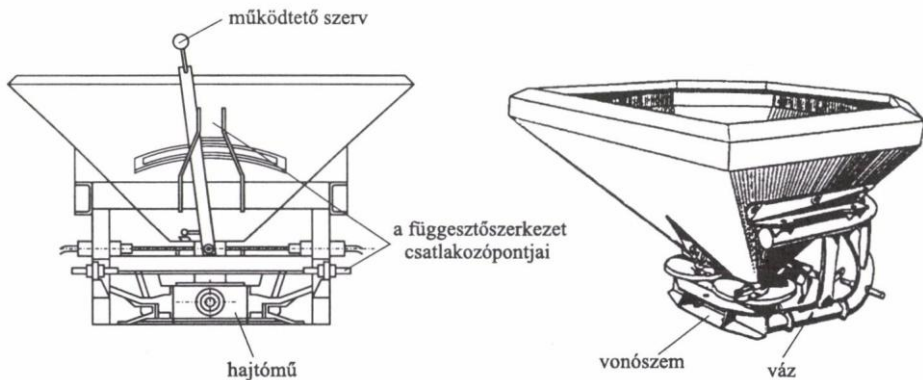
Tartály és vázszerkezet

A műtrágyaszóró gépek tartályának tervezésénél több szempontot kell figyelembe venni. A tartály nagyságát egyrészt az üzemeltető erőgép függesztőszerkezetének emelőképessége (függesztett gépek), másrészt az erőgép vontatási teljesítménye, a talajnyomás (vontatott gépek), a gép területteljesítménye és kihasználása határozza meg. A munkagépet energetikailag is illeszteni kell az erőgéphez. Ezért nem célszerű 1500 dm³-t (függesztett gépek), illetve 5000 dm³-t (vontatott gépek) meghaladó tartályt alkalmazni. A tartály alakját befolyásolja a szórószerkezet jellege. Függesztett gépek esetén kúp vagy gúla alakú, vontatott gépek esetén hasáb alakú tartály a leggyakoribb.

A tartály magasságának, oldalszögének meghatározásánál figyelembe kell venni a műtrágya rézsűszögét. Tekintettel arra, hogy a műtrágyaszóró gép üzem közben rázkódik, a tartály oldalszöge a boltozódás veszélye nélkül 30°-ig csökkenthető. Az oldalszög csökkentésével kis tartálymagasság elérése a cél, hiszen előnyös, ha a talajra süllyesztett tartály hagyományos billenthető rakfelületű szállító járművel feltölthető (függesztett gépeknél). A tartály anyagához használt lemez vastagságának, minőségének kiválasztásánál, az alkalmazott merevítések és a tartályperem kialakításánál figyelembe kell venni, hogy a tartálynak deformáció nélkül el kell viselni a töltés során előforduló, rátolatásból adódó kisebb ütközéseket. A tartály térfogata toldattartály alkalmazásával növelhető. A két tartályrész csatlakozásához célszerű elhelyezni a betöltő rácsot, amely megakadályozza idegen anyagok és műtrágyarögök tartályba kerülését. A rács lyukmérete ne haladja meg a 20 mm-t. Méretezésénél figyelembe kell venni, hogy a rácson több zsák műtrágyát is szállíthatnak. Vontatott gépeknél az adagolószerkezet védelme érdekében a tartály alsó részébe tehermentesítő rácsot célszerű elhelyezni. A tartályt úgy kell kialakítani, hogy az maradéktalanul üríthető legyen. Az időjárás, valamint a menetszél okozta behatás kivédésére a tartály nyílását ponyvával fedhetik.

A tartály és a vázszerkezet általában szerelhető egységet képez (88. ábra).

A függesztett gépeknél a gép vázszerkezetéhez kapcsolódnak a hárompontfüggesztő szerkezet csatlakozó pontjai, amelyeket célszerű úgy kialakítani, hogy az különböző kategóriába tartozó erőgéphez illeszthető legyen. A függesztett gépeknél a vázszerkezethez csatlakozik a hajtómű, valamint a működtető szervek. A váz alsó részét célszerű úgy kiképezni, hogy azon a műtrágyaszóró gép biztonságosan tárolható legyen. A váz hátsó részén pótkocsi vontatásához vonószem kialakítása célszerű. Vontatott gépeknél a vázszerkezethez csatlakozik a vonó- és járószerkezet.

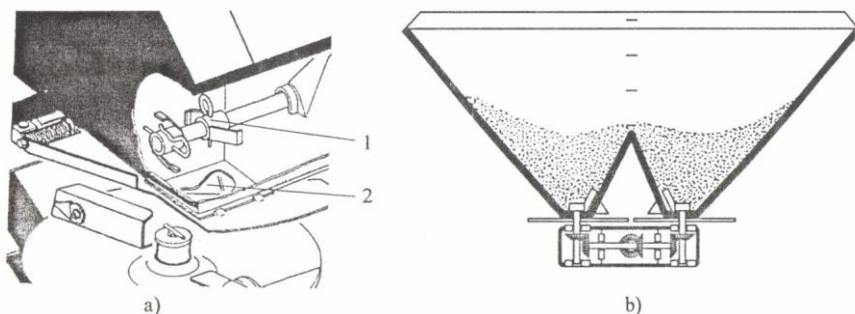


88. ábra. Függesztett műtrágyaszóró gép vázszerkezete

Boltozódásgátló szerkezet

A műtrágya porosodás vagy nedvességfelvétel következtében megfelelő tartálysög mellett is boltozódhat. A folyamatos adagolás érdekében ezért a gravitációs adagolású gépeket boltozódásgátló berendezéssel kell ellátni (89. ábra).

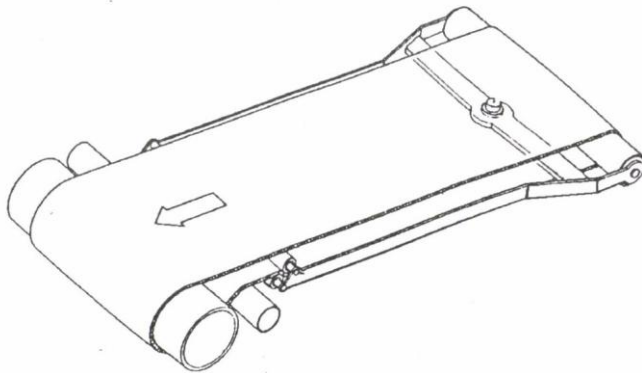
A boltozódásgátló berendezés lehet forgó vagy lengő rendszerű. Működő elemét (1) az adagolónyílás (2) közelében kell elhelyezni úgy, hogy a folyamatos anyagáramot mozgás közben ne szakítsa meg (89/a ábra). A boltozódásgátló szerkezet javasolt fordulat- vagy lengésszáma 100–120 1/min, tehát 540 1/min TLT-fordulatszám esetén célszerű 4,5–5-szörös lassítóáttételt alkalmazni. Ennél gyorsabban forgó vagy lengő boltozódásgátló szerkezet töri a műtrágyaszemcséket, porosodást idéz elő, amely rontja az egyenletes adagolás és az egyenletes műtrágyaeloszlás esélyét, csökkenti a gép munkaszélességét. Nem jó tehát az az egyszerű gépeken alkalmazott megoldás, amikor a szóró tárcsa tengelyéről közvetlenül hajtják meg a boltozódásgátlót (89/b ábra).



89. ábra. Forgó rendszerű boltozódásgátló szerkezete (a) és meghajtása (b) 1 – a boltozódásgátló működőeleme, 2 – adagolónyílás

Adagolószerkezet

A függesztett műtrágyaszóró gépek adagolószerkezete általában gravitációs rendszerű, résszabályozású. Az adagolónyílás vagy nyílások a tartály fenékrészén vagy a tartály alsó részén oldalt helyezkednek el. A nyílás alakját úgy kell megválasztani, hogy a legkisebb tömegáram esetén is optimális átömlési keresztmetszetet biztosítson. Az adagolórés szabályozását úgy kell megoldani, hogy az előre beállított rés a nyitás-zárás ismétlése során állandó maradjon. Az adagolórés nyitása-zárása történhet kézi karral a traktorvezető üléséből kinyúlva vagy hidraulikus, pneumatikus úton, illetve villamos motor segítségével az erőgép vezető üléséből vezérelve. Az utóbbi időben, elsősorban a GPS rendszerekhez illesztés érdekében, a függesztett műtrágyaszóró gépeknél is találkozunk kényszeradagoló berendezésekkel. Ezek legtöbbször szállítószalagos (90. ábra) vagy csigás rendszerűek. Előnyös, ha ezek az adagolószerkezetek közvetlenül, vagy közvetve talajkerékről kapják hajtásukat, mert így a területegységre kijuttatott műtrágyamennyiséget a sebességváltozás nem befolyásolja.



90. ábra. Szállítószalagos adagoló

A vontatott műtrágyaszóró gépek kényszeradagoló berendezéssel vannak ellátva. Ebben az esetben a szállítószalag és a csiga mellett gyakran alkalmazott megoldás a lánc. Legtöbbször két szemes láncra erősített kaparóelemek továbbítják a műtrágyát az adagolórészhez. A térfogatáram a szállítóelem sebességével, a szállítóelem felett elhelyezett résszabályozóval, vagy ezek kombinációjával változtatható és célszerűen legalább 50 beállítható értékkel szabályozható. A szállítóelem túlterhelése ellen az elem felett tehermentesítő rácsot alkalmazhatnak. Az adagolóelem hajtása történhet a TLT-ről, kedvezőbb azonban, ha a hajtást a talajkerékről vagy a gép járókerékéről biztosítják. Ebben az esetben a haladási sebesség változása nem befolyásolja a területegységre kijuttatott műtrágya mennyiségét. Szokásos megoldás a járókerékről dörzskerékkel hajtott adagolóelem. A **dörzskerék** általában rácsos fémkerék, amelyet üzemi helyzetben

hidraulikus vagy pneumatikus munkahenger szorít a járókerékhez. Bár áttétel ebben az esetben is alkalmazható, a tömegáram szabályozása **résállító szerkezettel** történik. A láncos adagolószerkezet általános a szervestrágyaszóró gépeknél.

Az adagolószerkezettől a műtrágyát térben állítható tölcser vagy csúszda vezeti a szórószerkezetre, így a műtrágya feladási helye, az úgynevezett **adagolási hely** szabályozható. Az adagolási hely pozícióját pontos beállítóskála jelzi.

Szórószerkezetek

A szórószerkezet lehet mechanikus vagy pneumatikus. A mechanikus szórószerkezet lehet:

- röpitőtárcsás,
- lengőcsöves,
- csigás.

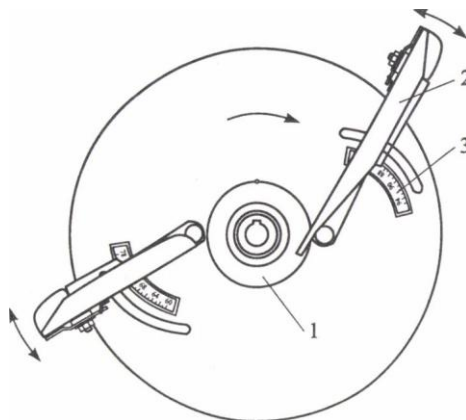
A pneumatikus szórószerkezet lehet:

- központi adagolású,
- osztott adagolású.

Mechanikus szórószerkezetek

A **röpitőtárcsás** műtrágyaszóró gépek szóróeleme egy (91. ábra) vagy két – szórólapátokkal felszerelt – tárcsa.

A kisebb gépeken egy, a nagyobbakon 2 tárcsa alkalmazása szokásos. A szórótárcsa lehet sík, azonban a ferdehajítás munkaszélesség-növelő hatása, valamint a tárcsa merevségének növelése érdekében gyakran kúpos kivitelű, kúpszöge általában $160\text{--}170^\circ$. A tárcsa merevségének növelése érdekében általában peremezett, közepén a műtrágya szabályozott mozgásának biztosítása érdekében osztókúpot (1) alkalmaznak. A szokásos tárcsaátmérő $400\text{--}500$ mm.



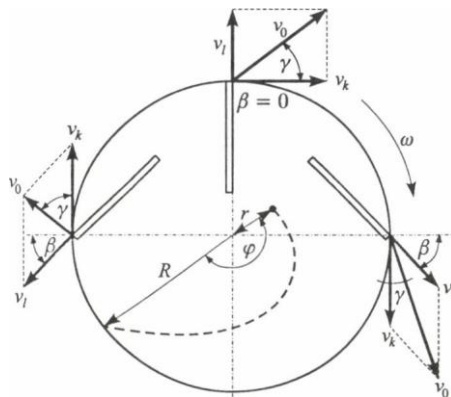
91. ábra. Röpitőtárcsa állítható szögű lapátokkal
1 – osztókúp, 2 – szórólapát, 3 – skála a lapátszög beállításához

A **röpítőtárcsa** felületén **szórólapátok** (2) biztosítják a műtrágyaszemcsék felgyorsítását és megfelelő irányított mozgását. Jól szerkesztett szórószerkezeten a műtrágyaszemcsék lényegében csak a lapátok felületén mozognak, így a röpítőtárcsa feladata a lapátok hordozására korlátozódik. A szórólapátok száma a műtrágyaáram függvénye. Kis tömegáram esetén célszerű csökkenteni a lapátok számát, mert a lapátszámcsökkenés mérsékli a szórás egyenlőtlenlenséget. Ezért a korszerű, nagy munkaszélességű, nagy szórási pontosságú műtrágyaszóró gépek 2 szórólapáttal készülnek. A nagyobb mennyiségű műtrágya kijuttatására alkalmas, úgynevezett alpműtrágyázó gépeken a nagyobb tömegáram miatt 3–6 lapátos szórószerkezetet alkalmaznak. Biztosítani kell ugyanis, hogy a műtrágya a lapátok felületén csak egy rétegben mozogjon, ellenkező esetben csökken a műtrágyaszemcsék lapát menti sebessége, ezzel a leválási sebesség és így csökken a hajítási távolság és a gép szórászélessége, illetve munkaszélessége.

A lapátok profilja \subset vagy c . A nagy munkaszélességű gépeken ma inkább a \subset profilt alkalmazzák. A lapátok hossza egy szórótárcsán is különböző, mert ez csökkenti a szórás egyenlőtlenlenséget. A lapátokat készíthetik két darabból, ebben az esetben a lapátok hossza változtatható. A lapátok sugáriránnyal bezárt szöge gyakran állítható (3). A forgásirányba előre állított lapát növeli a munkaszélességet, de növeli a szórás egyenlőtlenlenséget is. A hátrahajló lapát csökkenti a szórás egyenlőtlenlenséget, ezzel együtt azonban a munkaszélesség is csökken. A szórótárcsa és a lapátok anyaga igényes gépek esetén rozsdamentes acél.

A szórószerkezet tervezéséhez fontos ismerni a műtrágyaszemcsék mozgását az adagolószerkezettől a leválási pontig. Lényeges, hogy az adagolószerkezettől érkező műtrágyaszemcsék hol érintkeznek a röpítőtárcsával (adagolási hely), mert ennek döntő hatása van a műtrágyaszemcsék tárcsáról történő lerepülésének helyére, ezáltal a szemcsék keresztirányú szórás képben történő elhelyezkedésére.

Szórás közben a szórólapátok külső pontja által leírt cikloisnak a szemcsék leválási iránya által meghatározott szakaszán kell a műtrágyaszemcséknek a lapátokat elhagyni annak érdekében, hogy a keresztirányú szórás képben elhelyezkedésük optimális legyen.



92. ábra. A röpítőtárcsáról leváló műtrágyaszemcsé sebességviszonyai

A szórólapátok beállítási szöge (β) jelentősen befolyásolja a műtrágyaszemcsék leválási sebességét (v_0), az érintőhöz viszonyított irányát (γ) és ezzel a keresztirányú szórás képben történő elhelyezkedését (92. ábra). Állandó kerületi sebesség (v_k) mellett a leválási sebesség nagysága és iránya a lapát menti sebesség (v_l) nagyságától és irányától függ. A lapát menti sebesség nagyságát a lapát felületén mozgó műtrágyaszemcsére ható erők, így a centrifugális erő ($F_{ct} = m \cdot r \cdot \omega^2$), a Coriolis-erő ($F_c = 2m \cdot v \cdot \omega$) hatására fellépő súrlódási erő ($F_{cs} = 2m \cdot v \cdot \omega \cdot \eta$), valamint a műtrágyaszemcse tömegéből adódó súlyerő okozta súrlódás $F_s = m \cdot g \cdot \eta$ határozzák meg.

A d'Alambert-elv szerint a következő összefüggés írható fel:

$$m \cdot r \cdot \omega^2 - 2m \cdot v_l \cdot \omega \cdot \mu - m \cdot g \cdot \mu - m \cdot a = 0,$$

ahol:

- m – a műtrágyaszemcse tömege,
- r – a műtrágyaszemcse tárcsaközpontról mért távolsága,
- ω – a tárcsa szögsebessége,
- v_l – a műtrágyaszemcse lapát menti sebessége,
- μ – a műtrágyaszemcse és a lapát közötti súrlódási tényező,
- a – a műtrágyaszemcse gyorsulása.

Az összefüggés elemzése alapján megállapítható, hogy a műtrágyaszemcsék lapát menti sebessége elsősorban a lapátok méretétől, alakjától, szögsebességétől, valamint felületi jellemzőitől függ. A szórólapátok sugáriránnyal bezárt szöge jelentősen befolyásolja a leválási sebesség nagyságát és irányát. A **leválási szög** hatása a műtrágyaszemcsék keresztirányú szórás képben való elhelyezkedésére rendkívül nagy. A szórólapátok szögének helytelen beállítása a műtrágyaszóró gép munkaminőségének jelentős romlását idézheti elő. Jóllehet a forgásirányba előre állított lapátok munkaszélesség-növelő hatása számottevő, szórás egyenlőtlenség-fokozó hatásuk miatt ma általában a hátraállított lapátokat alkalmazzák.

A röpitőtárcsás műtrágyaszóró gépeket kezdetben egytárcsás szórószerkezettel gyártották. A kisebb munkaszélességű és tartálytér fogatú gépeknél ma is általánosan alkalmazott az egytárcsás szórószerkezet. A nagyobb munkaszélességre és a pontosabb szórásra való törekvés hozta életre a kéttárcsás szórószerkezeteket, amelyekkel 20–25%-kal nagyobb munkaszélesség érhető el és könnyebben biztosítható a megkívánt egyenletesség.

Üzemeltetés közben a röpitőtárcsa talajtól mért szokásos távolsága 500–1000 mm. Magasabb növények esetén, valamint a nagyobb munkaszélességre való törekvés miatt néha a röpitőtárcsákat szögben állítják be. Ez függesztett gépeknél az egész gép előrebillentésével lehetséges. Egyes gépeknél a lapátok végének felhajtásával érik el a ferde hajtást és ezzel a nagyobb munkaszélességet.

A röpitőtárcsa hajtása a traktor TLT-ről történik általában fogaskerekes szöghajtóművei, gyorsító áttételen keresztül.

Ritkábban találkozunk ékszíjas (csavart ékszíjas) és hidraulikus hajtással is. Fontos,

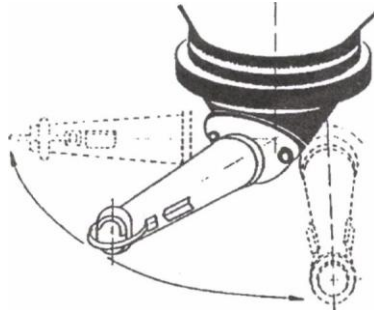
hogy a röpítőtárca fordulatszáma üzemeltetés közben állandó legyen. A szokásos fordulatszám 500–1000 1/min, a lapátvégeken mért kerületi sebesség 20–30 m/s.

A **lengőcsöves** műtrágyaszóró szerkezet (93. ábra) az emberi kéz vetőmunkáját utánozza. Itt a műtrágya az adagolónyíláson át egy vízszintes síkban lengőmozgást végző csőbe kerül. A cső a műtrágyaszemcséket felgyorsítja, majd azok a cső nyitott végén szóródnak ki. A cső szokásos lengésszáma 540 1/min, lengésszöge 50–60°.

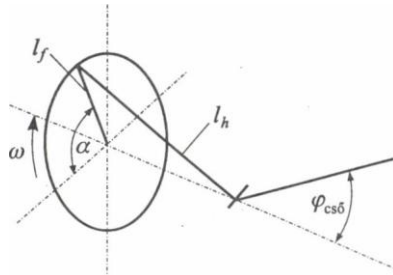
Üzemeltetése a TLT-ről hajtott, függőleges síkban forgó lendkerékről hajtórúddal történik, amelynek egyik vége gömbcsuklón keresztül a lendkerékhez, másik vége kardáncsuklóval a lengőcsőhöz kapcsolódik.

A **lengőcső** pillanatnyi **lengésszöge** $\varphi_{cső}(t)$ a következő képletből határozható meg:

$$\varphi_{cső}(t) = \arctg \left(\frac{\cos \alpha(t)}{\sqrt{c^2 - 1}} \right),$$



93. ábra. Lengőcsöves szórószerkezet



94. ábra. A lengőcső hajtásvázlata

ahol $\alpha(t)$ a hajtótengely pillanatnyi szöge és $c = l_f/l_h$ (l_f a hajtórúd csatlakozási pontjának lendkeréken mért sugara, l_h a hajtórúd hossza) (94. ábra).

A lengőcső pillanatnyi szögsebessége ($d\varphi_{cső}/dt$) és szöggyorsulása ($d^2\varphi_{cső}/dt^2$) a fenti egyenlet differenciálásával határozható meg. A c növelése a legnagyobb lengésszög, szögsebesség és szöggyorsulás növekedését eredményezi.

A szórócső korábban rozsdamentes acélból, újabban üvegszál-erősítésű műanyagból készül. Az ovális keresztmetszetű, vékony falú, szűkülő cső belsejében két borda

akadályozza meg a műtrágyaszemcsék örvénylő mozgását. Nyitott végű cső esetén a műtrágyaszemcsék zöme a két holtpontban hagyja el a csövet és a műtrágyát két sávban helyezi le (kétsúcósos, M alakú szóráskép). A sávok távolsága adott szögsebesség esetén a cső hosszának függvénye. Ez a speciális szóráskép gyümölcsösök műtrágyázásánál előnyös, ahol a műtrágyát a gyökérszóna közelébe, az úgynevezett csurgóba célszerű kijuttatni. Teljes felületre történő szórás érdekében a holtponton érkező műtrágyát középre kell terelni és egycsúcós háromszög, vagy trapéz alakú szórásképet kell létrehozni. Ebben az esetben a cső végére összetett ütközőívet szerelnek. Az ütközőívek szárait a vízszinteshez 45°-os szöget bezáró ütközőlap köti össze, mely a műtrágyaszemcsék egy részét felfelé irányítja, ezzel növeli a munkaszélességet. A munkaszélesség további növelését tenné lehetővé, ha a szórócső a vízszintes síkkal szöget zárna be.

A **csigás szórószerkezetnél** (lásd a 105. ábrát) a műtrágya az adagolószerkezettől vízszintes elrendezésű, zárt csőbe kerül, melyben jobb-bal menetes csiga szállítja azt középről két oldalra. A cső alján kis osztással (50–100 mm), állítható nagyságú rések találhatók, amelyeken keresztül a műtrágya gravitációsan jut a talajra. A adagolószerkezet által adagolt műtrágya mennyiségét nehéz összhangba hozni a szórócső által kijuttatott műtrágya mennyiségével. A kívántnál kevesebb műtrágya adagolása esetén csökken a munkaszélesség, nagyobb műtrágyamennyiségnél a szórócső két végénél felesleges műtrágya jelenik meg.

A mechanikus műtrágyaszóró berendezések között kis számban bár, de előfordulnak röpítőszalagos és dobos szórószerkezetek is.

Pneumatikus szórószerkezetek

A mechanikus szórószerkezetek mellett a műtrágyaszóró gépeknél pneumatikus szórószerkezeteket is alkalmaznak. A pneumatikus szórószerkezet lehet:

- központi adagolású,
- osztott adagolású.

A **központi adagolású pneumatikus szórószerkezeteknél** (lásd a 106. ábrát) a műtrágya az adagolószerkezetből ventilátor keltette légáramba jut, injektor segítségével. A ventilátor által szállított levegő mennyisége fojtószeleppel szabályozható. A függőleges légcsatoma felső végén ütközőkúp osztja el a műtrágyát légvezetékekbe, ahonnan ferde ütközőlapokra kerül. Az ütközőlapok osztása ~1500 mm, függőlegessel bezárt szöge ~110°, talaj feletti magassága ~800–900 mm. A műtrágyaszemcsék az ütközőlapokról 2,5–3,0 m szélességben szóródnak a talaj felszínére, így az egyedi szórásképek közel kétszeresen fedik egymást. Ennek köszönhetően az eredő szóráskép kellően kiegyenlített, trapéz formájú.

Az **osztott adagolású pneumatikus szórószerkezeteknél** (lásd a 107. ábrát) a műtrágya a tartályból szórócsőenkénti adagolással kerül a ventilátor légáramába. A ventilátor légárama – a gép munkaszélességétől és a szórófejek osztásától függően – különböző számú szórócsőbe jut. Az adagolószerkezet alatt a csöveket injektorként képezik ki, így a műtrágya a légáramba adagolható. A légáramba juttatott műtrágyát a levegő 250–500 mm osztású ütközőlapokra juttatja, ahonnan az a talajra jut. A pontos adagolás, valamint a szórólapok kis osztása következtében a műtrágyaeloszlás rendkívül pontos. E tekintetben az összes szórószerkezet közül ez szór a legegyszerűsebben. Az egyes csövek fölött lévő osztott adagoló a vetőgép vetőeleméhez hasonló, általában

bütykös vagy lapátos henger, amely minden csőbe azonos mennyiségű műtrágyát juttat. Ezért ezeknek a gépeknek az adagolási pontossága a vetőgépekével vetekszik.

A pneumatikus szóróberendezésekhez gyors fordulátú, nagy légszállítású radiálventilátorokat alkalmaznak. Légáramuk sebessége 80–100 m/s. Fontos, hogy a légsebesség minden csőben azonos legyen és a sebesség az ütközőlapig ne csökkenjen jelentősen. A pneumatikus szórószervezetek csak jó minőségű, szemcsézett műtrágyával működnek megfelelően.

A folyékony műtrágyák előállításának főbb egységei

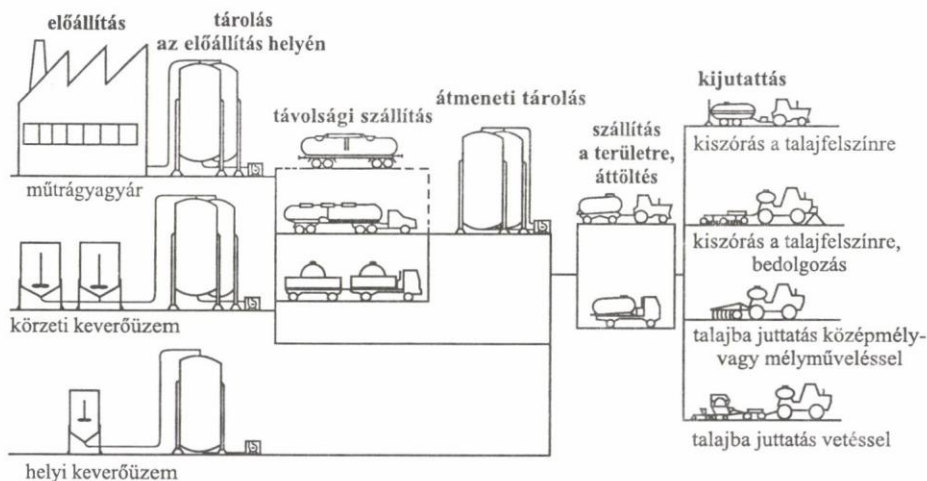
Technológiai rendszerek

A nyomásmentes folyékony műtrágyázási technológiáknak több alapváltozata terjedt el: a gyári, körzeti, ill. helyi előállítású oldatok és szuszpenziók alkalmazásán alapuló megoldásoké (95. ábra). Mindegyik technológiai rendszer magában foglalja a kész folyékony műtrágya

- tárolását, manipulálását (keverését, szűrését),
- üzemen belüli szállítását és
- kijuttatását.

Specifikus feladat viszont gyári, körzeti előállításnál a távolsági szállítás, illetve körzeti, helyi előállítás esetén

- a szilárd és folyékony alapanyagok fogadása, tárolása, be- és kitaroló vonala, előkészítése,
- az alapanyagok előkészítése (örlő, vibroszita stb.),
- és végül a reaktorban történő keverés, majd a technológiai szűrés.



95. ábra. Folyékony műtrágyák előállításának és alkalmazásának főbb változatai

Előállítás, keverőüzemek

A MAP alapú szuszpenziók előállítása szakaszos működésű üzemben, ún. félmeleg keverési eljárással történik (96. ábra).

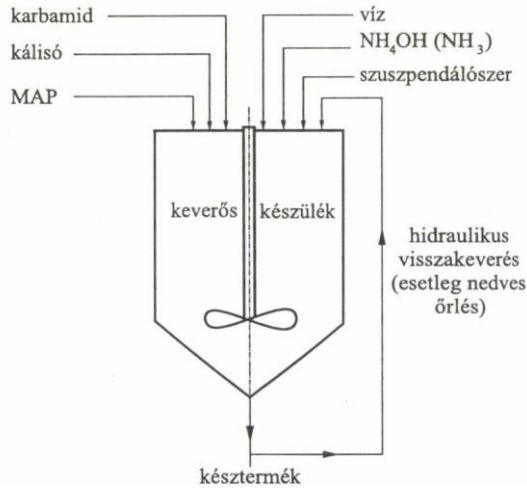
A folyékony keverékműtrágyákat általában 5–30 t egyszeri befogadóképességű, kúpos kialakítású keverős készülékekben (Karlinger, 1987) állítják elő, amelyeket felszerelnek megfelelő kiegészítő szerelvényekkel. A szerelvények között a legfontosabbak a keverés intenzitásának megfelelő felépítésű mechanikus keverőlapát, a keverék továbbítására (ürítés, visszakeverés) szolgáló szivattyú, valamint a készkeverék tisztítására szolgáló szűrő. A folyékony és szilárd alapanyagok pontos mérését végző átfolyásmérők, ill. mérlegrendszer ugyancsak fontos részei a keverős készüléket kiegészítő szerkezeteknek.

A szuszpenziós műtrágyák előállítására szolgáló keverőberendezések másik csoportját az előválasztó ciklonnal és ún. nedves őrlővel is felszerelt gépek képezik (KARLINGER, 1987). A nedves őrlő bekapcsolása után a szivattyúval visszaáramoltatott keverék nem közvetlenül a tartályba, hanem az előválasztó ciklonba jut. A kellően finom részecskék ezután visszakerülnek a keverőtartályba, a durva szemcséket pedig a percnként 3600–4000 fordulatszámmal dolgozó törőkerék vagy -tárcsa aprítja tovább.

A kész szuszpenziót (keverési ciklusidő 30–60 perc) nagy teljesítményű centrifugálszivattyú szállítja, és először ívszítán, dobszűrőn stb. keresztül szűrik, majd a készterméktárolóba juttatják.

A hazánkban leggyakrabban alkalmazott technológiai rendszer elemeiből nagy teljesítményű keverőüzemek is kialakíthatók (LÁSZLÓ, 1988).

Az alapanyagok kiépített iparvágányon, vagonokban érkeznek. A rendszer olyan kialakítású, hogy minden szilárd alapanyagának (MAP, karbamid, kálisó) külön anyagelőkészítő, anyagszállító és előtároló eleme van. A keveréshez szükséges szalmiákszesz vasúti tartálykocsikban érkezik a telepre. Tárolásuk álló hengeres acéltartályban történik. UAN-oldat készítésekor szalmiákszesz helyett ugyanezen tartályokban nitrogénoldatot is tárolhatnak. Szuszpendálószerként bentonit gélt használnak, ennek előgélkészítő vonala egy zsákbontó egységből, csigás szállítóból, keverőtartályból, ehhez kapcsolódó szivattyúból, valamint előgél-tároló tartályból áll.



96. ábra. MAP alapú szuszpenzió készítésének elvi vázlata

Az előtároló tartályok alatt kétoldalt helyezkedik el a két azonos méretű keverőtartály. Tömegmérő cellákon helyezték el őket, a benne lévő anyagmennyiség tömegét az irányítóhelyiségben lehet leolvasni. A szuszpenzió finom szűrésére ívszítát használnak. A szűrt anyag egy puffertároló tartályba kerül, ahonnan szivattyú szállítja a készárutároló tartályok valamelyikébe.

A szállítás, a tárolás és a keverés műszaki berendezései

A szuszpenziós műtrágyák távolsági **szállítását** (KARLINGER, 1987) közúti járművekre szerelt 3–4–6,5 m³-es acél- vagy műanyag tartályokkal, ill. speciális szállító tartálykocsikkal (9–30 m³), konténerekkel oldják meg. Oldatműtrágyák szállításánál közúti járműveket és tartály vagonokat egyaránt igénybe vehetünk. A járművek általában el vannak látva a műtrágya átfajtását és keverését szolgáló berendezésekkel. Például a tartálykocsit nagy teljesítményű (1500–2000 dm³/min), hidromotoros vagy mechanikus meghajtású, töltő, ürítő, keverő centrifugálszivattyúval szerelik fel. A hidraulikus kör általában 76–102 mm átmérőjű, a perforált cső 5–7 mm átmérőjű kilépő nyílásainak osztása pedig 80–120 mm.

A **vízmentes ammónia** felhasználás előtti, cseppfolyós halmazállapotban való tárolása nagynyomású vagy közepes, ill. kis- (atmoszférikus) nyomású, de hűtött tartályokban történhet. A **nyomás nélküli N-oldatok** (UAN-oldatok) **tárolásánál** a korrózióvédelem súlypontos problémaként jelentkezik, elsősorban az ammónium-nitrát erős korrozív tulajdonsága miatt. Szerkezeti anyagként védőbevonattal (pl. epoxigyanta) ellátott szénacél, rozsdamentes acél, műanyagok (PVC, polietilén, üvegszál erősítésű poliészter, neoprén stb.), butilgumi választható. Az átmeneti tárolás alatt homogenizáló keverést nem igényel, ezért a tároló alakjával, elhelyezésével kapcsolatban speciális követelmények nincsenek. Alkalmazhatunk tehát akár fekvőhengeres tartályt lapos fenékkiképzéssel, nem alaktartó flexibilis műanyag tartályt, nagy térfogatú szögletes földmedencét fóliaborítással vagy föld alatti tárolórendszereket.

Az **NPK-** (NK-, K- stb.) **szuszpenziók tárolásakor** (KARLINGER, 1987) két alapvető kritériumot kell figyelembe venni. Egyrészt ezek korrozív tulajdonsága miatt az UAN-oldatokhoz javasolt szerkezeti anyagok alkalmazása itt is indokolt, másrészt kívánatos, hogy a tároló alakja, kialakítása tegye lehetővé a zagy jellegű anyag homogenitásának fenntartását megfelelő keveréssel. A hidraulikus **keverés** a legáltalánosabban használt eljárás, elsősorban konstrukciós kialakításának egyszerűsége, üzembiztossága miatt. Hidraulikus köre zagyszivattyúból, szívó- és nyomóvezeték-ből, csapokból, esetleg belső keverőberendezésből (pl. perforált cső, fúvóka, injektor) áll. A keverés átmeneti tárolás esetén szakaszos, időtartamát a tárolt anyag mennyisége és a szivattyú teljesítménye határozza meg.

Az alkalmazható mechanikus keverők általában függőleges tengelyelrendezésű, kis fordulatszámú, mérsékelt energiaigényű, folyamatos üzemű berendezések. A tartály alakjától, méretarányától függően egy- vagy többtagú karos, ill. horgony és kalodás típusokat javasolhatunk. A nagy fordulatszámú propeller (axiális áramlású), ill. turbina, tárcsás turbina (radiális vagy összetett áramlású) keverők elsődleges alkalmazási területe a szuszpenziókészítés, oldás. Keverési hatékonyságuk jobb, de a folyamatos üzem melletti energiaigényük nagy.

Hazai viszonyaink között a szuszpenziótároló tartályok mérete az igényektől függően (20–200 m³) lehet. A szénacélból vagy alaktartó műanyagból készült tartályokat zárt vagy zárható kivitelben készítik, keveréstechnikai okok miatt pedig az álló hengeres kiképzés javasolható kúpos vagy domborított fenékkiképzéssel. A töltésre, ürítésre, átféjtésre centrifugálszivattyú, a mechanikus keverésre függőleges tengelyen elhelyezett keverőkarok szolgálnak.

Helyi előállítással foglalkozó agrokémiai telepeken 1–2 napos átlagos tárolási időt és a kijuttatásra 80–100 műszaknapot alapul véve határozzák meg a szükséges tárolókapacitást. A tartályok töltésére, ürítésére, időszakos átkeverésére nagy teljesítményű (1000 dm³/min fölötti) centrifugálszivattyúkat kell alkalmazni (LÁSZLÓ, 1988). A tartályok csővezeték-rendszere a gyakorlatban 50–130 mm átmérőjű.

A szervestrágya-szóró gépek főbb szerkezeti részei

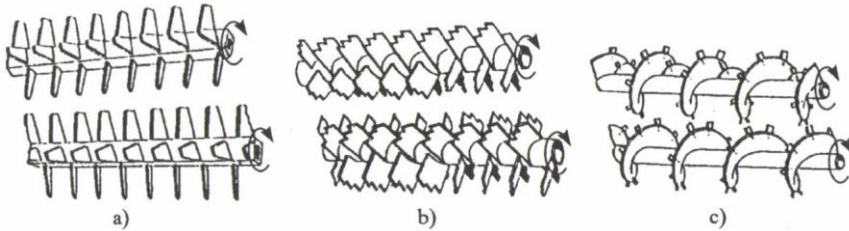
A szervestrágya-szóró gépeknél általánosak a **dobos szórószerkezetek**, amelyek három fő csoportba sorolhatók:

- vízszintes dobos hátra szóró,
- vízszintes dobos oldalra szóró,
- függőleges dobos hátra-oldalra szóró.

A **vízszintes dobos hátra szóró** gépek szórószerkezete (97. ábra) két egymás fölött elhelyezett vízszintes dob, amely a gép hátulján helyezkedik el, állandó fordulatszámmal és azonos irányban forog.

A dobok felületén szórókarok találhatók (97/a ábra), amelyek az adagolólánc által szállított szerves trágyát bontják, felgyorsítják és hátrafelé kiszólják. A felső dob megakadályozza, hogy az alsó dob nagyobb csomókba juttassa ki a szerves trágyát. A gép munkaszélességét a gép szélességével azonosnak vehetjük annak ellenére, hogy egyes

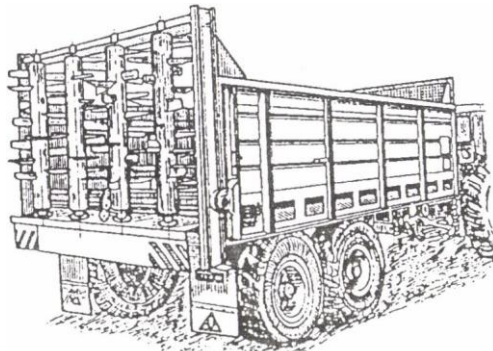
gépeknél a szórókarokat ferde felületűre képezik ki (97/b ábra), esetleg jobb-bal menetes csiga felületére helyezik el (97/c ábra), így enyhe oldalszórást is végeznek. A dobokat a TLT-ről (540 1/min) láncsal hajtják lényeges áttétel nélkül.



97. ábra. Vízszintes szóródobpárok megoldásai
 a) sík felületű szórókarok, b) ferde felületű szórókarok, c) csigás kialakítású szóródobok

A **vízszintes dobos oldalra szóró** gépek szórószerkezete (lásd a 112. ábrát) vízszintes tengelyű dob, amelyet a szórógép oldalán helyeznek el. Az eddigieknél robusztusabb szórószerkezeten két vagy három sorban, csigavonalban helyezik el a szórókarokat. A karok az adagolólánc által a gép haladási irányára merőlegesen szállított szerves trágyát bontják és jelentős szórás szélességgel oldalra kiszórják. A nagy csomókban történő szórást gátlólemez akadályozza. Az előző két szórószerkezet szimmetrikus, trapéz alakú keresztirányú szórás képével szemben az oldalra szóró keresztirányú szórás képe aszimmetrikus, kiegyenlített.

A **függőleges dobos hátra-oldalra szóró** gépek szórószerkezete függőleges tengelyű dobpárokból áll (általában 2 dobpár), amelyeket a szórógép hátuljára szerelnek, és amelyek állandó fordulatszámmal, egymással szembe forognak (98. ábra).



98. ábra. Függőleges dobos szórószerkezet

A dobokon levő tépőfogak általában csigavonalban helyezkednek el a dob felületén. A szórószerkezet – jellemzően fogva – hátra és oldalra szór, így munkaszélessége jelentősen meghaladja a hátra szóró gépekét. A dobokat a TLT-ről (540 1/min) hajtják meg szöghajtóműveken át.

A hígtrágya-kijuttató gépek főbb szerkezetei

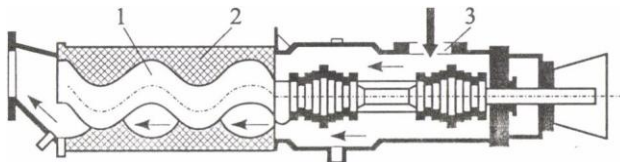
A hígtrágya-kijuttató gépek elosztó szervei inhomogén anyag kezelésére alkalmasak. A trágyalében különböző mértékben található szárazanyag is. A hígtrágya 10% szárazanyag-tartalomig könnyen, 11–20% között már nehezebben kezelhető, de a szokásos elosztószerkezettel kijuttatható, bár ehhez speciális szivattyú és megfelelő nyomás szükséges. A 20% feletti szárazanyag-tartalmú hígtrágyát az elosztószerkezetek biztonságosan nem tudják kezelni.

A hígtrágya-kijuttató gépeken az anyagáramot centrifugális vagy csigaszivattyú biztosítja.

A **centrifugálszivattyú** – az eltömődés elkerülése végett – nyitott lapátozású **zagyszivattyú**, gyakran álló és forgó aprítókésekkel ellátva. Járókerekének fordulatszáma 1500–2000 1/min. Üzemeltetése villanymotorról és traktor TLT-ről egyaránt megoldható. Alkalmas a hígtrágya homogenizálására, aknából való kiemelésére, tartálykocsik töltésére. Szívómagassága általában kisebb mint 3 m, ezért a hígtrágyaszinthez közel kell elhelyezni vagy merülőszivattyúként alkalmazni. Általában 5% alatti szárazanyag-tartalmú hígtrágyához alkalmazható biztonságosan. A szivattyút – többcélú felhasználása miatt – gyakran kerekre szerelve, mozgatható kivitelben készítik.

A hígtrágya kezelésére leggyakrabban csigaszivattyút alkalmaznak (99. ábra).

A szívós szerszámacélból készült csiga (dugóhúzó) alakú törésbiztos forgórész (1) gumiházban (2) forog. A forgórész átmérője 80–120 mm, fordulatszáma 540–640 1/min. A kisebb szívóoldali veszteség érdekében 100–150 mm átmérőjű szívócsővel (3) szerelik. A térkiszorításos szivattyú önfelszívó, tömegárama 1000–4000 dm³/min, nyomása 6–7 bar. A szivattyú – felépítésénél és működési elvénél fogva – érzékeny az idegen testekre és a szárazon járásra, képes azonban nagy szárazanyag-tartalmú (15–18%) hígtrágya szállítására is. Keverő-homogenizáló, feltöltő és kiszorító szivattyúként egyaránt alkalmazzák.



99. ábra. Csigaszivattyú 1 – forgórész, 2 – gumiház, 3 – szívócső

A hígtrágya feltöltésére és ürítésére közvetetten **légsűrítőket** alkalmazhatnak. A forgórendszerű vákuumszivattyú, illetve a légsűrítő csúszólapátos rendszerű, a forgórészt a TLT hajtja, fordulatszáma 1000–1100 1/min, térfogatárama 180–200 m³/h, az előállítható légritkítás ~0,9 bar, túlnyomás ~2 bar. A légsűrítő szívó-, illetve nyomóoldala, valamint a tartályhoz csatlakozó csővezeték kétállású csaphoz csatlakozik. A csap állításával a tartály vákuum, illetve nyomás alá helyezhető.

A hígtrágyaelosztó szerkezetek lehetnek:

- szórólapos,

- vízszintes vagy függőleges síkban forgó szórótányéros vagy lapátkerekes,
- keretes, ütközőlapos,
- keretes, csúszócsöves,
- injektáló rendszerű.

A **szórólapos elosztószerkezetre** nyomás alatt jut a hígtrágya. A szórólap a hígtrágyát ferde hajítással hátra és oldalra teríti szét. Ebben az esetben a hígtrágya jelentős utat tesz meg a levegőben, majd a föld felszínére kerül, közben számottevő a hatóanyag elpárolgása. Ezért ez a szórószerkezet nagy veszteséggel és környezeti terheléssel dolgozik.

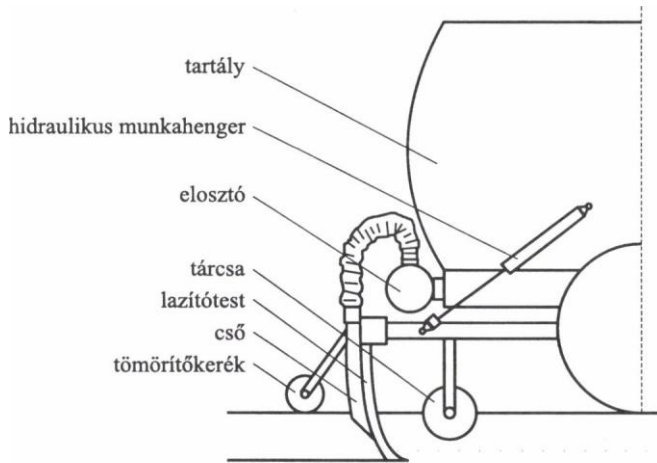
A vízszintes **vagy függőleges síkban forgó szórótányéros vagy lapátkerekes** elosztószerkezetek (lásd a 113. ábrát) a kis nyomással érkező hígtrágyát felgyorsítják és a levegőben repítve juttatják a talaj felszínére. A hatóanyag-veszteség és a környezeti terhelés nagyobb, mint a szórólaposnál, mivel ezek az elosztószerkek jelentős cseppbontást is végeznek. Alkalmazásuk kerülendő.

A **keretes, ütközőlapos elosztószerkezeteknél** a hígtrágya nyomás alatt jut egy központi elosztóhoz, ahol általában aprítószerkezet segíti az anyagáram folyamatos mozgását. Az elosztótól csöveken jut a hígtrágya az ütközőlapokra, melyeket célszerű a talajhoz minél közelebb elhelyezni.

A **keretes, csúszócsöves elosztószerkezet** a talajfelszínre juttató elosztók közül a legkorszerűbb. Ebben az esetben a hígtrágya a központi elosztóból a talajra lelógó csövekbe áramlik. A csövek végén műanyag csúszóelem akadályozza meg a csövek elzáródását és gyors kopását. A csövek osztása 300–500 mm. A hígtrágya itt nem mozog a levegőben, közvetlenül a talajfelszínre jut és jelentős része azonnal a talajba szivárog. Ennek megfelelően a talajfelszínre juttató gépek közül a legkisebb a hatóanyag-veszteség és a környezet terhelése, amelyet azonnali talajba dolgozással tovább lehet mérsékelni.

Az **injektáló rendszerű** elosztószerkezet (100. ábra) a hígtrágyát a talajba juttatja. A hígtrágya a tartályból központi elosztóba majd csöveken keresztül, lazítótestek által nyitott barázdába jut. A barázdát tárcsa nyitja és tömörítőkerék zárja. Az injektáló berendezés helyzete hidraulikus munkahengerrel állítható.

Az injektálás történhet mélyen (150–300 mm), hatóanyag-veszteség nélkül, de nagy energiaigény mellett. Vagy sekélyen (50–100 mm), kis hatóanyag-veszteséggel és mérsékelt energiaigénnyel, minimális környezetterheléssel. A kis injektáló test osztással (300–500 mm), jó hatóanyag-eloszlást lehet biztosítani. Ez ma a legkorszerűbb hígtrágya-kijuttatási mód.



100. ábra. Hígrágya-injektáló berendezés

4.3. Tápanyag-kijuttató géptípusok

Műtrágyaszóró gépek

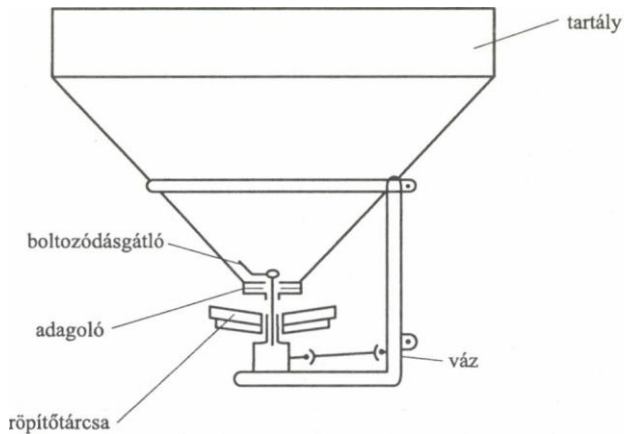
Mechanikus rendszerű műtrágyaszóró gépek

Röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek

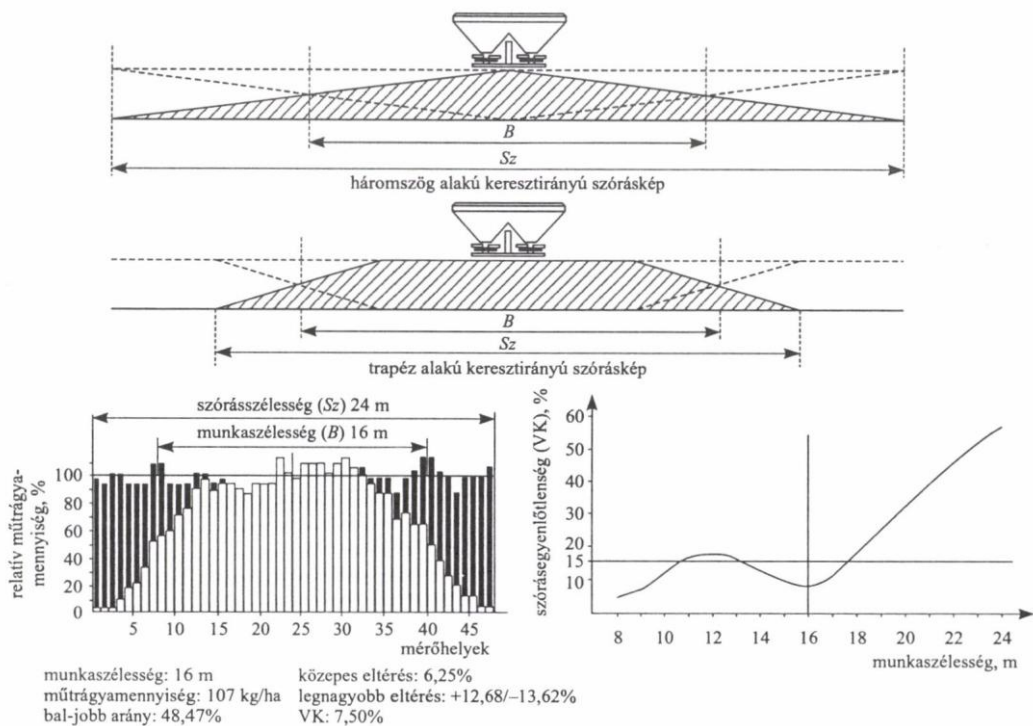
A szilárd műtrágya jelentős részét világviszonylatban röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépekkel juttatják ki, mivel ezek a gépek egyszerűek, olcsók és egy jó konstrukciójú és szakszerűen üzemeltetett röpítőtárcsás műtrágyaszóró gép teljesíteni tudja az agrotechnikai elvárásokat. Felépítésük attól függ, hogy az erőgéphez miként kapcsolódnak. A függesztett röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek (101. ábra) tartályából gravitációs úton jut a műtrágya az adagolószerkezetéhez. A folyamatos műtrágyaáramlást boltozódásgátló berendezés biztosítja. Adagolószerkezete általában résszabályozású, amelyet a traktor vezetőüléséből lehet működtetni. A kívánt tömegáram adagtáblázat segítségével előre beállítható. Ha digitális táblatérkép áll rendelkezésre, úgy az adagolószerkezet a térkép alapján automatikusan vezérelhető.

Az adagolószerkezettől a műtrágyát állítható tölcser vagy csúszda vezeti a szórószerkezetre, így a műtrágya a tárcsa felületéhez viszonyított feladási helye (adagolási

hely) állítható. Az adagolási hely állítására mind a tömegáram változtatásánál, mind eltérő fizikai jellemzőjű műtrágyák alkalmazásánál szükség van. Az adagolás pontos helye az adagtáblázat alapján állítható be. Vannak gépek, ahol az adagolási hely nem állítható. A tömegáram változása esetén ezeknél a gépeknél az adagolási hely az adagolónyílás speciális alakjával és nyitás közbeni áthelyeződésével módosul. Ebben az esetben a gép a különböző fizikai jellemzőjű műtrágyákhoz nem tud alkalmazkodni.



101. ábra. Függesztett röpitőtárcsás műtrágyaszóró gép



Keresztirányú szóráskép, valamint a munkaszélesség és a szóráségyenlőtlenység összefüggése
 102. ábra. Röpitőtárcsás műtrágyaszóró gépek keresztirányú szórásképe

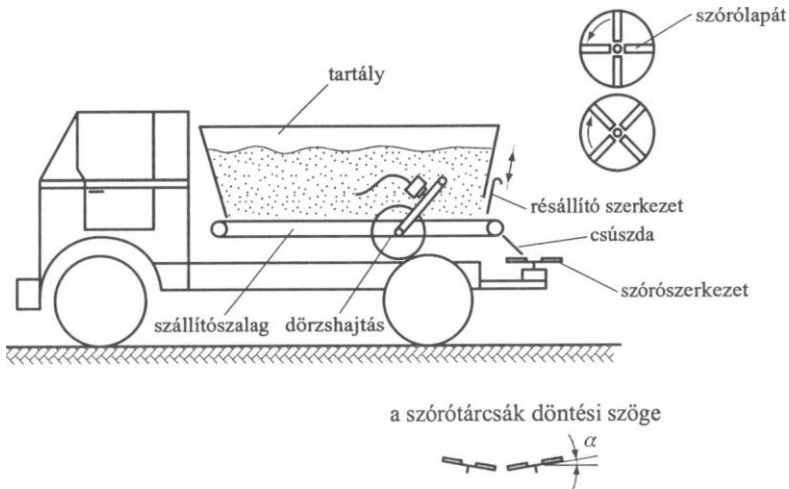
A műtrágya lapátokkal szerelt röpitőtárcsára vagy röpitőtárcsákra jut. A műtrágyaszemcséknek a röpitőtárcsát a keresztirányú szóráskép által meghatározott helyen (leválási pont) kell elhagyni. A leválási pontot, valamint a leválási sebességet és irányt a műtrágya fizikai jellemzői, az adagolás helye, a tárcsa fordulatszáma és a szórólapátok jellemzői határozzák meg.

A jól beállított gép háromszög vagy trapéz alakú **keresztirányú szórásképet** biztosít (102. ábra).

A szórásképpoldalak megfelelő átfedésével lehet az egyenletes műtrágyaeloszlást biztosítani. A pontos fogácsolóztatás az üzemeltetés legfontosabb tényezője. Ezért a gép munkaszélességét ismerni kell (kezelési utasítás), és azt a csatlakoztatás során pontosan be kell tartani.

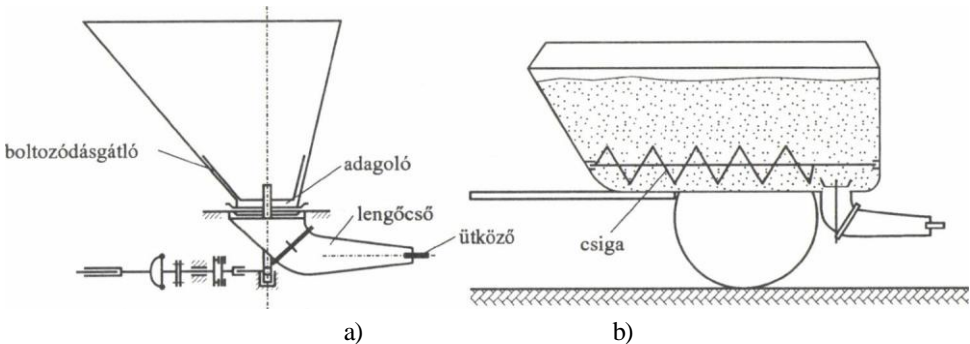
A nagyobb műtrágyamennyiséget kijuttató gépek (alpműtrágyázó gépek) általában vontatott vagy tehergépkocsra szerelt kivitelben készülnek (103. ábra). A vontatott gépek legtöbbször egytengelyes kivitelűek. Hasáb alakú tartályuk alján szállítólánccal, szállítószalag, ritkábban csiga szállítja a műtrágyát az adagolónyíláshoz. Az adagolóelemet tehermentesítő rács védi a túlterheléstől. A tartály alakja miatt boltozódásgátló berendezésre nincs szükség. A szállítóelem hajtása TLT-ről vagy a gép járókerekről dörzshajtással történik. Ez utóbbi esetben a haladási sebesség változása nem befolyásolja a területegységre kijuttatott műtrágya mennyiségét. A

térfogatáramot résállító szerkezet szabályozza. TLT hajtás esetén a szállítóelem sebessége is változtatható. Az adagolószervezettől állítható csúszda vezeti a műtrágyát a szórószerkezetre. Ezzel szabályozható az adagolás helye. A vontatott gépeken általában két röpitőtárcsát alkalmaznak, a nagyobb műtrágyamennyiség miatt 2–6 lapáttal. A sík vagy kúpos tárcsákat egyes gépeknél a munkaszélesség növelése céljából kifelé $\alpha = 4\text{--}5^\circ$ -kal döntik.



103. ábra. Tehergépkocsira szerelt műtrágyaszóró berendezés

A röpitőtárcsás szórószerkezetek munkaszélessége a konstrukció jellemzők mellett a műtrágya szemcseméretének és sűrűségének függvénye. Minél nagyobb a szemcsék mérete és sűrűsége, annál nagyobb munkaszélesség érhető el. Megfelelő műtrágyával általános a 24 m-es munkaszélesség, de gyártanak 36 m-es munkaszélességű gépeket is.



104. ábra. Függesztett (a) és vontatott kivitelű (b) lengőcsöves műtrágyaszóró gép

Lengőcsöves műtrágyaszóró gépek

A röpitőtárcsás gépeknél kisebb elterjedtséggel bár, de alkalmaznak lengőcsöves

műtrágyaszóró gépeket is. A gépek függesztett (104/a ábra) és vontatott (104/b ábra) kivitelben egyaránt készülnek. Lengőrendszerű boltozódásgátló és gravitációs, résszabályozásos adagolórendszer biztosítja a műtrágya szórócsőbe jutását. A vontatott, fekvőtartályos gépeknél csiga szállítja a műtrágyát az adagolószervezethez.

A szórószerkezet mindkét esetben egy darab, ütközővel felszerelt lengőcső, amellyel trapéz alakú szóráskep és 14–15 m munkaszélesség érhető el. A géppel biztosítható az agrotechnikai követelményekben meghatározott 15%-on belüli szórás egyenlőtlenesség. Üzemeltetéséhez jó minőségű, szemcsézett műtrágya szükséges.

Csigás műtrágyaszóró gépek

A csigás műtrágyaszóró gépek (105. ábra) függesztett és vontatott kivitelben egyaránt készülnek. Függesztett gépeknél gravitációs, vontatottaknál kényszeradagolás révén jut a műtrágya a szórószerkezetbe, amely vízszintes csőben mozgó jobb-bal menetes csiga.

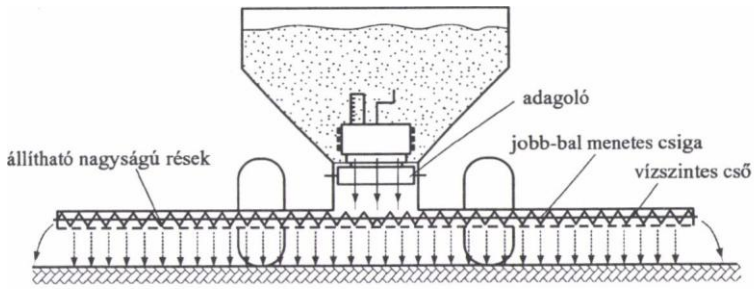
A csigaház alján trapéz formájú, állítható nagyságú réseken át hull a műtrágya a talajra. A perforált fenéklemez, a szórószerkezet könnyű ürtése és tisztítása végett általában egy egységként leemelhető. A gyakorlatban az egyszerű, nyitott csővégű, visszahordó csiga nélküli gépek terjedtek el. A kifogásolható munkaminőség miatt azonban ezeket a gépeket csak az egyenlőtlen eloszlás szempontjából kevésbé kritikus anyagok kijuttatására célszerű használni. Így kiválóan alkalmasak porszerű, talajjavító anyagokhoz, melyeket az egyéb műtrágyaszóró gépek megfelelő munkaszélességgel egyébként sem tudnak kiszórni.

Pneumatikus rendszerű műtrágyaszóró gépek

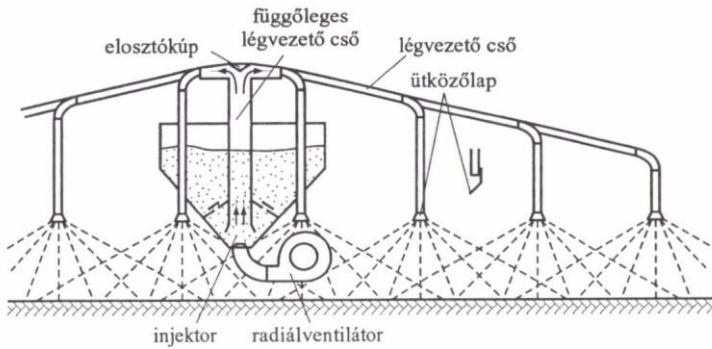
Központi adagolású pneumatikus műtrágyaszóró gépek

Függesztett, gravitációs adagolású kivitelben készülnek, bár a területteljesítmény növelése érdekében gyártanak olyan vontatott gépeket is, ahol az úgynevezett készenléti, vagy adagolótartályt billenthető rakfelületről folyamatosan utántöltik.

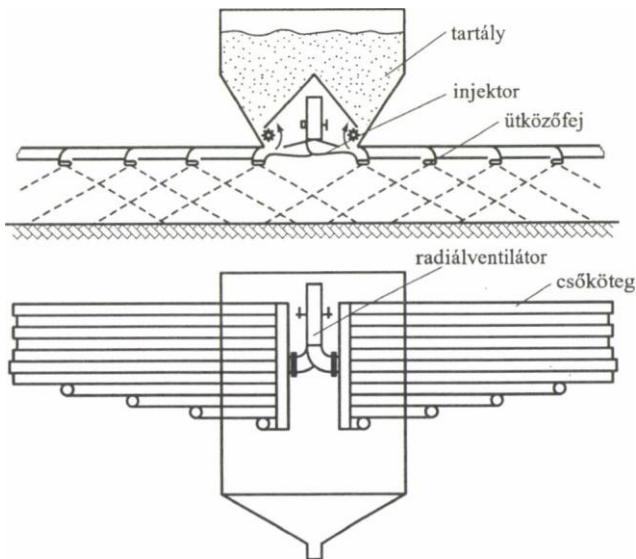
A gépen ~3000 l/min fordulatszámú radiálventilátor biztosítja a szállítólevegőt (106. ábra). A ventilátor az adagolótartályon keresztül haladó, függőleges légvezető csőbe, injektor közbeiktatásával juttatja a levegőt. A tartály alsó részét, a függőleges légvezető körül, fenék zárja le, melyen állítható nagyságú adagolórészek találhatók. Az adagolórés felett boltozódásgátló biztosítja a folyamatos anyagmozgást. Az adagolórészekon áthulló műtrágyát légáram juttatja a légvezető csövekbe, onnan a függőleges irányba fordított csövek végén lévő ütközőlapokra. A gép szórás egyenlőtlenessége 15%-nál kisebb. A pneumatikus gépek között elsősorban egyszerűsége emelhető ki előnyként.



105. ábra. Csigas műtrágyaszóró gép



106. ábra. Központi adagolású pneumatikus műtrágyaszóró gép



107. ábra. Osztott adagolású pneumatikus műtrágyaszóró gép

Osztott adagolású pneumatikus műtrágyaszóró gépek

Függesztett, vontatott, sőt önjáró kivitelben is készülnek (107. ábra). A légáramot nagy teljesítményű radiálventilátor biztosítja. A ventilátor nyomóoldalát kétfelé ágaztatják (gép jobb-bal oldala), vagy két ventilátort alkalmaznak. Mindkét oldal csövekre ágazik el. A tartály alatt elhelyezett csököteg mindegyik csövébe injektoron átjut a szórócsövekbe, majd az ütközőfejekről a talajra. A kis osztású ütközőfelületek, valamint a csövenkénti adagolás rendkívül pontos műtrágyaeloszlást biztosít. A gépek szórás egyenlőtlensége jó műtrágyával és szakszerű üzemeltetés mellett kisebb mint 5%, ezért szórás pontosság tekintetében a legjobb gépeknek minősíthetők. Felépítésük azonban sokkal bonyolultabb, mint a mechanikus gépeké. Azonos munkaszélességű, osztott adagolású műtrágyaszóró gépek ára 4–5-ször nagyobb, mint a röpítőtárcsás gépeké, emiatt elterjedésük kisebb.

A folyékony műtrágya kijuttatásának gépei

Cseppfolyós ammónia

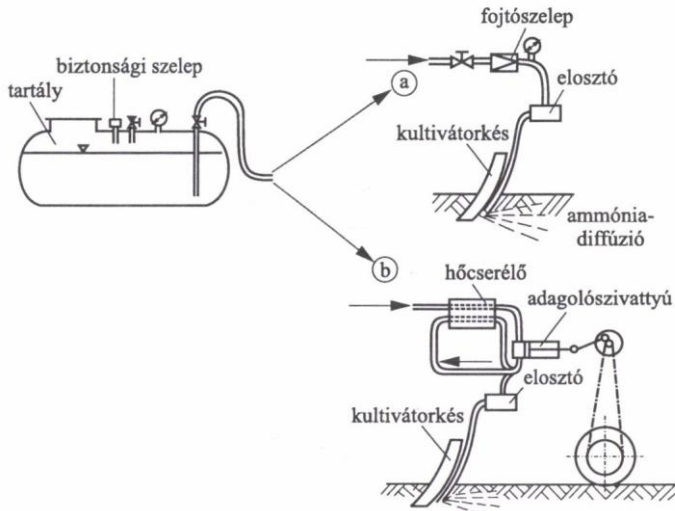
Jellemző fizikai, kémiai tulajdonságaiból eredően elsősorban speciális célgép alkalmazását igényli. Az ammóniakijuttató gépek legfontosabb funkcionális szerkezeti egységei a következők:

- tartály,
- az adagoló- és elosztóberendezés, valamint
- a talajba juttató munkavégző egységek.

Az ammónia adagolására nyomás- és sebességáramos szabályozóberendezések is használhatók. Nyomásáramos rendszerben (108/a ábra) egy fojtószeleppel, az adagolóresz változtatásával lehet az adagnagyságot szabályozni. Az ammónia a tartályban uralkodó nyomás hatására jut az elosztón és a csövezetéken keresztül a kultivátorkés mögötti injektálócsöbe. Sebességáramos megoldásnál (108/b ábra) talajkerék-meghajtású **dugattyús adagolószivattyút** alkalmaznak, amellyel a haladási sebességtől függetlenül szabályozható a dózis. A kívánt adagot a lökethossz változtatásával állítják be. A nyomószelepen átfolyt ammónia expanziója nagy hőfelvétellel jár. A hő egy részét a hőcserélőből – a forráspont fölötti ammóniát egyben le is hűtve –, más részét a környezetből vonja el.

Nyomás nélküli folyékony műtrágyák

A szuszpenzió talajfelszínre szórása közepes, ill. nagy teljesítményű célgépekkel vagy ún. kettős hasznosítású (növényvédő szer + oldat, ill. szuszpenziós műtrágya) speciális permetezőgépekkel történhet (BÁNHÁZI et al., 1984). A szuszpenzió talajba vitele egy menetben, különböző műveletekkel (pl. növényvédelemmel) és gépekkel összekapcsolva (pl. talajművelő géppel, vetőgéppel) is elvégezhető.



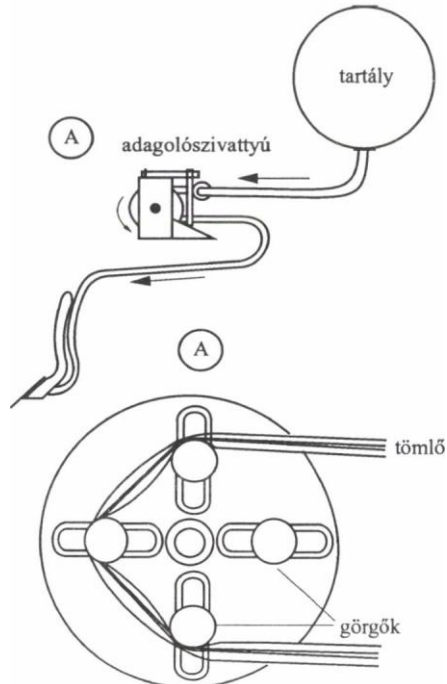
108. ábra. Ammóniainjektáló berendezések szabályozószelepes (a), illetve szivattyús adagolással (b)

Az UAN-oldat mind talajba, mind talajfelszínre, ill. növényfelületre kiadagolható. Pl. vetéssel egy menetben talajba injektálják, fej trágyázáskor pedig kipermetezik, vagy csepegtetéssel juttatják ki. Kiegészítő trágyázásként a vegetáció egy későbbi szakaszában sor közben injektálható vagy levéltrágyaként (más hatóanyag-komponensekkel kiegészítve) földi, esetleg légi gépekkel a növényfelületre is kipermetezhető.

Az öntözéssel egy időben végzett tápanyag-visszapótlásra elsősorban a vízzel jól elegyíthető oldatműtrágyák alkalmasak. Az öntözővíz-szivattyú szívó- vagy nyomóvezetékébe injektált oldattal megfelelő keveredés érhető el.

A kisnyomású folyékony műtrágyákat kijuttató gépek működési elve (LÁSZLÓ, 1984) azonos a hagyományos növényvédő gépek hasonló rendeltetésű folyadékörével.

Szuszpenzió szállítására a szilárd részecskék koptató hatása miatt általában centrifugálszivattyút alkalmazunk, mechanikus vagy hidromotoros meghajtással. Kisebb mennyiségek kijuttatására jól alkalmazható a térfogat-kiszorításos elven működő, járókerék-meghajtású **tömlős adagolószivattyú**, amely az injektáló (vetőgép, nehéz- kultivátor stb.) vagy csepegtető kijuttatási módok energiatakarékos, üzembiztos szivattyútípusa (109. ábra).



109. ábra. Szuszpenzióinjektáló berendezés kultivátorhoz

A folyadékot rugalmas gumitömlőkön keresztül talajkerékről meghajtott görgősor préseli a különböző sortávra állítható ejtőcsövekhez. Követelmény a tartály és a szivattyú közötti akadálytalan átfolyás, a tömlő optimális feszítése (megnyúlás nélkül zárjon a görgőknél), valamint az elosztóvezetékek szűkítés, fojtás nélküli kialakítása.

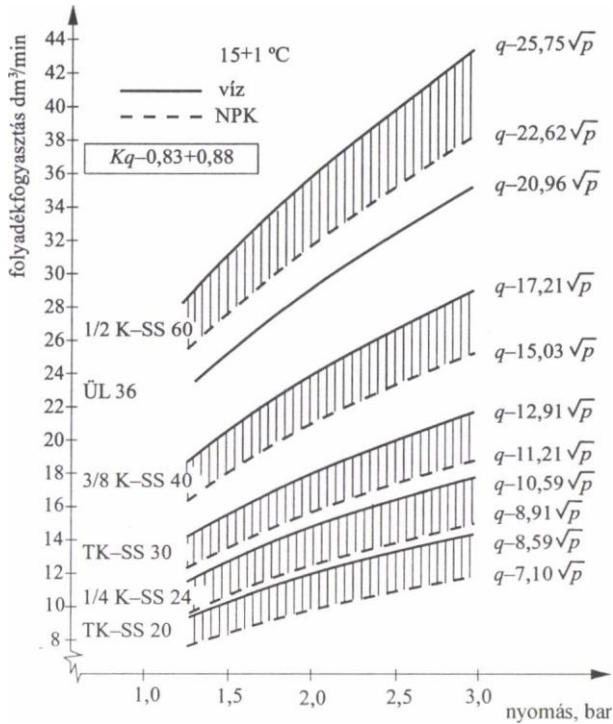
Szuszpenziót kijuttató gépek kialakításakor a hidraulikus kör (LÁSZLÓ A.–LÁSZLÓ K., 1994) keresztmetszetét növelni, vonalvezetését pedig egyszerűsíteni kell. A 75–50 mm közötti szívó- és az 50–38–25 mm-es nyomóvezeték-méretlépcsők alkalmazása javasolható általában. Oldatműtrágyák kijuttatásához a szokásos permetlévezeték-keresztmetszetek megfelelnek. A szórócsöveket saválló acélból vagy műanyagból kell kialakítani. Permetező szórófejként szuszpenzióknál elsősorban a $d = 4-6$ mm-es **ütközőlapos**, oldatműtrágyánál pedig az alkalmazási területtől függően a 110° -os vagy a 150° -os **réses szórófejek** jöhetnek szóba (110. ábra).

Csepegtetési módszerrel a gabona, a repce stb. késői fejtrágyázása nagyobb perzselésveszély nélkül is elvégezhető. Szélesebb körben a csepegtetőeszközök három típusát, az ún. csepegtető Szórófejet, -csövet és -tömlőt használják.

A csepegtető szórófej 1–3–5 sugárban is dolgozhat, pl. az USA nagy kukoricatermesztő övezeteiben a speciális kiképzésű, egyfuratos megoldását alkalmazzák UAN-oldat és gyomirtó szer kijuttatására. Ezek a folyadékot 60° -os szögben hátrafelé szórják ki, 0,7–2,1 bar nyomás és 76,2-es osztástávolság mellett. A csepegtetőcső a szórócsővel párhuzamos kiképzésű, és különböző méretű szabályozótárcsákkal kalibrálható. A harmadik típusal, az általában 75 cm hosszúságú, 12,7 mm átmérőjű, 25 cm osztású flexibilis műanyag tömlőkkel 12–15–18 méteres munkaszélességben végezhetjük a fejtrágyázást. Célszerű, ha

a tömlők a sorok közé belógnak, de a talajfelszínt nem érik el. Az ejtőcső felső részén 3 mm-es légtelenítő furatot kell kialakítani. Az adag a mennyiség szabályozó tárcsa kalibrált furataival állítható be.

NPK-szuszenziók kijuttatásakor a **dózis szabályozás** tág határok között történhet (100–2500 dm³/ha), de alaplétrázáskor a leggyakoribb beállítási érték 500–800 dm³/ha (LÁSZLÓ, 1988).



110. ábra. Szuszenziós műtrágyák kijuttatására alkalmas ütközőlapos szórófejek Folyadékfogyasztása

UAN-oldatokkal végzett tavaszi fej trágyázáshoz 80–200 dm³/ha dózisok beállítása a szokásos felszínre szóró permetezőgépekkel nehézségekkel járhat. Ugyanis 50 cm-es szórófejosztás mellett kisméretű réses szórófejekkel vagy nagy haladási sebességgel kell dolgoznunk. Elfogadható időjárási viszonyok esetén tehát a megfelelő üzembiztonság céljából javasolható az 1 m körüli szórófejosztás, megemelt szórókeretállás mellett. Tavaszi fej trágyázásnál csökkenthető a perzselésveszély, ha relatíve nagy cseppekkel ($VMD = 350-500 \mu m$) és kis nyomással (1,5 bar) történik a kijuttatás.

Szervestrágyaszóró gépek

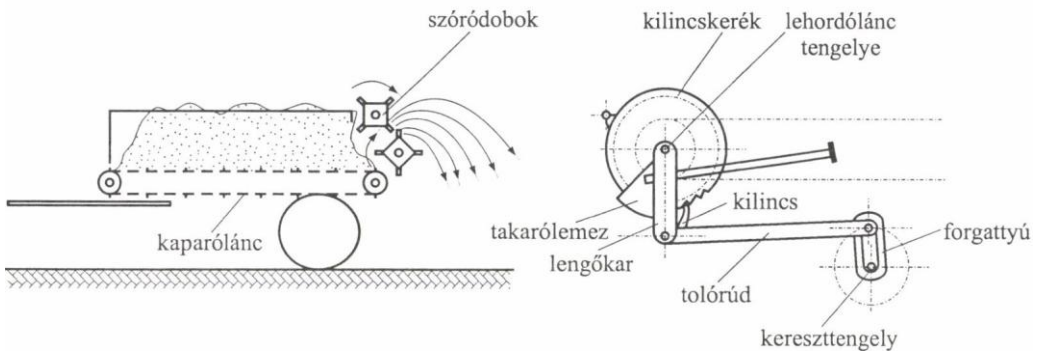
A szilárd szerves trágya (istállótrágya) felhasználásának gépesítési szempontból három elkülönülő fázisa a rakodás, a szállítás és a kijuttatás. A rakodást traktoros vagy önjáró homlok-, illetve forgókaros rakodógépekkel végzik. A szállítást a kijuttatás módjától függően magával a szórógéppel vagy a szórógépet kiszolgáló, billenő rakfelületű traktorvontatású pótkocsival, illetve tehergépkocsival történik. Ez utóbbi megoldás a **kétfázisú szervestrágya-kijuttatás**. A kijuttatást szállító-szóró gépekkel vagy trágyaszóró célgépekkel történik.

Istállótrágyát szállító-szóró gépek

Vízszintes dobos hátra szóró gépek

Az egy vagy kéttengelyes, vontatott kivitelű gép rakfelületén kaparólánc szállítja a szerves trágyát a hátul elhelyezett szórószerkezethez (111. ábra).

A kaparólánc TLT-ről vagy hidromotorról kapja a hajtást. A mechanikus hajtás egyik lehetséges megoldásánál a TLT lassító áttételen át kereszt tengelyt hajt, amelynek végén forgattyú található. A forgattyú tolorúddal lengő kart mozgat, amely kilincs segítségével a lehordólánc tengelyén lévő kilincskereket szakaszosan forgatja. Az adagolólánc sebessége a forgattyú sugarával vagy a kilincskerek aktivizálható fogainak egy részét takaró, elfordítható takarólemezzel szabályozható. A lánc szakaszos mozgásának egyenletesebbé tétele érdekében kétkilincses rendszer is alkalmazható. Hidraulikus hajtás esetén a vezetőülésből szabályozható fojtószeleppel történik a hidromotor és ezzel az adagolólánc sebességének szabályozása.



111. ábra. Vízszintes dobos hátraszóró gép

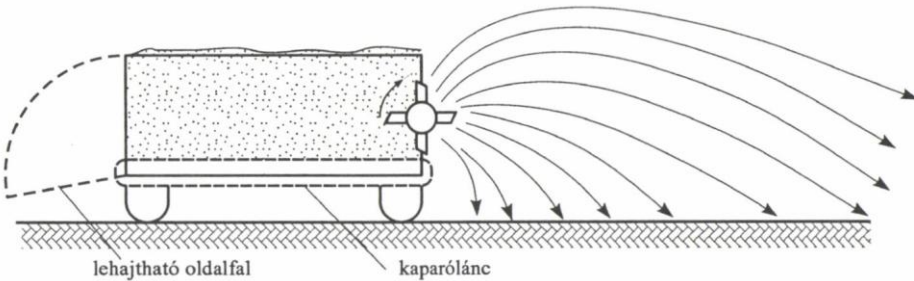
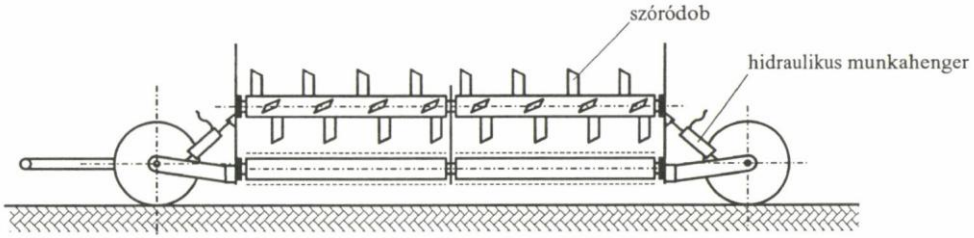
A kaparólánc által szállított trágyát két egymás felett, a haladási irányra merőlegesen elhelyezett dob szórja ki. A szóródobok szélessége megegyezik a gép szélességével és ez egyben a gép munkaszélessége is. A dobok átmérője 500–600 mm, fordulatszáma 400–500 1/min. A gép téglalap alakú, kiegyenlített keresztirányú szórásképpel rendelkezik, a kis munkaszélesség miatt csekély a területteljesítménye.

Függőleges dobos hátra szóró gépek

A gép felépítése, az adagolószerkezet kivitele és hajtása megegyezik a korábban ismertetett gépekével. Szórószerkezete függőleges tengelyű dobpárokból áll, amelyből általában 2 dobpárt alkalmaznak. A gép szórásképe trapéz alakú, az üzemeltetés során megfelelő átfedést igényel, munkaszélessége a trágya érettségétől függően 6–8 m. Egyenletes szórása, kedvező munkaszélessége és területteljesítménye miatt a leggyakrabban alkalmazott szórógép.

Vízszintes dobos oldalra szóró gépek

A haladási iránnyal párhuzamosan, a gép (112. ábra) oldalán elhelyezett vízszintes szóródobbal szerelt gépek felépítményét úgy alakították ki, hogy hagyományos billenő rakfelületű traktoros pótkocsival vagy tehergépkocsival feltölthető legyen. A rakfelület hosszát úgy választották meg, hogy oldalra és hátrabilenthető járművekhez egyaránt illeszkedjen. A vontatott gép rakfelülete a feltöltés idejére hidraulikus munkahengerek segítségével a talajra süllyeszthető. A rakfelület szóródobbal szembeni oldala töltéskor lehajtható és a billentés során a rakfelület mellé hulló trágya az oldal felhajításával a rakfelületbe emelhető. A rakfelület emelését-süllyesztését végző munkahengerekkel a rakfelület vízszintszabályozása is megoldható, amely lejtőn való művelésnél előnyös. A gép rakfelületén a haladási irányra merőlegesen mozgó lánc szállítja a trágyát a szóródobhoz. A lánc kivitele, hajtása a korábban ismertetett gépekével azonos. A rakfelülettel megegyező hosszúságú szóródob általában osztott kivitelű, 3–4 helyen csapágyazott. A dob átmérője 500–600 mm, fordulatszáma 450–500 1/min. A dobon lévő szórókarok végén mérhető kerületi sebesség 15–20 m/s. Az oldalt elhelyezett szóródob a trágyát a haladási irányra merőlegesen, a trágya érettségétől függően 10–12 m széles sávban szórja ki. Nagyobb csomók kiszórásának megakadályozására a szóródob felett tépődobot, vagy gátlólemezt helyeznek el. A dob helyzete a járószerkezettel szabályozható. A kiegyenlítetlen szórásképp miatt a gépet megfelelő átfedéssel kell csatlakoztatni. Munkaszélessége 8–10 m. Tekintettel arra, hogy a szórógép a trágya szállításában nem vesz részt, kihasználása jobb és a szállító-szóró gépekhez viszonyítva nagyobb a területteljesítménye.



112. ábra. Vízszintes dobos oldalra szóró gép

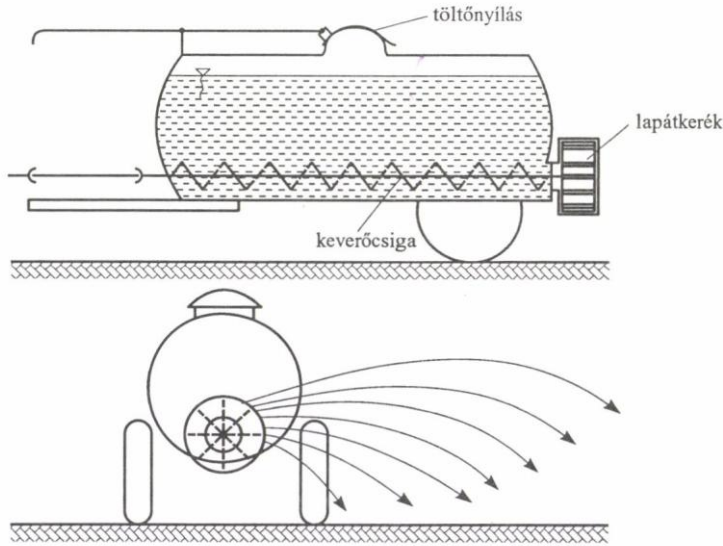
Hígtrágya-kijuttató gépek

A hígtrágya kijuttatásához alkalmazott tartálykocsik 3–10 m³-es felépítménnyel rendelkeznek. Feltöltés és kijuttatás szempontjából különböző megoldásúak lehetnek:

- csigás keverővel szerelt tartálykocsi,
- zagyszivattyús tartálykocsi,
- kompresszoros tartálykocsi,
- csigaszivattyús tartálykocsi.

Csigás keverővel szerelt tartálykocsi

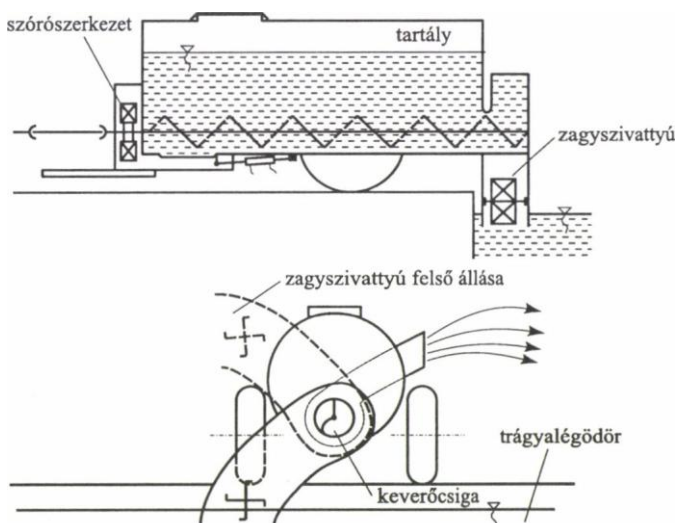
A tartálykocsi egy-, vagy kéttengelyes, vontatott kivitelű (113. ábra). Saját feltöltő szivattyúval nem rendelkezik. A hígtrágya feltöltése a tartály tetején kialakított, a traktor vezetőüléséből kezelhető nyíláson át történik. A tartály alján lévő keverőcsigának kettős feladata van. Szállítás közben járva megakadályozza a hígtrágya ülepedését (elsősorban a sertés- és baromfitrágyák hajlamosak gyors ülepedésre), szórás közben pedig a hígtrágyát nyomás alatt továbbítja a szórószerkezethez. A szórószerkezet vízszintes vagy függőleges síkban forgó lapátkerék. A szórókocsi nagy szárazanyag-tartalmú (10–20%) hígtrágya kijuttatására is alkalmas. Szórási rendszere azonban mind a hatóanyag-vesztés, mind a környezet terhelése szempontjából kedvezőtlen, mert a hígtrágya nagy felületen érintkezik a levegővel. A gép munkaszélessége 8–10 m.



113. ábra. Csigás keverővel szerelt tartálykocsi függőleges síkú szórókerékkel

Zagyszivattyús tartálykocsi

A tartálykocsinak (114. ábra) saját feltöltőrendszere van és ugyancsak alkalmas nagy szárazanyag-tartalmú hígtrágya kijuttatására. A feltöltést a tartály hátsó részén elhelyezett és hidraulikus munkahengerrel elfordítható lapátkerekes zagyszivattyú végzi. A trágyalégödör széléhez tolt tartálykocsi zagyszivattyúja a hígtrágyába süllyeszthető. A lapátkerék által felemelt és továbbított hígtrágyát keverőcsiga szállítja a tartályba. A zagyszivattyú felső állásában a szívónyílás zárva van. A felszívás megkönnyítése és az anyag hígítása érdekében a feltöltést megelőzően a tartályba kb. 30 cm magasságig vizet kell tölteni. Szállítás közben – szükség esetén – a csiga keverőfunkciót tölt be. Kijuttatáskor – az adagolónyílás nyitása után – az anyagot a keverőcsiga nyomás alatt szállítja a tartály elején lévő, függőleges síkú lapátkerekes szórószerkezethez, amely azt oldalra szórja. A szórószerkezet munkaszélessége, hatóanyag-vesztés és környezetterhelés szerinti minősítése a korábbival megegyezik.



114. ábra. Zagyszivattyús tartálykocsi

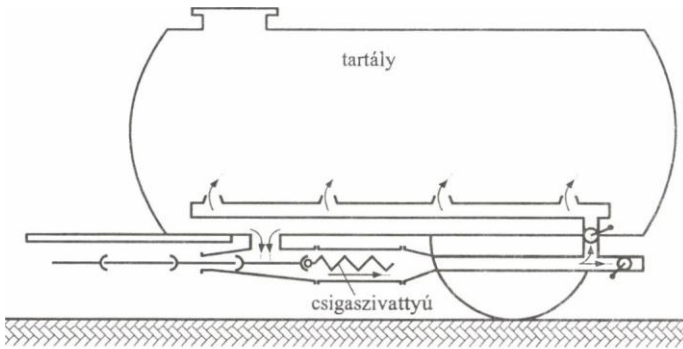
Kompresszoros tartálykocsi

A tartálykocsin TLT-ről hajtott légsűrítő van, mellyel a tartályban légritkítás és túlnyomás egyaránt létesíthető. Feltöltéskor a légsűrítő szívóoldalát kapcsolják a tartályhoz. A szívás (0,8–0,9 bar) hatására, az anyag sűrűségétől függően, 4–7 m szívómagasság és 0,5–1 m³/min töltési teljesítmény érhető el. A kívánt töltésfok elérése után egy úszóval ellátott szelep a felszívást megszünteti, így a légsűrítő hígtrágyával nem érintkezhet. A megadott szívómagasság felső értékeinél az anyag habosodhat és ez a tartály töltöttségét ~10%-kal csökkentheti. Üritéskor a légsűrítő nyomó oldalát kapcsolják a tartályhoz. A túlnyomás (0,5–2,5 bar) hatására, az adagolónyílás nyitása után, a hígtrágya a szórólapra jut, majd onnan a talajra szóródik. A gép munkaszélessége, hatóanyag-vesztés és környezetterhelés szerinti megítélése megegyezik a korábbiakkal. További hátránya, hogy nyomásálló tartályt igényel.

Csigaszivattyús tartálykocsi

A tartálykocsi (115. ábra) saját feltöltő szivattyúval rendelkezik. A TLT-ről hajtott csigaszivattyút a tartály alatt helyezik el, így a kívánt kapcsolás után a hígtrágya feltöltéséhez, szállítás közbeni keveréséhez, kijuttatásához egyaránt jól használható. Megfelelő csatlakozócsövekkel a trágyagödörben lévő hígtrágya átkeverésére, homogenizálására is alkalmas. A szivattyú viszonylag nagy nyomása (6–7 bar) miatt bármilyen elosztószerkezettel üzemeltethető. Felszerelhető a korábbi gépeken ismertetett központi szórószerkezet bármelyikével. A hatóanyag-vesztés és a környezetterhelés csökkentése érdekében azonban célszerű keretes szórószerkezettel felszerelni. Ebben az esetben a

szivattyú, egy gyakran aprítószerkezettel is felszerelt központi elosztóba juttatja a hígtrágyát, ahonnan az nyomás alatt, a kereten megfelelő osztásban elhelyezett csövekbe jut. A csövek végén, a talajhoz közel ferde ütközőlapok biztosítják a hígtrágya talajra jutását. A kis nyomás, valamint a csúszócsövek sűrű elhelyezése egyenletes kijuttatást és mérsékelt környezetterhelést eredményez.



115. ábra. Csigaszivattyús tartálykocsi

Célszerű azonban minden talajfelszínre juttató gép után a hígtrágyát azonnal a talajba dolgozni. Gyakorlati tapasztalatok és megfelelő vizsgálatok alapján ugyanis megállapítható, hogy a szerves trágyák azonnali talajba dolgozásakor a hatóanyag teljes mértékben hasznosítható. A kijuttatás után 6 órával már csak 80%, 24 óra után 70%, 4 nap elteltével pedig csak 50% hatóanyag hasznosul. A hatóanyag-veszteség és a környezetterhelés is kiküszöbölhető, ha a hígtrágyát a talajba injektáljuk. Ebben az esetben a hígtrágya talajlazító eszközhöz kapcsolt csövön átjut a talajba. Sekély injektálás és megfelelő barázdazárás és talajtömörítés mellett kedvező eredmény érhető el.

5. Növényvédő gépek

5.1. Növényvédelmi eljárások, anyagjellemzők

A növényvédelem a termesztett növényeket károsodással vagy megsemmisüléssel fenyegető veszélyek elhárítására alkalmas eljárások összessége. A növényeket fenyegethetik betegségek (vírusok, mikroplazmák, baktériumok, gombák), állati kártevők (talajlakó rovarok, lepkék, tetvek atkák, csigák, darazsak, rágcsálók, madarak stb.), gyomnövények, fagy, jégverés és más károkozók. Az eljárások a következő csoportokra oszthatók:

- agrotechnikai (ellenálló fajták termesztésével, állománysűrűség helyes megválasztásával, sorközműveléssel stb.),
- mechanikai, fizikai (rovarfogó eszközökkel, hőkezeléses fertőtlenítéssel, fagyvédelemmel stb.),
- biológiai (kártevőket elpusztító élőlényekkel stb.) és
- kémiai (gombaölő, rovarölő, gyomirtó, baktériumölő stb. hatású vegyszerekkel).

A különböző módszerek vegyszertakarékos alkalmazását integrált növényvédelemnek nevezik. Az alkalmazás jelenlegi arányait tekintve azonban ma még a vegyszeres növényvédelem szerepe a meghatározó, e fejezet is ennek gépeit, eszközeit, alkalmazástechnikáját ismerteti.

A növényvédelmi eljárások döntő többségében szórással juttatjuk ki a kezelendő felületre a hatóanyagot. A növényvédő szereket egyrészt felhígítva (leggyakrabban vízzel) mint permetlé (oldat, emulzió, szuszpenzió), másrészt por, granulátum, esetleg gázosodó készítmény formájában használjuk. Szórástechnikai módszerek:

- **a permetezés** (a cseppek több, mint 80%-a 150–750 µm közötti),
- **a porlasztás** (a cseppek több, mint 80%-a 50–150 µm közötti),
- **a ködképzés** (0,5–50 µm közötti cseppekkel),
- **a porozás** (általában 0,5–100 µm közötti szemcsemérettel) és
- **a mikrogranulátum-szórás** (általában 100–800 µm közötti szemcsemérettel).

A cseppképzés történhet kis (5 bar-ig), közepes (5–15 bar közötti) és nagy (15 bar fölötti) nyomáson. A cseppképzés módja lehet:

- hidraulikus,
- pneumatikus (légporlasztásos),
- mechanikus,

- kombinált,
- termikus.

A területegységre kijuttatott permetlé mennyisége alapján is csoportosíthatjuk a védekezési eljárásokat:

- 0,5–50, dm³/ha ULV (ultra-low-volume) igen kis mennyiségű,
- 5,0–50 dm³/ha LV (low-volume) kis mennyiségű,
- 50–150 dm³/ha MV (medium-volume) közepes mennyiségű,
- 150–500 dm³/ha HV (high-volume) nagy mennyiségű,
- 500–2000 dm³/ha UHV (ultra-high-volume) igen nagy mennyiségű a permetezés.

Egyéb (nem szórástechnikai) növényvédelmi eljárás:

- **a csávázás** (vetőmagvak vagy gumók védelme),
- **az injektálás** (permetlé talajfelszín alá juttatása) és
- **a kenés** (folyékony növényvédő szer felkenése a növény felületére).

A permetezőszereket felhasználás előtt rendszerint vízzel hígítják, elegyítik. Ez a permetlékészítés művelete. A növényvédő szerek egy része a vízzel közvetlenül könnyen elkeverhető, más készítményekből a csomósodás elkerülése érdekében keveréssel törzsoldatot kell készíteni, majd további víz hozzáadásával lehet a kívánt koncentrációt elérni. Gyakori több, különböző hatású növényvédő szer együttes felhasználása is. Ehhez figyelembe kell venni, hogy a különböző vegyszerek egymással reakcióba léphetnek, és ennek következtében védő hatásuk és fizikai jellemzőik megváltozhatnak. Előfordulhat csapadék, szilárd részek kiválása, ami a permetlé homogenitását rontja, felhasználását megnehezíti vagy megakadályozza. Ezért a növényvédő szerek keverhetőségét gyakorlati próbák alapján szokták közölni a készítmények kombinációit a következő kategóriákba sorolva:

- keverhetők: az adott szerkombináció fizikai, kémiai jellemzői legfeljebb jelentéktelen mértékben változnak,
- a permetlé folyamatos keverést igényel: a permetlében szemcsés kiválás, krémes fölöződés, gyors ülepedés vagy rétegződés következik be. A kombináció csak folyamatos intenzív keverés mellett használható fel,
- nem keverhetők: a permetlében nagyon gyors túrószerű vagy pelyhes csapadékkiválás, kristályosodás, olaj kiválás vagy fázisszétválás, esetleg hatóanyagbomlás következik be,
- keverhetőségük jelenleg nem ismert,
- keverésük felesleges.

A permetlé jellemzői is befolyásolják a kijuttatás minőségét és a védekezés eredményességét. A **permetlevek sűrűsége** általában 0,999–1,005 kg/dm³ között van. Ezek a sűrűségkülönbségek nem hatnak ki sem a cseppképződésre, sem a csepp pályájára és a lerakódásra. A **permetlevek felületi feszültsége** oldatoknál és szuszpenzióknál általában 25–70 mN/m közötti. A **viszkozitás** oldatoknál 1,0–1,1 közötti, szuszpenzióknál viszont már elérheti az 1,6 mPa·s-ot. A **hőmérséklet-változás** is hatással van a permetlére. Szuszpenzióknál az átlagos hőmérsékleti koefficiens magas érték: 0,074 mPa·s/°C, tehát fontos a tényleges permetezési hőmérséklet figyelembevétele és nem csak a 20 °C melletti adatok közlése. Permetléhez keverhető adalékanyagokkal a felületi feszültség jelentősen csökkenthető (pl. KG 691 0,1% koncentrációnál, 20 °C-on, 1,39 mPa·s-ra). E két anyagjellemző tudatos változtatásával a cseppképzés folyamatába beavatkozhatunk, a

cseppstruktúra módosítható.

5.2. Agrotechnikai és növényvédelmi követelmények

A vegyszeres növényvédelmi munkák környezeti hatása miatt az alkalmazott gépekkel szemben támasztott követelményeket számos országban már korábban jogszabályban meghatározták, és betartásukat kötelező típusvizsgálatokkal és időszakos felülvizsgálatokkal ellenőrzik. Ilyen vizsgálatok bevezetése hazánkban is folyamatban van. A követelmények egységesítése érdekében az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) kidolgozta a EN 12761-1-2-3 számú szabványokat, melyek a szántóföldi és kertészeti traktor üzemeltetésű permetezőgépekkel szemben támasztott követelményeket tartalmazzák.

Általános követelmények a permetezőgépekkel szemben

A gépeknek olyan kialakításúnak kell lenniük, hogy a kezelőszemély a vezetőülésből biztonságosan üzemeltethesse, ellenőrizhesse és azonnal kikapcsolhassa azokat.

A gépek töltése és ürítése legyen egyszerű és biztonságos. Ez magában foglalja, hogy a töltésszint és a feltöltési határ könnyen felismerhető, valamint a névleges és a teljes feltöltési mennyiség között kielégítően nagy különbség legyen.

A kijuttatandó lémenység beállításának egyszerűen, pontosan és reprodukálhatóan kell történnie. Gondoskodni kell a kijuttatott mennyiség ellenőrzéséről is.

A permetezőgépnek olyan kialakításúnak kell lennie, hogy a permetlé egyenletes eloszlását és a jó lerakódást el lehessen érni. Ilyen előírások:

- egyenletes **keresztirányú eloszlás** (a szántóföldi permetezőgépeknél),
- egyenletes hosszirányú eloszlás,
- csekély koncentrációeltérés a permetlében,
- a permetlé pontos mennyisége és egyenletes eloszlása a **célfelületen**,
- az **elsodródás** elkerülése.

A növényvédő gépek legyenek könnyen, biztonságosan és teljeskörűen leüríthetők és tisztíthatók, a kopó alkatrészek legyenek gyorsan cserélhetőek.

A szántóföldi és a ventilátoros (szállítólevegős) permetezőgépek legyenek ellátva a vizsgálatához csatlakozással a mérőműszerek bekötéséhez.

A szórófejeket úgy kell megjelölni, hogy azokat közvetlenül vagy a kezelési utasításban megnevezett információk alapján azonosítani lehessen. Ezeket legalább típus és méret szerint kell megjelölni.

A szűrőket a gyártó nevével és jelével, valamint a szita lyukbőségével kell megjelölni.
A szántóföldi permetezőgépekkel szemben támasztott követelmények

A gépet rozsdamentes fém- vagy műanyag tartállyal kell felszerelni. A **tartályfalak** érdességének (R_z) kívül és belül $<100 \mu\text{m}$ -nek kell lennie. A **feltöltő berendezéseknek** olyan építésűeknek kell lenniük, hogy a tartályból a töltőhelyre mindenféle vízvisszafolyást megakadályozzanak. A zárófedélnek tömítetten kell zárnia, hogy a folyadék kilépését megakadályozza. Az összes térfogatnak legalább 5%-kal nagyobbak kell lennie, mint a névleges térfogat. A 200 l-nél nagyobb névleges térfogatú tartályoknak olyan névleges térfogattal kell rendelkezniük, amely a 100 l-nek egész számú többszöröse.

A szűrőszitáknak a következő minimális mélységgel kell rendelkezniük:

| Tartály névleges térfogata, dm^3 | Szűrőszita mélysége, mm |
|---|-------------------------|
| 150-ig | 60 |
| 150-tól 400-ig | 100 |
| 400-tól 600-ig | 150 |
| több mint 600 | 250 |

A betöltő nyílásokba 2 mm-nél kisebb lyukméretű szűrőszitát kell helyezni. A résnek a tartály betöltő nyílása és a szűrőszita között ugyancsak nem szabad 2 mm-nél nagyobbak lennie. A 100 l-nél nagyobb névleges térfogatú tartályokat beépített szűrőszitánál legalább 100 l/perc teljesítménnyel kell feltölteni. A 100 l-nél kisebb névleges űrtartalmú tartályokat 1 percn belül kell feltölteni. A betöltő berendezéseknél, ha rendelkezésre állnak, a szűrőszitának maximum 20 mm lyukbőségűnek szabad lenni.

A gép kiürítésekor, amikor a nyomás értéke minimum 25%-kal csökken az ún. **műszaki maradék mennyiségnek** a tartály nettó térfogatának 0,5%-át és a keretszélesség méterenkénti 2 l/m értéket nem szabad túllépnie. A kifolyónyílásnak lehetővé kell tennie a maradék mennyiség teljes ürítését, ha a tartály vízszintes helyzetben áll. A teljes ürítés azt jelenti, hogy 5 perces leürítési idő után a tartály fenekén folyadéktócsák már nem maradhatnak. A folyadéknak a kiömlőnyílásnál felfoghatónak kell lennie anélkül, hogy eközben a kezelőszemély vagy a munkagép részei pl. a megtámasztó részek azzal érintkezésbe kerülnének. A kiömlőnyílást a véletlen kinyílás ellen védeni kell.

A **töltéskijelzőnek** a vezetőülésből és a töltési helyről jól láthatónak kell lennie. A tartályt töltési szint kijelzéssel kell ellátni. A megengedett hibahatárok a mennyiségek jelölésénél a következők:

- a mindenkori skála osztásérték $\pm 7,5\%$ -a a tartálytérfogat 20%-áig terjedő értékeknél,
- a mindenkori skála osztásérték $\pm 5\%$ -a a tartálytérfogat 20%-át meghaladó értékeknél.

A tartályban lévő térfogatot más módon is ki lehet optikai úton jelezni, ha ugyanez a pontosság érhető el.

A tartályt olyan **keverőberendezéssel** kell ellátni, mellyel a permetlé egyenletes koncentrációja elérhető, illetve megtartható. A maximális megengedett eltérés 15%. A permetlé ilyen mértékű homogenitását 16 óra üzemszünet után a tartályba vissza kell tudni állítani. A koncentráció ennél nagyobb mértékben a tartály kiürítése során sem változhat.

A **munkaszélességeknek** a vetőgépek, a talajművelő gépek stb. munkaszélességének

kell megfelelnie, illetve ezek egészszámú többszörösének kell lennie.

A keretszakaszok max. megengedett szélességei:

- 4,5 m < 24 m-es szórókeret-szélességnél,
- 6,0 m > 24 m-es szórókeret-szélességnél.

Minden keretszakasznak egyedileg kapcsolhatónak kell lennie.

A szórókeret **magasságállítási tartományának** legalább 1,0 m-nek kell lennie. A szórófejek és a célfelület közötti távolságnak a szórófejek kivitele alapján kell beállíthatónak lennie. A szántóföldi permetezőgépeknél, amelyek állománykezelésre készülnek, a szórókeret magasságállítási tartománya legalább 1,2 m legyen. A 21 m-ig terjedő keretszélességű szántóföldi permetezőgépeknél a szórófejek és a talaj közötti 0,5 m-es magasságnak beállíthatónak kell lennie. A keretmagasság beállításának fokozatmentesen vagy 0,1 m-es fokozatokban kell történnie. A permetezőkeret egyetlen magasságánál sem szabad a permetlének a gép részeit érinteni. Ez nem vonatkozik azokra a részekre (pl. érzékelők), amelyeknek működésük folytán a permetlével érintkezésbe kerülnek. Ezekben az esetekben azonban a lecsepegést meg kell akadályozni. A 13 m-nél nagyobb munkaszélességű permetezőkereteknek lengéscsillapított kivitelben kell készülniük.

Akadálynak ütközve a 10 m-ig terjedő munkaszélességű permetezőkerettel rendelkező gépeknél a keretnek hátrafelé ki kell térnie. Akadálynak ütközve a 10 m feletti munkaszélességű permetezőkerettel rendelkező gépeknél a keretnek előre és hátrafelé ki kell térni. Akadálynak ütközve, kitérés után a permetezőkereteknek vagy a keretrészeknek azonnal és önműködően az eredeti helyzetbe kell visszatérniük.

A szántóföldi permetezőgépeket **szívószűrővel** kell ellátni. A szórófejek helyes szórásirányát biztosítani kell. A permetezőgép kikapcsolása után 5 perces időtartam alatt szórófejenként nem szabad 2 ml-nél nagyobb mértékű utáncsepegésnek lennie.

A nyomásnak, a kezelőszervek beállításának és a tartályban lévő lémenységnek a vezetőülésből egyértelműen leolvashatónak kell lennie. A fej vagy a felső test elfordítása megengedett. A gép összes mérőberendezésének max. megengedett hibája (átfolyás, a haladási sebesség, a nyomás mérésekor) a tényleges érték 5%-a lehet.

A nyomásszabályozó berendezéseknek a nyomást a szivattyú állandó fordulatszámán konstans értéken kell tartaniuk. A permetezőkeret vagy a keretrészek kikapcsolása és ismételt bekapcsolása után az eredetileg beállított nyomást $\pm 7,5\%$ maximális megengedett eltéréssel el kell érni. Ez érvényes arra az esetre is, ha időközben más nyomások kerültek beállításra. Az állandó szórásteljesítmény eléréséhez szükséges szabályozóberendezéseknek a következő követelményeknek kell megfelelni:

- Hét másodperccel az üzemi állapot változtatása után a kijuttatott mennyiségnek nem szabad $\pm 10\%$ -nál nagyobb mértékben eltérnie az (új) állandó állapot közepes kijuttatási mennyiségétől.
- A kijuttatott mennyiség (dm³) ismételt beállításakor a 7 mérésből számított variációs együttható nem lehet 3%-nál nagyobb.
- A permetezési művelet során állandó TLT-fordulatszámánál és állandó haladási sebességnél a közepes kijuttatott mennyiségtől (dm³) való eltérések az 5%-ot nem léphetik túl.
- A ténylegesen kijuttatott lémenység (dm³) és a tényleges térfogatáram (dm³) a névleges értéktől átlagosan maximum 6%-kal térhet el. A variációs együttható

mindkét esetben maximum 3% lehet.

A nyomásnak a nyomásmérő hely és a szórófejek között maximum 10%-kal szabad különböznie. Megfelelő kalibráló eszközöket (legalább egy 1 liter térfogatú $\pm 2,5\%$ pontosságú mérőedényt) kell a géppel szállítani.

A szántóföldi permetezőgépek szórófejeinek 10%-os **volumetrikus cseppátmérője** nem lehet kisebb, mint 110°-os szórásszögű lapossugarú szórófejek alkalmazásakor, 0,72 l/min térfogatáram és 2,5 bar permetezési nyomás mellett.

A gépet víztartállyal (víztartályokkal) kell ellátni a gép tisztítása céljából. Ezt a tartályt nem szabad a kezelőszemély számára szolgáló tisztavizes tartállyal kombinálni. A tartály térfogata a permetlétartály névleges térfogatának legalább 10%-a vagy a hígítható maradékmennyiség tízszerese kell legyen. A víztartályt úgy kell a géphez csatlakoztatni, hogy a vezetékek öblítése névleges térfogatig töltött tartállynál és a tartály maradékmennyiségének felhígítása lehetséges legyen.

A kertészeti permetezőgépekkel szemben támasztott követelmények

Általában megegyeznek a szántóföldi permetezőgépeknél ismertetett követelményekkel. Eltérő előírás van a műszaki maradék mennyiségekre vonatkozóan. A műszaki maradék mennyiségnek:

- a 400 dm³-es tartállynál a tartály névleges térfogatának a 4%-át,
- a 400–1000 dm³-nél a 3%-át,
- a 1000 dm³-nél pedig a 2%-át nem szabad túllépnie.

A ventilátor(ok)nak a többi hajtástól függetlenül kikapcsolható(k)nak kell lennie. A permetezési folyamatnak a ventilátoros (szállítólevegős) permetezőgép mindkét oldalán egymástól függetlenül kikapcsolhatónak kell lennie. A folyadék- és légáramot egyszemélyes kezeléssel reprodukálható módon kell a mindenkori növényfajtához és magassághoz pl. jelölések, alakzáró rögzítések vagy beállító idomszer segítségével igazítani. Minden szórófejnek egyedileg kikapcsolhatónak kell lennie. A permetezés iránya egymástól függetlenül legyen beállítható. A több egyedi szórófejjel rendelkező szórófej tartóknál ez a követelmény az egyes szórófej tartókra vonatkozik.

A hordozható, a motoros és a kézi hajtású permetezőgépekkel szemben támasztott követelmények

A hordozható gép tömege feltöltött tartállyal 28 kg-nál nem lehet nagyobb. Egy személy legyen alkalmas hordozására és működtetésére. A permetlétartály névleges térfogatát egész literben kell megadni. A tartállynak legalább 5% tartaléktérfogattal kell rendelkeznie. A tartályfalak felületi érdességének kívül és belül <0,15 mm-nek kell lennie. A tartály töltési szintje jól kivehető legyen. A beöntönyílás legnagyobb mérete legalább 100 mm legyen. A beöntönyílásban szűrőt kell elhelyezni. A tartályfedélnek megfelelően kell tömítenie. A gépet ki kell tudni üríteni, a műszaki maradék mennyiség a névleges tartálytérfogat 4%-át nem haladhatja meg. A nyomás csak kismértékben ingadozhat. A túlnyomással működő (battériás) gépnél a nyomás jelzésére 0,25 bar pontosságú manométert kell alkalmazni. A nyomóvezetékben szűrőnek kell lennie, amelynek

szitamérete kisebb, mint az alkalmazható fúvókák legkisebb keresztmetszete. A szórófejek szórásképe üzem közben nem változhat. A nyomóvezetékben gyorskapcsoló berendezést kell elhelyezni. A szórószerkezettől 40 cm távolságban a cseppképződésnek be kell fejeződnie és a teljes szórásképnek ki kell alakulnia. A tartály ürülése során a szórásteljesítmény eltérése az átlagtól 10%-nál nagyobb nem lehet. A szórófejek folyadékfogyasztása 10%-nál nagyobb mértékben nem térhet el a névleges értéktől.

A granulátumszóró gépekkel szemben támasztott követelmények

A granulátumszóró gépeket úgy kell kialakítani, hogy azok rendeltetészerűen és szakszerűen legyenek alkalmasak mikrogranulátumok kijuttatására. A granulátumok morzsolódása vagy aprítása nem megengedhető. A gépet csepegő vízzel szemben (csapadékkal szemben) védeni kell, hogy a nedvesség a granulátumot ne érhesse. Az egyes szóróadapterek adagolási teljesítményei azonos beállítás esetén az átlagtól maximum $\pm 10\%$ -kal térhetnek el. A fajlagos szórás mennyiség $\pm 10\%$ -nál nagyobb mértékben nem változhat. A tartály ürítésének ideje alatt a granulátumot egyenletesen kell kijuttatni és elosztani. A tartály beöntőnyílásának legnagyobb mérete legalább 200 mm legyen. A tartályok névleges és teljes térfogata között 5% biztonsági tartomány legyen. Biztosítani kell, hogy az adagoló hajtásának kikapcsolása után a gépből granulátum ne juthasson ki. A gépek beállítása könnyen elvégezhető, megfelelő mértékben pontos és reprodukálható legyen. A hajtás olyan legyen, hogy az adagolók fordulatszáma, illetve elmozdulása a névleges értéktől $\pm 10\%$ -nál nagyobb mértékben ne térjen el. Az adagoló beállítása egyértelmű legyen. A gépek a kezelőhelyről biztonságosan működtethetők, ellenőrizhetők és azonnal leállíthatók legyenek. A tartályt tökéletesen ki kell tudni üríteni. A tartályok ürítését egy személynek el kell tudni végeznie.

A csávázógépekkel szemben támasztott követelmények

A gépek megfelelő pontossággal adagoljanak, és megfelelő pontosságú elosztást biztosítsanak. A csávázás során a szaporítóanyag és a csávázószer mennyiségeinek aránya állandó legyen. Folyamatos üzemű csávázógépek esetén a **magáram** megszakadásakor a **csávázószer áramának** is le kell állnia. A **szaporítóanyagon megtapadt csávázószer** mennyisége maximum $\pm 10\%$ -kal térhet el az átlagtól. A lerakodott csávázószer mennyiségének az átlagtól számított eltérése a kezelt szaporítóanyag legalább 70%-án kisebb legyen 50%-nál. Az adagolási teljesítmény eltérése az átlagtól maximum $\pm 10\%$ lehet. A csávázószerkezet a tartály ürítésének időtartama alatt egyenletesen kell adagolni. A csávázógépek használata során a melegedő alkatrészek növényvédő szerrel nem érintkezhetnek. A feltöltés biztonságosan legyen elvégezhető. Folyadék tartályon a beöntőnyílás legnagyobb mérete legalább 100 mm legyen. Portartályon a beöntőnyílás legnagyobb mérete legalább 200 mm legyen. Szakszerű töltés esetén a csávázószer fröccsenése nem következhet be. A folyamatos üzemű berendezéseket elszívóval kell felszerelni. A tartályok a névleges térfogatukhoz képest legalább 5% pótlólagos térfogattal

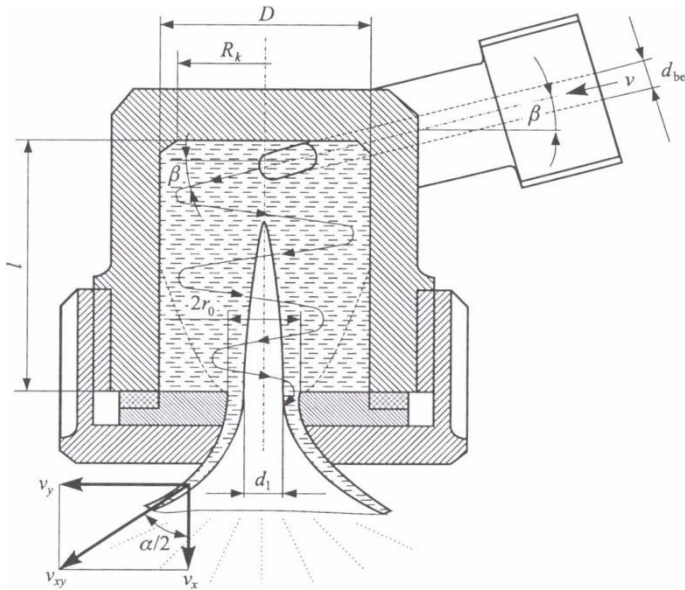
rendelkezzenek. A csávázógépeket úgy kell kialakítani, hogy véletlen növényvédőszer-elfolyás, -elsodródás ne következhesen be. A tartályfedélnek megfelelően tömítenie kell. Az elszívóberendezést úgy kell kialakítani, hogy vegyszer ne kerülhessen a szabadba. A tartály töltési szintjét skála alapján meg kell tudni határozni. A csávázógépek beállítása könnyen elvégezhető legyen. A beállítás megismétlése esetén a vetőmag és a csávázószer adagolása $\pm 10\%$ -nál nagyobb mértékben nem térhet el az eredeti beállítás értékétől. Az adagolást könnyen hozzáférhető helyen kell tudni szabályozni. Az adagolás ellenőrzésére a csávázószer és a vetőmag keveredése előtti csávázószer egyszerűen és maradéktalanul kell tudni felfogni. Az adagoló beállítása egyértelműen érzékelhető legyen. A gépek a kezelőhelyről biztonságosan működtethetők, ellenőrizhetők és azonnal leállíthatók legyenek. Az állítóberendezéseknek könnyen kezelhetőeknek kell lenniük. A csávázótartályban a kiürítés után a térfogat maximum 3% -ának megfelelő mennyiségű anyag maradhat. A tartályok ürítését egy személynek el kell tudni végeznie. A gépek könnyen és alaposan tisztíthatók legyenek. A gyorsan kopó alkatrészeknek hozzáférhetőeknek és cserélhetőeknek kell lenniük. Az adagolási utasításnak a mag- és a csávázószeradagolás beállítására vonatkozó adatokat kell tartalmaznia, a cserélhető adagolószerkezeteket figyelembe véve.

5.3. A növényvédő gépek működési elve, konstrukciós és alkalmazástechnikai összefüggések

A cseppképzés elmélete és jellemzői

A hidraulikus cseppképzés folyamata két fő szakaszra bontva vizsgálható. Első (porlasztón belüli) szakaszára a cirkuláció vagy a folyadékütköztetés a jellemző, tehát a porlasztó konstrukciós kialakításának, az üzemeltetési paramétereknek van meghatározó szerepe. A folyadéksugár cseppekre történő szétesése ténylegesen a második szakaszban (a kilépőnyílás után) történik, ami a különböző külső és belső erők cseppképző hatásának tulajdonítható.

A cirkulációs porlasztónál a kilépőnyílás előtt egy kis teret, ún. cirkulációs kamrát alakítanak ki. Ide a folyadék tangenciálisan elhelyezett nyílásokon keresztül áramlik. A folyadék belépésénél a cirkulációs kamrában (116. ábra) kialakuló cirkuláció értéke ideális folyadék esetén:



116. ábra. Cirkulációs porlasztó működési elve

$$\Gamma = 2 R_k \pi v \cos \beta = \frac{2 \cdot R_k \cdot \pi \cdot \cos \beta}{A_{be}} \cdot q = C \cdot q \quad [\text{m}^2/\text{s}],$$

ahol:

R_k – a belépőcsatorna középsugara [m],

$v \cdot \cos \beta$ – a folyadék érintőirányú sebessége (ha a beömlőnyílás merőleges a kamra alkotójára, $\cos \beta = 1$) [m/s],

q – az időegység alatt szállított folyadékmennyiség [m^3/s],

A_{be} – a belépési (átömlési) keresztmetszet [m^2],

$C = \frac{2 \cdot R_k \cdot \pi \cdot \cos \beta}{A_{be}}$ cirkulációs tényező, a porlasztó konstrukciós jellemzője [1/m].

A gyakorlat a porlasztó jellemzésére inkább a K módosított cirkulációs tényezőt (BURD-KOKÜLKO, 1965) használja, amely az r_0 kiömlőnyílás méretét is figyelembe veszi:

$$K = \frac{R_k \cdot r \cdot \pi \cdot \cos \beta}{A_{be}}.$$

A folyadék a porlasztóból történő kilépés után cirkulációs típusoknál kúp alakú, ütközéses rendszerűeknél pedig legyezőszerű kapillárhártyába terül szét. Részecskéinek mozgása tengelyirányú (v_x), sugárirányú, illetve a szimmetriatengelyre merőleges (v_y),

továbbá cirkulációsnál tangenciális (v_t). A hárttyát a felszínen működő kapilláris erők tartják össze, vastagsága a porlasztótól távolodva csökken. A kapillárhártya szélein kissé görbült, vastagabb sugarakat találunk, amelyek a hárttyát a bomlásig feszesen tartják.

A folyadékártya cseppekre történő szétesésében a külső aerodinamikai erők szerepe jelentős. Hatása növekszik, ha a sugár felszíne nem sima, hanem azon a porlasztónylásból kijövet megzavarások keletkeznek. A csepp akkor bomlik szét, amikor a levegő járulékos dinamikai nyomása (p_d) meghaladja a felületi feszültségből adódó nyomást:

$$p_d \geq p_1 - p_2 = \frac{2\sigma}{r},$$

ahol:

p_1 – a belső nyomás,

p_2 – a külső nyomás,

σ – a folyadék felületi feszültsége.

A külső aerodinamikai erőkkel ellentétesen hat a sugár felületi feszültsége, valamint a részecskék között fellépő kohéziós erő. Emellett jelentős szerepe van még a turbulens áramlás okozta belső erőknek. A turbulens (pulzációs) mellékmozgásban résztvevő folyadék részecskék mintegy részecskékre vágják a sugarat, tehát cseppképzést végeznek.

A külső és a belső erők együttes figyelembevételével a cseppképzés mechanizmusát vagy az ún. sugár-, vagy az ún. hárttya(lamella)bontás elve alapján magyarázhatjuk, értékelhetjük. A sugár bomlásról az első, jól alkalmazható elmélet, kísérleti eredmények RAYLEIGH, WEBER, HAENLEIN és OHNESORGE nevéhez fűződnek. Munkásságuk nyomán rendszerezhető a sugár cseppekre bomlásának különböző formái a 117. ábra alapján.

A sugár bomlás mechanizmusa, a környező levegő hatását figyelmen kívül hagyva, függ a kilépő sugár kezdeti átmérőjétől (d_s), sebességétől (v) és a porlasztóitól folyadékfázis sűrűségétől (ρ), felületi feszültségétől (σ), viszkozitásától (η). A három bomlásforma (lineáris, szinuszos, porlasztási) a sugár Reynolds-számának:

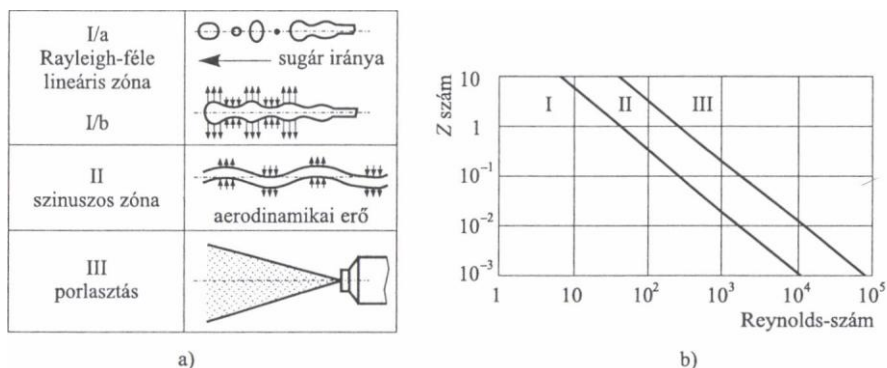
$$\text{Re} = \frac{v \cdot d_s \cdot \rho}{\eta}$$

és az ún. Z számmak:

$$Z = \frac{\sqrt{\text{We}}}{\text{Re}} = \frac{\eta}{\sqrt{\sigma \cdot \rho \cdot d_s}}$$

a függvényében ábrázolható (117/b ábra), ahol a Weber-szám:

$$\text{We} = \frac{v^2 \cdot d_s \cdot \rho}{\sigma}.$$



117. ábra. A sugárbomlás formái (a) és zónahatárai (b)

E dimenzió nélküli számok alkalmazásával a várható cseppméretre (d) empirikus összefüggések írhatók fel, például:

$$\frac{d}{d_0} = 1,436 \cdot (1 + 3Z)^{\frac{1}{6}},$$

ahol d_0 a kilépő furat átmérője.

A 117. ábra a cseppképzés mechanizmusát leegyszerűsítetten, a sugárbomlás különböző formáit egymástól elkülönítetten jellemzi. A valóságban e formák egyidejűleg jelennek meg. A hártya (lamella) bomlás elvének bevezetésével a gyakorlat éppen ezen összefüggések egységes figyelembevételére tett kísérletet. A cseppképzésről készített mikroszekundumos villanófényes fényképfelvételek is a folyamat összetettebb jellegét igazolták. A hártya rétegvastagsága a szórófej elhagyása után fokozatosan csökken. Instabilitása, illetve az aerodinamikai erők okozta hullámmozgás hatására a kritikus amplitúdónál a bomlás bekövetkezik, a rétegből szalagok rácsozata alakul ki, majd az instabil szalagok cseppekre bomlanak. Cseppleválást tapasztaltak a porlasztott réteg oldaléléről is, ezek általában durvábbak az átlagos méretnél.

A cseppképzésben résztvevő erők – az aerodinamikai hatásokat is figyelembe véve – a következőképpen írhatók le:

- a folyadék tehetetlenségi ereje: $\rho \cdot v^2 \cdot d^2$;
- a felületi erő: $\sigma \cdot d$;
- a viszkozitási erő: $\eta \cdot v \cdot d$;
- a levegő tehetetlenségi ereje: $\rho_k \cdot v^2 \cdot d^2$.

Függvénykapcsolatuk – dimenzió nélküli formába rendezve – az alábbi empirikus egyenlettel jellemezhető:

$$\frac{d}{d_0} = \left(\frac{\sigma}{\rho \cdot v^2 \cdot d^2} \right)^a \cdot \left(\frac{\eta^2}{\sigma \cdot \rho \cdot d} \right)^b \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho} \right)^c,$$

ahol a , b , c a konstrukciós jellemzőktől függő konstansok.

A csepp képzés legfontosabb paraméterei:

- a porlasztó folyadékfogyasztása (térfogatárama), q [m³/s, dm³/s],
- az üritési tényező, μ ,
- a porlasztási szög, α ,
- a porlasztód sugár tömegeloszlása (szórásképe),
- a hatótávolság (penetráció),
- a közepes cseppátmérők (számított, helyzeti),
- a cseppméreteloszlás különböző jellemzői.

A hidraulikus cseppképzésű porlasztó elméleti folyadékfogyasztása (ideális folyadékaramlás, Bemoulli-törvény alapján):

$$q_{\text{elm}} = A_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot p}{\rho}}$$

Az üritési tényező a tényleges (q) és az elméleti folyadékfogyasztás viszonya, illetve a folyadéksugár kontrakciós (α_k) és sebességi tényezőjének (φ_v) szorzata:

$$\mu = \frac{q}{q_{\text{elm}}} = \alpha_k \cdot \varphi_v,$$

ahol α_k a kilépő folyadéksugár, illetve a fűvóka keresztmetszetének hányadosa, φ , a különböző veszteségtényezők függvénye.

A gyakorlatban az üritési tényezőt számítással (q mérése alapján), a porlasztási szöget pedig fényképfelvételek segítségével határozhatjuk meg. A tömegeloszlás (szóráskép) mérése a porlasztótól meghatározott távolságban a folyadéksugár, illetve a cseppek szektoronkénti felfogásával történik. Eszköze egy vályúsor (keresztirányú szóráskép) vagy síkbeli elrendezésű rekeszek rendszere lehet. A kiértékeléshez a vályúkban, rekeszekben lévő folyadék magasságát, térfogatát mérjük.

A hatótávolság értelmezése műveletspecifikus. Például növényvédelmi permetezésnél hatótávolság alatt egy adott magasságban és irányban (általában vízszintesen) elhelyezett porlasztó és a művelet szempontjából még hatásosnak ítéltető mennyiséget felfogó mérővályú középvonala közötti távolságot értjük. Ha egy félig áteresztő réteg (pl. növényállomány permetezésénél a lombzat) ellenállását kell a folyadéksugaraknak, cseppeknek legyőzni, úgy a penetráció (behatolás, áthatolás) mértéke lesz a jellemző. Értékelésénél az állományon belüli mérőpontokban felfogott mennyiséget a belépőpontok mennyiségéhez viszonyítjuk.

A cseppképződés, a cseppméreteloszlás mérése speciális mérés technikai háttérfeltételeket igényel a jelenség gyors lefutása miatt. A kép rögzítése holografikus rétegfelvételekkel, kiértékelése képelemzővel vagy a kép érzékelése, mérése, kiértékelése egy folyamatban, lézertechnika és elektrooptikai rendszer alkalmazásával történik.

A cseppméretek gyakorisági, illetve relatív gyakorisági sorának a grafikus ábrázolásával empirikus sűrűség, illetve eloszlásgörbéket (*118/a ábra*) kapunk. Ezek ábrázolják az átmérő-osztályközökre eső cseppelőfordulások darabszámának az összes

cseppszámhoz viszonyított százalékos arányát (lineáris) vagy a cseppfelszínnek, illetve térfogatnak az összfelszínhez illetve térfogathoz viszonyított arányát (felszín, illetve térfogat szerinti). Az empirikus görbékhez jól illeszthetők, az adatokból jól számíthatók a különböző – pl. normál, lognormál, Rosin-Rammler – eloszlásfüggvények (118/b ábra).

A cseppképzés számszerű jellemzésére számított és helyzeti középértékeket adunk meg. Számított középértékként a számtani átlag használata a leggyakoribb:

- lineáris közepes cseppátmérő: \bar{d} [mm],
- felszín szerinti közepes cseppátmérő: \bar{d}_s [mm],
- térfogat szerinti közepes cseppátmérő: \bar{d}_v [mm],
- térfogatfelületi középérték (Sauter-féle átlag): $\bar{d}_{vs} = \frac{\bar{d}_v^3}{\bar{d}_s^2}$ [mm].

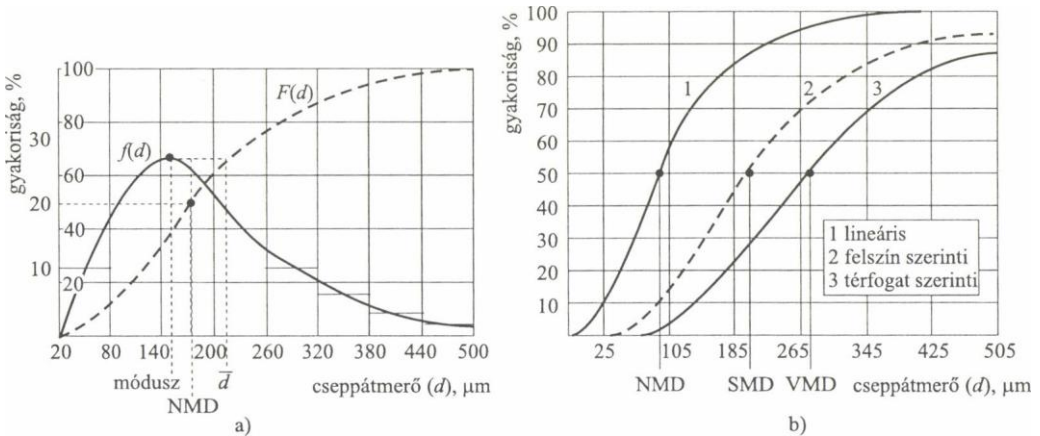
Helyzeti középértékként pedig a médian a legelfogadottabb paraméter:

- lineáris közepes cseppátmérő NMD,
- felszín szerinti közepes cseppátmérő SMD (pl. abszorpciós vizsgálatoknál),
- térfogat szerinti közepes cseppátmérő VMD (pl. tömegeloszlás vizsgálatoknál). A középértékek egymáshoz való viszonya:

$$\bar{d} < \bar{d}_s < \bar{d}_v < \bar{d}_{vs},$$

$$\text{NMD} < \text{SMD} < \text{VMD},$$

$$\text{VMD} < \bar{d}_v.$$



118. ábra. Cseppméreteloszlás ábrázolása

a) empirikus sűrűség, $f(d)$ és eloszlásgörbe, $F(d)$, b) lognormális eloszlásfüggvények

A gyakorlatban legelterjedtebb a VMD átmérő használata, amely tehát annak a cseppnek az átmérőjét jelenti, amelynek térfogatánál, és így megközelítően tömegénél kisebb, illetve nagyobb cseppek gyakorisága azonos. (Tehát a VMD azt a cseppnagyságot jelöli, amelynél

kisebb, illetve nagyobb cseppek azonos térfogatból képződnek.) A Brit Növényvédelmi Tanács (BCPC) osztályozása a permet minősítésére:

- nagyon finom permet (VMD < 100 μm),
- finom permet (VMD = 100–200 μm),
- közepes permet (VMD = 200–300 μm),
- durva permet (VMD = 300–400 μm) és
- nagyon durva permet (VMD > 400 μm).

Az eloszlásfüggvények segítségével jól jellemezhető a porlasztás inhomogenitása, méreteloszlása is. Számítható a szórás, megadható a VMD/NMD arány, a 90, illetve a 10%-os kumulált gyakoriság közötti átmérőintervallum.

Permetezőgépek

A cseppképzés elve és a cseppek célfelületre juttatásának módja szerint a permetezők lehetnek:

- hidraulikus cseppképzésűek,
- szállítólevegős hidraulikus cseppképzésűek,
- légporklasztásosak,
- mechanikus cseppképzésűek,
- egyéb fizikai elv alapján működők (pl. elektrosztatikus, ultrahangos) és
- termikus cseppképzésű (melegköd-képző) permetezőgépek.

Hidraulikus cseppképzésű permetezőgépek

A permetezőgépek általános felépítése, működési elve úgyszólván valamennyi gépnél hasonló. A tartályból csapon, szívószűrőn keresztül szivattyú szívja, majd nyomószűrőn, szakaszoló szelepeken keresztül szállítja a szórószerkezethez (a szórófejekhez) a permetlevet. A permetlétartályban a keverőszerkezet tartja mozgásban a leülepedésre hajlamos permetlevet. A nyomásingadozást a légüst és a nyomásszabályzó szelep csillapítja. A nyomásszabályzó szelepen a permetlé nyomása beállítható. A permetlé-felesleg a visszavezető csövön keresztül a permetlétartályba kerül vissza. A cseppképzés módjától függően elsősorban a szivattyú és a szórófej típusa, illetve a szórószerkezet kialakítása változhat.

A permetlétartályt többnyire ívelt alakúra készítik, anyaga általában műanyag, esetleg fém. Traktorral üzemeltetett vagy önjáró gépeknél térfogatuk 300–6000 liter között változhat. Térfogatát a mindenkori permetezési technikához igazodó, a területegységre jutó permetlé mennyisége, ill. a rendelkezésre álló vonóerő határozza meg. A tartály növelésével csökkenthető a permetléfeltöltések gyakorisága, és ezzel növelhető a gépek teljesítménye. A nagyobb tartálmérethez speciális járószerkezet alkalmazása indokolt, hogy a taposási kár csökkenjen. Ellátják szintjelzővel, hullámtörővel, nagyméretű beöntőnyílással (benne szűrőkosárral). Speciális esetben külön víz- és vegyszertartályt alkalmaznak, ilyenkor a hagyományos permetezőgép felépítésétől eltérően a vegyszert

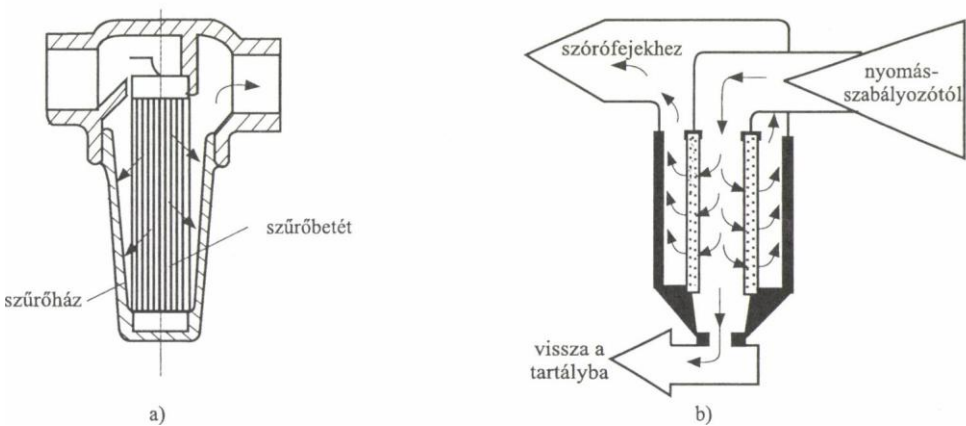
injektálva a vízáramba adagolják (a szivattyú előtti szívóágba vagy utána a nyomóágba).

Elvárás (egyes országokban már követelmény), hogy kézmosásra egy 5–15 literes kézmosó, ill. a hidraulikus kör átmosására egy 80–150 literes öblítőtartály szintén a gép tartozéka legyen. Ez utóbbi használható a tartályban lévő maradék permetlé felhígítására is, így biztosítható környezetkímélő kijuttatása a már lepermetezett célfelületre.

A keverőberendezések kialakításukat tekintve elsősorban hidraulikus (esetenként mechanikus) rendszerűek. A hidraulikus keverőberendezések a permetezőgép szivattyúja által szállított folyadékáram egy részének a visszavezetésével hoznak létre a tartályban örvénylést és ezzel bizonyos fokú keverést. A folyadékot injektoron, perforált keverőcsövön vagy statikus keverőelemeken áramoltatják át. Kialakításukat a „Permetlékeverés gépei és eszközei” fejezetben ismertetjük.

Korszerű hidraulikus keverésű gépekre az állandó arányú folyadékmennyiséggel való keverés a jellemző. Ennél a megoldásnál a szivattyú nyomóoldalát két ágra osztják: az egyik a szórófejekhez, a másik ág a permetlékeverőhöz vezeti a permetlevet. Ilyen kialakítás mellett a beállított folyadéknyomás nagysága alig befolyásolja a keverés intenzitását. Egyébként a nyomásszabályozótól visszajuttatott változó arányú folyadék is szolgálhat keverésre.

A permetezőgépen, a szivattyú védelmére, illetve a szórófej dugulások megelőzésére, többfokozatú szűrőrendszert (beöntő-, szívó-, nyomó- és elemi szűrővel) alakítottak ki. A szűrők lyukmérete fokozatosan csökken, a legdurvább szűrő a beöntőnyílásban, a legfinomabb pedig a szórófejben (elemi szűrő) található. Tisztításukról rendszeresen gondoskodni kell. Vannak olyan korszerű megoldások is, amelyeknél a nyomószűrők öntisztító rendszerűek (119/b ábra).



119. ábra. Szűrőkialakítások a) hagyományos, b) öntisztító nyomószűrő

A szűrők alakja félgömb, csonka kúp, henger, vagy sík lapfelület. Kialakításuk perforált lemez, vagy szitaszövet. A lyukméretet Mesh számmal (M) jelölik, amely az 1 coll (25,4 mm) hossz méreten képzett lyukak számát jelöli. A szűrők anyaga rozsdamentes acél, vagy műanyag. A korszerű szívó- és nyomószűrőket bajonettzáras pohárba helyezik, amelyből tisztításkor könnyen kivehető.

A szivattyúk feladata a permetlé továbbítása a szórófejekhez és a cseppképzéshez

szükséges nyomás biztosítása. Szerkezeti kialakításuk szerint lehetnek:

- térfogatkiszorításos elven működők, ezen belül
 - szelepes, szakaszos szállítású (dugattyús, membrán-),
 - szelep nélküli, folyamatos szállítású (pl. görgős, lapátos, fogaskerék-, csavar-) szivattyúk,
- örvény(pl. centrifúgál)szivattyúk.

A dugattyús permetléyszivattyúk általában kis fordulatszámon működnek megbízhatóan és jó hatásfokkal. Emiatt a motorral vagy teljesítményleadó tengellyel üzemeltetett permetléyszivattyúk bemenőtengelyét fordulatszám-csökkentő áttételen keresztül hajtják. A szivattyú szállítóképességét a dugattyú átmérője, lökethossza, a szivattyú fordulatszáma és a hengerek száma határozza meg. Az alkalmazott szivattyútípusok esetén ez hengerenként 30–40 dm³/min folyadékszállítást jelent. A legnagyobb üzemi nyomás általában 40–60 bar. Membránszivattyúknál, amennyiben a vezetődugattyú és a membrán között közvetítőfolyadék van (pl. olaj), a membrán nagy nyomással terhelhető. Ebben az esetben az üzemi nyomás a dugattyús szivattyúkéval megegyező lehet. Ha a közvetítőfolyadék hiányzik és a nyomást a membránnak kell felvennie, a membránszivattyú csak közepes nyomással (10 bar) üzemeltethető. Folyadékszállítása hengerenként 25–40 dm³/min.

A dugattyús és a membránszivattyúknál a hengerek számától függően, üzem közben jelentős nyomásingadozás léphet fel. A nyomás kiegyenlítésére légüstöt alkalmaznak, amelyben sík gumimembrán választja el a folyadék- és légteret. Ez utóbbit a membrán tehermentesítésére – egy szelepen keresztül – levegővel töltik fel meghatározott nyomásra.

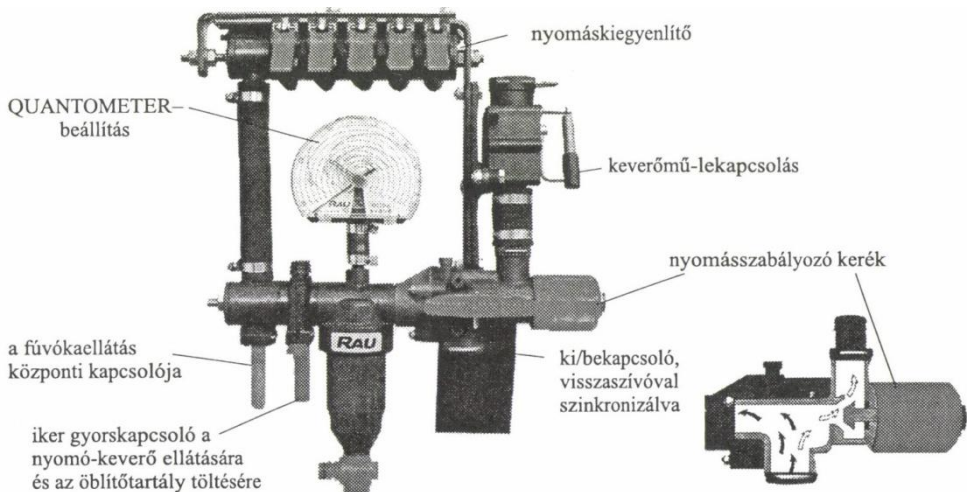
A szelep nélküli, folyamatos szállítású szivattyúk közül a növényvédelemben a görgős szivattyú a legelterjedtebb. Kis(esetleg közepes)nyomásúak, szállítási teljesítményük 30–200 dm³/min, áttétel nélkül TLT-ről üzemeltethetők. Koptató hatású permetlé szállítására nem javasolhatók. A centrifugálszivattyúk előnye, hogy szerkezetük egyszerű, helyszükségletük kicsi. Hátrányuk, hogy üzembe helyezés előtt légteleníteni kell őket. Kisnyomású, nagy fordulatszámú (3000–5000 1/min) és 50–500 dm³/min folyadékszállítású változatait alkalmazzuk.

A különböző műveletek (permetezés, keverés, átmosás-öblítés, tartálytöltés, vegyszerbekeverés) be-, ill. kikapcsolása, a folyadékáramlás irányítása, a mennyiség, ill. a nyomás szabályozása többnyire egy központi armatúracsoporttal, elosztóegységgel történik (lásd a 121. ábrát). Ebbe a központi elosztó-szabályozó egységbe a szivattyútól érkezik a folyadékáram, és egy ki/be kapcsoló fölzáró szelepen keresztül a permetlé az állandó arányú folyadékmennyiséggel működő keverőberendezést és a szórófejeket táplálja. Az egyes szórócsövekhez irányuló vezetékek kézi erővel állíthatók, rugóterhelésű szelepekkel külön-külön nyithatók, nyomásuk szabályozható (nyomáskiegyenlítőként működve).

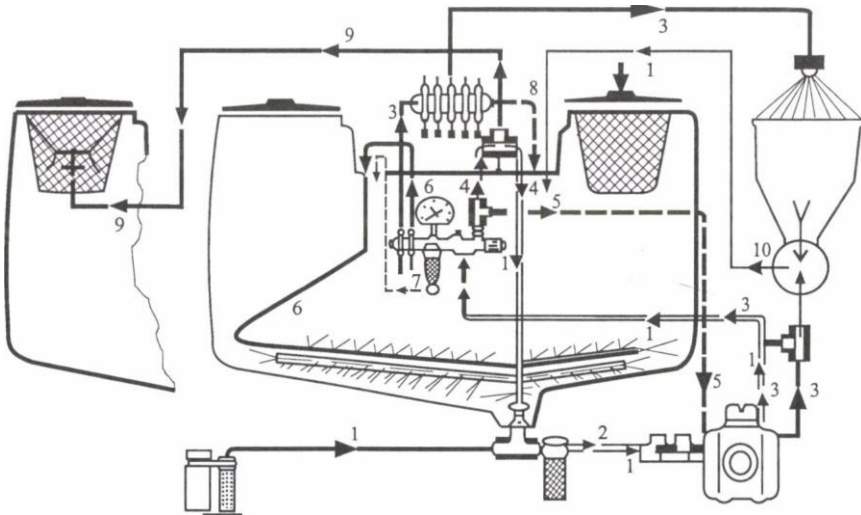
A permetezési nyomást szabályozó armatúra többnyire egy rugós nyomásszabályzó szelep, amely a rugó előfeszítésének megfelelő nyomáson kinyílik, a folyadék egy részét a tartályba visszaengedi és ezzel a beállított nyomást állandó értéken tartja. A szórószerkezet zárása után a szivattyú által szállított permetlé a nyomásszabályzón és a keverővezetékén jut vissza a tartályba. A rendszer tehát a biztonsági szelep szerepét is betölti. A nyomásszabályzó helyett fojtásos szabályozást is alkalmazhatunk, amikor a folyadék egy részét állítható keresztmetszetű szelepen vezetjük vissza a tartályba, és ezzel szabályozzuk a nyomást. A beállított nyomás értéke nyomásmérővel ellenőrizhető.

Egy központi armatúracsoport (120. ábra) tehát több szabályozási és irányítási funkció ellátására alkalmas:

- ki/be kapcsolóval üzembe helyezhető a rendszer,
- szabályozza a permetezési nyomást,
- a permetezés központi kapcsolóval indítható vagy leállítható, a szórókeretszakaszok kapcsolhatók, ill. nyomásuk nyomáskiegyenlítővel beállítható,
- a keverőberendezés (ún. nyomókeverő) állandóan üzemeltethető egy gyorskapcsoló nyitásával,
- a keverés intenzitása szabályozható is, mivel a nyomásszabályzóból visszajutott változó arányú folyadékmennyiség vagy egy második keverőbe, vagy közvetlenül a tartályba vezethető vissza egy útszelep állításával,
- a dózis a kijelzett üzemeltetési értékek alapján, a nyomásszabályzó segítségével menet közben is korrigálható, szabályozható. Például egy nagyobb skálapontosságú nyomásmérő mögött, azzal egybeépítve, szórófejtípusonként speciális dóziskijelző nomogramot alkalmazhatunk. A nyomásmérő mutatójának helyzete így közvetlenül leolvasható formában közli a névleges sebesség függvényében a dózis pillanatnyi értékét.



120. ábra. Szabályzó és a műveleteket irányító armatúracsoport



121. ábra. A permetezés, keverés, tartálytöltés, vegyszerbemosás működési vázlat

1 – tartálytöltés, 2 – lékivétel a tartályból, 3 – permetezés, 4 – visszakeringető keverés, 5 – a kikapcsolt visszakeringető keverés elvezetése, 6 – kapcsolható nyomókeverő, 7 – szűrőmosó és nyomásmentesítő vezeték, 8 – az állandónyomás-berendezés visszatérő ága, 9 – bemosó, a szabályozó visszatérésébe kötve, 10 – injektoros bemosó berendezés

A permetezés, a keverés műveletei mellett a központi armatúracsoport az öblítővíz tartály két funkcióját: a permetlévezeték átmosását, ill. a technikai permetlémaradék hígítását, környezetkímélő kipermetetését is kapcsolhatja. Továbbá alkalmas a tartálytöltésnek és a permetlékészítés vegyszerbemosó berendezéseinek a működtetésére, melyet a későbbiekben, a permetlékeverés gépeinél és eszközeinél ismertetünk. A különböző műveletek kapcsolásának, irányításának működési vázlatát a 121. ábrán látható.

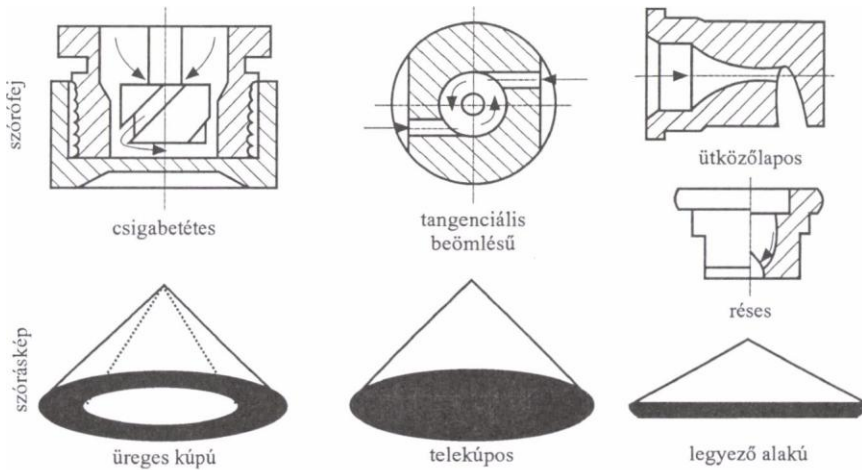
Hidraulikus cseppképzésű permetezőgépeknél a szivattyú által szállított permetlé nyomási és mozgási energiája speciális szórófejek segítségével biztosítja a cseppbontást. A szórófejek kialakításuk szerint lehetnek:

- cirkulációs, ezen belül
 - pörgetőtestes (pl. csigabetétes, ferdefuratos),
 - pörgetőkamrás (pl. tangenciális beömlésű);
- ütközéses, ezen belül
 - felületütköztes (ütközőlapos)
 - folyadékütköztes (réses) szórófejek.

Működési elvük, szórásképük a 122. ábrán látható.

Cirkulációs típusoknál a cseppképzés döntően annak a forgó mozgásnak tulajdonítható, amelyet a folyadék a cirkulációs kamrában végez. A forgómozgás létrehozása érdekében a folyadékot megfelelő nagyságú és irányú sebességgel kell bevezetni a kamrába. A célszerű bevezetési irányt a különböző kialakítású pörgetőtestek (pl. csigabetétes), ill. tangenciális beömlésű pörgetőtestek biztosítják (122. ábra). A szóráskép minden esetben kúp alakú lesz. A kúp rendszerint üreges, de kis tangenciális sebesség esetén ún. teli porlasztáskúpot

kapunk. A cirkulációs szórófejek elsősorban nagy- és közepes nyomású állománypermetezésnél alkalmazhatók.



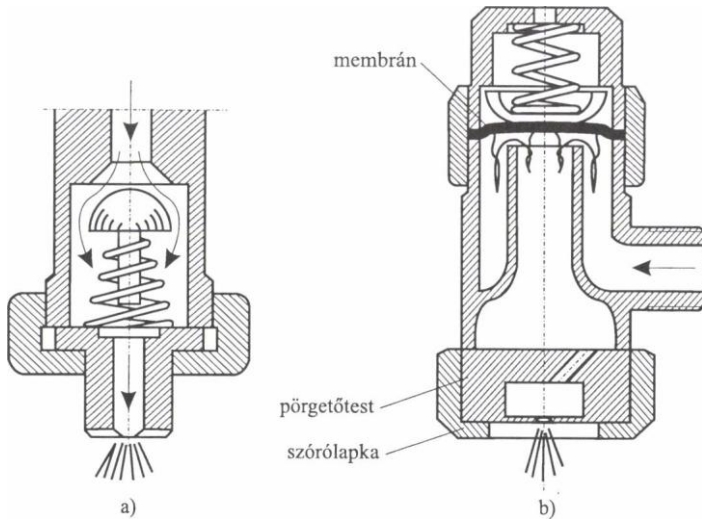
122. ábra. Hidraulikus cseppképzésű szórófej-kialakítások és szórásképek

Ütközőlapos fúvókáknál a folyadéksugár egy ívelt felületnek ütközve legyező alakban terül szét. A szórásszög általában 110–150°. Többnyire kisnyomású gyomirtó- vagy folyékonyműtrágya-kijuttató, durvább cseppképzésű szórófejekben alkalmazzuk.

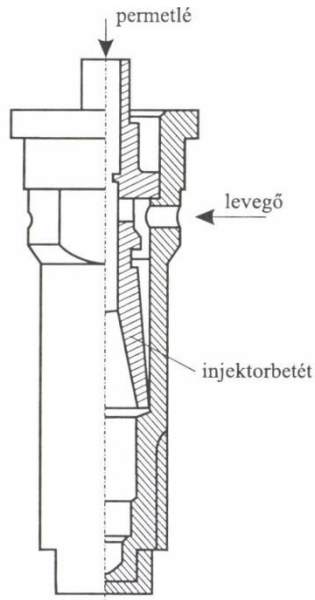
A réses fúvóka elliptikus (ovális) kilépőnyílása egy belső félgömbfelület és egy külső horony áthatásából képződik. Az érkező folyadéksugarak a félgömbfelületnél ütköznek, és legyező alakban lépnek ki az ovális résen. A szórásszög a rés kialakításától függően igen változó lehet. A 60°-os és a 80°-os változata vetésnél kis magasságból való sávos permetezésre, a 110°-os pedig szántóföldi síkszórásra alkalmas.

A szórófejek fontos eleme a kilépőnyílást magában foglaló szórólapka (123. ábra), illetve fúvóka (réses, ütközőlapos). Kopásálló anyagból készítik (kerámia, rozsdamentes acél, műanyag, sárgaréz), a kilépő furatátmérő általában 0,8–3,0 mm. Az igényelt szórásteljesítmény és cseppméret alapján kell a megfelelő méretet kiválasztani. Ha a pörgetőtest és a szórólapka távolsága munka közben állítható, úgy változtatható a szórási kúpszög, a cseppméret és a hatótávolság. Ez állománypermetezésnél nagyon előnyös. Az egyes szórófejeket szűrőbetéttel és csöpögésgátló szeleppel vagy membránnal (123. ábra) is ellátják.

A különböző szórófejtípusok fejlesztésének egyik fontos területe olyan konstrukciók kialakítása, amelyek a cseppméret növelésével szántóföldi síkszórásnál csökkentik az elsodródás veszélyét. Például a Lechler AD, ill. a TeeJet DG típusok 1,5–5,0 bar között (120°, ill. 80°-os, 110°-os szórásszög mellett) már 5 m/s szélességig is alkalmazhatók. További előrelépést jelent ezen a területen az ún. injektoros fúvókák (pl. réses, 124. ábra) megjelenése. Az injektorbetétek levegőbeszívása révén légzárványos nagy cseppek keletkeznek, amelyek a célfelületre ütközve kisebb cseppekre eshetnek szét, ezzel is javítva a fedettség mértékét. A 110°-os, 120°-os változatok ajánlott nyomástartománya 3–7 bar, és maximum 7 m/s szélességig alkalmazhatók.

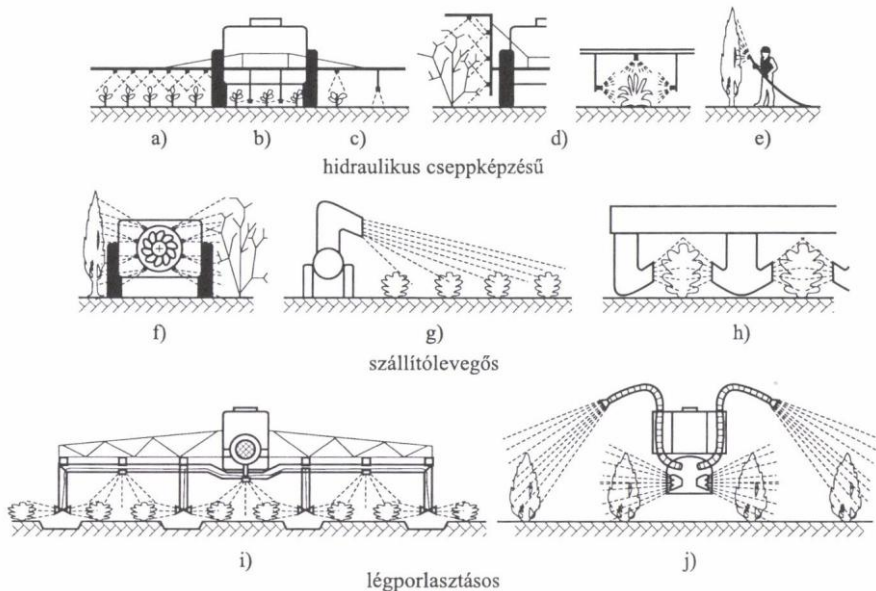


123. ábra. Szórófejek csöpögésgátló szeleppel (a), ill. membránnal (b)



124. ábra. Injektoros réses fúvóka

A szórófejgyártók és forgalmazók az egyes szórófej-, ill. fúvókátípusok üzemeltetési adatait (méret, nyomás, folyadékadagolás, szórásszög, ajánlott osztástávolság, ill. magasság) táblázatosan is közlik. Az adott védekezési feladathoz pedig alkalmazástechnikai javaslatokat készítenek a különböző típusok figyelembevételével.



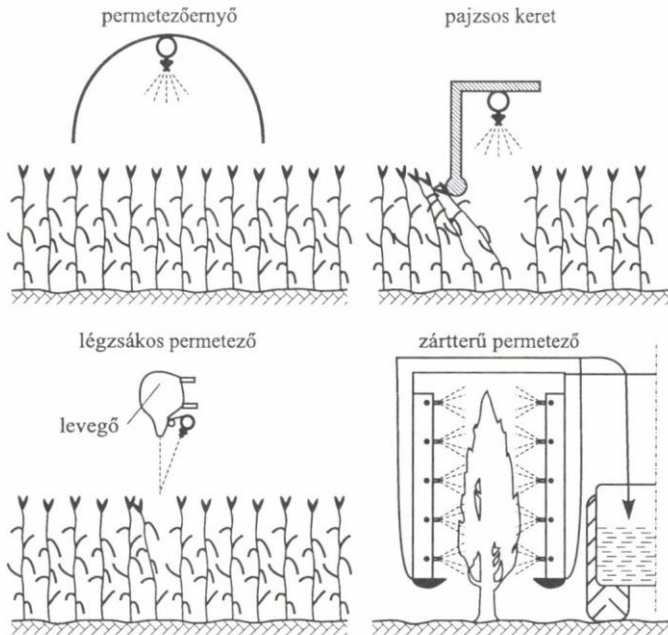
125. ábra. Permetezőgép szórószerkezetének megoldásai

a), b), c) síkpermetezők, d) sorkultúra-permetezők, e) kézi szórópisztoly, f) szóróíves, g) átfúvásos, h) szórókeretes, i) sorpermetező, j) állítható fúvókás

A szórószerkezet a kezelendő felülethez, kultúrához illeszkedő megfelelő szórófejelrendezést, a cseppek célfelületre irányítását biztosítja. Hidraulikus cseppképzésű permetezőgépeknél általában szántóföldi síkszórókeretet (125/a ábra), gyomirtásra levél alá permetező (125/b ábra), sávpermetező (125/c ábra), szántóföldi sorkultúra-permetező (125/d ábra), kézi szórópisztolyt (125/e ábra), alkalmaznak.

A szántóföldi síkszórókeret munkaszélessége többnyire 10–24 m, vontatott (mankókerekes) vagy függesztett kivitelben készül. A keret nyitása, illetve emelése kézzel, mechanikus úton vagy hidraulikus munkahengerekkel vezérelve történhet. Függesztett kialakításnál a káros keretlengés teleszkópos, rugós csillapítással és ingafelfüggesztéssel mérsékelhető.

A környezetkímélő, vegyszertakarékos növényvédelmi technológiák bevezetésénél alapvető szempont a veszteségek csökkentése. Szántóföldi növényállományban a veszteségek csökkentésére ún. permetezőernyőt, szárelhajlító keretet vagy légszákos levegőrásegítést alkalmazhatunk (126. ábra). Permetezőernyőnél a leárnýékolás az elsodródást csökkenti. A szórófejek előtt haladó ún. pajzsos keret a gabonát előre dönti, és az így keletkező keresztirányú „árok” segíti a permetlésugár jobb behatolását az állományba. A légszák furataiból kilépő légáram (szállítólevegő) a szórókeret teljes hosszában magával ragadja, és a célfelületre irányítja a cseppeket. Így csökken az elsodródás, javul a penetráció (behatolóképesség), és az intenzív levélmozgás miatt a fonák oldali fedettség is nő.



126. ábra. A veszteségek csökkentésének technikai megoldásai

Ugyancsak a veszteségek csökkentésére fejlesztették ki (elsősorban sövénygyümölcsös és szőlő védelméhez) a zártterű, recirkulációs (visszanyeréses) permetezési eljárást. A szállítólevegő nélküli ún. alagútpermetezés (126. ábra) lényege, hogy a sorkultúrát két oldalról olyan gyűjtőedények zárják, amelyek a növényzeten áthatoló cseppeket felfogják, majd az így visszanyert permetlevet szűrőkön keresztül visszavezetik a gép folyadékrendszerébe.

Szállítólevegős permetezőgépek

Hidraulikus cseppképzésű permetezőgépek alkalmazását nagyobb, zárt lombkoronájú állományban erősen korlátozza, hogy a képzett cseppek mozgási energiájukat rövid távon elveszítik, hatótávolságuk kicsi, behatolóképségük a lombzatba rossz. A munkaminőség javítható, ha a hidraulikusan képzett cseppeket légáram (ún. szállítólevegő) juttatja a kezelendő felületre. A légáram a lombzat mozgásával a behatolóképséget, a levélzet mindkét oldali fedettségét is javítja. Nagy tömegű, kis sebességű szállítólevegővel érhető el a legjobb hatás. Előállítására axiál-, esetleg dobventilátort alkalmaznak. E ventilátorok légszállító képessége 50 000–100 000 m³/h, kilépő légsebessége 30–60 m/s. A körkörös fúvónyílásban elhelyezett kétoldali szóróív (125/f ábra) vagy a szórókeretes (125/h ábra), illetve átfúvásos (125/g ábra) változat az

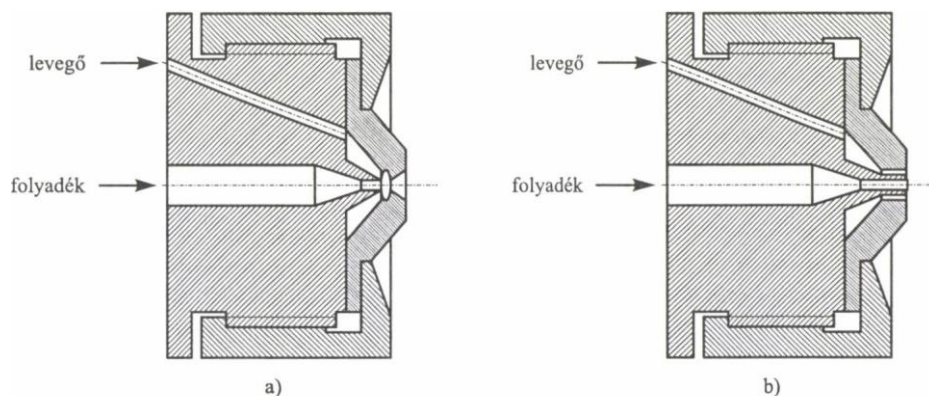
axiálventilátorhoz legáltalánosabban alkalmazott szórószerkezet-konstrukció. A szállítólevegős gépeknél cirkulációs szórófejeket és nagynyomású dugattyús vagy membránzivattyúkat alkalmaznak.

Légporlasztásos permetezőgépek

A permetlékör általános felépítése a hidraulikus cseppképzésű gépekével megegyező. A cseppképzéshez azonban elsősorban a levegő porlasztó hatását használják fel. Tiszta légporlasztást a gyakorlatban ritkán alkalmaznak. Ilyenkor a folyadék ráfolyással vagy kis túlnyomással érkezik a keverőtérbe, ahol a körgyűrű-keresztmetszeten kiáramló komprimált levegővel keveredik (127/a ábra). A cseppképzés a levegő hatására a keverőtérben kezdődik és közvetlenül a kilépőnyílás után befejeződik. A porlasztott sugár kúp alakú. Az alkalmazott pneumatikus porlasztó lehet külső keverésű (127/b ábra) is, amikor a levegőáram a folyadékot a porlasztóból való kilépése után porlasztja. Itt a kialakítástól függően kúp vagy sík alakú is lehet a porlasztott sugár. Gyakoribb megoldás, amikor egy ütközőfelületen (pl. szitán, szórógombán) durva folyadéksugarakra bontás történik, és csak ezután következik a nagy sebességű levegő hatására a tényleges cseppképzés. Kombinált cseppképzést is használhatunk, ilyenkor egy szórófej elsődleges cseppképzését követi a levegő további, másodlagos cseppfelbontása.

Az előző cseppképzési elvből következik, hogy kisnyomású folyadékszállítást (centrifugál- vagy görgős szivattyúval) és kisebb légszállítású, de nagyobb légsebességű radiálventilátort kell alkalmazni, amelynek légszállító teljesítménye 4000–8000 m³/h, kilépő légsebessége 80–150 m/s. A szórószerkezet a védendő növényállománytól függően szántóföldi sorpermetező keret (125/i ábra), állítható fúvókacsoport (125/j ábra) vagy vízszintes keresztáramlásos kialakítás lehet.

A cseppbontás további finomításához – hidegköd-képző gépeknél – nagyobb nyomású légsűrítőt (pl. dugattyús kompresszort) alkalmaznak. A ködszerű apró cseppek szállítását a levélfelületre külön ventilátor biztosítja.



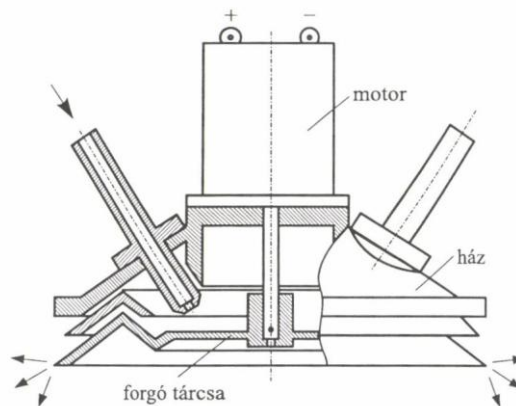
127. ábra. Belső (a) és külső keverésű (b) pneumatikus porlasztók

Mechanikus cseppképzésű permetezőgépek

A hidraulikus és a légorlasztásos cseppképzés hátránya, hogy a képzett cseppek mérettartománya széles, így az elsodródó, elpárolgó kis cseppek, illetve a felületről legördülő nagy cseppek aránya (azaz a veszteség) nagy. A cseppspektrum szűkítésére, közel azonos méretű cseppek képzésére legelterjedtebb megoldás a mechanikus eljárás. Az átlagos cseppméret, illetve a permetlévesztés csökkentése azt jelenti, hogy kis folyadékmennyiséggel (LV, illetve ULV technika), vegyszertakarékos módon történhet a permetezés.

A mechanikus cseppképzésű szórófej általában egy forgó tárcsa (128. ábra) vagy egy perforált felületű forgódob, illetve szita. A permetlé kis nyomáson (esetleg gravitációs úton) érkezik a villanymotorral hajtott, nagy fordulatszámú tárcsára vagy tárcsafelek közé. A centrifugális erő hatására a tárcsa felületén kialakuló vékony folyadékfátyol a fogazott kerület felé mozog, majd arról apró, egyenletes cseppek formájában leválik. A tárcsa fordulatszámának változtatásával a kívánt cseppnagyság beállítható.

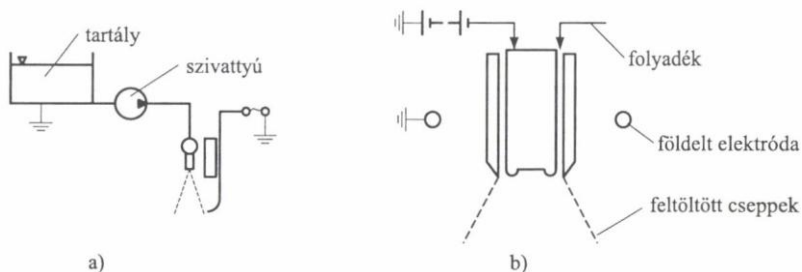
A 40–150 μm méretű kis cseppek elsodródhatnak, ezért a célfelületre történő szállításukat külön ventilátor vagy például repülőgépes permetezésnél a szórófej forgástengelyére rögzített légcsavar végzi.



128. ábra. Forgótárcsás szórófej

Egyéb fizikai elv alapján történő cseppképzés

Az elektrosztatikus porlasztók leggyakrabban használt megoldásánál a cseppképzés hidraulikus vagy mechanikus elven történik, de elektrosztatikus csepp- vagy folyadékfeltöltést végzünk. Ezzel a cseppek célfelületre történő lerakódásának hatásfokát, egyenletességét javíthatjuk. Például koronafeltöltésnél (129/a ábra) egy nagyfeszültségű elektróda által ionizált téren áthaladó cseppek a csúcscsal megegyező polaritású ionokkal töltődnek fel.



129. ábra. Elektrosztatikus porlasztók a) koronafeltöltés, b) feltöltés cseppképző hatással

Egyidejű porlasztás és folyadékrészecske-feltöltődés is létrejöhet elektrosztatikus úton. Az ICI cég Elektrodyn porlasztójához (129/b ábra) két elektródát alakítottak ki. Az egyik a fúvókát helyezi nagyfeszültség alá, a másik kisméretűvel a fúvókát körülvevő, gallérszerű gyűrű révén alakít ki elektromos erőteret. A nagyfeszültség és a konstrukciós kialakítás miatt folyadékszalak jelennek meg a kilépőnyílás alatt, majd a folyadék teljes feltöltődésekor – amikor az elektrosztatikus nyomás a felületi feszültségből adódó mechanikus nyomást már túllépi – a sugár instabillá válik és cseppekre bomlik.

A folyadék porlasztása ultrahangos rezgések hatására is bekövetkezhet. Az elektromos ultrahangos porlasztók működése leggyakrabban a piezoelektromos hatáson alapul. A piezoelektromos kristály váltakozó feszültséggel gerjesztve mechanikus rezgésbe hozható, és ezzel a cseppképzés számára megfelelő nyomásimpulzusokat biztosít.

A kijuttatógépek szabályozása

A vegyszerkijuttatásnál az elektronika, az automatikus szabályozás segíti, pontosabbá teszi az üzemeltető munkáját, emellett a vegyszer-takarékosság egyik technikai eszköze is. A hatóanyag területarányos kijuttatására a gyakorlatban két út kínálkozik: ezek a szórókeret folyadékfogyasztásának, illetve a hatóanyag mennyiségének szabályozása. A szórószerkezet folyadékfogyasztásának szabályozása:

$$Q = \text{áll.}, \Sigma q \neq \text{áll.}, c = \text{áll.}, p \neq \text{áll.}$$

A hatóanyag mennyiségének szabályozása:

$$Q = \text{áll.}, \Sigma q = \text{áll.}, c \neq \text{áll.}, p = \text{áll.},$$

ahol:

- Q – a fajlagos szórás mennyiség (dózis),
- Σq – a szórófejek összfolyadékfogyasztása,
- c – a permetlé koncentrációja,
- p – a permetezési nyomás.

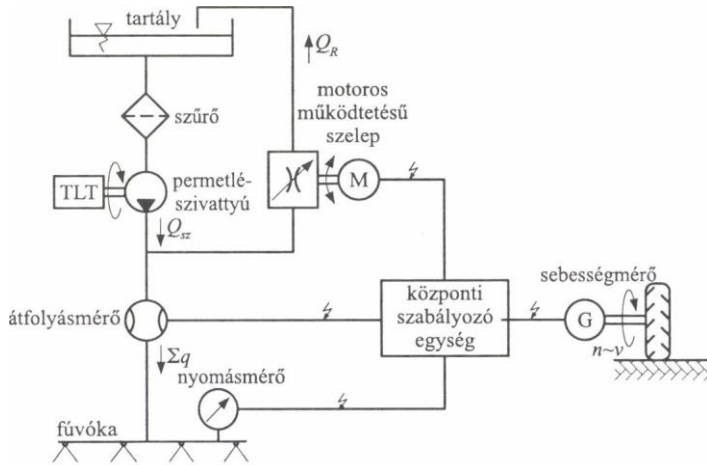
A folyadékfogyasztással történő szabályozást a legegyszerűbb esetben a mért és kijelzett üzemeltetési értékek alapján, kézi vezérléssel maga a vezető végzi menet közben egy változtatható keresztmetszetű visszafolyóág segítségével. A permetezőmonitorok nagyobb része már több adatot mér egyidejűleg (szórókeret folyadékfogyasztása, haladási sebesség, idő), kijelzi a dm^3/min , km/h , dm^3/ha , ha/h , Σdm^3 , Σha stb. értékeket vagy az előírt értékektől való eltérést, amelyek alapján a kezelő a rendszer működésébe beavatkozhat.

A sebesség és a fogyasztás változását együttesen veszi figyelembe a szabályzó automatika, ha a sebesség, Σq és idő mérése, valamint a konstans alapadatok (munkaszélesség, adott kerékfordulat alatt megtett út, $Q_{\text{névl}}$ stb.) beprogramozása mellett a rendszer a tartályba vagy a szívóágba visszatápláló vezeték keresztmetszetének automatikus szabályozásával korrigálja a dóziszváltozásokat (130. ábra).

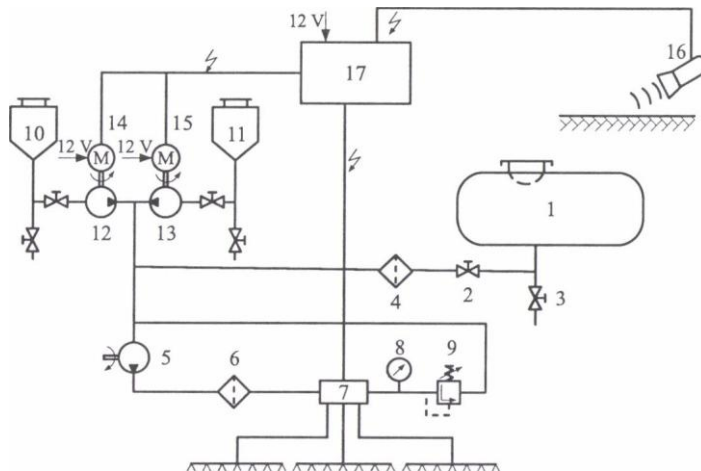
A koncentrációsabályozás vagy közvetlen hatóanyag-adagolás alkalmazástechnikai szempontból előnyösebb, hiszen közel állandónak vehető porlasztási nyomás mellett biztosítjuk a terület- vagy menetarányos kijuttatást. A berendezés (131. ábra) a vivőanyag állandó folyadékáramába a sebesség függvényében adagolja a hatóanyagot úgy, hogy külön-külön, vagy kombináltan kétfajta vegyszer egy időben kijuttatható. Hagyományos permetezőgépre felszerelhető, központi egységből (17), vegyszeradagoló tömlős szivattyúból (12–13), meghajtó motorokból (14–15), szakaszoló szelepekből (7) és radaros sebességérzékelőből (16) áll.

A két szabályzási elvről az elvégzett alkalmazástechnikai vizsgálatok eredményei alapján összefoglalva elmondható:

A dózissabályozás pontossága a szórókeret folyadékfogyasztásának szabályozásával dolgozó elektronikus berendezéseknél 2–3%. A várható szabályozási idő 3–4 s, illetve a szabályozási útszakasz 10–13 m. Ezt a pontosságot gondos kalibrálással, a beprogramozott szórófejállandó tényleges mérési adatokon alapuló értékének meghatározásával érhetjük el.



130. ábra. Elektronikus szabályozórendszer elve



131. ábra. Közvetlen hatóanyag-adagolású szabályozórendszer vázlata

1 – víztartály, 2 – elzárószelep, 3 – leeresztőszelep, 4 – szivószűrő, 5 – főszivattyú, 6 – nyomószűrő, 7 – szakaszolószelepek, 8 – nyomásmérő, 9 – nyomásszabályozó, 10, 11 – vegyszertartály, 12, 13 – vegyszeradagoló szivattyú, 14, 15 – villanymotor, 16 – radaros sebességmérő, 17 – központi egység

A hatóanyag mennyiségének sebességgel arányos szabályozása számos előnnyel jár: biztosítható gyomfoltok kezelése, nincsenek környezetszennyező permetlémaradékok, nincs hagyományos keverőszerkezet. A szabályozás pontossága – a vegyszeradagolás hibahatára, a névleges koncentrációingadozás – elfogadható.

Napjaink technikai csúcsteljesítménye az ún. helyspecifikus permetlékijuttatás kifejlesztése. Ma már „foltszerűen”, a helyi igényeknek megfelelően azt a hatóanyagot, illetve mennyiséget adagolhatjuk ki, amelyet az adott védekezési feladat igényel. Például

gyomtérkép alapján a rendszer fedélzeti mikroprocesszora permetezéskor folyamatosan változtatja a talajra szórt vegyszer mennyiségét. Mindehhez természetesen a gépcsoport pontos helymeghatározási, navigációs rendszerének kialakítása is szükséges.

5.4. Növényvédőgép-típusok

A permetlékeverés gépei és eszközei

A permetlékészítésnek számos eltérő technológiája van. A különböző szempontok szerinti csoportosításuk a 132. ábrán látható.

A **permetlékeverő berendezés** képezhet önálló egységet saját tartállyal, keverőberendezéssel, hajtásrendszerrel lehet a permetezőgéphez csatlakoztatott, annak hidraulikus rendszeréről működtetett adapter vagy szórógépbe épített részegység.

| | | | | | |
|------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------|---------------|----------------|
| Kapcsolat | önálló | adapter | beépített | | |
| Funkció | permetlékeverés | permetlékeverés + töltés | vízfelvétel + keverés + töltés | | |
| Kivitel | stabil | telepíthető | mobil | | |
| Elhelyezés | keverőtornyban | talajon | pótkocsin | saját alvázon | permetezőgépen |
| Hajtás | villanymotor | robbanómotor | TLT | hidraulikus | |
| Rendszer | mechanikus | hidraulikus | | | |
| Keverő-szerkezet | lapátos | keverőcsöves | injektoros | keverőkannás | |

132. ábra. Permetlékeverő berendezések csoportosítása

Funkció szerint alkalmasak lehetnek keverésre és/vagy töltésre, továbbá a víz felvitelére.

Kivitel szerint vannak helyhez kötött, stabil keverők, áttelepíthető vagy saját futóművel rendelkező mobil keverők. Helyhez kötött keverők legtöbbször kertészeti ültetvényekben létesített keverőtornyokban található, ahol a folyamatos vízellátás kútról vagy hálózatról biztosított, a töltés pedig gravitációs úton történik. A telepíthető szerkezetek a keverés

helyszínére szállíthatók és ott rendszerint a talajon vagy keverőkádban nyernek elhelyezést. A mobil keverők pótkocsira építve saját alvázon gördülve vagy permetezőgépre szerelve traktorral vontatva szállíthatók más helyszínre.

A berendezések hajtása stabil kivitel esetén legtöbbször villanymotorról, míg az áttelepíthető és mobil kivitelűeknél belső égésű motorról, a traktor TLT-jéről, esetenként a hidraulikus szivattyújáról biztosított.

A stabil és áthelyezhető keverők főként mechanikus rendszerűek, a berendezések többsége azonban kis- vagy közepes nyomású (0,4–1,0 MPa) folyadék felhasználásával működő hidraulikus rendszerű. A mechanikus szerkezeteknél a villany- vagy belső égésű motor tengelyéről közvetlenül vagy áttétel után hajtott forgólapátos vagy forgótárcsás szerkezetet működtetnek. A hidraulikus megoldásoknál a folyadékot injektoron, perforált keverőcsövön, keverőkamrán vagy statikus keverőelemeken áramoltatják át, a hatás növelése érdekében ezeket a megoldásokat kombináltan is alkalmazzák.

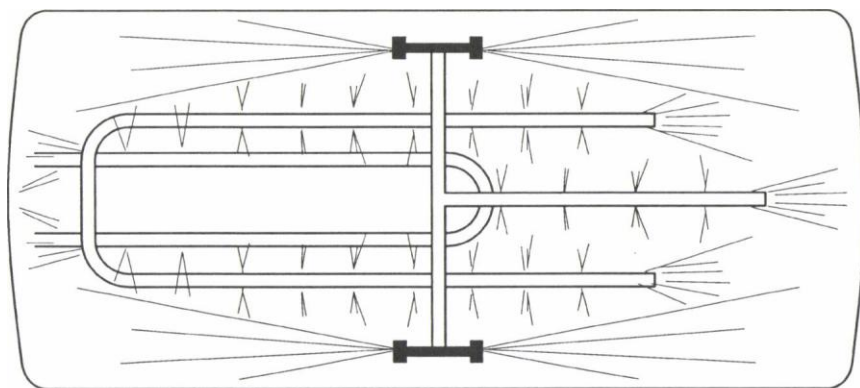
A keverőberendezésekben gyakran csak **törzsoldatot** készítenek és ezt a szükséges víz hozzáadásával egészítik ki a kívánt töménységre, más esetben egy adag megfelelő koncentrációjú permetlevet egy menetben kevernek meg. Van olyan megoldás is, amikor a vegyszert közvetlenül folyamatosan keverik a vízáramba.

A keverőberendezésekben a víz átmeneti tárolása, a növényvédő szer bemosása, a törzsoldat, illetve a permetlé készítése műanyag tartályokban történik. A víz, illetve a vegyszerek betöltésére szolgáló beöntőnyílásban a szennyeződések felfogására szűrőt alkalmaznak. A növényvédő szer bemosására használt tartályok tölcser alakúak, méretük általában 50–100 dm³ között van. A törzsoldat tartályok 300–600 dm³-esek, a víz-, illetve permetlékeverő tartályok 3000–20 000 dm³ térfogatúak, alakjuk hengeres vagy elliptikus a jó térkihasználás és a keverés hatékonyságának biztosítása érdekében. A mechanikus keverők hajtása villany- vagy belső égésű motorról történik. Az aktív szerkezeti elem többnyire 100–300 mm átmérőjű, 2–6 lapátú nyitott turbinakerék, melynek fordulatszámja 100–500 1/min. Általában egy **keverőfejet** alkalmaznak. A mechanikus keverő hatásfoka rendszerint elmarad a hidraulikus rendszerűekétől.

A hidraulikus keverők működtetésére vegyszerálló szivattyúkat alkalmaznak. A centrifugális szivattyúk maximális nyomása általában 0,4 MPa, szállítási teljesítményük 300–1000 dm³/min között változik. A permetezőgépek keverőberendezésének működtetésére használt membrán és dugattyús szivattyúk üzemi nyomása 0,5–1,5 MPa, szállítási teljesítményük 50–250 dm³/min. A szivattyú folyadékáramát keverésre leggyakrabban injektor működtetésével hasznosítják. A betáplált folyadék réseken át további folyadékot szív be és a Venturi-csőben nagy sebességre felgyorsítja. A kiáramló folyadék biztosítja a keverőhatást. A folyadékot gyakran több irányban is áramoltatják. Permetezőgépeken olyan injektorokat is használnak, amelyekben a keverésre elkülönített ág mellett a visszafolyó ág folyadékát is hasznosítják.

A permetezőgépeken gyakran alkalmaznak keverőcsöves szerkezeteket. Műanyag vagy korrózióálló fémcsöveken 25–500 mm távolságban 2–10 mm átmérőjű furatok vannak. A kiáramló folyadék végzi a keverést. A furatokba gyakran injektoros fúvókákat építenek. Ezek a szabad kiáramláshoz viszonyítva lényegesen nagyobb hatást érnek el. Ritkábban alkalmazzák a keverőkamrás és a statikus keverőszerkezeteket. Az előbbieknél a vegyszert és a vizet a kamrába áramoltatják és itt keveredik össze a két folyadék. A statikus szerkezetek az áramló folyadék útjába épített terelőlemezek segítségével az

irányváltóztatások eredményeként érnek el keverőhatást. A megfelelő homogenitás érdekében esetenként kombináltan alkalmazzák az egyes keverőelemeket. Leggyakrabban az injektoros és a keverőcsöves rendszerek együttes működtetésére kerül sor (133. ábra).



133. ábra. Kombinált keverőberendezés permetezőgépben

A permetlékeverők lehetnek szakaszos vagy folyamatos működésűek. A szakaszos rendszerű berendezéseknél egyszerre egy adag törzsoldat, illetve permetlé készül el és a permetezőgépek töltése ennek felhasználásáig történhet, majd új keverésre van szükség. A folyamatos üzemű gépeknél a törzsoldat megszakítás nélkül (egyes berendezéseknél két tartályban felváltva) készül, így a berendezés a permetezőgépek kiszolgálására állandóan készen áll. A szórógépek töltése általában 400–1000 dm³/min teljesítménnyel végezhető. A korszerű típusokon tisztavizes tartály is van, amelyből a munka végeztével a berendezés átmosható a technológiai és környezetvédelmi követelményeknek megfelelően.

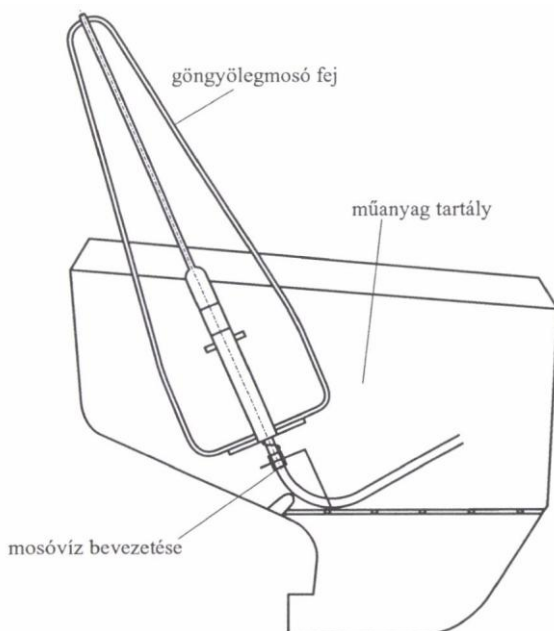
Permetlé készítésére felhasználható a permetezőgépek hidraulikus rendszere is. A tartályba épített injektoros, keverőcsöves vagy kombinált berendezések nemcsak a betöltött **permetlé homogenitásának** megőrzésére alkalmasak, hanem az agrotechnikai követelmények szerint a gép leállítása után a leülepedett, szétvált részek felkeverésére is használhatónak kell lenniük. A korszerű gépeknek ezt a tulajdonságát használják fel annál az egyszerű eljárásnál, amikor a tartályt félig töltik vízzel, majd betöltik a vegyszert vagy a törzsoldatot és utána vízzel kiegészítik azt a keverőberendezés folyamatos üzemeltetése mellett. Megfelelő körülmények között a koncentráció kívánt egyenletessége 5–10 percen belül elérhető. Nagyobb tartályokba olykor több injektort vagy keverőcsövet is beépítenek, többnyire a tartály aljára, az ülepedés megakadályozására és az ismételt felkeverés elősegítésére. A homogenizálást nehezítik a **hullámtörő lemezek** és a szabályos formáktól eltérő tartálykialakítás. Ez utóbbiaknál nehezen keverhető sarkok, úgynevezett holt terek vannak. Ezért gyakran alkalmaznak kombinált keverőrendszereket is.

A növényvédő szerek közvetlenül is bekeverhetők a permetezőgépbe. Ennek egyik megoldása, hogy a tartály beöntőnyílásába bemosószűrőt helyeznek, és ebbe töltik a vegyszert. A szivattyú által szállított víz a szűrő peremén körbefutó cső furataiból vagy a szűrő közepén elhelyezett szórófejekből kiáramolva mossa be a tartályba a szert.

Az új permetezőgépek jelentős részén adapterként felszerelhető vegyszerbemosó található (134. ábra).

A gép oldalára rögzíthető berendezések a szivattyú által szállított folyadékáram felhasználásával működnek. A tölcser alakú tartályba adagolt folyékony vagy por alakú szert a felső peremen körbefutó csőből kilépő víz mossa a tartály alján nagy sebességgel áramló folyadékba. A berendezés működtetéséhez általában 0,4–0,5 MPa nyomás szükséges. Vizsgálatok szerint 25 kg por alakú vegyszer bemosása és a permetlé homogenizálása általában 3–6 percet igényel. A vegyszerbemosó adapterek rendszerint göngyölegmosó fejjel is rendelkeznek és alkalmasak tartályok, külön feltéttel zacskók és zsákok kimosására. A berendezések a régebbi gyártású permetezőgépekre utólag is felszerelhetők.

Hasonló módon működnek a kerekeken gördíthető mobil vegyszerbemosók is. Vízhálózatról, szivattyús aggregátorról vagy a permetezőgép szivattyújáról egyaránt működtethetők. Nyomásigényük 0,2–1,0 MPa. A bemosott vegyszert injektor szállítja a permetezőgépbe 50–100 dm³/min teljesítménnyel. Ezek a berendezések is rendelkeznek göngyölegmosóval.



134. ábra. Vegyszeres bemosó-, göngyölegtisztító berendezés elvi vázlatja

Permetezőgép-típusok

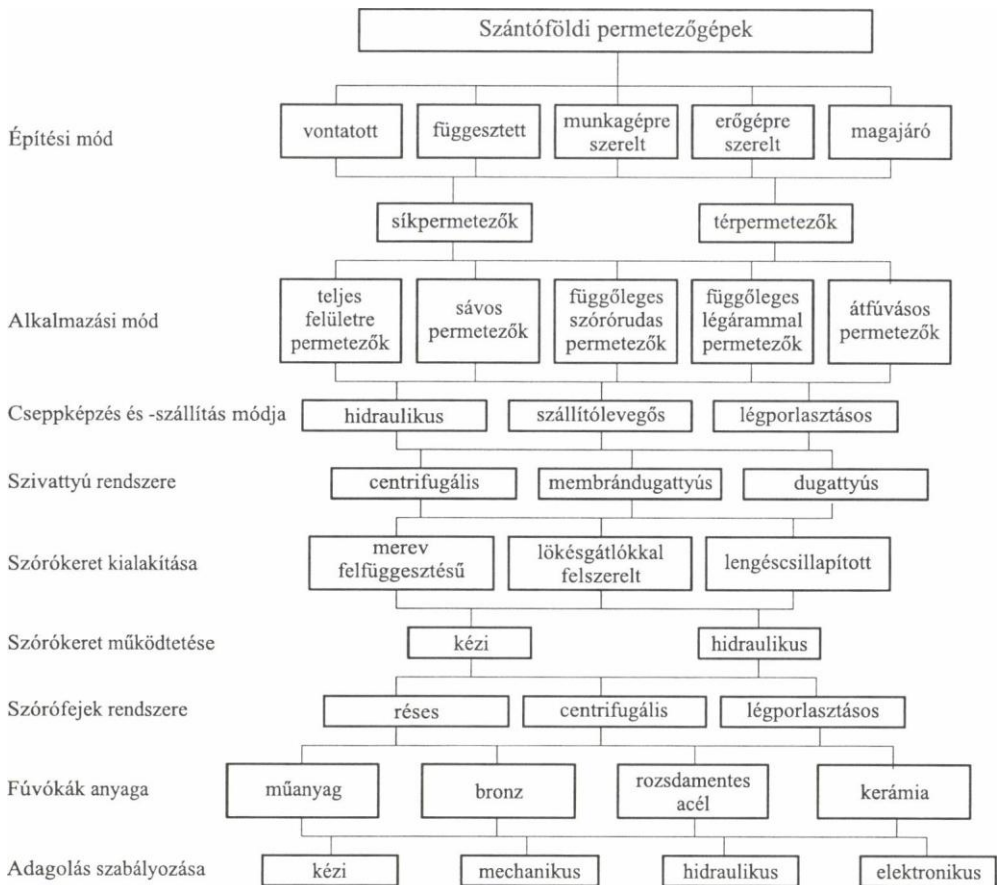
Szántóföldi permetezőgépek

A szántóföldi növények vegyszeres védelméhez nagy választékban állnak rendelkezésre permetezőgépek. A védekezési feladattól, a célfelülettől, a gép felépítésétől, a rendszerétől

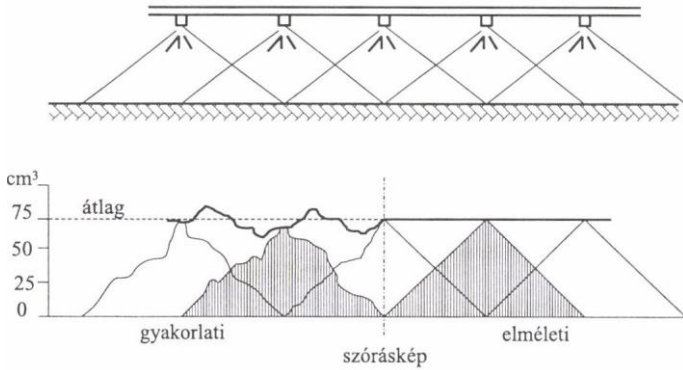
függően kialakított változatok a 135. ábrán láthatók.

A függesztett gépek általában 300–1200 dm³-es tartállyal készülnek. Nagyobb tartály alkalmazása már a stabilitást veszélyeztetné. A vontatott kivitelű gépek többnyire 1000–5000 dm³-es tartállyal, egytengelyes kivitelben készülnek, a nagyobb méreteknél a talajnyomás csökkentése érdekében nagyobb méretű abroncsokkal. Forgalomba kerülnek munkagépre (talajművelőre vagy vetőgépre), traktorra vagy teherautóra szerelt permetezőgépek is. Igen nagy teljesítményűek a magajáró vegyszerező célgépek. A szántóföldi permetezőgépek rendszerük alapján lehetnek sík- vagy térpermetezők. A **síkpermetező gépeknél** a vízszintes szórókereten meghatározott és egyenletes távolságban (általában 500 mm) elhelyezett adott kúpszögű (rendszerint 110°) szórófejekkel a célfelület síkjában igyekeznek minél egyenletesebb permetelosztást elérni (136. ábra).

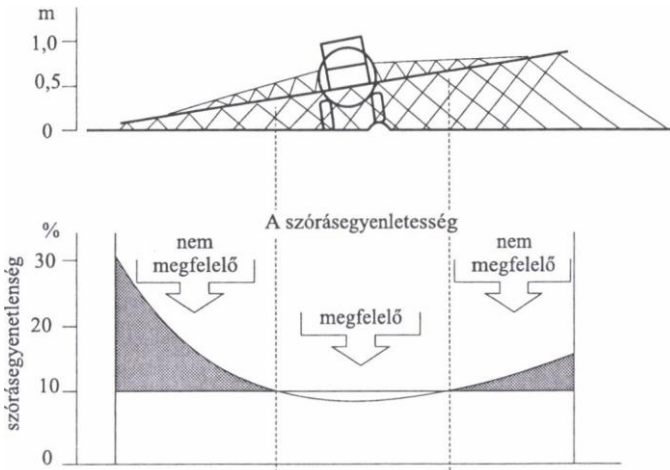
Ehhez arra is szükség van, hogy a szórókeret lengéseit üzem közben csillapítsák, különben a szórás egyenletesség nagymértékben romlik (137. ábra).



135. ábra. Szántóföldi permetezőgépek csoportosítása



136. ábra. Síkpermetezők szórásképe



137. ábra. A keretlengés hatása a szórás egyenletességre

A **térpermetező gépek** a növényállomány teljes felületének permetezésére készülnek. A permetezés végezhető hidraulikus nyomással, de egyes esetekben a képzett cseppek szállítására légáram szolgál. A **szállítólevegős permetezőgépeken** alkalmazott axiálventilátorok nagy légmennyisége jól használható a cseppek továbbítására. A **légporlasztásos gépeken** alkalmazott radiális ventilátorok légsebessége már képes a folyadékot apró cseppekre lebontani és kisebb távolságból a növényzetre szállítani.

A permetezőgépek kisnyomású (0–5 bar) centrifugálszivattyúval vagy közepes nyomású (5–20 bar) membrándugattyús, illetve dugattyús szivattyúval üzemelnek.

Réses, centrifugális (pörgetőtestes vagy örvénykamrás) és légporlasztásos szórófejek használata ismeretes. A korábban széles körben alkalmazott ütközőlapos szórófejek egyenlőtlen szórásképük miatt ma már csak folyékony műtrágyák szórásánál jöhetnek számításba.

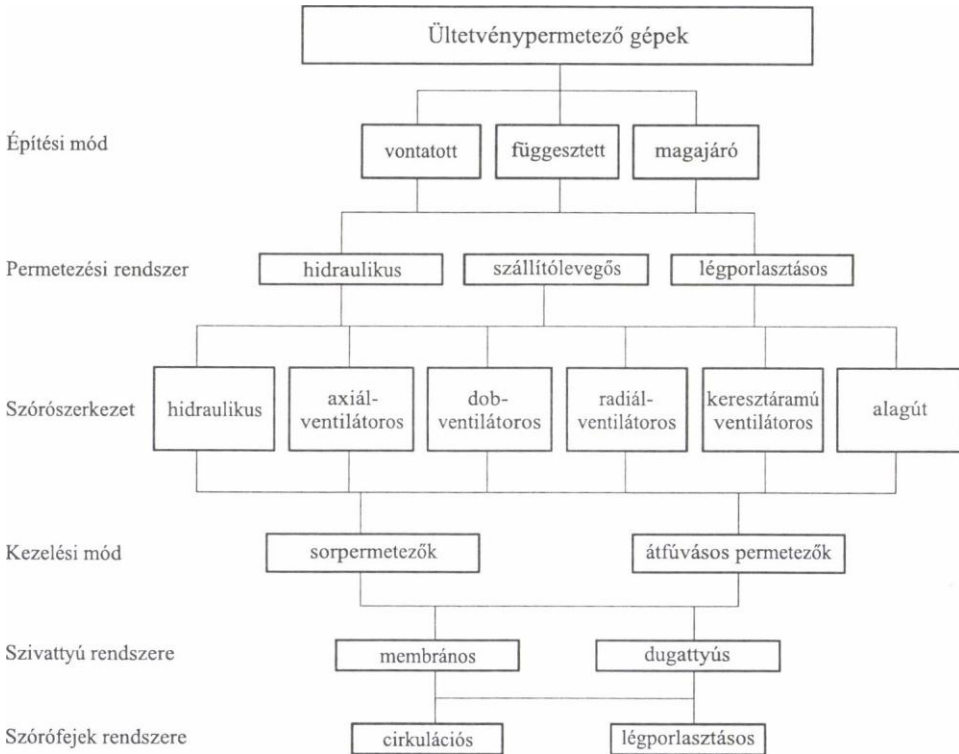
Kertészeti permetezőgépek

A gépek felosztása a 138. ábrán látható.

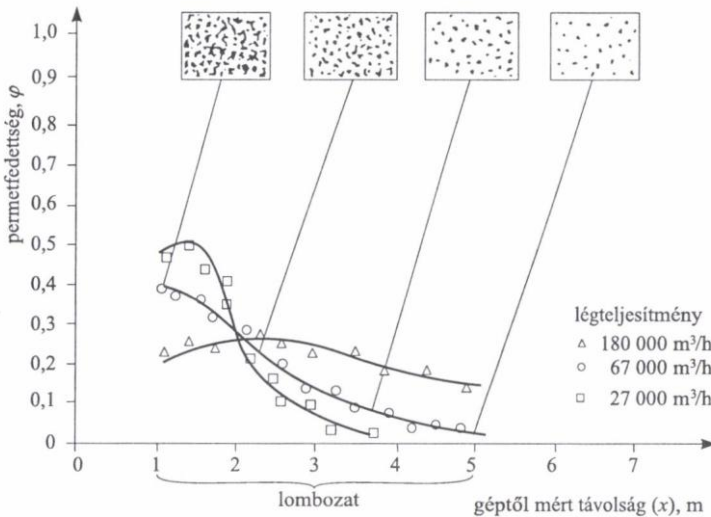
A függesztett gépek általában 300–800 dm³-es tartállyal készülnek. Nagyobb tartály alkalmazása stabilitási okok miatt nem jöhet számításba. A vontatott, egytengelyes kivitelű gépeket többnyire 1000–2000 dm³-es tartállyal szerelik fel. Korlátozott számban alkalmaznak magajáró permetezőgépeket is, ezek elterjedésének azonban akadálya rendkívül magas beszerzési árak.

Az ültetvénypermetező gépek lehetnek **sorpermetezők** vagy átfúvásos kivitelűek. Az előbbiek az ültetvény sorközeiben haladva a növényeket a lombozattól és a szórószerkezet teljesítményétől függően egy vagy két oldalról permetezik. Az **átfúvásos permetezőgépek** elsősorban szőlőültetvényekben használatosak és egy menetben több sor kezelését végzik. Tekintettel arra, hogy ez a megoldás gyengébb munkaminőséggel és nagyobb vegyszerveszteséggel, illetve környezetszennyezéssel jár, ma már háttérbe szorult.

A kertészeti ültetvényekben használatos permetezőgépek legfontosabb jellemzője a szórószerkezet kialakítása. Az ültetvényekben a növényvédő szert a géptől gyakran jelentős távolságban a növényzet teljes felületén lehetőleg egyenletesen kell elosztani. Legegyszerűbbek a hidraulikus szórószerkezetek, amelyeknél a permecseppek mozgási energiájuk révén jutnak a növényzetre, a szórófejek által meghatározott irányba. A cseppek energiája a számításba vehető cseppmérettartományban azonban igen korlátozott és ezzel a módszerrel nem biztosítható egyenletes fedettség a növényzeten. Elsősorban a takart felületek, a lombozat belseje, illetve a levelek fonákoldala kap elégtelen védelmet. A szórószerkezetek többsége ventilátorral kiegészítve készül. Leggyakoribb az axiálventilátoros szórószerkezetek használata. A nagy légteljesítmény lehetővé teszi a cseppek szállítását nagyobb távolságra, ugyanakkor képes megmozgatni a leveleket, elősegítve a penetrációt és az egyenletes cseplerakódást, kis légsebesség nem teszi lehetővé a cseppek további porlasztását és nem veszélyezteti a növényzet épségét (139. ábra).



138. ábra. Az ültetvénypermetező gépek csoportosítása



139. ábra. A fedettség csökkenése a lombozat különböző részein, különböző légmennyiséggel végzett permetezésnél

A hatótávolság nagymértékben függ a munkasebességtől is.

Azok az axiálventilátoros szórószerkezetek használhatók előnyösen szőlővédelemre, amelyeknél a légáram 30–45°-os szögben éri a lombzatot.

Szállítólevégős rendszerűek az ún. dobventilátoros permetezőgépek is. Ezek a gépek olyan radiálventilátorral üzemelnek, amelyeknek nagy a lapátszélessége, ezért a légsebesség viszonylag kicsi, a szállított légmennyiség pedig nagy a hagyományos ventilátorokhoz képest. A **dobventilátoros permetezőgépek** permetezéstechnikai jellemzői hasonlítanak az axiálventilátoros permetezőgépek tulajdonságaihoz.

A szállítólevégős permetezőgépekhez sorolhatók a **keresztáramú ventilátorral** felszerelt típusok is. A keresztáramú ventilátoroknál még nagyobb a lapátok szélessége. A növényzettel párhuzamos, függőleges tengely lehetővé teszi az ültetvény teljes felületének viszonylag egyenletes kezelését. Ez a rendszer elsősorban szőlőültetvények permetezésénél előnyös, ahol kihasználható az a lehetőség is, hogy a permetezés iránya a haladási irányhoz képest fokozat nélkül változtatható.

A hagyományos radiálventilátorokkal felszerelt permetezőgépek általában **légporlasztásos rendszerűek**. A permetlevet hidraulikus adagolás vagy előporlasztás után a nagysebességű légáram bontja cseppekre és szállítja a növényzetre. Radiálventilátoros szórószerkezeteknél a permetezés iránya általában tág határok között változtatható. Tekintettel a viszonylag kis légteljesítményre, a radiálventilátoros szórószerkezetek elsősorban kis sortávolságú, kis lombzatú ültetvények kezelésére, főleg szőlőültetvények kezelésére alkalmasak.

Vegyszermeztakarítást tesznek lehetővé az úgynevezett zárterű vagy **alagútpermetező gépek**. Ezeknél a gépeknél a lombzat két oldalán felfogó-, gyűjtőernyőket helyeznek el. A hidraulikus vagy ventilátoros szórószerkezet által képzett és továbbított cseppek egy része lerakódik a növényzeten, a másik része azonban elkerüli a célfelületet. Ezek a cseppek lerakódnak a felfogóernyőkön, majd megfolyva az ernyő alján elhelyezett gyűjtőedénybe jutnak. Ventilátoros gépek esetén a felfogóernyőket csepp-csapdaként képezik ki, amely biztosítja a levegő továbbjutását, de felfogja a cseppeket. A felfogott és összegyűjtött permetlevet szűrés után a szivattyú szállítja vissza a permetezőgép tartályába. Az alagút rendszerű permetezőgépekkel – a kialakítástól függően – kifejtett lombzatnál a permetlé mintegy 20–30%-a nyerhető vissza.

Az ültetvénypermetező gépeket általában nagynyomású membrándugattyús vagy dugattyús szivattyúkkal szerelik fel. Ezek biztosítják a nagy felületek lefedéséhez szükséges kis cseppméretet.

A szórófejek a hidraulikus és a szállítólevégős gépeknél általában centrifugális rendszerűek, örvénykamrás és pörgető testes kivitelűek. Ventilátoros gépeknél a szórófejeket a ventilátor légtérelőinek kilépő keresztmetszetében helyezik el. A korszerű gépeken a szórófejek lövellési iránya változtatható. A légporlasztásos szórófejeknél ma már ritka a permetlé közvetlen bevezetése a légáramba, a legtöbb típusnál hidraulikus szórófejek végzik a folyadék adagolását és az előporlasztást.

Kisüzemi permetezőgépek

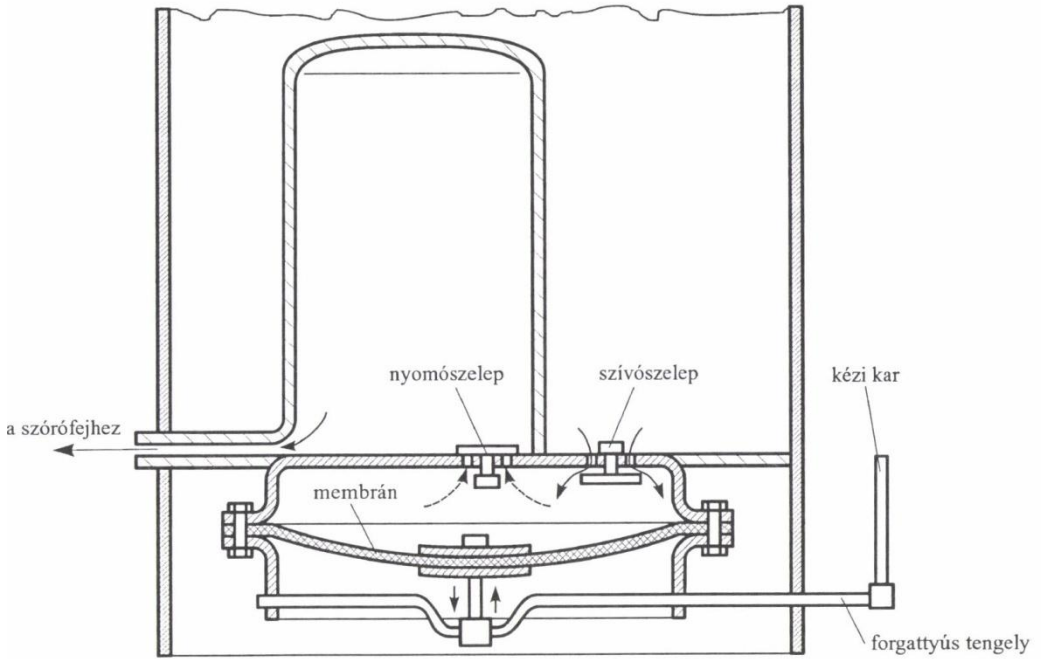
Kertekben és kisüzemi szőlő- és gyümölcsültetvényekben használják a kézi, a kézi

működtetésű, valamint a motoros háti, valamint a hordozható motoros permetezőgépeket. A kézi permetezőgépekre általában jellemző a kisméretű permetlétartály, és az egymásba tolható csőelemekből kialakított differenciálszivattyú. Nyomásuk nem állandó, tartálytérfogatuk és teljesítményük csak kisebb felületű dísznövények vagy zöldségfélék védelméhez elegendő. A cseppképzés bizonytalan, a permet irányítása nehézkes, ezért általában jó minőségű munkához kevésbé alkalmazzák. Egyes gépeken nincs tartály, üzemeltetéskor külön edény kell a permetlé tárolásához, mások légszivattyúval működnek, ezeket üzemeltetés előtt nyomás alá kell helyezni.

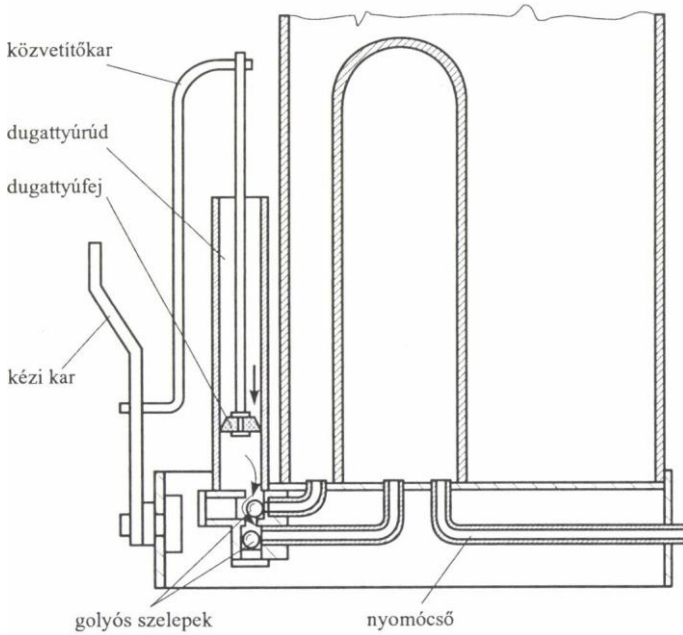
A hevederekkel háton hordható gépek általában 10–18 dm³-es réz- vagy műanyag tartállyal készülnek, tömegük üresen 5–11 kg. Többnyire membrán- vagy dugattyús szivattyú működtetésével üzemeltethetők, de akad közöttük légszivattyús változat is. A membránzivattyús és a dugattyús háti permetezőgép működése a 140. és a 141. ábrán látható.

Üzemi nyomásuk 3–6 bar (3–6 atm), ami viszonylag állandó értéken tartható, ezért megfelelő porlasztást tesznek lehetővé. A permetsugár célszerűen irányítható. A kézi működtetésű **háti permetezőgépek** alkalmasak jó minőségű munkára, hosszabb üzemeltetésük azonban fárasztó.

A **motoros háti permetezőgépeket** általában 1,5–3,0 kW teljesítményű kétütemű benzinmotor hajtja. Szivattyújuk nincs, a permetlé szállítását és porlasztását radiál-ventilátor légárama végzi. A kisméretű cseppeket a levegő nagyobb távolságra (5–6 m) is eljuttatja. A motoros háti permetezőgépek üres tömege többnyire 8–10 kg. A tartály térfogata 10–15 dm³, üzemeltetésük nagyobb erőt nem igényel. Hátrányos viszont nagy zaj szintjük és erős rezgésük. Karbantartásuk, javításuk nagyobb szakértelmet igényel. A motoros háti permetezőgépek külön egységgel rendszerint porozásra is használhatók.



140. ábra. Membránszivattyús háti permetezőgép működése



141. ábra. Dugattyús háti permetezőgép működése

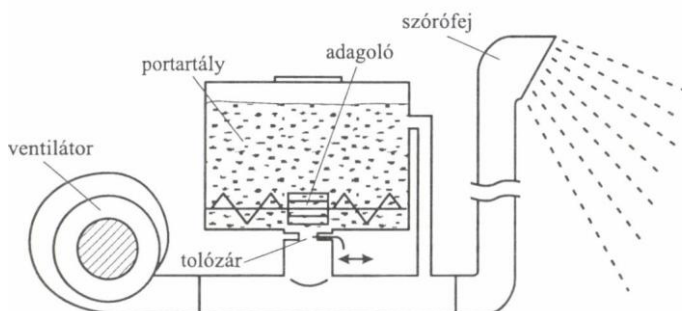
A **hordozható motoros permetezőgépek** kis teljesítményű (1–3 kW) villany- vagy kétütemű benzinmotorral hajthatók. Közepes nyomású (10–15 bar) dugattyús szivattyú szállítja a permetlevet a saját vagy külön létesített tartályból. Ennek megfelelően jó minőségű permetezésre képesek. A permetezés 10–30 m hosszú tömlő közbeiktatásával, szórópisztolyokkal végezhető. A gépek szükség esetén könnyen áttelepíthetők.

Szilárdvegyszer-kijuttató gépek

Porozógépek

A **por alakú növényvédő szer kijuttatása** porozó célgéppel vagy poradagoló berendezéssel ellátott **légporlasztásos permetezőgéppel** történik. A gépek felépítése, szerkezeti elemei mindkét esetben azonosak (142. ábra).

A tartály alján jobb-bal menetes csiga szállítja középre a port, és cellás adagoló juttatja változtatható keresztmetszetű résnyíláson keresztül a ventilátor légáramába. A ventilátor nyomócsövéből a port a levegő továbbítja a légporlasztásos szórószerkezethez (szántóföldi szórócső, favédelmi fűvócső).



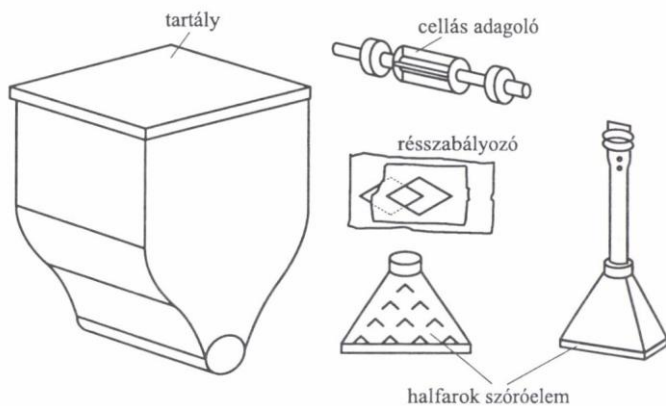
142. ábra. Porozógép

Mikrogranulátum-adagoló gépek

A portól és a normál granulátumoktól eltérő, 100–800 μm szemcseméretű, kis mennyiségben (5–50 kg/ha) kijuttatandó mikrogranulátumok szórása speciális követelményeket támaszt a gépekkel szemben. Célgépes vagy vetőgéppel kombinált, illetve talajba vagy talajfelszínre, továbbá teljes felületre vagy sávban szóró változatuk ismeretes.

A gépek általában osztott tartályos rendszerűek. **Mechanikus adagolószervezetük** (143. ábra) többnyire egy **cellás adagoló**, amelyik pontosan szabályozható adagolórésen keresztül továbbítja az anyagot az ejtőcsőbe, sávszórásnál esetleg a halfarokszerűen kiképzett terítőfejbe. A rombusz alakú kifolyónyílás keresztmetszetének változtatása a két

elem egymáson való elcsúsztatásán alapszik. A cellás (vagy tolóhengeres) adagolók hajtása többek között talajkerékről vagy villanymotorral történhet.



143. ábra. Mikrogranulátum-adagoló

A csávázás gépei

Csávázási eljárások

A csávázógép a csávázószerkezet az egyenletes fedettség, a gazdaságosabb szerfelhasználás, a jobb tapadás, a pontosabb adagolhatóság érdekében különböző eljárásokkal, különböző fizikai-kémiai formában juttatja a magok felületére.

Ennek alapján a következő eljárások különböztethetők meg:

- porc sávázás,
- előnedvesített porcsávázás,
- nedves csávázás,
- iszapos csávázás,
- szuszpenziós csávázás,
- bevonatképzés,
- labdacskészítés.

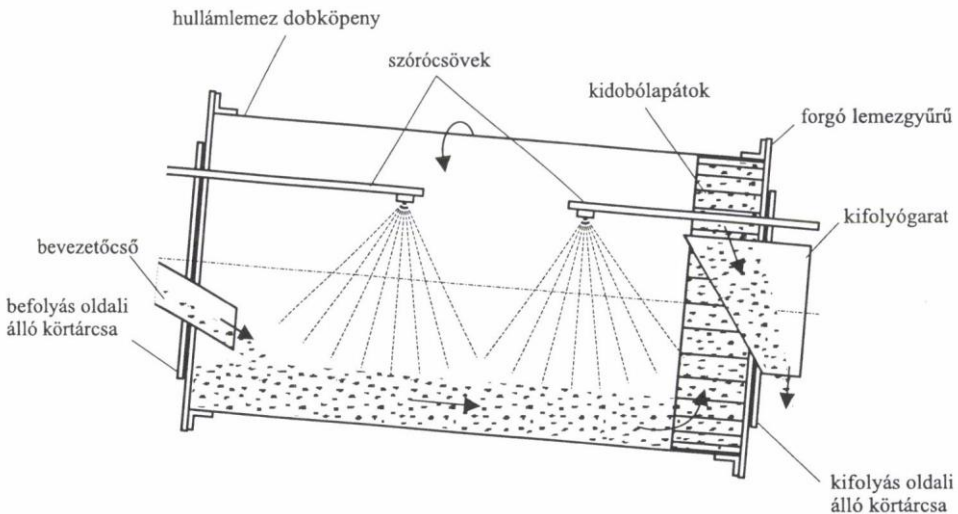
Csávázógépek konstrukciója, főbb szerkezeti egységei

A csávázandó magok találkozása a csávázószerrel, a csávázószemek a magok közötti egyenletes eloszlata, a magok felületének csávázószerrel történő egyenletes és minél teljesebb befedése (bevonása) a csávázógép csávázóterében történik.

A csávázótér lehet **csávázódob**, **csávázócsiga**, **forgótárcsás csávázótér** vagy egyéb.

A **csávázódobos konstrukciónál** (144. ábra) a mag és a szer találkozása és keveredése egy vízszintes vagy kissé ferdén lejtő tengelyű csávázódobban történik. A dob

lassú, tengely körüli forgása közben a mag és a szer összekeveredik, majd a dob lejtése vagy a benne elhelyezett lapátok (esetleg mindkettő) segítségével a csávázott mag elhagyja a dobot. Az üzem lehet folyamatos és szakaszos is.



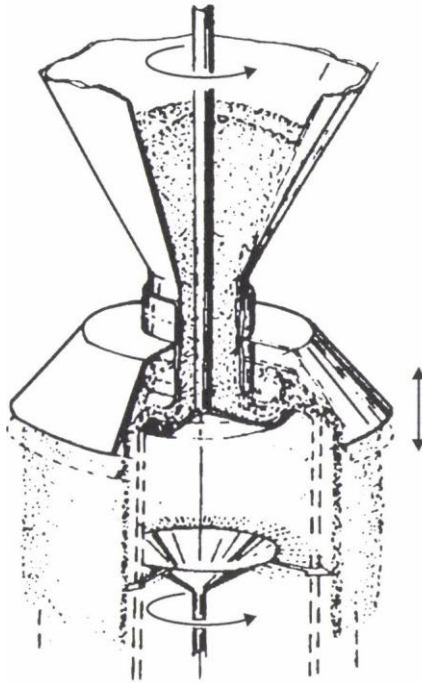
144. ábra. Csávázódob

A **csávázócsiga** egyszerű konstrukció, vízszintes vagy emelkedően ferde tengelyű szállítócsigába adagolja a gép a csávázandó magot, majd erre, a beöntőnyílásnál vagy annak közelében permetezi rá a csávázófolyadékot vagy szórja rá a csávázóport. A szer és a mag a csigában összekeveredik, majd a csiga végén elhagyja a gépet. Folyamatos üzemet tesz lehetővé. Ha a csiga és csigaház közötti hézag helyesen megválasztott, a gép kevésbé sérti a magot. Ennél is kíméletesebb megoldás, amikor a csigalevél élére műanyag taréjt erősítenek.

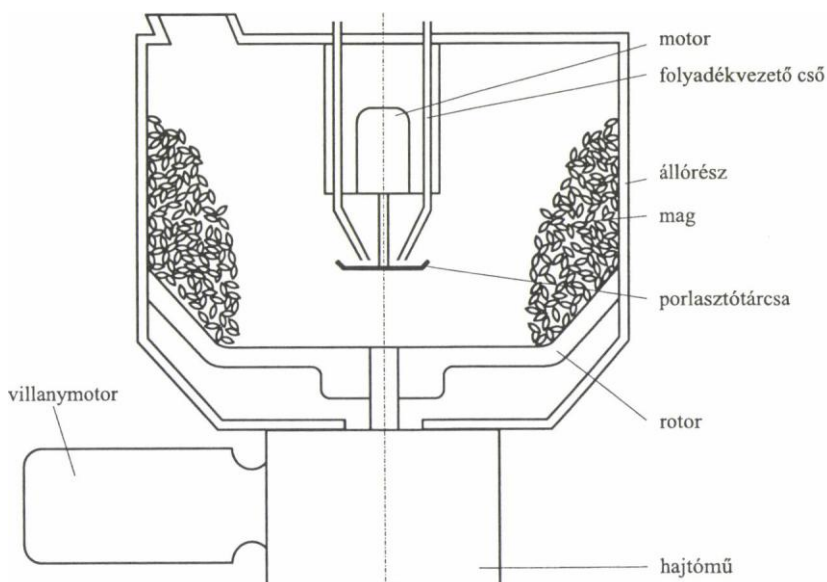
A **forgótárcsás csávázótér** (145. ábra) a mai, korszerű és nagy teljesítményű, folyamatos üzemű gépek csávázótérei. A függőleges tengelyű, álló, hengeres csávázótérbe a magok a csávázótér fölött elrendezett magtartályból, a forgótárcsás magadagolón keresztül jutnak be. A forgó magadagoló tárcsa a magokat laza körfüggönybe teríti szét. A körfüggöny belsejében van koncentrikusan elhelyezve a nagy fordulatszámú folyadékporlasztó tárcsa, amely a csávázótérbe beadagolt csávázófolyadékot finoman elporlasztja és a lehulló magok felületére permetezi. A magok a peremrétegen áthaladva egyenletes fedést kapnak. Az így csávázott magok a csávázótér annak alsó nyílásán keresztül hagyják el.

Szellemes megoldás a **Milik-elven** kialakított csávázótér (146. ábra). Függőleges tengelyű, hengeres, álló magtartálynak az alját tányér alakú, forgó fenékrész képezi. A csávázótérbe beadagolt mag a forgó fenékrészre lehullva, annak peremére kerül a centrifugális erő következtében, majd a csávázótér belső, álló felületére jutva, onnan ismét visszahullik, miközben a tárcsával együtt körmozgást is végez. Az összetett mozgás

következtében a mozgó magtömeg toridot képez, és a tér közepén elporlasztott csávázószerrel keveredik, miközben a magok egymás között is súrlódnak. Néhány másodperc múlva a csávázott magok a csávázótér oldalán szabaddá tett nyíláson át távoznak.



145. ábra. Forgótárcsás csávázótér



146. ábra. A Milik-elven működő csávázótér

A csávázógépek csávázóterével kapcsolatos közös elvárás, hogy a csávázótér korrózióálló, jól hozzáférhető, jól tisztítható legyen.

A csávázandó magnak a csávázótérbe juttatását a magadagoló berendezések végzik. A magadagoló berendezéseknek számos fajtája ismert. Közös feladatuk, hogy a magokat a kívánt adagolási teljesítménnyel, egyenletesen vagy pontos adagokban adagolják be a csávázótérbe.

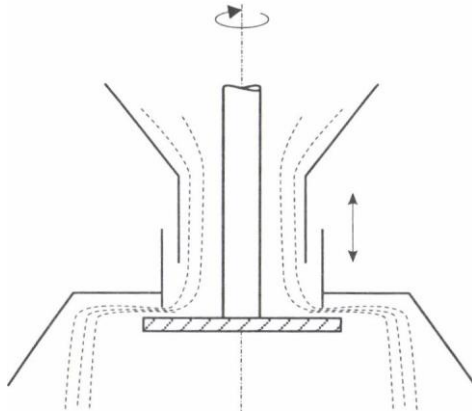
Működési elvüket tekintve két csoportba sorolhatók: folyamatos adagolású magadagolók és szakaszos adagolású magadagolók.

A folyamatos adagolású magadagolók számos fajtája ismert.

- **Tolózáras magadagoló.** A garat kiömlőnyílásának nagyságát tolokával lehet szabályozni. Az átérésztő felület nagyságával közel arányos teljesítménnyel áramlik ki a mag a gravitáció hatására a kiömlőnyíláson.
- **Cellás magadagoló.** Hengeres házban lapátkerék forog, a lapátok cellái közötti térfogatnak megfelelő magot továbbítva a kiömlőnyílás felé. Az időegység alatt kiadagolt magmennyiség a fordulatszám vagy a cellatérfogat változtatásával szabályozható.
- **Szalagos magadagoló.** A garat alján egy szállítószalag a magokat egy tolokával szabályozható nyíláson át továbbítja a csávázótérbe.
- **Fojtócsöves, forgótárcsás magadagoló (147. ábra).** A magyar Mobitox csávázógépcsaládon alkalmazott, széles körben elterjedt magadagoló. A magtartály kúposan összeszűkülő aljából kör keresztmetszetű csövön áramlik a mag a cső alatt, azzal koncentrikusan elhelyezkedő magszóró tárcsára. A mag – természetes rézsűszögének következtében – a tárcsáról nem ömlik le egészen addig, amíg a tárcsát forgásba nem hozzuk. Ekkor a centrifugális erő következtében beindul a magáram, és a tárcsa fölötti fojtócső helyzetének megfelelő teljesítménnyel

folyamatosan ömlik a csávázótérbe.

A szakaszos adagolású magadagolóknak legismertebb fajtái a billenőmérleges és az ikerserpenyős billenőmérleges magadagoló.



147. ábra. Forgótárcsás, fojtócsöves magadagoló

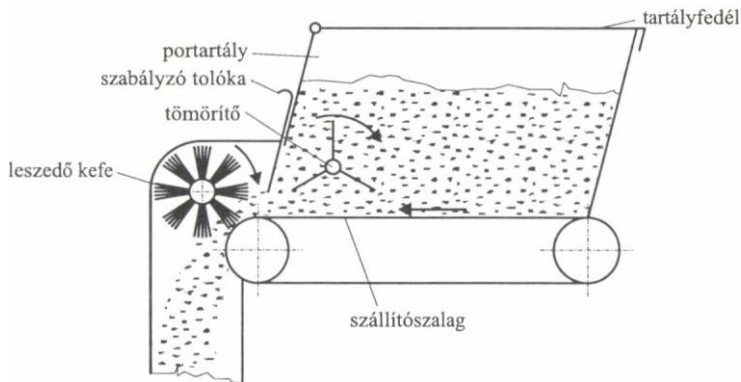
A **billenőmérleges magadagoló** súly szerint adagol. Egy kétkarú emelő egyik karján a magot befogadó serpenyő, másik karján állítható helyzetű súly található. A garatból a mag a serpenyőbe hullik, majd megtelve a serpenyő lebillen, és a beállított mennyiségű magot a csávázótérbe továbbítja. Ekkor a beömlőnyílás lezár, a serpenyő eredeti helyzetébe visszabillen, és az adagolás folytatódik.

Az **ikerserpenyős billenőmérleges** magadagolóknál két serpenyő dolgozik, amíg az egyik feltöltődik, a másik kiürül. Adagolása, bár szintén szakaszos, egyenletesebb, mint az egyszerű billenőmérleges magadagolóé.

A porcsávázó szerek egyenletes adagolását és a csávázótérbe juttatását a poradagoló berendezések végzik. A kereskedelemben kapható porcsávázó szerek eltérő fizikai tulajdonságai miatt nehéz feladat biztosítani a poradagolás üzembiztonságát és egyenletességét. A porok adagolás közben tömörödnek, másrészt többé-kevésbé tapadósak is, mely tulajdonságuk a magfedettség szempontjából előnyös, az adagolást azonban megnehezíti.

- A **szalagos poradagoló** portartályának alján szállítószalag van, mely adagoláskor a port a portartály oldalán lévő, a szalag felett elrendezett, tolókével állítható magasságú nyíláshoz továbbítja (148. ábra). A nyílás keresztmetszete által szabályozott pormennyiség a csávázótérbe hullik. Hátránya, hogy a nyílás élei mentén a por lassan felrakódhat, és az adagolt mennyiség a beállítottéhoz képest megváltozik.
- A **rezgővályús poradagolónál** az időegység alatt adagolható por a rezgés frekvenciájával szabályozható. Gondot okozhat, hogy a rezgés következtében a por tömörödik, és így a kiadagolt mennyiség változik.
- **Forgó kefetárcsás poradagoló** berendezés van a Mobitox gépcsalád gépein. A por függőlegesen tengelyű hengeres tartályban van, melynek alját lassan forgó tárcsa képezi. A forgó tárcsa a por alsó rétegeit forgásba hozza, és egy szabályozható

keresztmetszetű nyíláson keresztül az adagolóházba továbbítja. Az adagolóházba került porcsávázó szert függőleges tengelyű kefetárcsa söpri le a fenékrészt képező tárcsáról a csávázóterbe.



148. ábra. Szalagos poradagoló

A csávázógép folyadékrendszerének feladata, hogy a csávázószert a megkívánt arányban, az előírt egyenletességgel, finoman elporlasztva juttassa a csávázandó magok felületére. Bizonyos esetekben a folyadékrendszer feladata az is, hogy a csávázófolyadékot keverve, a hatóanyagot a folyadékban egyenletes elosztásban tartsa.

A csávázógép folyadékrendszere a következő elemekből épül fel: a folyadékot szállító szivattyú, a folyadékot a csávázóterbe adagoló és szabályozó adagolószervezet, a folyadékot a csávázóterben a magokra elporlasztó berendezés. Ezek kiegészülhetnek a csávázófolyadékot tartalmazó tartállyal és keverőszerkezettel, a folyadéknak a tartályban való jelenlétét, esetleg mennyiségét, a rendszerben való áramlását jelző berendezésekkel, jeladókkal, nyitó-elzáró és szabályozószervezetekkel.

A csávázógép folyadéktartályából vagy egy különálló tartályból, a szivattyú szállítja az előírt szállítóteljesítménnyel, nyomással és egyenletességgel a csávázó folyadékot a folyadékrendszerbe. A szivattyú a folyadékrendszerben kétféle feladatot láthat el. Vagy csak szállítja a folyadékot a csávázógép folyadékadagoló berendezésébe, amely azután a kívánt és szabályozható mennyiséget adagolja a csávázóterbe, vagy maga a szivattyú szabályozható és alkalmas arra, hogy a magra a kívánt mennyiségű csávázószert adagolja.

A **folyadékadagoló berendezés** feladata, hogy a szivattyú által szállított folyadékot a megkívánt adagolási teljesítménnyel és egyenletességgel adagolja a csávázógép csávázóterébe, a folyadékporlasztó berendezéshez.

A csávázógépeken gyakran alkalmazott folyadékadagoló berendezés a merítőkanalas vagy merítőtárcsás folyadékadagoló. A merítőkanalas konstrukciónál a folyadékadagoló kanál a billenőmérleges magadagoló tengelyével össze van kötve, azzal együtt mozog, és minden mérlegbillenésnél a bemerülőkanál térfogatával megegyező mennyiségű folyadékot adagol a csávázóterbe, ill. a magokra. A szeradagolás a magadagolással így teljesen szinkronizált, a szer és a mag aránya pedig a kanál úrtartalmának változtatásával, esetleg cseréjével, bizonyos határok között változtatható. A merítőtárcsás folyadékadagoló nem billenő, hanem egyenletes forgó mozgást végez, miközben a bemerülő lapátok

térfogata szerint adagol. A mag és a szer aránya a lapátok térfogatának változtatásával vagy a lapátok cseréjével változtatható. A mag- és a szeradagolás szinkronizálása érdekében a tárcsa meghajtható a magadagoló tengelyéről.

A megfelelő minőségű csávázás egyik feltétele, hogy minden egyes magra a vegyszergyártók által előírt és az agronómiai követelményeknek megfelelő mennyiségű csávázószer (hatóanyag) kerüljön. Ezért a korszerű csávázógép működésének is egyik feltétele a mag- és a szerarány állandó értéken való tartása, azaz az adagolóelemek szinkronizálása. Természetesen alapkövetelmény, hogy ha bármely okból akár a mag-, akár a szeradagolás megszűnik, akkor a másik is azonnal álljon le. Ezt a csávázógép elektromos vezérlése, elektronikus érzékelők és jeladók segítségével biztosítja. Az érzékelők régebben elektromechanikus berendezések voltak, ma már elsősorban elektronikus kapacitív anyagérzékelőket alkalmaznak.

6. Öntözőgépek

Az öntözés célja a talaj vízkészletének növelése a növények jobb életfeltételeinek biztosítása érdekében. Öntözéssel a növényállomány aktív gyökérszónájában a pórusok vízlevegő aránya és a növényzet kedvező vízfogyasztása beállítható.

Az öntözéssel összeköthető:

- a talaj tápanyagkészletének növelése,
- a növénytermesztési terület hőháztartási viszonyainak javítása (fagyvédelmi öntözés),
- a talaj védelme és talajjavítás,
- egyéb célok (színesítő öntözés, növényvédő szer kijuttatása).

Az öntözővíz talajra, illetve talajba jutásának módja lehet esőszerű, felületi, altalaj és cseppenkénti. Az öntözési módokon belül a vízvezető, vízszétosztó és vízadagoló elemek kialakításától függően számtalan öntözési eljárás terjedt el (LELKES–LIGETVÁRI, 1991).

6.1. Agrotechnikai követelmények

Az öntözőberendezésekkel szemben felállított követelmények a következők szerint foglalhatók össze:

- Fontos, hogy az öntözőberendezés az öntözővizet adott üzemi igények szerint, takarékos energiafelhasználással, a területen egyenletesen szétosztva – a növényzet károsítása nélkül – juttassa a növényzethez.
- Az öntözőberendezés mozgása, telepítése csak minimális taposási kárt okozhat.
- Az öntözővíz a talaj felszínén ne képezzen tócsákat.
- A cseppenergia talaj szerkezetét romboló hatása lehetőleg minimális legyen.
- Ne legyen nagy a párolgási és a szivárgási veszteség.
- Az esőztető öntözőberendezések alkalmasak legyenek a növények kora tavaszi és késő őszi fagyvédelmére.
- A vízadag a talaj vízkapacitásának, a növény vízigényének megfelelően szabályozható legyen.
- Az öntözés gépeinek környezetet károsító hatása minimális legyen.

6.2. Szerkezeti egységek

Az öntözőberendezések felépítése általában három fő részből, úgymint szivattyúból, csővezetékekből és szerelvényekből, valamint az öntözési eljárásnak megfelelő vízadagoló elemekből áll.

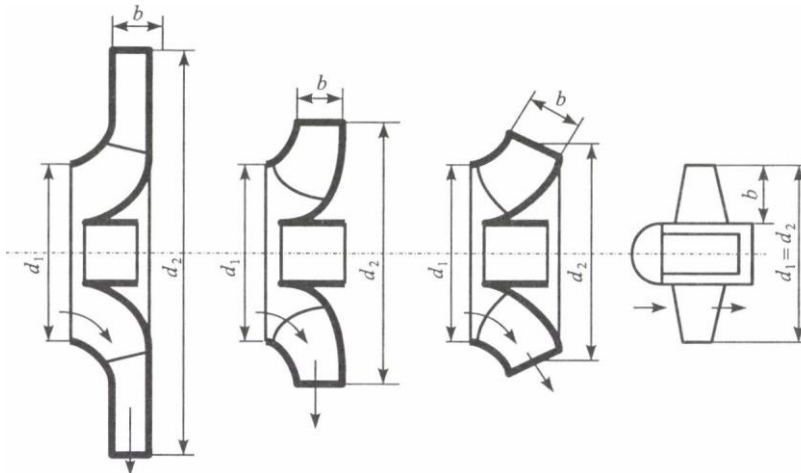
Szivattyúk

A szivattyúk energiát közölnek az öntözővízzel, és így biztosítják a szintkülönbség és az áramlási veszteségek legyőzését, valamint az adagoláshoz szükséges nyomást.

A mezőgazdasági vízgazdálkodásban elsősorban az örvényszivattyúk használatosak. A járókerék szerkezeti kialakítása szerint megkülönböztethetünk centrifugál, csavarlapátos és szárny lapátos szivattyúkat (149. ábra).

A szivattyúk energetikai jellemzői:

- A **szivattyú térfogatárama** (Q) a szivattyú nyomócsonkján időegység alatt átfolyt víztérfogat [dm^3/s ; dm^3/min].
- A **szivattyú össznyomása** (p_{sz}) az a munkaképesség, amellyel a szivattyú járókereke a folyadék térfogategységének [m^3] energiátartalmát növelni képes [Pa; bar] (HORÁNSZKY et al, 1980).



| centrifugál | | csavarlapátos | szárnylapátos |
|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| $n_q = 10-30$ | $n_q = 30-80$ | $n_q = 80-150$ | $n_q = 135-320$ |

149. ábra. A járókerék jellemző fordulatszámának és főméretének összefüggése

- A **szivattyú szívóképessége** (H_H) a szivattyúnak az a tulajdonsága, hogy a légköri

- nyomás hatására az áramlás folytonosságának megszakadása nélkül képes a vizet felszívni [m],
- A **fordulatszám** (n) a szivattyú járókerekének percenkénti fordulátát fejezi ki [1/min],
 - A **szivattyú teljesítményigénye** (P_{sz}) a szivattyú térfogatáramával (Q) és össznyomásával (p_{sz}) egyenesen, a szivattyú hatásfokával fordítottan arányos, ezért:

$$P_{sz} = \frac{Q \cdot p_{sz}}{\eta_{sz}} \quad [\text{W}],$$

ahol:

- P_{sz} – a teljesítményigény [W],
- Q – a térfogatáram [m^3/s],
- η_{sz} – a szivattyú hatásfoka.

- A **szivattyú hatásfoka** (η_{sz}) az időegység alatt előállított energiának ($Q \cdot p_{sz}$) és a befektetett energiának (P_{sz}) a viszonyát fejezi ki, értéke $\eta_{sz} = 0,6-0,85$.

A szivattyú jellemzői összefüggésben vannak egymással, amelyet a szivattyú jelleggörbéi szemléltetnek. A belső égésű motorral hajtott szivattyú jellemzőinek meghatározására különböző fordulatszámokhoz tartozó görbesereg, az ún. kagylódiagram szolgál.

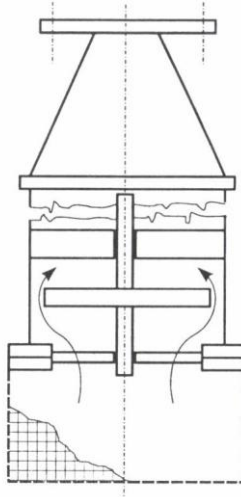
Szivattyús gépegyesek

A közös alváza szerelt szivattyút és hajtómotort szivattyús gépegyesnek nevezük. Az alvázak kialakítását a gépegyes mérete, tömege, valamint az üzemeltetés módja határozza meg. A nagy tömegű, stabil felfekvést és kevés áttelepítést igénylő szivattyús gépegyeseket csúszószásas alváza szerelik. A kerekes alváz használata a gyakran változó munkahelyek esetén előnyös.

A szivattyú légtelenítése vízzel történő feltöltéssel vagy a levegő kiszívásával történik. A szivattyú feltöltésére kézi működtetésű szárnyszivattyú, a levegő eltávolítására dugattyús vagy membrános szivattyú szolgál. A belső égésű motoros szivattyúhajtásnál elterjedt a kipufogócsőbe épített injektoros légtelenítő is. Légtelenítés esetén – a légtelenítési módtól függően – a szivattyú nyomócsonkjára légzáró vagy vízzáró tolózárát helyeznek el.

A merev vagy flexibilis szívócső végére **lábszelepet** helyeznek (150. ábra), amely a szivattyú leállása után megakadályozza a víz visszafogását. A csappantyús és a tányéros lábszelepek terjedtek el. A lábszelep nyitását a szivattyú szívó hatása, míg zárását a felette lévő vízoszlop tömege végzi. Az öntözővízben lévő szálal anyag kiszűrésére a lábszelep aljára helyezett perforált lemezből vagy drótszövetből készült szűrőkosár szolgál.

A lábszelep felületét úgy kell megtervezni, hogy az nyitott állapotban megegyezzen a hozzákapcsolt csővezeték keresztmetszetével, míg a szűrőkosár átfolyási keresztmetszete 3-4-szer nagyobb legyen a csővezeték keresztmetszeténél.



150. ábra. Lábszelep szűrőkosárral

Szivattyúállás, szivattyútelep

A vízkivételi helyen szivattyútelepet vagy szivattyúállást létesítenek. Szivattyútelep az a létesítmény, ahol több azonos vagy különböző paraméterű szivattyút helyeznek el soros vagy párhuzamos üzemben. A szivattyútelepek stabil vagy úszóműves kivitelben létesülnek.

A szivattyúállások lehetnek állandó vagy ideiglenes jellegűek.

A szivattyútelepek, illetve szivattyúállások kialakításának szempontjai:

- az öntözött növény vízigénye és a vízigény időbeli eloszlása,
- a szivattyúzás célja (csepegtető, esőztetés stb.),
- a szívócső elrendezése, méretei, az igényelt szívómagasság,
- a nyomócső elrendezése, méretei, a nyomómagasság nagysága,
- a szívott vízszint helyzete, ingadozása és a szivattyú első járókerékének elhelyezése,
- a rendelkezésre álló hajtómotor jelleggörbéi, indítási jellemzői,
- a párhuzamos és a soros üzem lehetősége,
- szakaszos vagy folyamatos üzemmód,
- a berendezés légtelenítésének és indításának módja.

Csővezetékek és szerelvények

A csővezetékekkel szemben támasztott követelmények:

- a hálózati nyomást és a vízleengések okozta ütésekkel törés nélkül kibírja,
- a méretezéskor számított térfogatáramot a kívánt nyomáson szállítani tudja,
- az öntözővíz, a talaj, a talajvíz fizikai és vegyi hatásainak ellenálljon,

- legyen hosszú élettartamú és egyszerűen javítható,
 - építése, karbantartása egyszerű legyen,
 - a mozgatható csővezeték könnyű legyen.
- A csővezetékek és szerelvények elhelyezés szerint lehetnek:
- hordozható gyorskapcsolású vezetékek,
 - beépített vezetékek.

Hordozható gyorskapcsolású csővezetékek

A hordozható csőhálózat minden tagját gyorskapcsolóval látják el, ezért minden segédeszköz nélkül összeépíthető.

Az esőztető öntözésben alkalmazott hordozható csövek acéllemezből, alumíniumból, műanyagból vagy műszálból készülhetnek.

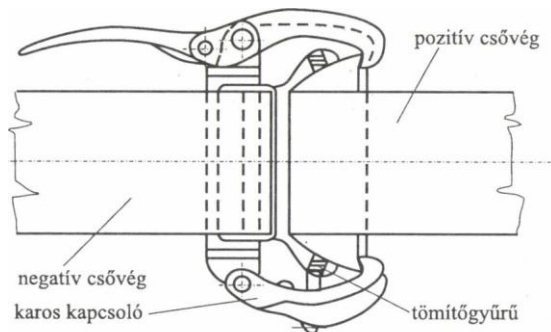
A hordozható csövek végeinek összekapcsolására mechanikus vagy hidraulikus gyorskapcsolók szolgálnak. A legelterjedtebb a pozitív és a negatív fejből álló Perrot-csőkapcsoló (151. ábra). A csőtag tömítését gumigyűrű, a csőtagok illesztését karos kapcsoló végzi. A csőkapcsoló a csőtagok között 10–18°-os irányeltérést biztosít.

A fontosabb csőidomok és szerelvények: a hattyúnyakcső, a tolózáras T-idom, a csonkos cső, a végelzárók, a felszállócső és a szórófej állvány.

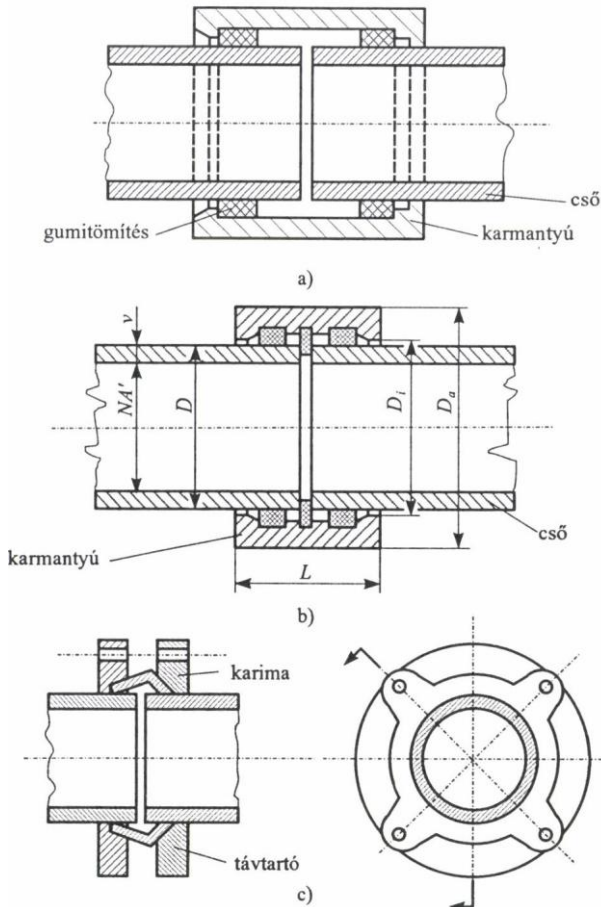
Beépített csővezetékek és szerelvények

A fagyhatár alá beépített csövek anyaga leggyakrabban acél, azbesztcement vagy műanyag. A csőtagok összekapcsolására Simplex, Réka és Gibault csőkapcsolási elemeket alkalmaznak (152. ábra).

A szerelvényeket részben felszín fölé, részben aknába helyezik. Legfontosabbak a következők: vízkivételi elemek (hidrások), tolózárok, légtelenítő és víztelenítő berendezések.



151. ábra. Perrot-csőkapcsoló elem



152. ábra. Simplex (a), Réka (b) és Gibault (c) csőkapcsolási elemek

A csővezeték nyomásvesztésének számítása

A csővezetékben áramló öntözővíz Reynolds-száma $Re > 2320$ -nál nagyobb értékű, ezért abban turbulens áramlás jön létre, amelynél a csőben kialakuló nyomásvesztés nagysága Hagen–Poiseuille-féle képlettel fejezhető ki (MÉSZÁROS, 1977):

$$p_{csv} = \frac{1}{2} \lambda \frac{l}{d} \rho \cdot v_k^2 \quad [\text{Pa}],$$

ahol:

- p_{csv} – az öntözőcső nyomásvesztése [Pa],
- l – a csőhossz [m],
- d – a csőátmérő [m],

λ – a csősúrlódási tényező,
 v_k – a csőben áramló víz középsebessége [m/s],
 ρ – az öntözővíz sűrűsége [kg/m³].
 Az áramló víz középsebessége:

$$v_k = \frac{4Q}{d^2 \cdot \pi} \quad [\text{m/s}].$$

Az öntözőcsőben a legkedvezőbb áramlási sebesség, a felhasználási területnek megfelelően a következő (BERTÓK, 1979):

- vízemelés öntözőcsatomba $v = 2\text{--}3$ m/s,
- tömlős felületi öntözésnél $v = 1\text{--}2$ m/s,
- esőtető öntözőberendezéseknél $v = 2\text{--}4$ m/s.

Az egyenes csőszakaszban súrlódási veszteség lép fel, a csősúrlódási tényező értékeit különböző anyagú csöveknél turbulens vízmozgás esetén a 9. táblázat szemlélteti.

A használat következtében a csősúrlódási tényező értékei 15–30%-kal növekszenek (SZALAI, 1989).

A csővezetékbe beépített szerelvényekben fellépő nyomásveszteség súrlódási és leválási veszteségekből adódik, amelyek a helyi veszteségeket adják. A szerelvények áramvonalas kialakításával a leválási veszteségek jelentősen csökkenthetők.

A helyi nyomásveszteség általános alakja:

$$p_h = \xi_h \cdot \rho \frac{v^2}{2} \quad [\text{Pa}],$$

ahol:

p_h – helyi nyomásveszteség [Pa],
 ξ_h – helyi veszteségtényező.

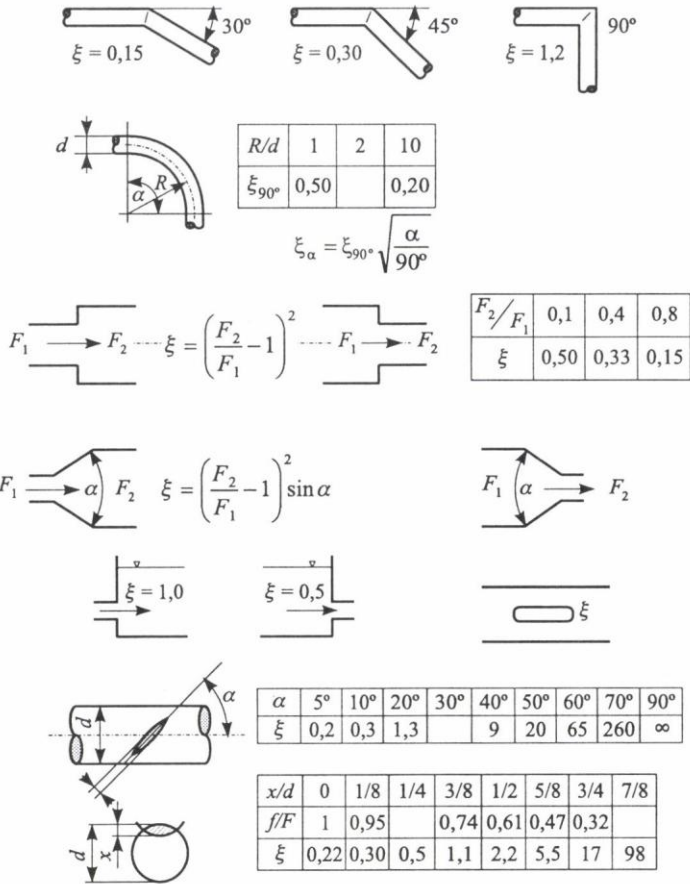
A legnagyobb veszteség a lábszelepnél lép fel. A lábszelep veszteségtényezője a következő:

- szűrőkosár nélkül: $\xi_l = 3\text{--}5$,
- szűrőkosárral: $\xi_{lk} = 4\text{--}7$,
- külön szűrőkosár: $\xi_k = 1\text{--}2$.

A fontosabb helyi veszteségtényezőket a 153. ábra mutatja.

9. táblázat. A csősúrlódási tényező (λ) értékei turbulens áramlás esetén

| A cső fajtája | A értékei | |
|---------------|--------------|-------------|
| | cső állapota | |
| | új | használt |
| Acél | 0,017 | 0,020–0,026 |
| Azbesztcement | 0,012–0,014 | 0,018–0,022 |
| Műanyag | 0,008–0,012 | 0,018–0,022 |



153. ábra. Helyi veszteségtényezők jellemző értékei

Az esőztető öntözőberendezés hidraulikai méretezésekor a csővezeték súrlódási vesztesége a mértékadó, ezért a helyi veszteségeket annak 5–10%-ának arányában lehet felvenni (BERTÓK, 1979; SZALAI, 1989).

Vízadagoló elemek

A vízadagoló elemek feladata, hogy a vizet – az öntözésminőségi követelmények betartásával – a talajra és a növényzetre juttassák.

Csoportosításuk:

- mikrovíz-adagoló elemek,
- szórófejek,

– csepegtetőtestek.

A vízadagoló elemek jellemzői

Nyomás (p) közvetlen a vízadagoló elem előtt mérve [Pa, bar],

A **vízadagoló elem térfogatárama** (q) a vízadagoló elem nyílásain időegység alatt kifolyt vízmennyiség [dm^3/min , dm^3/s], A vízadagoló elem térfogatáramának meghatározására az alábbi összefüggés használható fel:

$$q = 2,1\mu \cdot (d_1^2 + d_2^2) \cdot \sqrt{p}, \quad [\text{dm}^3/\text{min}],$$

ahol:

- q – a vízadagoló elem térfogatárama [dm^3/min],
- d_1, d_2 – a kifolyónyílás belső átmérője [mm],
- p – a vízadagoló elem üzemi nyomása [MPa],
- μ – a vízadagoló elem vízhozamtényezője (értéke szórófejnél $\mu_{sz} = 0,9-0,96$, kifolyónyílásnál $\mu_{ki} = 0,4-0,9$).

A térfogatáram szerint a vízadagoló elemek lehetnek:

- igen kis $q = 1-10 \text{ dm}^3/\text{min}$,
- kis $q = 10-100 \text{ dm}^3/\text{min}$,
- közepes $q = 100-600 \text{ dm}^3/\text{min}$,
- nagy $q > 600 \text{ dm}^3/\text{min}$ térfogatáramúak.

A vízadagoló elemek között a szórófej különleges jellemzőkkel rendelkezik.

A szórófej a vizet vízszugárra alakítja, irányítja és szétporlasztja. A szórófej által kialakított vízszugarat a nehézségi erő, a levegő ellenállása és a turbulens mozgás következtében fellépő erők bontják szét cseppekre. A szórófejjel szemben további követelmény, hogy a csapadékot megfelelő intenzitással és cseppnagysággal adagolja ki a területre, ezért a további jellemzők:

Szórási sugár (R) az egy állásból öntözött terület középpontja és a nedvesített terület legtávolabbi pontja között mért távolság [m]. A hasznos szórási sugár az a szórófejtől mért távolság, ahol a kiöntözött csapadék átlagos értékének a fele még mérhető.

Szórófej körülfordulási ideje (n) általában 1–10 min/ford.

Intenzitás (i) az a mm-ben kifejezett vízborítás, amelyet a szórófej az általa uralt területre időegység alatt kibocsát [mm/h], A szórófej intenzitása:

$$i = \frac{60 q}{l \cdot m} \quad [\text{mm}/\text{h}],$$

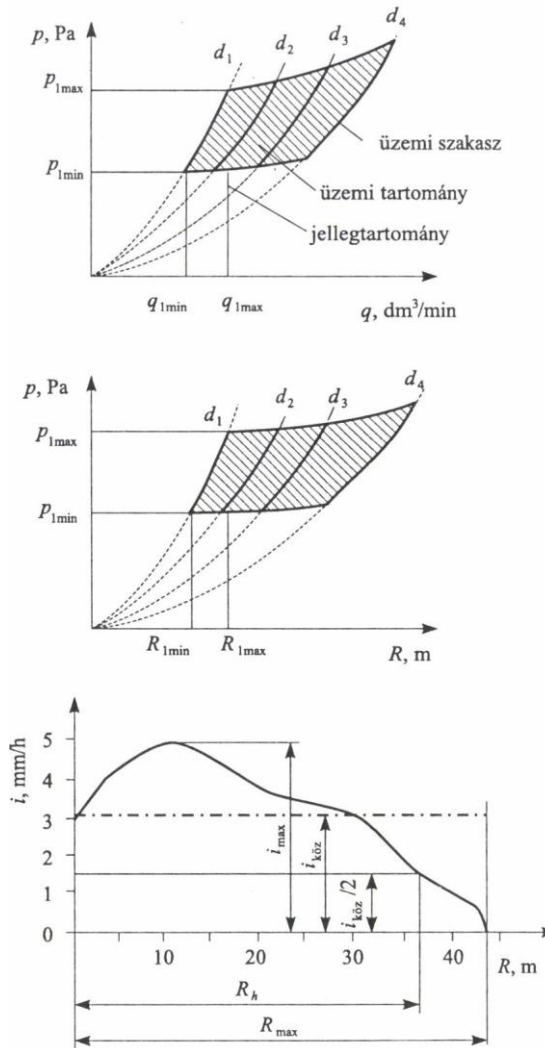
ahol:

- i – a szórófej átlagos intenzitása [mm/h],
- q – szórófej térfogatárama [dm^3/min],

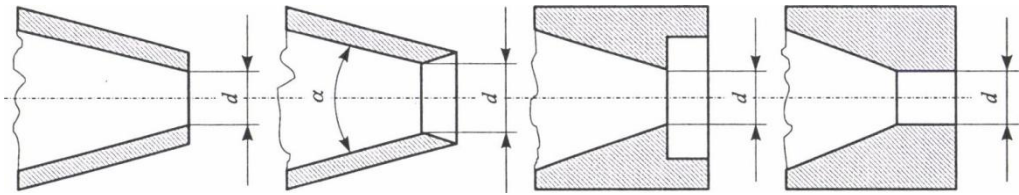
m – a szárnyvezeték-állások osztástávolsága [m],

l – a szórófejek osztástávolsága [m].

A vízadagoló elemek jellemzői közötti összefüggést jelleggörbéi fejezik ki (154. ábra).



154. ábra. Szórófej-jelleggörbék



155. ábra. Fúvókakialakítások

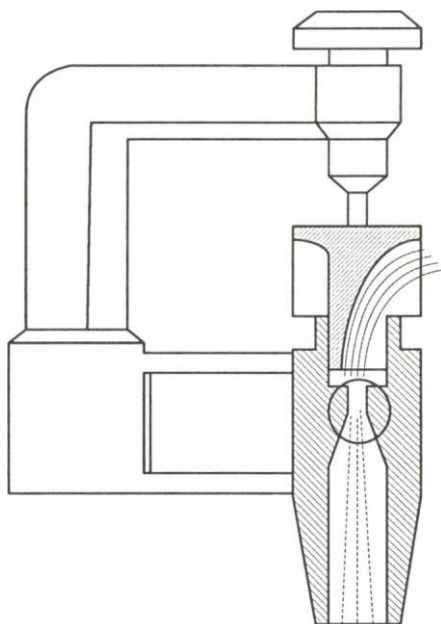
A fúvókák kialakítása

A sugáralakítás szempontjából a szórófej legfontosabb szerkezeti része a fúvóka. A fúvóka alakja, a kúpszög (α) és a kilépési él kialakítása döntően befolyásolja az öntözés minőségi jellemzőit. A gyakorlatban a kör keresztmetszetű fúvókák terjedtek el (155. ábra). A hosszú, kis kúpszögű fúvóka tömör sugarat lövell ki, míg a rövid, nagy kúpszögű fúvóka vízszalakra bontja a sugarat. A vízszugár porlasztását a fúvóka elé felszerelt különböző sugárzavarók vagy a hosszirányban felhasított fúvóka végzi. A fúvóka kúpszöge 0 és 180° között változhat, azonban az optimális kúpszög 15–20° között van.

Mikrovíz-adagoló elemek

Mikrojet vízadagoló elemekből a víz két vagy több nyíláson keresztül sugár formában lép ki. A nyílás kialakításától függően a sugár cseppekre bomlik vagy sugárként jut a növényzethez. Szerkezete két részből, a furatos törzsből – amely az elem víztérfogatáramát határozza meg – és a felette elhelyezett vízelosztást végző testből áll.

A mikrospray vízadagoló elemeknél a törzs és az ütköző egy darabból készül. A nyíláson kiáramló vízszugár sima vagy bordázott kúpnak ütközik. A vízadagoló elemek hatásterülete a körcikkétől a teljes körig terjedhet.



156. ábra. Mikroszórófejes vízadagoló elem

Mikroszórófejes vízadagoló elemekből kalibrált és cserélhető nyíláson kilépő vízszugart valamilyen sugárbontó folyamatosan vagy szakaszosan bontja. A folyamatosan működő sugárbontókat a kilépő víz működteti és a szórófej áll (156. ábra). A sugárbontó kialakítása nagymértékben megszabja a vízadagoló elem cseppképzését és minőségi paramétereit. A szórófejre különböző porlasztó (párásító) vagy esőztető betétek helyezhetők el.

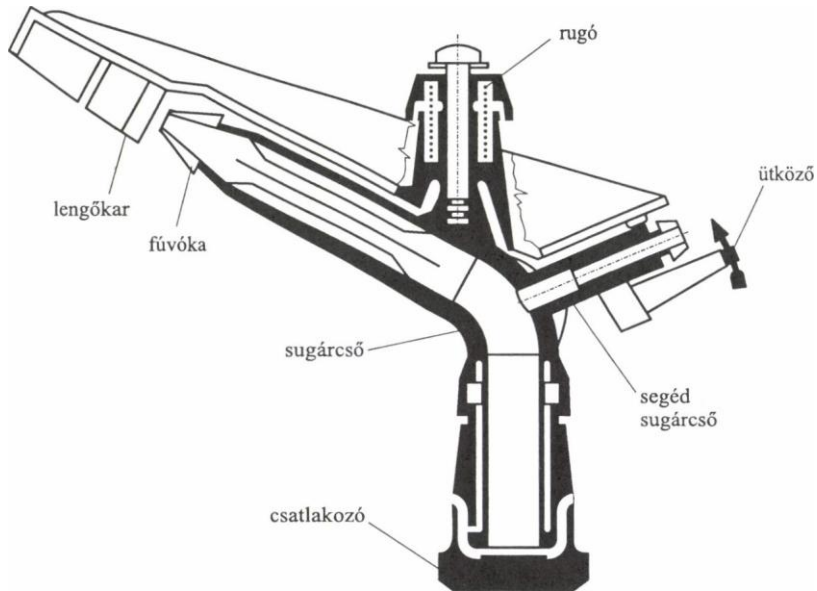
Szórófejek

A szerkezeti kialakítást tekintve álló és forgó szórófejek ismeretesek.

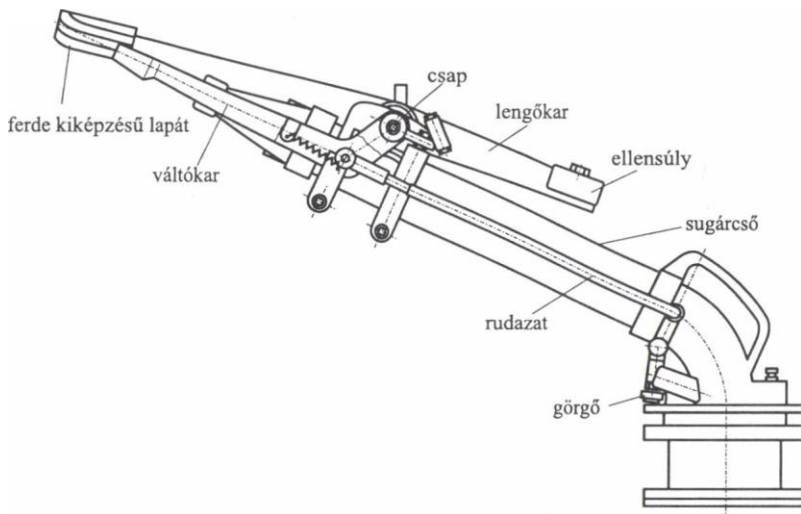
A forgó rendszerű szórófejek alsó része csavarmenttel vagy bajonettzárral csatlakoztatható a felszálló vezetékre. A csapágyazott felső részben a sugárcső, a fűvóka és a hajtószerkezet található (157. ábra).

A vízszintes lengőkaros hajtószerkezet egyik vége lapátkiképzésű, amely a sugárcsőből kiáramló vízszugárnak ütközik. A vízszugár a lengőkart egy tekercsrugó ellenében oldalt kitéríti, majd az előfeszített rugó azt a sugárcsővön lévő ütközőig visszalendíti. Az ütközés következtében a szórófej kismértékben elfordul.

A kis térfogatú szórófejek egy, míg a közepes térfogatú szórófejek általában két sugárcsővel, fűvókáikkal cserélhetők. A sugárcső vízszintessel bezárt hajlásszöge 24–32°. Hígtárgya- és fák alatti öntözésnél a hajlásszög 7–21° között változhat. Egyes szórófejeket szektorbeállító szerkezettel is ellátnak.



157. ábra. Közepes térfogatárámú szórófej



158. ábra. Nagy teljesítményű szórófej

A nagy térfogatárámú szórófejek meghajtását általában függőleges síkban mozgó lengőkar végzi. A vízszög ütközésének hatására a ferde lapátos lengőkar lefelé mozdul, egyben a lengőkaron ébredő reakcióerő a szórófejet kismértékben elfordítja. A szórófej legtöbbször szektorosan üzemel, a sugárcsövet szélső helyzetbe a szektorváltó által vezérelt váltókar téríti vissza (158. ábra).

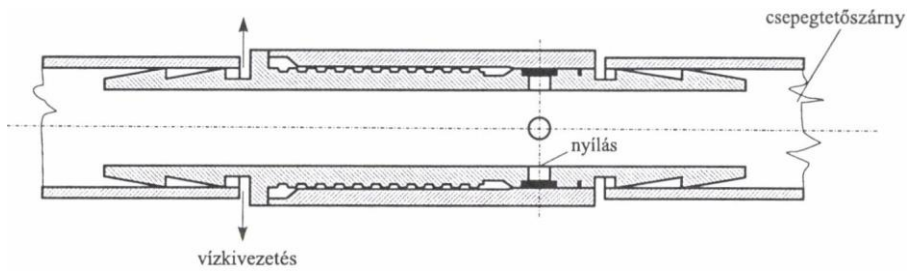
Csepegtetőtestek

A csepegtetőtestek elhelyezése a szárnyvezetéken kívül és a szárnyvezetékben illesztett formában történhet. Az adagolónyílások száma szerint a csepegtetőtest lehet egy- vagy többnyílású. Az öntözővizet átvezető szakasz formája alapján megkülönböztethető furatos, járatos, nyomáskiegyenlítő és öntisztító csepegtetőtest. A csepegtetőtest térfogatáramát alapvetően befolyásolja az átfolyási szakasz keresztmetszete, hossza, alakja, az érdesség következtében beálló súrlódási vesztesége, valamint a belépőnyílásnál fellépő nyomás nagysága. A csepegtetőtest azonos térfogatáramát az átfolyási keresztmetszet vagy az átfolyási hossz változtatásával lehet szabályozni.

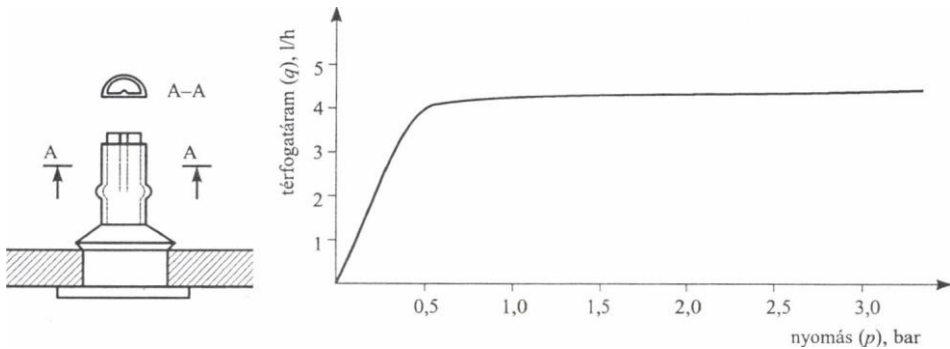
A furatos csepegtetőtesteket a szárnyvezeték palástján készített furatokba helyezik el.

A gyakorlatban különböző átmérőjű kifolyónyílással tervezik és különböző színben gyártják a vízadagoló betéteket. Így az öntözőberendezések különböző pontjain érvényesülő nyomásokhoz azonos típusú, de különböző átmérőjű csepegtetőtesteket építenek be.

A járatos csepegtetőtestek lehetnek a csővezetéken kívül vagy belül szereltek. A kívül szerelt kapilláriscsövek és spirálcövek térfogatárama a csepegtetőtest hosszának változtatásával szabályozható.



159. ábra. Járatos csepegtető test



160. ábra. Nyomáskiegyenlítő csepegtetőtest és térfogatáram-nyomás görbéje

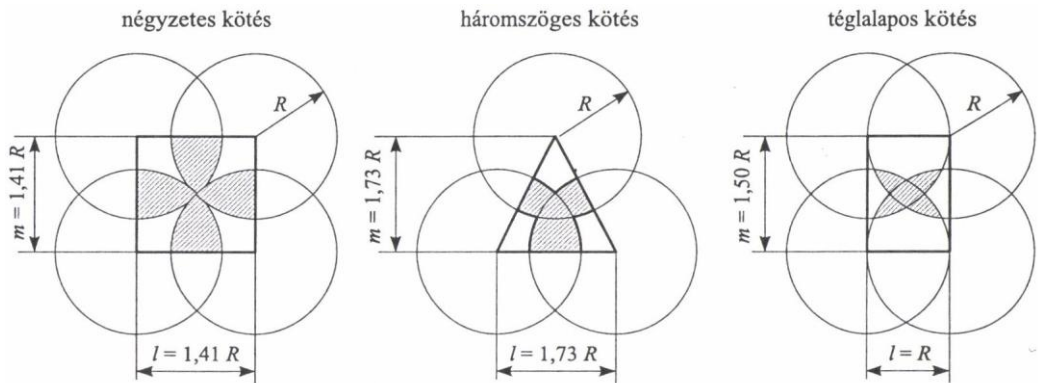
A szárnyvezetékbe illeszthető hosszú járatos csepegtetőtesteket a kiömlőnyílás előtt építik be a szárnyvezetékbe annak megfelelő feldarabolásával. Labirint és spirál formájú járatos csepegtetőtestek ismeretesek (159. ábra). A csepegtetőtestek kiszerezhetők és tisztíthatók.

A **nyomás kiegyenlítő csepegtetőtestek** átfolyási szakaszának keresztmetszete az eltérő nyomásértékekhez alkalmazkodva változik (160. ábra). Az átfolyási keresztmetszetet rugalmas műanyag hüvellyel borítják, amely a nyomásváltozás függvényében szűkíti vagy bővíti az átfolyási keresztmetszetet, ezzel biztosítva az állandó térfogatáramot (BALOGH–GERGELY, 1988).

Az **öntisztító csepegtetőtesteket** úgy tervezik, hogy a szárnyvezetékben fellépő hirtelen nyomásváltozás megnöveli az átfolyási keresztmetszetet, amelyet egy rugalmas műanyag hüvely vagy rugó hoz létre. A megnövekedett nyíláson keresztül az eltömődést okozó anyag elmozdul és a kiömlő víz kimossa.

A szórófejek elhelyezése

A szórófej, illetve a szórófejállások elrendezése, egymáshoz viszonyított helyzete a **szórófejkötés**. Az elterjedt szórófej-elhelyezési módok a négyzetes, a háromszöges és a téglalapos kötés (161. ábra).



161. ábra. Szórófejkötési módok

6.3. Az öntözőgépek főbb típusai

Esőztető öntözőberendezések

Az építési formájuk szerint lehetnek hordozható, félstabil és stabil esőztető öntözőberendezések.

A hordozható kivitelek összes szerkezeti egysége az öntözés után szétszerelhető és új

szivattyú és nyomóoldali állásba szállítható. Fontosabb részei a belső égésű motorral hajtott szivattyú, a fő- és kézi vagy gépi áttelepítésű szárnyvezetékek.

A félstabil esőztető öntözőberendezés nagyobb 100–1000 ha terület öntözésére szolgál. Állandó jelleggel beépített részei a szivattyútelep, és a felszín alá épített azbeszt vagy műanyag fő-, valamint mellékvezetékek. A hidrások, amelyekhez mobil kézi vagy gépi áttelepítésű szárnyvezetékek kapcsolódnak, a talaj felszíne felé vezetik az öntözővizet.

A stabil esőztető öntözőberendezéseknél a felszín alatti csőhálózat és hidrások olyan sűrű hálózatot alkotnak, hogy a szórófejek a teljes területet áttelepítés nélkül beöntözik. A szórófejek talajfelszín alatt helyezkednek el és öntözéskor a víz nyomásának hatására kerülnek a talajfelszín fölé. Ez az öntözési eljárás teljesen automatizálható.

Esőztető szárnyvezetékek

Az esőztető szárny vezeték olyan egy vagy több szórófejjel felszerelt öntöző csővezeték, amely meghatározott szélességű és hosszúságú terület minőségi öntözését biztosítja. A szárnyvezetékek fontosabb jellemzői:

- a csőtagok belső átmérője és a csővezeték hossza,
- a szórófejek száma és osztástávolsága,
- a hasznosan beöntözött terület szélessége és hossza,
- a szárnyvezetékben áramló víz térfogatárama és átlagos intenzitása,
- az üzemeltetési és az áttelepítési idő nagysága és aránya (DOBOS–FEKETE, 1972).

Alapvető követelmény, hogy a szárnyvezetékre felszerelt első és utolsó vízadagoló elem térfogatáram-különbsége 20% alatt legyen.

A szárnyvezetékek áttelepítése történhet kézi erővel vagy gépi úton. A gépi áttelepítésű szárny vezeték lehetnek:

- gördülő,
- csévélhető,
- frontálisan haladó kivitelek.

Üzemelési módjuk alapján megkülönböztethetők helyben és járva üzemelő esőztető szárnyvezetékek.

A szórófejek száma és elhelyezése szerint lehetnek:

- sorszórófejes,
- egy szórófejes és
- szórókonzolos szárnyvezetékek.

Hordozható esőztető öntözőberendezések

Az öntözendő terület általában több szivattyúállásból öntözhető meg. Egy szivattyúállásból legkedvezőbbben öntözhető terület alakja az a derékszögű négyszög, amelynek hosszabb oldala nem haladja meg a rövidebb oldal kétszeresét. A vízforráson elhelyezett szivattyúállás helyétől, valamint a fő- és szárnyvezetékek egymáshoz viszonyított helyzetétől függően fésűs, ágas és a kettő kombinációja alakult ki.

Fésűs elrendezésű nyomóoldalnál a szivattyúállás a téglalap hosszabb oldalának közepén helyezkedik el és a fővezeték elhelyezése párhuzamos a csatornával.

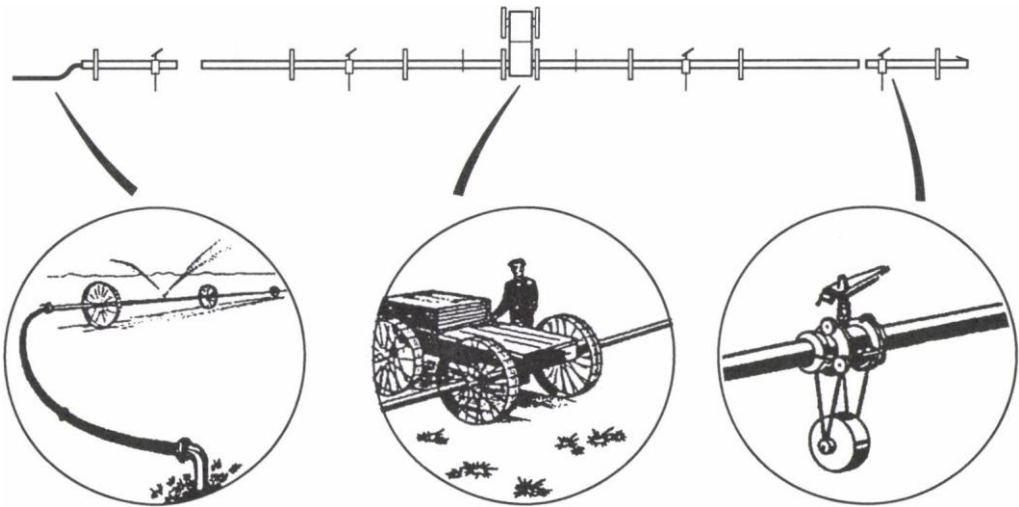
Ágas elrendezésű nyomóoldalnál a szivattyúállás a téglalap rövidebb oldalának közepén helyezkedik el és a fővezeték merőleges a csatornára.

A nagyméretű táblák öntözésekor a területet olyan egyenlő nagyságú álló vagy fekvő téglalap alakú területre kell bontani, amelyek azonos nyomóoldallal lefedhetők. A terület nagyságát vagy a szivattyú kapacitását úgy kell megválasztani, hogy a nyomóoldalt 4–6 naponként keljen áttelepíteni. A fővezeték elhelyezését az esésvonal, a szárnyvezetéseket a rétegvonal irányába kell tervezni.

A szárnyvezetékállások távolsága (m) függ: a szórófej szórási sugarától és a szórófejek kötési módjától. A nyomóoldal hossza a szárnyvezetékállások távolságának egész számú többszöröse legyen.

Gördülő esőztető szárnyvezetékek

Gördülő szárnyvezetékeknek nevezzük azokat az esőztető szárnyvezetéseket, amelyek csővezetékét kerekék támasztják alá és áttelepítés közben haladási irányuk a csővezetékre merőleges. Alacsony és magas kultúrák öntözésére alkalmas gördülő esőztető szárnyvezetékek különböztethetők meg. Az előzőeknél az öntözőcsövek legfeljebb 1,0–1,2 m, az utóbbiaknál pedig minimálisan 2–3 m magasságban helyezkednek el.



162. ábra. Gördülő szárnyvezeték

A gördülő szárnyvezeték csövei horgonyzott acélból vagy alumíniumból készülnek és karimásán illeszkednek egymáshoz. A szárnyvezeték hossza 200–400 m, és a hidránszhoz hajlékony csővezetékkel csatlakoztatják. A kerekék átmérője 1,2–1,9 m, könnyített szerkezetűek és kapaszkodókkal vannak ellátva (162. ábra).

A szárnyvezeték hajtómotorja a csővezeték közepén, két támkerékkel alátámasztott

vázszerkezeten helyezkedik el. A motor fogaskerék és lánchajtás segítségével forgatja a kerekekkel alátámasztott öntözőcsövet.

A magas kultúrák öntözésére a csővezeték A alakú árbocokra helyezik és az árbocokat alulról két kerék támasztja meg. A kerekeket a gördülő vezeték középső árbocára szerelt benzinmotor hajtja torziós tengely és lánchajtás segítségével. A támasztókerekek 90°-kal elfordíthatók a hosszirányú átvontatás céljából. A csővezeték víztelenítése gumiszelepekkel történik.

Csévélhető esőztető szárnyvezetékek

A szárnyvezetékkel szemben támasztott követelmények:

- a szórófej sugárcsöve, a szélhatás csökkentése céljából, a vízszintestől 22–24°-os legyen,
- a szórófej sektorszögének beállítása 210–230°,
- a tömlőbehúzás sebessége a különböző növények vízadagjához állítható, a beállított sebesség állandó legyen,
- az öntözés befejezésekor a szórófej bevontatásának leállítása automatikusan történjen.

A dobzállító kocsi többsége kettős alvázú, amelynek következtében a rászerelt dob az alsó alvázhoz viszonyítva elfordítható. A két váz golyóskoszorúval kapcsolódik egymáshoz. A dob az adott átmérőjű és hosszúságú alaktartó polietilén öntözőcső felcsévélésére szolgál. Az üreges dob tengelyt a hidránszal gyorskapcsolású hajlékony tömlő köti össze. Az öntözőcső végére kerek vagy csúszószerű szórófej állványt, vagy szórókonzolt helyeznek el.

A használatos szárnyvezetékek csővezetékeinek külső átmérője 32–140 mm között, hossza 150–500 m között változik. A csévélődob, az alváz és a meghajtó szerkezet méretét a csővezeték átmérője, hossza és hajlíthatósága szabja meg. A polietilén tömlők hajlítási modulusa (m) 16–21, amely a csévélődob belső (D) és a csővezeték külső átmérőjének (d) viszonyát fejezi ki ($m = D/d$). A csévélődob szélességét a csővezeték átmérője és hossza határozza meg. A kerek alváz stabilitása érdekében a dobon 3–4 csévesor helyezhető el (BERTÓK, 1995).

A szórófejállvány bevontatási sebessége a következő összefüggéssel számítható:

$$v = \frac{3600 \cdot Q}{B \cdot h} \quad [\text{km/h}],$$

ahol:

- v – a szórófej állvány bevontatási sebessége [m/h],
- Q – a szárnyvezeték térfogatárama [m^3/s],
- B – a szórófej vagy konzol hasznos munkaszélessége [m],
- h – a vízadag nagysága [mm],

A csővezeték becsévézése folyamán csökken a vonóerőigény, aminek következtében növekszik a becsévézési sebesség, ezért fordulatszám-tartó turbina alkalmazása szükséges.

A csévélődob meghajtása történhet:

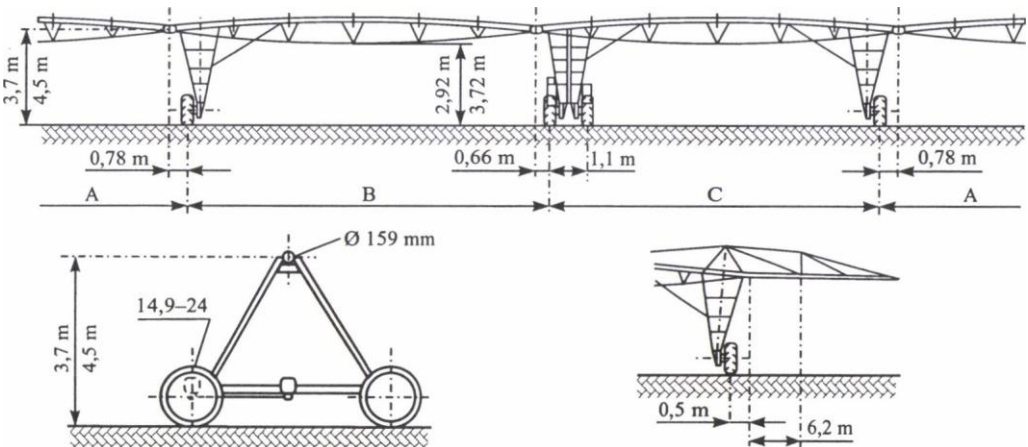
- Soros (főáramkörű) turbinával. A turbina a szárnyvezeték nyomásigényét 0,5–1,5 bar-ral megnöveli. A becsevelés sebessége, illetve a turbina fordulatszáma a turbinát megkerülő vezetékben átfolyó térfogatáram mennyiségének szabályozásával oldható meg.
- Párhuzamos (mellékáramkörű) meghajtásnál dugattyús vagy membrános hidromotorral, ahonnan a kikerült öntözővizet a hidráns közelében kiöntözik.

Az erőátvitel változtatható áttételből, lassító csigahajtásból, kormos tengelykapcsolóból, fékből és láncátételből áll.

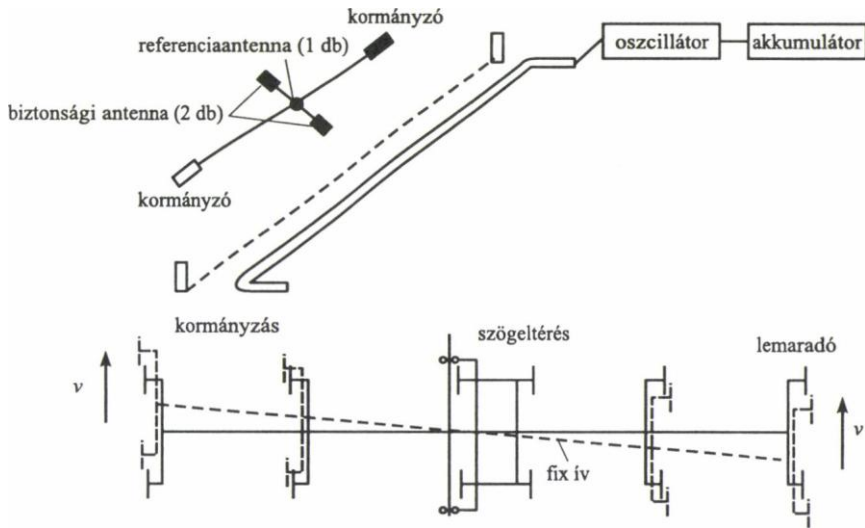
Lineár esőztető öntözőberendezés

A frontálisan haladó esőztető szárnyvezeték jellemzője, hogy folyamatosan a csővezetékre merőlegesen haladva öntöz. A szárnyvezetékcsöveket két kerékkal alátámasztott A alakú árbcokra helyezik el (163. ábra).

A csővezeték anyaga acél, az egyes csőtagok peremes kötéssel csatlakoznak egymáshoz. Az összeszerelt csőszakaszt előfeszített térbeli rácsos acélszerkezet merevíti. Az öntözőberendezések végére zárókonzolt helyeznek el. Az árbcokon helyezik el az egyes tagok mozgatását végző hajtási rendszer elemeit: a villamos motort, az erőátviteli tengelyeket, rudazatokat, hajtóműveket, járószerkezetet. A csővezeték kötése a támaszközök csatlakozásánál rugalmas, kivéve a központi járótaghoz tartozó fix támaszközt, amelyre a szivattyút, az áramfejlesztőt, a meghajtó motort és a kiegészítő berendezést helyezik el. Az áramfejlesztő termeli a járótagok villamosmotorjainak tápfeszültségét és biztosítja az automatika és a jelzőrendszer működtetéséhez szükséges energiát.



163. ábra. Lineár esőztető öntözőberendezés



164. ábra. Sodronyköteles és indukciós irányítás

A vizet a tábla hosszában kiemelt öntözőcsatornából vagy az öntöző tábla hossz tengelyében lefektetett felszín alatti csőhálózat hidrantsairól nyerik (SZENDRŐ, 1993).

A szárnyvezetékek, illetve berendezések telepítéséhez sík, felszíni akadályoktól mentes téglalap alakú tábla szükséges. Az egy menetben kiadható vízborítás nagysága a gép haladási sebességével szabályozható.

A lineár esőztető öntözőberendezés irányítására, egyenesben tartására felszín feletti sodronyköteles vagy indukciós megvezetés szolgál (164. ábra).

A sodronykötél az öntözőcsatornával vagy hidrantsorral párhuzamosan futó föld feletti kábel, amelyet a középső tag érzékelői átfognak. Ha a rendszer letér a pályáról, a kar elmozdulása kormányzást kér a megfelelő irányba. Amennyiben nem történik reagálás, a kar kellő kitérés után megszakítja az áramkört és leállítja a teljes rendszert.

Az **indukciós irányítórendszer**nél a kábelt a talajfelszín alatt egy oszcillátordobozhoz kapcsolják. A kábel felett a csővezetékre erősített öt antenna található, amely közül a referenciaantenna a huzal fölött a kábel jelét figyeli. Ha az azonos síkban lévő két kormányzó antenna jeladó kábeltől jobbra vagy balra eltér – a referenciaantenna fázisán belül vagy azon kívül esik –, a huzalra történő visszakormányzásra kényszeríti a rendszert. A két biztonsági antenna valamelyike áthalad a kábel felett, a biztonsági áramkör megszakad és a rendszer leáll.

Az esőztető öntözőberendezések tervezése

A tervezés kiindulása történhet az öntöző terület nagyságából vagy a rendelkezésre álló szivattyú kapacitásából.

Az öntözhető terület nagysága:

$$A = \frac{60 \cdot Q \cdot T \cdot t_{\bar{u}}}{10\,000 \cdot h} \quad [\text{ha}].$$

Öntözővízsugár-igény (szivattyú térfogatárama):

$$Q = \frac{10\,000 \cdot A \cdot h}{60 \cdot T \cdot t_{\bar{u}}} \quad [\text{dm}^3/\text{min}],$$

ahol:

A – öntözhető terület nagysága [ha],

Q – a szivattyú térfogatárama [dm^3/min],

T – öntözési forduló [nap],

$t_{\bar{u}}$ – napi üzemidő [h],

h – egyszeri vízádag [mm].

Egy fővezetékállásból öntözhető terület nagysága:

$$A_f = \frac{60 \cdot Q \cdot T_e \cdot t_{\bar{u}}}{10\,000 \cdot h} \quad [\text{ha}],$$

ahol:

A_f – egy fővezetékállásból öntözhető terület nagysága [ha],

T_e – a nyomóoldal területének beöntözési ideje (max. 6 nap) [nap].

Egy időben üzemelő szórófejek száma:

$$n = \frac{Q}{q} \quad [\text{db}],$$

ahol:

n – az egy időben üzemelő szórófejek száma [db],

q – egy szórófej térfogatárama [dm^3/min].

A szórófej kiválasztása jelleggörbék alapján az agrotechnikai igények figyelembevételével történik.

Szárnnyezeték térfogatárama:

$$Q_{sz} = \frac{Q}{N_{\bar{u}}} \quad \text{vagy} \quad Q_{sz} = n_{sz} \cdot q \quad [\text{dm}^3/\text{min}],$$

ahol:

Q_{sz} – szárnnyezeték térfogatárama [dm^3/min],

$N_{\bar{u}}$ – üzemelő szárnnyezeték száma [db],

n_{sz} – szárnnyezetékre szerelhető szórófejek száma [db].

A berendezés gazdaságos kialakítása:

$$n_{sz} = \sqrt{\frac{k_2 \cdot A_f \cdot 10^4}{2k_1 \cdot N \cdot l^2}} \quad [\text{db}],$$

ahol:

- n_{sz} – egy szárny vezetékre szerelhető szórófej szám [db],
 - k_2, k_1 – 1,25 a fő és szárnyvezeték egységköltségének hányadosa,
 - N – az üzemelő és tartalék szárnyvezeték száma [db],
 - l – a szórófejek szárnyvezeték menti osztástávolsága [m],
- A szárnyvezeték hossza (L_{sz}):

$$L_{sz} = (n_{sz} - 0,5) \cdot l \quad [\text{m}].$$

A fővezetékállásból öntözött terület szélessége (L_t) ágas telepítés esetén:

$$L_t = 2n_{sz} \cdot l \quad [\text{m}].$$

A fővezetékállás területének hosszúsága (L_f):

$$L_f = \frac{A_f \cdot 10^4}{L_t} \quad [\text{m}].$$

A szárnyvezetékállások száma (ágas telepítésnél):

$$N_{sza} = \frac{2L_f}{m} \quad [\text{db}],$$

ahol m a szárnyvezetékállások egymástól való távolsága [m].

Az esőztető öntözőberendezések hidraulikai méretezése

Üzemeltetés során a szárnyvezetékek helyzete a szivattyúhoz viszonyítva állandóan változik, melynek következtében a hidraulikai viszonyok is megváltoznak. Legnagyobb nyomásvesztés az ún. mértékadó helyzetben következik be, ezért az ellenőrzést erre a szárnyvezetékállásra és a szivattyútól a legtávolabbi szórófejre kell elvégezni.

A berendezés méretezése a szárnyvezeték hidraulikaméretezésével kezdődik. A méretezés képletekkel vagy számítógépre írt program segítségével történik. Az energiamérleg egyensúlyát a következő általános nyomásösszefüggéssel lehet meghatározni.

$$P_{sz} = P_s + P_p + P_d + P_{fv} + P_{szv} + P_h \quad [\text{Pa}],$$

ahol:

- P_{sz} – a szivattyú által szolgáltatott nyomás [Pa],
- P_s – a szivattyútól legtávolabbi lévő szórófej nyomásigénye [Pa],
- P_p – a szívott vízszint és a nyomóoldal legmagasabb pontján elhelyezett szórófej fúvókája közötti geodéziai szintkülönbséggel arányos potenciális nyomás [Pa],

- p_d – a csőben áramló víz dinamikus nyomása [Pa],
 p_{fv} – a fővezeték nyomásvesztése a szívott vízszinttől a legtávolabb leágazó szárnyvezetékig [Pa],
 p_{szv} – egy szárnyvezeték nyomásvesztése [Pa],
 p_h – a szerelvények nyomásvesztése [Pa].

Mikroöntöző berendezések

Mikroöntözésnek nevezzük azoknak az öntözési eljárásoknak az összességét, amelyek alacsony nyomás mellett igen kis intenzitással az öntözendő növényhez juttatják az öntözővizet.

A mikroöntözés jellemző sajátosságai:

- takarékos vízhasználat érvényesül, mivel igen kicsi a párolgási és szivárgási veszteség,
- kisebb az energiaigénye az esőtető öntözéshez viszonyítva,
- automatizálhatók (alig igényelnek emberi munkaerőt),
- a növény vízigénye pontosabban kielégíthető,
- lejtős terepen is alkalmazható,
- öntözésre csak tiszta (szűrt) víz használható (HORÁNSZKY et al, 1980).

Magyarországon elsősorban a csepegtető és a vízsugaras öntözés terjedt el. A csapadék kijuttatása között lényeges különbség van, azonban a berendezések szerkezeti felépítése hasonló (BALOGH–GERGELY, 1988). Alapvető szerkezeti részek a vízadagoló testek, a szárnyvezetékek, a vízszállítás és -szétosztás csőhálózata, a szivattyús gépegységek, a víztisztító készülékek.

Fontosabb járulékos részek a műtrágyaoldók és -adagolók, mérőműszerek, automatizálás eszközei.

A csőhálózat elrendezése

A csőhálózat méreteinek megválasztását a szárny-, osztó-, mellék- és fővezeték elrendezését meghatározza, hogy új ültetvényben vagy meglévőben kell-e kialakítani a csőhálózatot.

A csővezetékek elhelyezésével a következő fő elvek érvényesülnek:

- a szárnyvezetékek sorirányba telepítendőek a talaj felszínén vagy a talajfelszín felett, úgy hogy a gépi művelést ne akadályozzák,
- a szárnyvezetékeket lehetőleg a rétegvonal mentén telepítsük,
- a szárnyvezeték hosszát és átmérőjét az ültetvény sorhosszúsága határozza meg,
- a mellék- és fővezeték elrendezése az öntözendő terület nagyságától és a vízforrás helyétől függ, az elrendezés legyen egyszerű,
- a fővezetékét és a mellékvezetékét a terület legmagasabb pontjain, a szárnyvezetékeket a fő- és mellékvezeték mindkét oldalán helyezzünk el,
- az egyenletes nyomás biztosítására a csőhálózatban nyomásszabályozókat kell

elhelyezni,

- a fő- és mellékvezetékek csőátmérőit a megengedhető nyomásveszteség függvényében kell megválasztani.

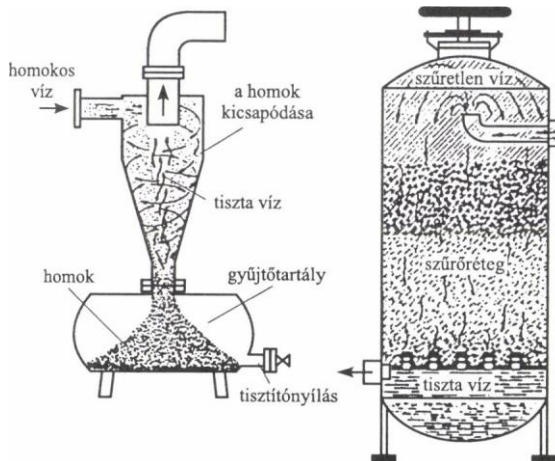
Víz kivételi mű a csatlakozóelemekkel

A mikroöntöző berendezés vízellátását általában kisnyomású centrifugálszivattyú biztosítja.

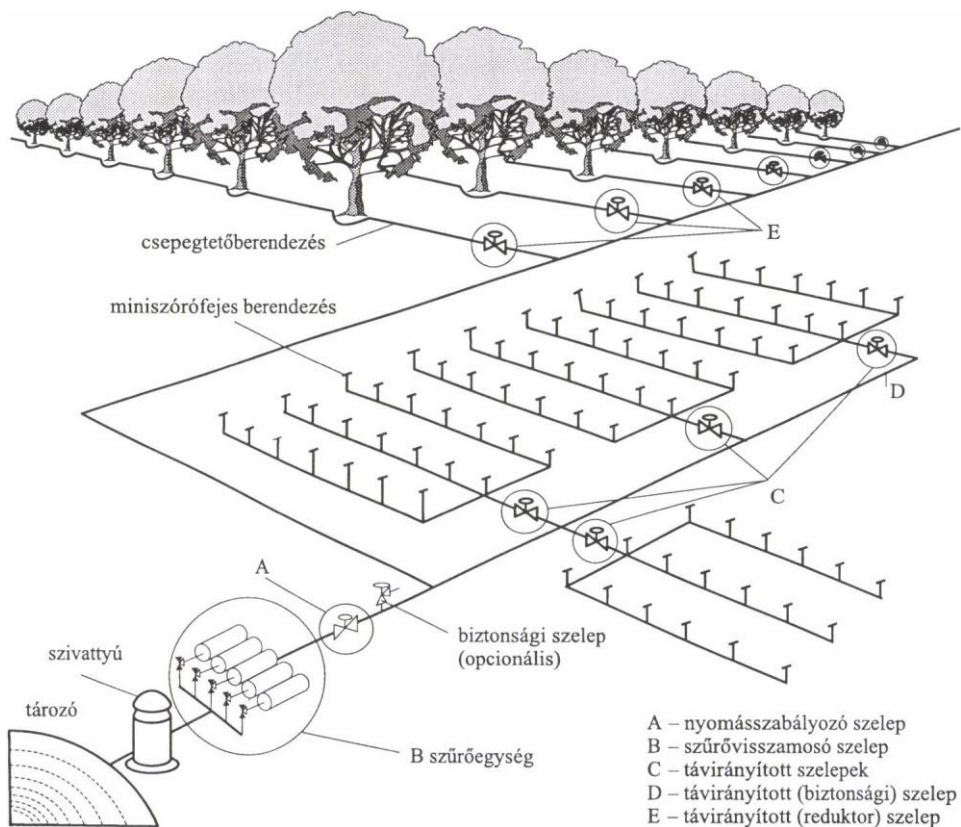
Nyomásigénye és térfogatárama számítással határozható meg. A vízkivételi mű nyomásigényét célszerű 10–30%-kal többre tervezni.

A fizikai víztisztításra ülepítőket (tartály, medence), szeparátorokat (centrifuga, örvényszeparátor), szűrőket (közegszűrő, szitaszűrő, korongszűrő, gyertyás szűrő) használnak (165. ábra).

A kémiai víztisztítást akkor alkalmazzák, ha az öntözővíz olyan oldott szennyezőanyagot tartalmaz (vas, mész stb.), amely levegőn kicsapódik és eltömíti a vízadagoló elemeket.



165. ábra. Homokleválasztó szeparátor és közegszűrő



166. ábra. Távezérelt mikroöntöző berendezés

A mikroöntöző berendezés automatizálása

Az öntisztító csepegtetőtesteknél a tisztítás automatikus. A szárnyvezetékek belépő nyomásának szabályozására nyomásszabályozó szelepek szolgálnak.

A vízelosztás automatikája a térfogatáram vagy az idő mérésének alapján működik, szelepek segítségével, amelyek számlálószerkezettel vannak összekötve (166. ábra).

7. Vető-, ültető- és palántázógépek

7.1. Vetőgépek

A vetőgépek feladata a vetőmag talajba juttatása, az előírt mélységre és tőtávra. A magvakat a csírázást és a kikelt növények kezdeti fejlődését elősegítő vetőágyba kell helyezni.

A vetés fő jellemzői: a kivetett magmennyiség, a sortáv, a tőtáv és a vetési mélység. A szükséges magmennyiséget kg/ha-ra, db/ha-ra vagy 1 folyóméter sorhosszra adják meg db/m-ben.

Néhány növény főbb vetési adatait a 10. táblázat tartalmazza.

10. táblázat. Néhány növény főbb vetési adatai

| Növény megnevezése | Vetési norma, 1000 db/ha | Sortáv, cm | Tőtáv, cm | Mélység, cm |
|--------------------|--------------------------|--------------|-----------|-------------|
| Kukorica | 50–80 | 70; 75; 76,2 | 20–30 | 5–7 |
| Cukorrépa | 100–200 | 45 | 6–16 | 3 |
| Búza | 4000–5000 | 12; 15,4 | 1,2–2 | 5–6 |
| Lucerna | 10 000–12 000 | 12 | 0,5–0,7 | 2–3 |
| Len | 25 000–30 000 | 12 | 0,2–0,3 | 2–3 |
| Napraforgó | 50–60 | 70; 75; 76,2 | 20–30 | 5–7 |

Valamennyi növény összes vetési követelményét nem lehet egyféle vetőgéppel kielégíteni, ezért többféle vetőgéptípust készítenek.

Ezek három nagy csoportba sorolhatók:

- sorvetőgépek vagy gabonavető gépek,
- szemenkénti vetőgépek,
- szóravető gépek.

Mindhárom változathoz tartozó gépek készülhetnek mechanikus vagy pneumatikus kivitelben.

A **sorvetető gépek**, más szóval a **gabonavető gépek** általában univerzálisak, ami azt jelenti, hogy a gabonaféléken kívül mindazok a növények vethetők velük, amelyek vetését az agronómia gabonasortávra vagy annak többszörösére írja elő.

A **szemenkénti vetőgépeket** a nagyobb sortávú kapásnövényeknél – kukorica, cukorrépa, szója stb. – alkalmazzák.

Szóravető gépek alkalmazására elsősorban apró magvak, fűfélék vetésénél kerül sor. Az utóbbi évtizedben a gabona szórva vetésére hazánkban röpitőtárcsás műtrágyaszóró

gépet alakítottak át. A gabona szórva vetésére azonban csak olyan esetekben kerül sor, amikor a talaj nagyon kiszáradt és a hagyományos csúszó, illetve tárcsás csoroszlyák nem hatolnak be kellőképpen a talajba.

A vetőgépekkel szemben támasztott főbb követelmények

Valamennyi **vetőgépre általánosan** érvényesek a következők:

- a vetőgép ne törje a szemeket, a szemtörés értéke nem lehet több, mint 1–2%,
- a kivetett magmennyiség tág határok között gyorsan változtatható legyen,
- a kiadagolás nem függhet a magládában lévő mennyiségtől,
- a kivetett magmennyiség eltérése sík területen $\pm 3\%$, lejtőn $\pm 10\%$ között változhat,
- az egyes csoroszlyák által kivetett magmennyiség a középértéktől $\pm 5\%$ -kal térhet el,
- a gép mélységtartása megfelelő legyen: pl. gabonavető gépeknek a mag 90%-át a beállított mélység ± 2 cm-re kell kivetniük; cukorrépánál a beállított mélységtől ± 1 cm-re legyen,
- a szemenkénti vetőgépeknél általános követelmény, hogy a vetőszerkezet celláinak több mint 80%-a egy magot vessen; az üres cellák aránya 6% alatt legyen,
- a tőtávolság beállított elméleti értékétől cukorrépánál $\pm 1,5$ cm, nagyobb magvaknál $\pm 2,5$ cm eltérés engedhető meg,
- a vetőszerkezet hajtása útarányos legyen, ami biztosítja, hogy az 1 folyóméter sorhosszra kiadagolt magmennyiség független a haladási sebességtől.

Az útarányos hajtás alatt azt értjük, hogy a vetőszerkezet a vetőgépnek a talajon járó kerekéről kapja a hajtást. Ez a talajhajtású kerék lehet a vetőgép járókereke vagy – pl. szemenkénti vetőgépeknél – az egyes vetőelemek támasztókereke. Ezt a hajtást „szinkron” hajtásnak is nevezik. Az útarányos hajtás megvalósítható „szinkron kardántengellyel” is. Készülnek olyan traktorok, amelyeknek kardántengelye motorfordulattal arányos (540, 750, illetve 1000 1/min), illetve kerékarányos fordulatszámmal forog.

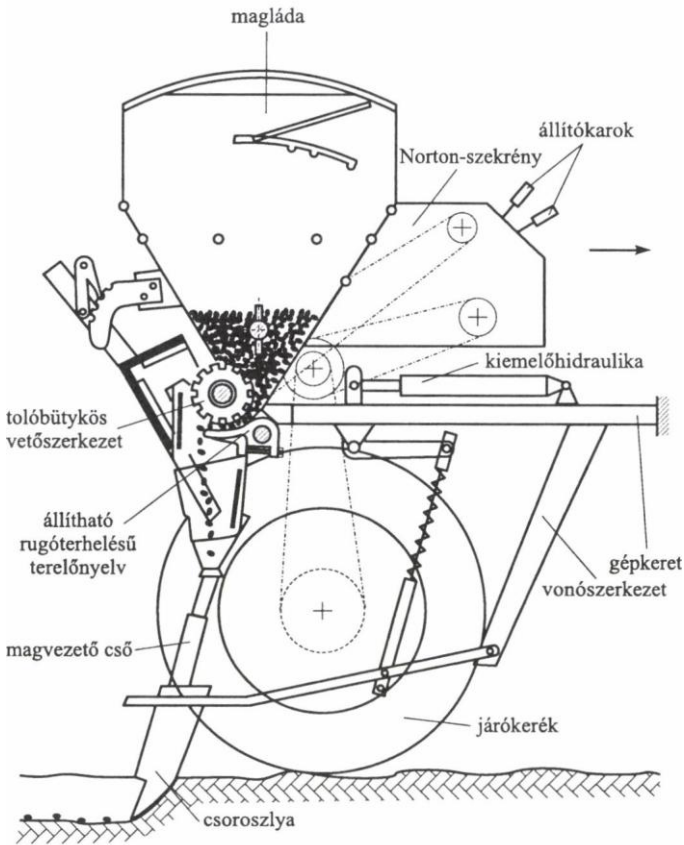
A sorbavető gépek felépítése

A vetés gépesítésének kezdetén kizárólag mechanikus vetőszerkezetű gépeket használtak. A magvak továbbítását levegővel végző pneumatikus gépek később alakultak ki. Ma mindkét változatot használják.

A **gabonavető gép általános felépítését** a 167. ábrán látható tolóbütykös rendszerű gép vázlatán mutatjuk be.

A magládában lévő magot a boltozódás megakadályozása céljából keverő mozgatja, miközben a mag a vetőszerkezethez kerül. A vetőszerkezet a kiadagolt magvakat a magvezető csövön és a csoroszlyán keresztül a talajba juttatja. A vetőszerkezet alatt rugóterhelésű terelőnyelv van, amely elmozdul, ha pl. kő kerül a vetőszerkezetbe. A lap és

a vetőszerkezet közötti hézagot a mag nagysága szerint kell beállítani. A terelőnyelvek egy központi karral állíthatók. A finom állítást vetőelemenként csavarral végzik. A magláda a terelőnyelveket felfogó tengely elfordításával üríthető.



167. ábra. A gabonavető gép általános felépítése (Saxonia-rendszer)

A csoroszlyák mélységtartását rugóterhelés biztosítja. Az ábrán látható tolóbütykös vetőszerkezetnél a magmennyiség a vetőelem fordulatszámával szabályozható. Az állítás a Norton-szekrényen levő karokkal végezhető. A beállítást vetőmagfajtánként a gépek kezelési utasítása tartalmazza.

A vetőgépek főbb szerkezeti elemei a következők: **magláda, vetőszerkezet, csoroszlya, járó- és hajtószerkezet, kiemelőszerkezet, gépkeret, nyomjelző**, kiegészítő részek.

A gabonavető gépek általában vontatott kivitelben készülnek. A kisebb munkaszélességű gépek függesztett kivitelűek. A nagy teljesítményű vetőgépek 28–32 csoroszlyával készülnek, munkaszélességük 12 cm-es sortáv esetén 3,5–4 m. Két-három gép összekapcsolásával a gépegység munkaszélessége 8–13 m-re növelhető. A szokásos

munkasebesség 8–12 km/h, a területteljesítmény 50–80 ha/10 h. 10 m-en felüli munkaszélesség esetén a vontatáshoz kb. 100 kW motorteljesítményű traktor szükséges.

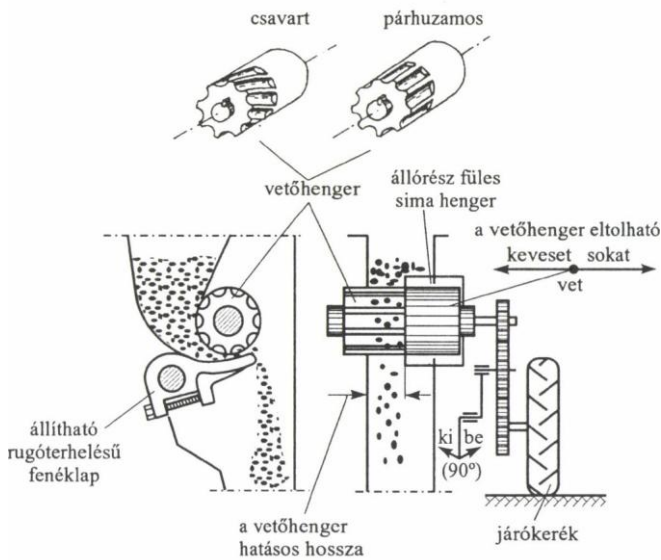
A sorbavető gépek vetőszerkezetei

Mechanikus vetőszerkezetek

A gépeken többféle vető (magadagoló) szerkezet alakult ki. A ma használt gabonavető gépeken a mechanikus vetőszerkezetek két fő típusa terjedt el: a **tolóhengeres** és a **tolóbütykös**. Régebbi gyártmányú gabonavető gépeken ezeken kívül alkalmazták még a merítőkanalas és a **merítővályús vetőszerkezetet** is.

Itt jegyezzük meg, hogy a pneumatikus gépeken a magadagolás részben ugyanazokkal a szerkezetekkel történik, mint a mechanikus gépeknél, azonban egyes pneumatikus géptípusokon az adagolást több csoroszlya részére egyetlen nagyméretű cellás kerék végzi.

A **tolóhengeres vetőszerkezet** (168. ábra) egy hornyos és egy sima hengerrészből áll.



168. ábra. A tolóhengeres vetőszerkezet működési vázlat

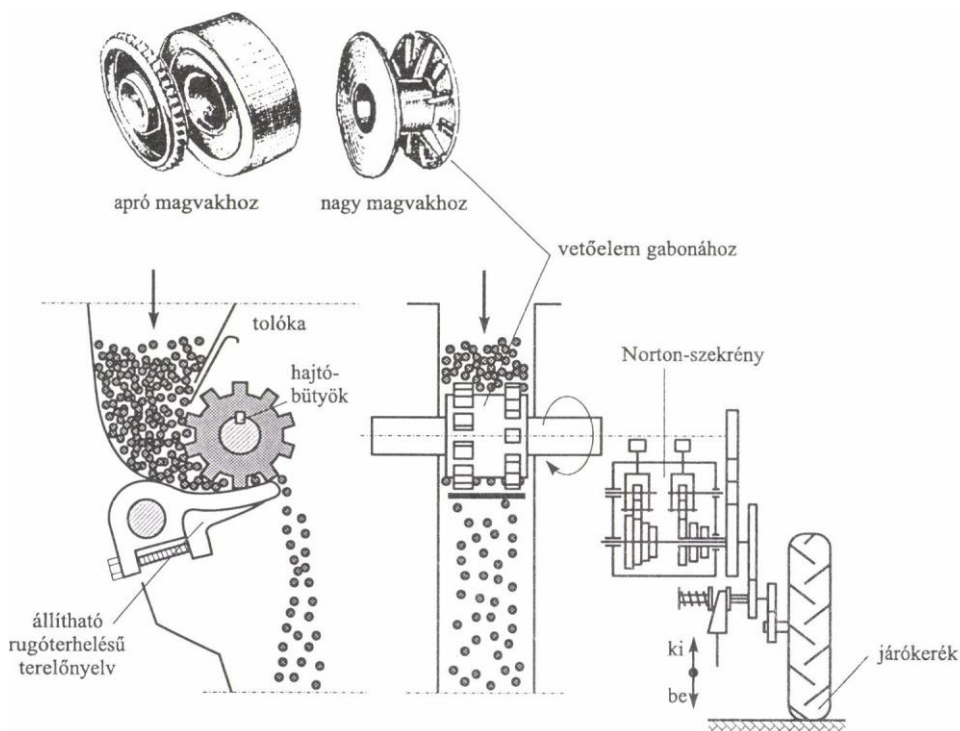
A magokat a hornyos vetőhenger veti ki. A magmennyiség a vetőhenger tengelyirányú eltolásával, a hatásos hossz változtatásával szabályozható. A támasztóbordás sima henger a vetőhengerrel együtt csúszik tengelyirányban, de a két támasztóbordája nem engedi a házban forogni. A vetőszerkezetet a járókerék hajtja. Mivel a vetőhenger tengelyirányú eltolásával nem lehet elég adagolási fokozatot biztosítani, ezért a hajtásáttelezés különböző nagyságú, cserélhető kerekekkel készül. Rendszerint háromféle cserekerék tartozik a tolóhengeres géphez. A vetőszerkezet hajtását a járókerékről kapja. A

csoroszlyák kiemelésekor a hajtásból egy könyökös tengely egy fogaskereket kiiktat (lásd az ábrát), s ezáltal megszűnik a vetőszerkezet hajtása.

A tolóhenger anyaga fém vagy műanyag.

A **tolóbütykös vetőszerkezet** működési vázlatát a 169. ábrán látható.

Az 1920-as évek óta ismert német találmányt Saxonia-rendszerű vetőszerkezetnek is nevezik. A gabonavető elem egy bütykös henger, amelyen fél osztással eltolva két bütyök sor van. Az eltolás célja az adagolás egyenletességének növelése. A vetőszerkezetet a járókerék hajtja többfokozatú Norton-szekrény közbeiktatásával. A hajtás a csoroszlyák kiemelésekor itt is megszűnik. A csoroszlyák kiemelésével egy időben egy ék elmozdul, és szétkapcsolja a hajtást átvivő rugóterhelésű kormos kapcsolót (lásd az ábrát). A kivetett vetőmag mennyisége a vetőtengely fordulatszámaival változtatható.



169. ábra. Tolóbütykös vetőszerkezet működési vázlatát

A tolóbütykös vetőgéphez apró, közepes, illetve nagy magvak vetésére háromféle vetőelem tartozhat (lásd az ábrát). A vetőelemek furatában a meghajtás miatt belül kiálló borda van, amely a horonnyal ellátott tengelyre ráhúzható. A vetőelemek cseréjénél a tengelyt kiemelik, lehúzzák róla és másikkal cserélik ki az elemeket.

Egyes géptípusokon nem kell az adagolóelemeket cserélni, mert a több részből álló elemek egyes részeinek reteszelésével, illetve oldásával igazodnak a különböző magvakhoz és magmennyiséghez.

A tolóbütykös vetőgépnél a vetőtengelyt sokféle fordulatszámmal kell tudni hajtani, ui. a géppel többféle magot, tág határok között mozgó dózissal kell kivetni. A sok fokozat

megvalósítására általában az esztergapadokon alkalmazott Norton-szekrény mintájára készült váltószekrényeket alkalmaznak. Egy Norton-szekrényvel általában $3 \times 8 = 24$ fokozat állítható elő, ami 2–3 – a szekrényen kívüli hajtásban lévő – cserekerékkel 48-ra, illetve 72-re növelhető.

A gépszerkesztők, ha lehet, elkerülik a meglehetősen drága Norton-szekrény alkalmazását. Ha nincs szükség túl sok fokozatra, akkor a hajtás cserekerékkel is megvalósítható.

A Norton-szekrényben a sebességfokozatok általában geometriai sort, egyes hajtóműveknél azonban számtani sort alkotnak a fokozatok.

A geometriai sort követő áttételekre felírható a következő összefüggés:

$$i_{\max} = i_{\min} q^{m-1} = i_{\min} M,$$

ahol:

q – a mértani sor kvóciense,

m – a fokozatok száma,

M – azt mutatja, hogy a legnagyobb fokozat hányszorosa a legkisebbnek:

$$q^{m-1} = M,$$

amelynek logaritmusát képezve:

$$(m-1)\lg q = \lg M, \quad \text{innen } m \lg q = \lg M + \lg q.$$

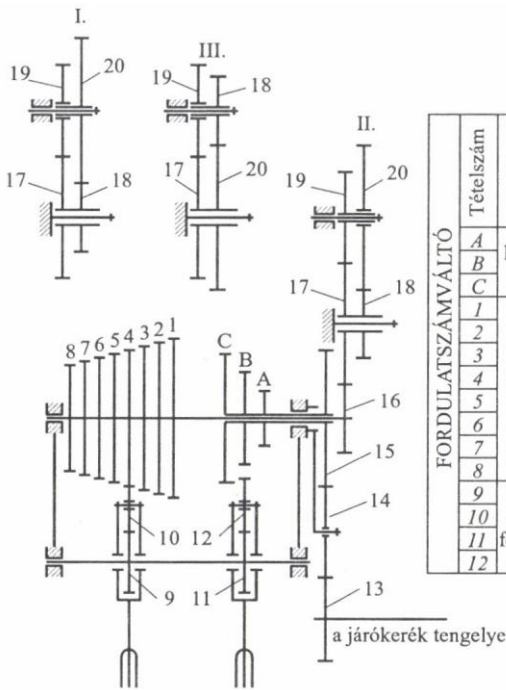
Ebből a fokozatok száma:

$$m = \frac{\lg M}{\lg q} + 1.$$

Gyakorlati megfontolások alapján az M és a q értékét egy limitált választékból szabadon veheti fel a szerkesztő. A meglévő gépeken $M = 40-80$, $q = 1,05-1,15$ között változik.

Például, ha $M = 72$, és mindegyik következő fokozat az előzőnél 13%-kal nagyobb, azaz $q = 1,13$, akkor a fokozatok száma:

$$m = \frac{\log 72}{\log 1,13} + 1 = \frac{1,875}{0,053} + 1 = 36.$$



| Tételszám | Megnevezés | Fogsám | Tételszám | Megnevezés | Fogsám |
|-----------|---------------------|--------|-----------|------------------------------|--------|
| | | | | | |
| A | háromfokozatú váltó | 16 | 13 | agyfogaskerék a járókerékhez | 22 |
| B | | 26 | 14 | kapcsolókerék | 24 |
| C | | 42 | 15 | hajtókerék a váltóhoz | 33 |
| 1 | nyolcfokozatú váltó | 42 | 16 | hajtókerék a váltókerekekhez | 16 |
| 2 | | 40 | 17 | váltókerekek | 31 |
| 3 | | 38 | 18 | | 13 |
| 4 | | 36 | 19 | | 24 |
| 5 | | 34 | 20 | | 42 |
| 6 | | 32 | | | |
| 7 | | 30 | | | |
| 8 | | 28 | | | |
| 9 | a | 15 | | | |
| 10 | váltókarok | 15 | | | |
| 11 | fogaskerekei | 15 | | | |
| 12 | | 18 | | | |

170. ábra. Gabonavető gép hajtásvázlata

Ilyen nagyszámú átmenet a 169. ábrán vázolt szerkezettel megvalósítható ($4 \times 9 = 36$). A cserekerék fogsámát úgy kell megválasztani, hogy a sebességek lehetőleg folyamatosan növekedjenek az 1–4 fokozatokban.

A gabonavető gép hajtásának egy változatát a 170. ábra szemlélteti.

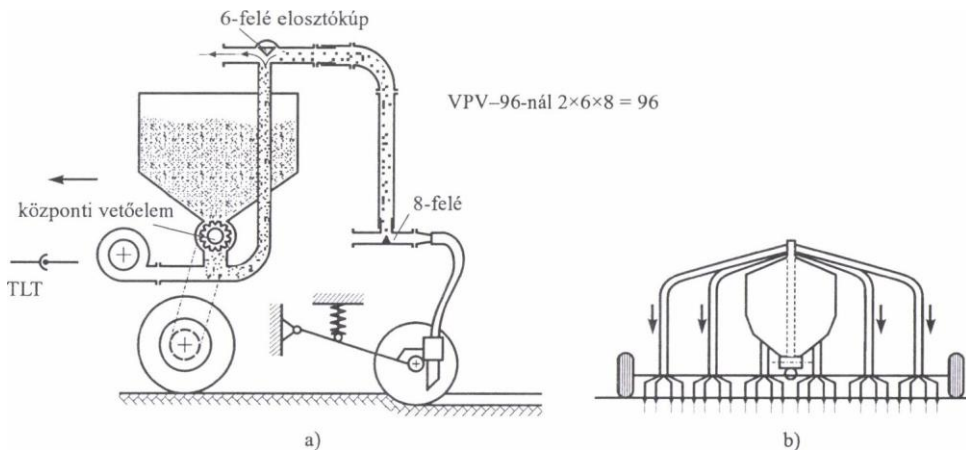
Az ábrán látható hajtásátétel a 3×8 fokozatú Norton-szekrényvel és a 3 cserekerékkel $3 \times 8 \times 3 = 72$ vetőtengely-fordulatszámot valósít meg.

Pneumatikus vetőszerkezetek

A pneumatikus vetőszerkezetnél a kiadagolt mag nem gravitációs úton, hanem légárammal fúvatva, hosszú, hajlékony műanyag csöveken keresztül kerül a talajba. Fő előnye, hogy egyetlen központi vetőszerkezettel több csoroszlya (24–48 db) is kiszolgálható, szemben a mechanikus vetőgépekkel, ahol minden csoroszlyához egy-egy magadagoló tartozik.

Az alkalmazott gépek két fő változatát a következőkben ismertetjük.

A **központi adagoló szerkezetű** pneumatikus gabonavető gépen (171. ábra) a járókerékről hajtott egy vagy két központi vetőszerkezet több csoroszlyát is ellát vetőmaggal.



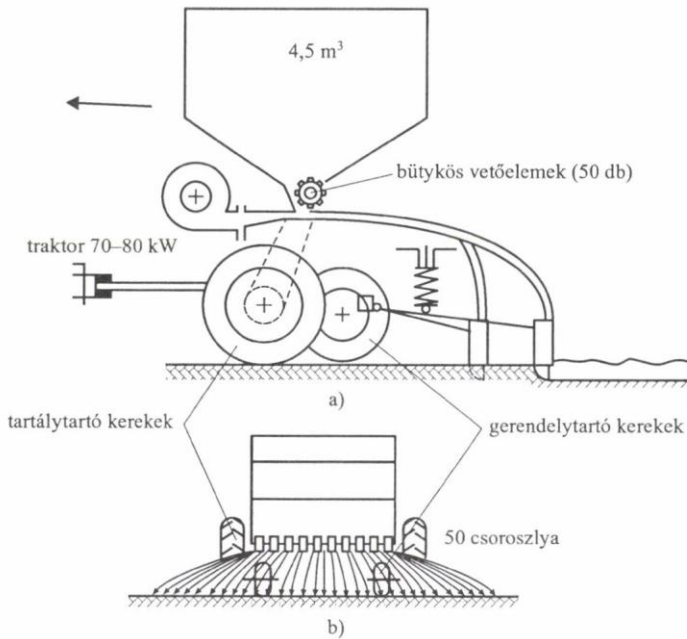
171. ábra. A pneumatikus gabonavető gép elvi működési vázlat
 a) oldalnézeti vázlat, b) elrendezési vázlat hátulnézetben

Egy vetőszerkezet 48 csoroszlyát szolgál ki. A felszálló ág végén állítható elosztókúp van, amelyen 6-felé osztódik a 20–25 m/s sebességű légáram az általa szállított magokkal együtt. Egy alsóbb szinten minden cső további 8 részre osztódik, majd bevezet a csoroszlyába. A terelőképeket gondosan be kell állítani, hogy minden csőbe egyformán adagoljon. A magmennyiség a központi tolóhengeres adagolóelem működő hosszával állítható. A légsebesség a ventilátor szívónyílásának fojtásával változtatható. Ez a rendszer – bár rendkívül egyszerű – nem vet olyan pontosan, mint a tolóhengeres vagy a tolóbütykös gép. Az egyenlőtlenséget a magelosztók és a csővezetékbe iktatott idomdarabok, kanyarok okozzák. A csövek hossza is befolyásolja az egyenletességet: hosszabb csőnél egyenlőtlenebb a magelosztás. Érzékeny a gép a hossz- és keresztirányú lejtésre is, ezért kimondottan csak sík területre ajánlható.

Ehhez hasonló felépítésű gépek korábban többféle nagyságban készültek hazánkban. Egy hazai gyártmányú gép néhány műszaki adata: sorok száma 96, munkaszélesség 11,5 m, sortávolság 12 cm, a magtartály térfogata $2,8 \text{ m}^3$, munkasebesség 8–12 km/h, a gép tömege kb. 3500 kg, az üzemeltetéshez szükséges erőgép teljesítménye 75–80 kW, műszakteljesítmény 50–60 ha/10 h.

A **soronkénti adagolóval** készített pneumatikus gabonavető gép működési és elrendezési vázlatát a 172. ábra mutatja.

A $4,5 \text{ m}^3$ befogadóképességű magtartályból a mag az alul sűrűn egymás mellett elhelyezett 50 bütykös vetőelembe kerül. A vetőelemek által kiadagolt magvak hajlékony műanyag csővezetékeken keresztül nyomó légárammal kerülnek a csúszó csoroszlyán át a talajba. Ez a rendszer a pontosabb magadagolással némileg csökkenti a másik rendszernél előforduló egyenlőtlenséget, a magadagolás egyenletessége azonban nem éri el a mechanikus gépek pontosságát. Nagy előnye a könnyű, egyszerű kivitel és a viszonylag nagy területteljesítmény, ami részben azért van, mert a gépet ritkán kell utántölteni – egy feltöltéssel 4–5 órán át vethet a gép.



172. ábra. A pneumatikus gabonavető gép működési vázlat
 a) oldalnézet, b) elrendezési vázlat hátúlnézetben

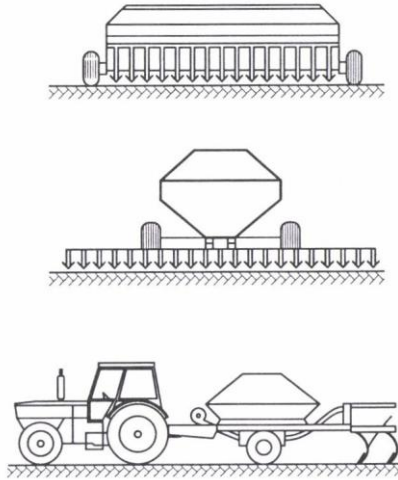
Magtartályok

A vetőmag befogadására a magtartály szolgál, amelynek alján helyezkednek el a magadagoló elemek. A magláda az osztott adagolású mechanikus vetőszerkezetű gépeken a teljes vetőszerkezet fölött húzódik végig. A központi adagolású pneumatikus vetőgépeknél a tartály központi elhelyezését. A magtartályok fő változatait a 173. ábra szemlélteti.

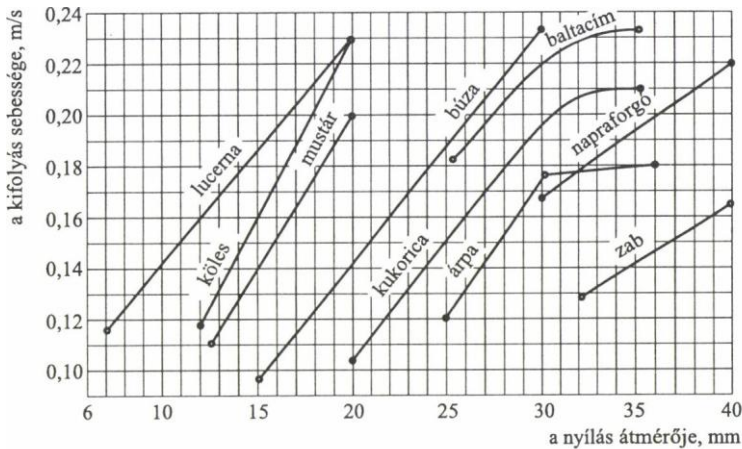
A magtartály térfogata 1 m munkaszélességre vonatkoztatva 0,08–0,3 m³. Oldalfalainak dőlésszögét a mag sűrűlási tulajdonságai szabják meg. A tartály alsó részét ferde fenékkal kell kialakítani, hogy a benne lévő mag fennakadás nélkül kiürülhessen. Különösen a lejtős sarkok kialakítására kell ügyelni, mert a mag főleg itt szorulhat meg. Ez azért van így, mert a sarkokban az ékhatás miatt a magok összeszorulnak, beékelődnek, továbbá azért is, mert a sarkok élvonala a vízszintessel kisebb szöget zár be, mint az oldalfalak.

A magládaiban helyezkedik el a boltozódás meggátlására szolgáló forgó vagy lengő keverőberendezés. A magláda alsó részéhez csatlakoznak a vetőelemek. A vetőelemekhez vezető nyílás nagyságát tolózárral lehet szabályozni. Erre azért van szükség, mert a magvak kiömlési sebessége eltér egymástól.

A kifolyási sebességnek a nyílás méretétől függő változását a 174. ábra szemlélteti.



173. ábra. Gabonavető gépek magtartályának fő változatai

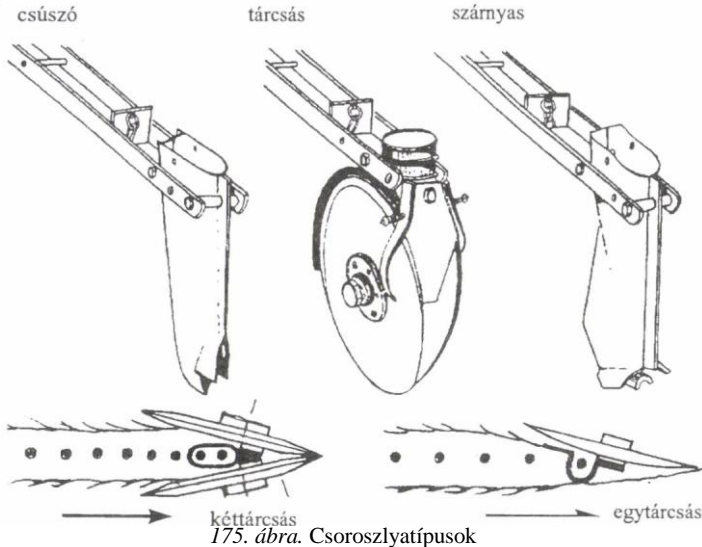


174. ábra. Magvak szabad kifolyásának sebessége

Csoroszlyák

A csoroszlyák a mag talajba helyezésére szolgálnak. Megkülönböztetünk csúszó-, tárcsás és szárnyas csoroszlyákat. A csoroszlyák különböző kialakítása és felfüggesztése a 175. ábrán látható.

A **csúszócsoroszlya** lehet tompa orrú és hegyes orrú. A csúszócsoroszlyákat eredetileg a kis sebességgel dolgozó fogatos vetőgépekhez alakították ki. Előnye, hogy egyszerű kialakítású, kis súlyú a szerkezet.



175. ábra. Csoroszlyatípusok

A **tompa orrú csoroszlyát** általában kis és közepes kötöttségű talajokon használják. A csoroszlya a tompa orr-résszel tömörített magágyba helyezi a magokat. A homoktalajokat kivéve igen jó a mélységtartása, kicsi a vontatási ellenállása.

A **hegyes orrú csoroszlya** kötöttebb, illetve növényi részekkel jobban telített vagy azokkal borított talajokra készült. Az előreálló orr-rész miatt jó a behúzóképesége. Hátránya a tompa orrúval szemben, hogy a magágyat nem tömöríti, hanem lazítja, ami miatt a magágy „szárazabb”.

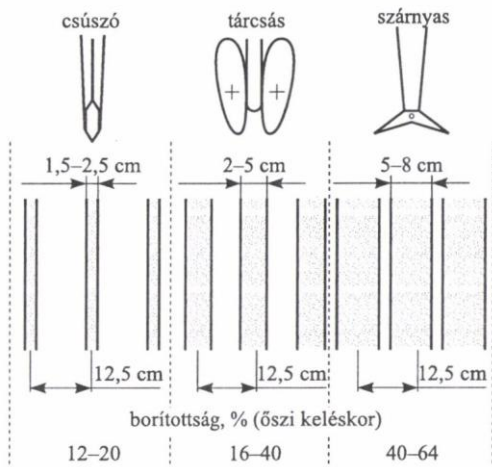
A csúszócsoroszlyáknak van bizonyos gereblyező hatása, ami miatt a csoroszlyasor gyom- és kukorica- vagy egyéb szármaradványokat összegyűjt, és ettől gyakran eltömődik.

A **tárcsás csoroszlya** egytárcsás vagy kéttárcsás kivitelben készül. Általánosan a kéttárcsás terjedt el, az egytárcsásat ritkán alkalmazzák. A tárcsás csoroszlyák kialakítását elsősorban a nagyobb vetési sebesség tette szükségessé. Alkalmazásukat indokolta az is, hogy a kombájn után maradó kukorica-, illetve napraforgószáruk leszántásával nagy szártömeg került a talajba.

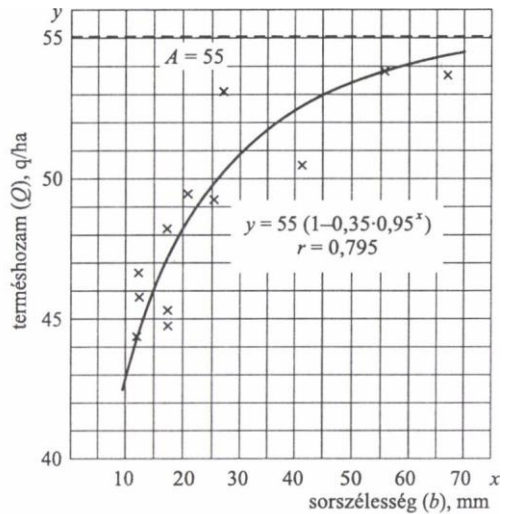
A **szárnyas csoroszlya** az előzőknél újabb megoldás. A csoroszlya alján lévő szárnyak a talajba hatolva biztosítják, hogy a magvak ne „vonalban”, hanem 5–8 cm szélességű sávban szóródjanak a talajban. Ha ugyanazt a mennyiséget szélesebb sávba vetjük, akkor a kikelt növények egymástól távolabbra kerülnek, a növényeket jobban éri a napfény és a levegő, ami kedvező hatással van a fejlődésükre, és a terméshozamot is befolyásolja.

A különböző csoroszlyákkal végzett vetés után kikelt búzaállományban a talaj borítottságát a 176. ábra szemlélteti.

Hazai kísérletek során mért adatokkal készült a 177. ábrán látható diagram, amely egyfajta megközelítésben azt mutatja, hogy a sorszélesség növelésével hogyan nő a terméshozam.



176. ábra. A talaj növényvel való borítottsága különböző csoroszlyák után



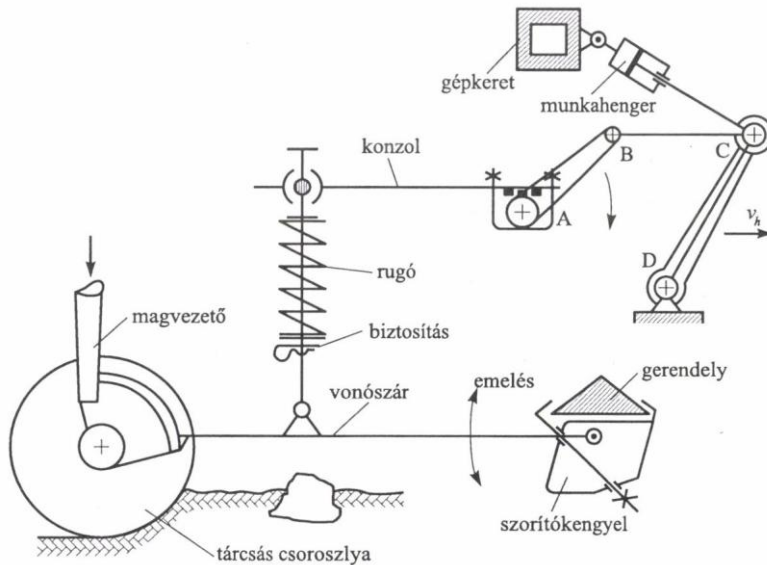
177. ábra. A búzasor sáv szélessége és a termés hozam közötti összefüggés

A sorbavető gépek csoroszlyáinak elhelyezésére általában a kétsoros elrendezés a jellemző, ami azt jelenti, hogy a csoroszlyákat a haladási irányra merőlegesen, két egymás mögötti sorban helyezik el. Egyes speciális sűrűsorbavető gépeken a csoroszlyák három sorban vannak elhelyezve. Ez a többsoros elrendezés azért szükséges, mert így a szomszédos csoroszlyák távolabb kerülnek egymástól és könnyebben áthalad közöttük a felszíni gaz, tehát kisebb az eltömődés veszélye. A csoroszlyák egymás mellett elhelyezve szerkezeti méretük miatt nem férnének el és emiatt a sortávot meg kellene növelni. A csúszo csoroszlyának kisebb, a tárcsás csoroszlyának nagyobb az oldalirányú helyigénye.

A csoroszlyák **csuklós húzószárakkal** kapcsolódnak egy közös tartógerendához. Ennek következtében az első sorban lévő csoroszlyák húzószára rövidebb, mint a hátsóké. Eltérő a csoroszlyaszárak állása is. Mindezeket figyelembe kell venni a mélységtartáshoz szükséges rugó-, illetve súlyterhelés kialakításánál.

Mivel a húzószárak meglehetősen hosszan hátranyúlnak, nagy a menetirányba eső helyigényük. Ennek csökkentése érdekében egyes pneumatikus gabonavető gépeken a kevésbé hátranyúló **paralelogrammás felfüggesztést** alkalmazták. A paralelogrammás felfüggesztésű csoroszlyáknak a mélységtartása azonban csak kis sebességnél kielégítő, ezért ezeket gabonavetőkön ritkán alkalmazzák. Elsősorban a kis sebességgel dolgozó szemenkénti vetőgépeken használatosak.

A csoroszlyákhoz magleveletű csövön át jut a mag. Régebben acéllemezből tölcéses, spirállemezes, teleszkópos kivitelben készültek. Ma gumiból vagy műanyagból készülnek a hajlékony magvevő csövek.



178. ábra. Csoroszlyakiemelő szerkezet

A vetési mélységet a csoroszlyák függőleges terhelésével lehet szabályozni. A csoroszlya önsúlya általában nem elegendő a talajba nyomáshoz, azt terhelni is kell. A terhelést régebbi gépeken súlyokkal, az újabbakon rugóval oldják meg.

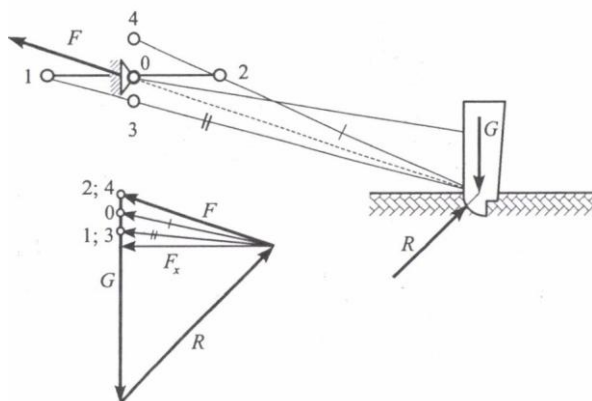
A terhelés az előírt vetési mélység biztosításán kívül elősegíti a csoroszlya nyugodt járását és ezáltal a mélységegyenletességet is. Nagyobb sebességű vetésnél erre különösen ügyelni kell.

A kis munkaszélességű gépeknél a csoroszlyák kiemelése mechanikus úton, karos szerkezettel történik. A nagy munkaszélességű gépeknél a nagyobb kiemelendő csoroszlyatömeg hidraulikus emelőszerkezet alkalmazását tette szükségessé.

Hidraulikus munkahengerrel működő kiemelőszerkezet vázlatát a 178. ábra szemlélteti. Ennél a szerkezetnél a nyomóerő központilag valósul meg, elemenként pedig az egyes csoroszlyák rugójával állítható.

A csoroszlya egyensúlya

A húzószáras csoroszlyára ható erőket a 179. ábra szemlélteti. Az erőegyensúly jobb áttekinthetősége miatt itt a rugóterhelést mellőztük.



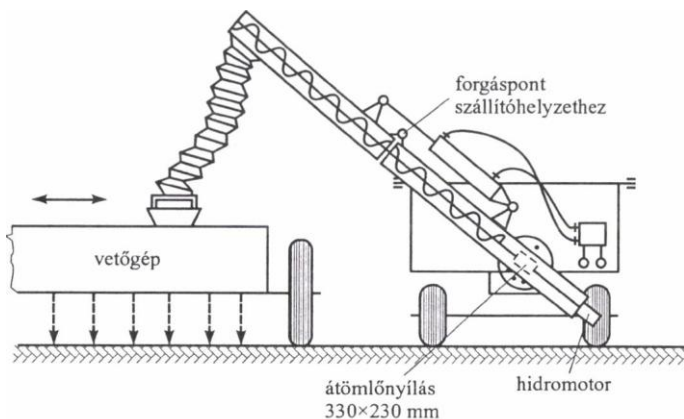
179. ábra. A húzószáras csoroszlyá egyensúlya

A csoroszlyára menet közben a függőleges síkban három erő hat. A G súlyerő és a talajban fellépő R reakcióerő eredője hátrafelé húzza a csoroszlyát. Egyensúly esetén ezzel kell egy egyenesbe esnie a függesztőcsuklóban fellépő F erőnek. Ilyenkor a G erőnek és az R erőnek a bekötési pontra vett nyomatéka egyensúlyban van. Az F erő vízszintes komponense az F_x vonóerő. Az R erő nagysága adott talajon a vetési mélységgel változik. Ha R állandó, akkor a vetési mélység és az F_x vonóerő is állandó. Az állandó R értékkel megrajzolt vektorháromszög és az ábra összevetéséből látható, hogy ha a 0 helyzetben lévő bekötési pontot előbbre (az 1-es helyzetbe) tesszük, akkor változatlan munkamélység –, azaz változatlan R erő – esetén kisebb csuklóerő kell ($F_1 < F$). Ha a bekötési pontot hátrább toljuk a 2-es pontba, akkor nő a csuklóban ébredő erő ($F_2 > F$). Ha a bekötési pontot lefelé toljuk a 3-as pontba, akkor ennek ugyanaz a hatása, mintha a bekötés az 1-es pontban lenne. A 4-es bekötési pont esetén ugyanolyan erők lépnek fel, mint a 2-es pontnál, vagyis nő az F erő nagysága. A vektorháromszögből látható, hogy a csoroszlya állandó mélységben tartásához meredekebb F erő esetén nagyobb G súlyerő kell. A gépkezelők tapasztalatból tudják, hogy a rövidebb szárú első csoroszlyákat jobban kell terhelni, mint a hátsókat.

Vetőgépek feltöltőszerkezetei

A vetőgépek területteljesítménye jelentősen növelhető a magláda újratöltésének idejét lerövidítő gépi feltöltő berendezések alkalmazásával. Erre a célra billenő rakfelületű pótkocsikat, műanyag konténereket vagy kihordócsigás töltőtartályokat használnak.

Ötletes megoldás az a töltőberendezés, amely adapterként mezőgazdasági tehergépkocsira szerelhető (180. ábra). A berendezés a teherautó hátsó fala helyére szerelhető. A gabona a kocsiból hidraulikával változtatható nagyságú átömlőnyíláson át jut a hidromotorral hajtott csigához. A csigából a mag egy harmonikaszerű műanyag vezetéken át kerül a vetőgéphez. A csiga nem töri a szemet, mert a ház és a csigalevelek között kb. 10 mm hézag van. A mag egyenletes elosztását a magládán kézzel ide-oda csúsztatható elosztófej biztosítja. Szállítóhelyezethez a kétrészes csiga munkahengerrel behajtható.



180. ábra. Vetőgépfeltöltő adapter

A berendezés fontosabb műszaki adatai: a csiga átmérője 200 mm, menetemelkedése 160 mm, fordulatszáma 500–600 1/min, az adapter tömege 350 kg. Maximális szállítóteljesítménye 50 t/h. Példaként említjük, hogy a nagy munkaszélességű Rába Case IH–10–6200-as gabonavető gép három magtartályának feltöltési ideje kb. 12 perc.

Több vetőgép összekapcsolása, beállítása

A gabonavető gépek munkaszélessége több vetőgép összekapcsolásával növelhető. Erre a célra leggyakrabban 2 és 3 vetőgép összekapcsolására alkalmas kereteket használnak, de van négy vetőgépet összekapcsoló keret is.

A vetőgépeken üzemeltetés előtt a következőket kell beállítani:

- a magmennyiséget,
- a csatlakozósort és
- a vetési mélységet.

A magmennyiség beállítását a gépek kezelési utasítása tartalmazza. A csatlakozósorra való beállítás a nyomjelző tárcsával történik. Visszafelé menetben a traktor kerekét a nyomjelző tárcsa nyomán kell vezetni. A tárcsát annyira kell kihúzni, hogy a szomszédos menetek a megadott sortávval csatlakozzanak. A magmennyiséget a munka megkezdése előtt leforgatási, majd ezt követő húzatási próbával kell ellenőrizni. A vetési mélység a szántóföldön az első húzás után ellenőrizhető.

Néhány jellemző sorbavető géptípus

A hazai gabonavetőgép-gyártás több évtizedes múltra tekinthet vissza. A gépek ősei, illetve az őseink gépei a Mezőgazdasági Múzeumban (Budapest, Gödöllő) megtalálható,

de a vetéssel kapcsolatban több értékes történeti kiadvány is van. Külön is érdemes kiemelni BARBARUS LAJOS (1965) munkáját.

A következőkben a korszerű, újabb gépek mellett bemutatunk olyanokat is, amelyeket ma már nem gyártanak, de néhány működőképes darab még van belőlük. Ezek hozzátartoznak a technika fejlődéséhez és tanulságos konstrukciós megoldások található egyiken-másikon, ami valamilyen új megoldáshoz adhat ötletet.

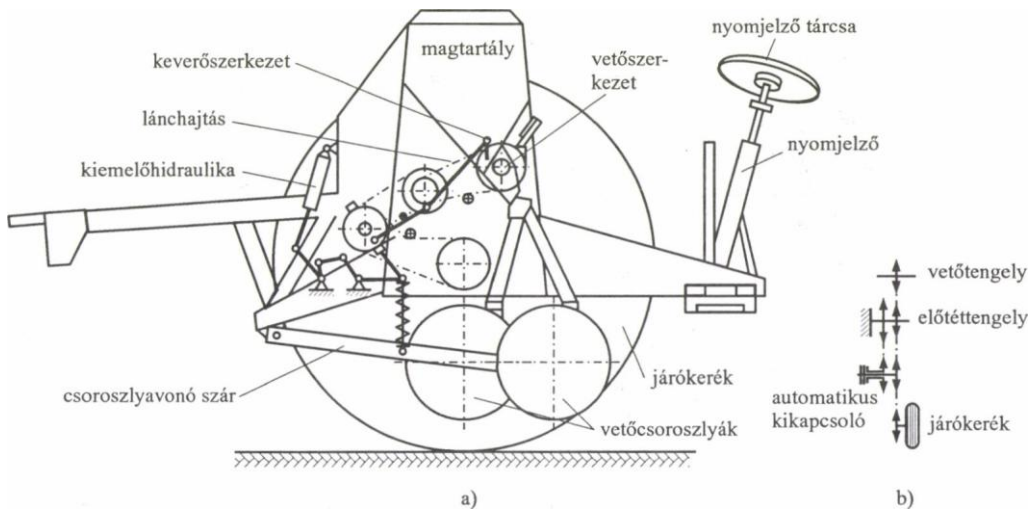
A régebben gyártott hazai gépek közül a **Lajta Super SA-32** típust használták a legnagyobb számban. Mai fejlesztett változatát Kühne Lajta Super 16, illetve 32 típusjelzéssel hozzák forgalomba. A gép vázlatát a 181. ábra szemlélteti.

A tolóbütykös vetőszerkezet a meghajtást a járókerékről láncáttétellel kapja. Fordulatszámváltó Norton-szekrény nincs a gépen. A magmennyiséget a vetőtengelyen és az előtétengelyen lévő lánckerekek cseréjével, illetve a vetőelem tolólemezeinek állításával lehet szabályozni. A magtartály térfogata 700 liter, a csoroszlyák kiemelését hidraulikus munkahenger végzi. Traktorigény 37 kW.

A Lajta vetőgépeknek többféle változata készült. Bizonyos betűjelek megkönnyítik a típusok közötti eligazodást:

- V – vontatott,
- H – hidraulikus,
- NC – normál (csúszó) csoroszlyás,
- SC – soros csoroszlya,
- NT – normáltárcsás,
- IT – ikersoros tárcsás.

Ezek ismeretében a Lajta-32 VNT-H jelzés könnyen megfejthető.



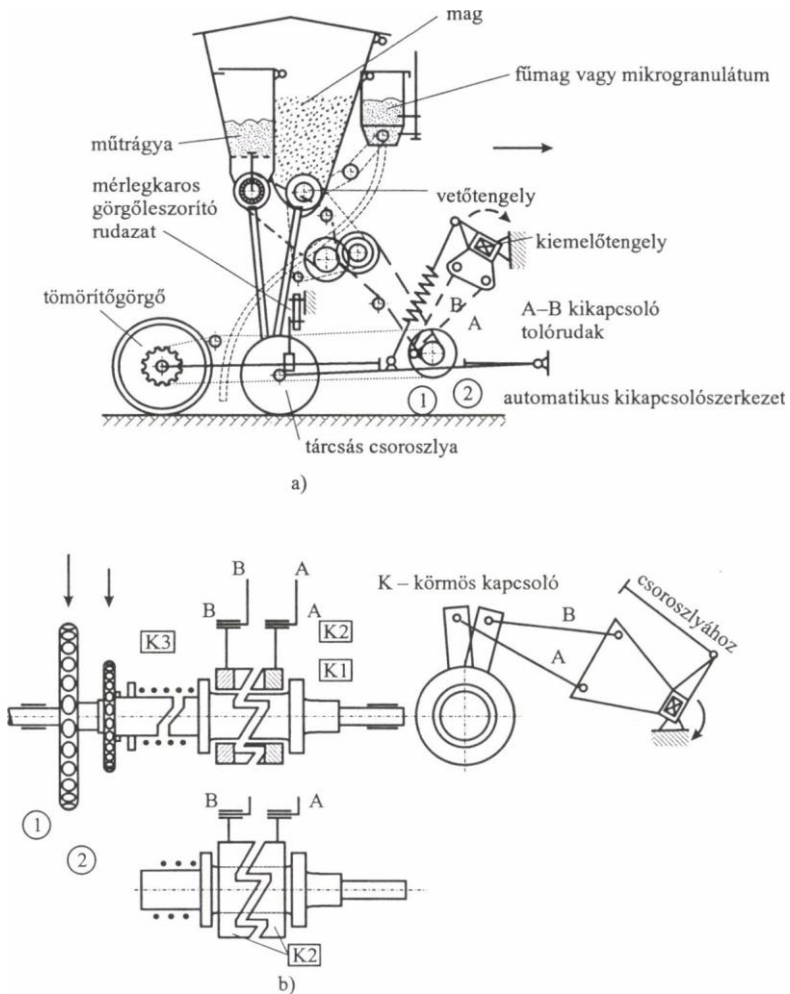
181. ábra. A Lajta Super SA-32 gabonavető gép felépítése (a) és hajtásvázlata (b)

Egy másik elterjedt géptípus a **Rába IH-10-6200**, amelynek fejlesztett változatát ma Kühne Case IH-10-6200 típusjelzéssel hozzák forgalomba. A gép alkalmas gabonafélék és fűfélék vetésére, granulált műtrágyák és talaj fertőtlenítő mikrogranulátumok talajba juttatására, valamint a vetett sorok egyidejű tömörítésére.

A gépek traktorigénye:

| | | |
|--------------------|------------|---------|
| – szőlő gép | 28 soros | 58 kW, |
| – kettes kapcsolás | 2×28 soros | 95 kW, |
| – hármas kapcsolás | 3×28 soros | 132 kW. |

A vetőgép működését és hajtásvázlatát, valamint az automatikus hajtáskikapcsoló működését a 182. ábra szemlélteti.



182. ábra. A Rába IH–10–6200 gabonavető gép felépítése (a) és a csoroszlyakikapcsoló automata működési vázlatja (b)

A tartály térelválasztó lemezekkel a mag és a műtrágya arányának megfelelően öt változatban két részre osztható. A műtrágya mehet a maggal együtt a magvezető csövön keresztül vagy külön csövön. Utóbbi esetben a műtrágya a sorban kb. 2 cm-re a mag fölé kerül a talajba. A magot és a műtrágyát a talajba közös tárcsás csoroszlyák juttatják.

A magadagolást tolóhengeres vetőszerkezet végzi. A magmennyiség a tolóhengerek hatásos hosszával, illetve a vetőtengelyt meghajtó lánckerék cseréjével történik.

A fordulatszám normál, gyors, lassú és igen lassú fokozatba állítható, így a gép még az igen kis mennyiségek vetésére is alkalmas.

Vizsgálatok szerint az 5–8 g ezermagtömegű repcénél 5–8 kg/ha kivetésére is alkalmas volt a gép. A vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy az ilyen vetési normával létrehozott 600–700 ezer db/ha-os egyedek nem nyurgulnak meg, így csökkenthető a téli kifagyás veszélye.

A műtrágya kiadagolását függőleges tengelyű adagoló csillagkerekek végzik. Az adagmennyiség változtatása a szórónyílás nagyságával és a szórószerkezet fordulatszámával történik. Ha nem kívánunk műtrágyát kiszórni, úgy ez a tartályrész összenyitható a magtartállyal, így növelhető a gépbe tölthető vetőmag mennyisége.

Az aprómagok vagy **mikrogranulátumok kiszórását** szintén tolóhengeres adagolószerkezet végzi. A kiadagolt anyag hajlékony csövön keresztül a talaj felszínére kerül.

A vetett sorokon a csoroszlyák mögött elhelyezett tömörítőgörgők haladnak. A gép tömegének egy részével a hordozógörgők – a talaj tömörítésével – a vetés mélységébe koncentrálnak a talajnedvességet, ami kedvezően hat a magvak csírázására és kezdeti fejlődésére.

Közös tengelyre szerelve 8–11 görgő alkot egy görgőcsoportot. Minden csoport két vonószárral csuklósán kapcsolódik a kerethez. A szomszédos görgősorokat mérlegszerűen kiképzett karos szerkezet egymással és a kerettel is összeköti. A mérlegkaros függesztés lehetővé teszi, hogy a görgőcsoportok jól igazodjanak a talajfelszín keresztirányú egyenlőtlenségeihez. A gép tömege a karos rendszeren keresztül nehezedik a görgőkre (182/b ábra). Minden szóló gépen 3 görgőcsoport van. Az adagolószerkezetek a hajtást a középsőről kapják. A gépen vetőtengely-forgásjelző, műtrágya-szintjelző és hektárszámláló van.

A csoroszlyákat munkahenger emeli ki a kiemelőtengely elforgatásával. A tömörítőgörgők a csoroszlyák kiemelése után is a földön maradnak. A gép forduláskor ezeken gördül. Kiemeléskor az automata a hajtásátvitelt megszünteti. A kapcsolószerkezet működése az ábrán látható.

A kikapcsoló automatának 3 körmös kapcsolója van (K1, K2, K3). Hajtásátvitelre csak a K1 és a K3 való, a K2 csupán a K1 nyitását-zárását végzi.

Vetés közben a tömörítőgörgőről érkező hajtás a tengelyre rögzített lánckerékkel együtt hajtja a kapcsoló tengelyét. Innen a hajtást a K1 és a K3 körmös kapcsolók közvetítik a szórószerkezetek hajtókerekéhez. A hajtótengely ellentétes irányú forgásakor (pl. véletlenül tolatásnál) a K1 kapcsoló a rugó ellenében kikapcsol.

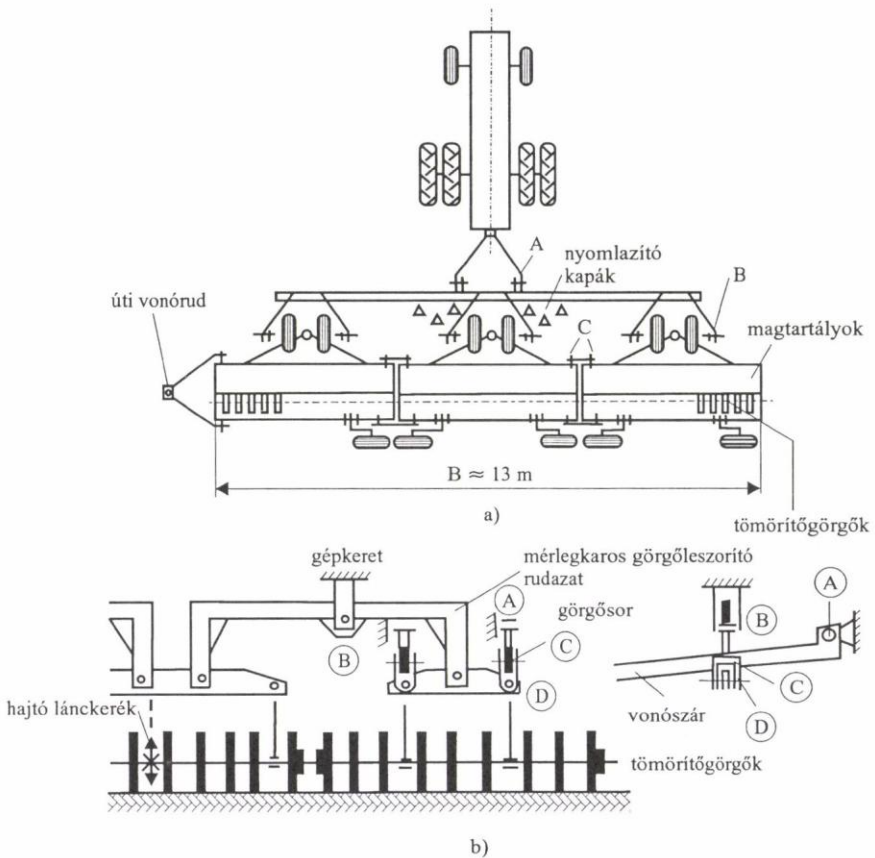
Kiemeléskor az A–B rudak egymáshoz képest elmozdítják a K2 kapcsoló pofáit, miközben a B pofa a vállnak ütközve a rugó ellenében tengelyirányban elmozdul, és szétnyitja a K1 kapcsolót, s ezáltal megszünik a hajtásátvitel.

A hármas vetőgép elrendezését, vonókeretét és a nyomógörgők felfüggesztését a 183.

ábra szemlélteti.

Üzem közben a traktorhoz kapcsolódó vonóháromszög a kerethez képest az A pont körül csuklik. A vetőgépek egymáshoz képest keresztirányban a C csuklók körül mozdulhatnak el. A három gépet összekapcsoló vonógerenda vetés közben ki van támasztva.

Úti szállításhoz a csoroszlyák kiemelése után a vonógerenda a B csap körül hidraulikával hátrahajtható. Az egyedi hidraulikus munkahengerekkel mozgatott öt kerék kiemeli a gép hátsó részét a tömörítőgörgőkkel együtt. Szállítóhelyzetben a görgősorokat a hátsó úti kerekek aláfördítésével egyidejűleg elmozduló gerendely rögzíti. Az úti vonógerendával keresztirányban vontatható gép az öt támasztókeréken és az önbeálló három pár ikerkeréken gördül. A C csuklók biztosítják a hosszú szerelvény (13 m) talajhoz való igazodását. A gép üzemeltetéséhez és az átszereléshez csak egy fő szükséges. Az átszerelési idő kb. 6 perc. Úti szállításhoz a gépre fel kell szerelni a közlekedésbiztonsági szerelvényeket.



183. ábra. Három gabonavető gép egymás mellé kapcsolása (Rába IH-10-6200)
 a) munkahelyzetben, b) a tömörítőgörgők mérlegkaros mechanizmusa

A 84 soros gép főbb műszaki adatai: sortávolság 15,4 cm, maximális munkamélység 8,5 cm, munkaszélesség 13,07 m, a gép tömege 10 459 kg, munkasebesség 12 km/h, területteljesítmény gépi feltöltés mellett 100 ha/10 h.

A **gabona művelőnyomos vetése** ma már általánosan elterjedt. A művelőnyom azt jelenti, hogy egymástól meghatározott távolságra vetetlen sávokat hagynak ki, amelyekben a később sorra kerülő növényvédelmi, illetve fejtrágyázási munkánál a traktor haladni fog. A művelőút megkönnyíti a növényvédelem és a fejtrágyázás műveletét és megszünteti a gabona letaposását. A művelőút révén csökkent vetési terület terméshozama változatlan marad, ugyanis a művelőút közvetlen közelében nagyobb lesz a terméshozam. Ez azzal magyarázható, hogy itt jobban éri a napfény és a levegő a gabonát.

A művelőutak nyomtávának a távolságát a technológiában alkalmazott műtrágyaszóró és növényvédő gépek összehangolt azonos munkaszélességéhez igazítják. Hazánkban 12, 18 és 24 m nyomtávosságú művelőnyomos technológiák terjedtek el.

Direktvető gépek

A szélerózió hatásának csökkentése, a vetés költségeinek csökkentése, továbbá energiatakarékossági szempontok vezettek a **direktvető gépek** kialakításához, amelyeknek eddig többféle változata alakult ki. A direktvető gépek előnyei között említhető még az is, hogy nem változtatja meg a talaj struktúráját, nem rombolja szét a kapilláris járatokat, ami azt eredményezi, hogy a nedvesség utánpótlása jobban megmarad, mintha felszántották volna a területet. Szántás után barázdák keletkeznek, amelyek lejtő irányban vezethetik a csapadékot, ahol az nagy mennyiségben összegyűlhet és kárt okoz. A szántással betemetett növényi maradványok bomlása lassú.

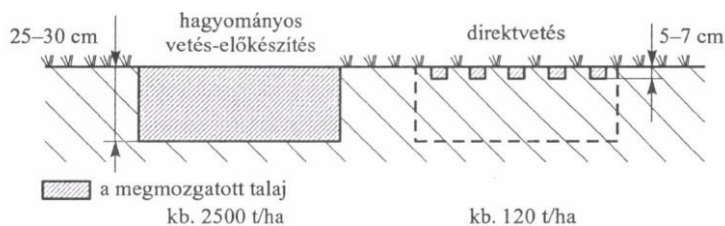
A direktvetés lényege, hogy a vetést úgy végzik, hogy előzetesen nem szántják fel a talajt. A vetőgéppel nem csak gabona, hanem más magok is vethetők. A direktvető gép első változatát az angol Howard cég készítette a hetvenes évek elején. A csoroszlyák előtt egy gyorsan forgó sávós talajmaró henger van. A marókések kb. 4 cm szélességű és max. 10 cm mélységű barázdát vágnak minden csoroszlya előtt.

A kések által kivágott vályúkba bevetett magokat a marókések által hátraszórt talaj takarja be. A vetőgép előzetesen Gramoxonnal defóliált tarlón egyetlen munkamenetben végzi a vetést. A géppel végzett kísérletek nem mutattak terméshozam-csökkenést, így utat nyitottak egy új vetéstechnika és új gépek bevezetéséhez. Ez irányú fejlesztés még ma, az ezredforduló éveiben is folyik.

A direktvető géppel kapcsolatban emlegetett energiatakarékosság nagyon szembevetődik, ha megnézzük a megmozgatott talajkeresztmetszetet, ami a megmozgatott talajtömeggel arányos. A hagyományos és a Howard-féle direktvetésnél megmozgatott talajkeresztmetszet alakulását a *184. ábra* mutatja.

A direktvető gépeknek van olyan változata is, amelynél a **kéttárcsás csoroszlya** előtt egy kisebb méretű vágótárcsa halad – ez az ún. **háromtárcsás vetőgép**.

A direktvető gépek a legutóbbi évtizedekben tért hódítottak az USA-ban és egyes nyugat-európai országokban.



184. ábra. A megmoozgatott talajkeresztmetszet hagyományos és direktvetéskor

A szemenkénti vetőgépek felépítése

A szemenkénti vetőgépek feladata a cukorrépa, a kukorica, a napraforgó, a szója vagy a különféle zöldségmagok pontos vetése. Ezek a magok gabonavetőgéppel nem vethetők ki elég pontosan. A szemenkénti vetőszerkezeteknek eddig számos változata alakult ki. Ezekről áttekintést adhat a következő csoportosítás.

Mechanikus vetőszerkezetek:

- peremcellás,
- szalagos,
- merítőkanalas,
- szorítóujjas,
- egyéb.

Pneumatikus vetőszerkezetek:

- szívó és
- nyomó rendszerű.

A gépszerkesztők eredetileg arra törekedtek, hogy mindkét fő változat gépei alkalmasak legyenek mindenféle mag vetésére, amit az adagolóelem cseréjével lehet megoldani. A sokéves tapasztalat azonban azt mutatta, hogy ezt a feladatot technikailag elég nehéz megoldani, mert a magvak nagysága és alakja nagyon eltérő, ami megnehezíti, hogy ugyanazzal a szerkezettel egyformán jól vessük valamennyit.

A gyakorlat kialakította a maga kategóriáit, amely szerint a szemenkénti vetőgépek az elsősorban elvethető magvak szerint is csoportosíthatók, és így:

- cukorrépa-*vető*,
- kukoricavető,
- zöldségmagvető gépekről beszélünk.

Agrotechnikai követelmények

A szemenkénti vetőgépeknek a fejezet elején ismertetett általános követelményeken kívül még a következő igényeket kell kielégíteniük:

- biztosítsák a kivethető magmennyiség tág határok közötti állítását: a beállított értéktől az eltérés ne haladja meg a $\pm 1\%$ -ot, a hektáronkénti tőszám 40 000–120 000

- között állítható legyen,
- a vetési mélység fokozatmentesen vagy nagy számú fokozatban 3 és 15 cm között állítható legyen,
 - a kivetett magok 90%-a a beállított mélység ± 1 cm-re kerüljön,
 - a kivetett magok 80%-a az elméleti tőtávolságtól maximum 25%-kal térhet el,
 - a celláknak több mint 80%-a egy magot vessen, az üres cellák aránya 5% alatt legyen,
 - az indító műtrágya 2–5 cm-re a vetési mélység alá és 5 cm-re a lehelyezett mag alá kerüljön.

A magelosztás és a magtovábbítás fő változatai szemenkénti vetőgépeken

A vetőszerkezetek részleteinek a megismerése előtt célszerű tájékozódni a magelosztás és -továbbítás fő változatairól, mert ezek fő ismérvei már bizonyos orientáltságot adnak a szerkezetet illetően. Így a szerkezetek részletes ismertetésénél nem kell ugyanazokat a jellemzőket többször elismételni.

Egyedi és központi adagolású szemenkénti vetőszerkezetek

A szemenkénti vetőgépeknél éppúgy, mint a sorvető gépeknél, megkülönböztetünk **egyedi**, illetve **központi elosztású vetőszerkezeteket**. Szerkezeti kialakítás tekintetében azonban lényeges az eltérés a sorvető gépek és a szemenkénti vetőgépek adagolószerkezetei között. A vetőgépeknek három fő szerkezeti része van, amelyek a maggal érintkeznek:

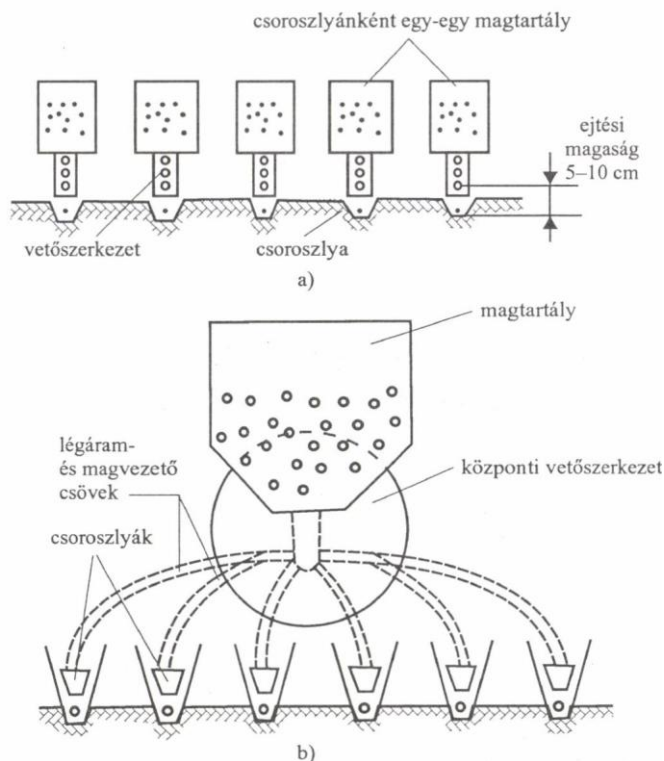
- a magtartály,
- a magelosztó vagy magadagoló szerkezet,
- a csoroszllya.

E három fő rész egymáshoz képesti elrendezése alapján teszünk különbséget egyedi, illetve központi vetőszerkezet között.

A kétféle rendszer általános elrendezését a *185. ábra* szemlélteti.

Az **egyedi vetőszerkezetű gépeknél** a vetőszerkezetet a csoroszllya fölött helyezték el. Közvetlenül fölötte van a magláda is. Ezek a gépek nagy pontossággal vetnek, mert a vetőszerkezetből a mag közvetlenül a magágy fölött hull ki. Az ejtési magasság általában 5–8 cm, tehát a mag gyakorlatilag a kivetés pillanatában kerül a magágyba. Nincs magvezető cső, ami az egyenletességet a benne kialakuló ütközések miatt ronthatná.

A magláda, a vetőszerkezet és a csoroszllya képezi a vetőegységet. Minden sorhoz egy-egy vetőegység tartozik. A vetőegységet húzószárral vagy paralelogrammás függesztéssel kapcsolják a vonógerendelyhez. Így a vetőegységek egymástól függetlenül elmozdulhatnak, és jól követhetik a talajfelszín hossz- és keresztirányú domborulatát, ami nagyon fontos, hogy tartani lehessen a vetési mélységet.



185. ábra. A magelosztás két fő változata szemenkénti vetőgépeken a) egyedi, b) központi

Az egyedi vetőszerkezetű gépek készülhetnek mechanikus vagy pneumatikus kivitelben.

A cukorrépa- és kukoricavető gépek munkasebessége 4–7 km/h, a kukoricavetőké 6–10 km/h, a pneumatikus gépekhez ezeken belül is általában a magasabb sebességértékek tartoznak.

A **központi vetőszerkezetű** gépeknél egyetlen nagy vetőszerkezet több csoroszlyát is kiszolgál. A vetőszerkezettől a csoroszlyákhoz hajlékony műanyag csővezetékeken nyomó légáram továbbítja a magokat. Ilyen vetőszerkezet egyelőre csak a Cyclo típusú kukoricavető gépen van, amelynek hazai gyártása az USA-tól megvásárolt licenc alapján történik.

Mechanikus és pneumatikus szemenkénti vetőszerkezetek

A mechanikus és a pneumatikus szemenkénti vetőgépek közötti verseny még ma sem dőlt el. Az alkalmazást illetően a munkaminőség mellett a gazdaságosságnak van jelentősége.

A **mechanikus szemenkénti vetőgépek** előnye a pontos vetés, a gyors tőtávállítás, a kis géptömeg és ezzel összefüggésben a viszonylag alacsony gépár. Ezzel szemben a gépek csak kisebb haladási sebességgel (5–7 km/h) üzemeltethetők, ezért azonos

munkaszélesség esetén kisebb a területteljesítményük, mint a pneumatikusoké.

A **pneumatikus vetőgépeknek** nagyobb a tömege és a teljesítményigénye, bonyolultabb a szerkezete, nehezebb a tőtávállítás. Nem vet olyan pontosan, mint a mechanikus gép. Mindezekkel szemben áll a nagyobb munkasebesség, s ennek megfelelően a nagyobb területteljesítmény.

Kevés kivételtől eltekintve mindkét rendszer típusai többféle mag vetésére alkalmasak. A mai termelési gyakorlatban a mechanikus vetőgépeket elsősorban a pontosabb vetést igénylő cukorrépa és aprómagok, a pneumatikusokat pedig kukorica és más nagy magok (szója, napraforgó) vetésére alkalmazzák.

Ami a gépek tömegét illeti, a pneumatikus cukorrépa- és kukoricavető gépek tömege 40%-kal, a kukoricavető gépeké 15%-kal nagyobb, mint a mechanikus gépeké. A pneumatikus cukorrépa- és kukoricavető gépek teljesítményigénye majdnem 30%-kal nagyobb a mechanikusokénál; kukoricavető gépeknél a két rendszer teljesítményigénye kb. azonos.

A kétféle rendszer fontosabb fajlagos mutatóit a *11. táblázat* tartalmazza.

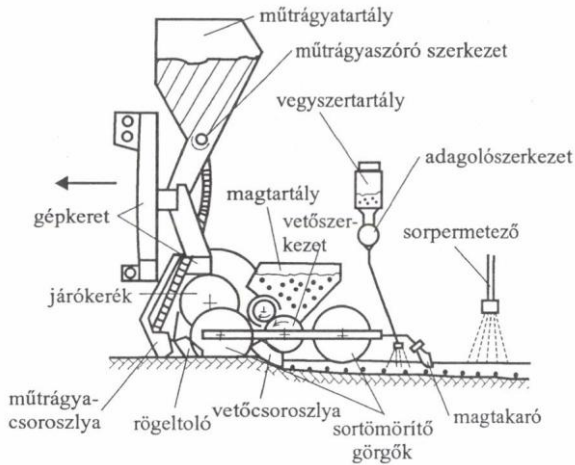
11. táblázat. A fajlagos géptömeg és motorteljesítmény-igény alakulása cukorrépa-, illetve kukoricavető gépeknél

| Fajlagos géptömeg, kg/sor | Cukorrépa- vetők | | Kukoricavető gépek | |
|---|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------|
| | 61–130 átlag: 82 | 98–119 átlag: 115+40% | 395 | 458 +16% |
| Fajlagos motorteljesítmény-igény, kW/sor | 3,08–4,33 átlag: 3,5 | 3,67–4,89 4,5 + 29% | 7–10 8,6 | 7–9 8–6% |

A szemenkénti vetőgépek általános felépítése és fő részei

A kisebb tömegű vetőgépeket függesztett, a nagyobbakat vontatott kivitelben készítik. A mag útja – a gabonavető gépekhez hasonlóan – itt is a magládából a vetőszerkezeten és a csoroslyán át a magágyba vezet. Bár a Cyclo rendszerű gépek vetési pontosság tekintetében kissé elmaradnak az egyedi vetőszerkezetűekhez képest, a gyakorlat követelményeit kielégítik. A hazai nagyüzemi kukoricatermelés tapasztalatai alapján a jó táperőben lévő talajon termelt kukorica vagy napraforgó esetén nem szükséges a cukorrépa- és kukoricavető gépeknél megkövetelt nagy pontosság, elegendő az a pontosság, amit a Cyclo vetőgépek gondos beállítása és 10–12 km/h munkasebesség esetén produkálnak.

A legtöbb vetőgép a magvak kivetésével egy időben műtrágya, valamint gyom- és rovarirtó vegyszerek kiszórására is alkalmas, egyes típusokon sorpermetező is van. Függetlenül a rendszertől és a típustól, a szemenkénti vetőgépek magadagoló eleme – éppúgy, mint a gabonavető gépeknél – talajkerékről kap hajtást. A hajtókerék lehet a vetőgép járókereke (központi hajtás) vagy az egyes vetőegységek tömörítőkerekei (egyedi hajtás).



186. ábra. Az egyedi vetőszerkezetű cukorrépvető gép elrendezési vázlata (Rau Exacta)

A géptípusok döntő többségét képviselő egyedi vetőszerkezetű gépek felépítését a 186. ábrán mutatjuk be.

Az egyedi vetőszerkezetű szemenkénti vetőgépek fő részei a következők:

- magtartály,
- vetőszerkezet,
- csorozzlya,
- egyéb részek (sorlazító, rögeltoló, tömörítőgörgő, sortakaró),
- járó- és függesztőszerkezet,
- hajtószerkezet,
- egyéb szerelvények (műtrágyaszóró, granulátumszóró, sorpermetező),
- gépkeret, járószerkezet,
- nyomjelző.

Ugyanezek megtalálhatók a központi vetőszerkezetű gépeken is, de ezeknél – amint már említettük – a magtartály, a vetőszerkezet és a csorozzlya külön egységeket képez.

Vetőszerkezetek

A vetőszerkezet a szemenkénti vetőgépek legfontosabb része. A vetés egyenletessége elsősorban a vetőszerkezettől függ. Ezért nagyon fontos annak megismerése, a vetőszerkezet és a mag méretének, alakjának gondos összehangolása a cserélhető magadagoló elemek kiválasztásával, a tőtávolság gondos beállításával.

A szemenkénti vetőgépeken forgó tárcsán vagy mozgó szalagon lévő cellák adagolják a magokat. A magadagoló szerkezetek szinkron hajtásúak, ami azt jelenti, hogy a járókerékkel arányosan forognak. A tőtávolság egy adott úthossz megtételéhez szükséges idő alatt lefutott cellák számától függ. Szinkronhajtásnál a tőtávolság elméletileg független a haladási sebességtől.

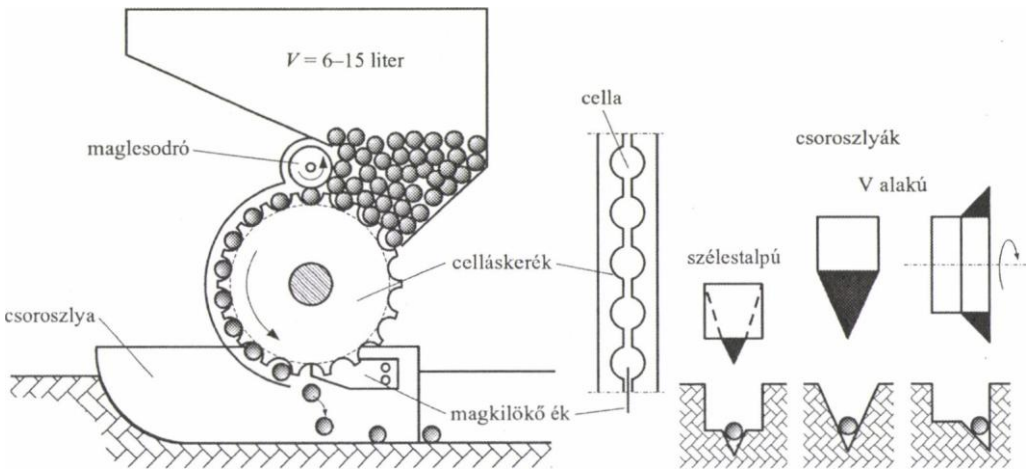
A tőtávolság beállításánál figyelembe kell venni a vetőszerkezetet hajtó talajkerék csúszását is, ami főleg lazább homoktalajokon nem elhanyagolható. A csúszás (szlip) miatt a hajtókerék kevesebbet fordul, mint az elméletileg kiszámított érték. A szlip minden körülmények között fellép a talajkeréken, még akkor is, ha kemény betonon vontatjuk a kereket. A csúszást fokozza az is, ha a hajtott részek közül valamelyik nehezen forog, nincs eléggé megkenve, vagy szorul. Ezért vetés előtt ellenőrizni kell, hogy a kerekek elég könnyen futnak-e.

Mechanikus vetőszerkezetek

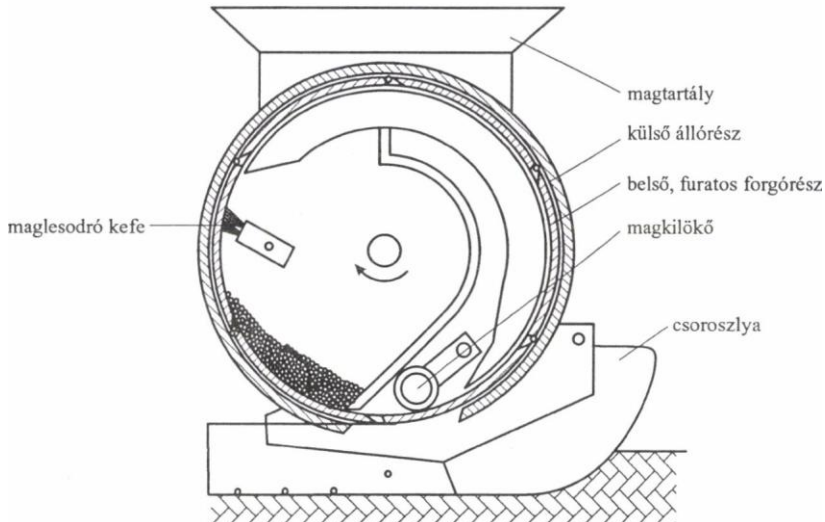
Peremcellás vetőszerkezetek

Leggyakrabban a **külső feltöltésű peremcellás vetőszerkezetet** alkalmazzák, amelynek működési vázlatát a 187. ábra szemlélteti. A járókerékről hajtott cellás kerék a felülről bekerülő magokat kb. fél fordulat után alul kiejti. A cellák körbefutó hasítékában elhelyezett magkilökő ék a magokat lefelé tereli, hogy minél rövidebb úton a magágyba kerüljenek. A cellából a fölösleges magokat maglesodró kerék távolítja el. Egyes típusokon kerék helyett állítható lesodrólemezt alkalmaznak.

A **belső peremcellás vetőszerkezetnél** (188. ábra) a mag belülről tölti meg a tárcsa peremén lévő furatokat. A külső és belső vezetőpalást a magot a furatban tartja és azt csak a talaj közelében ejti ki. Ezzel a megoldással nagyobb, 7–9 km/h sebességgel vethetünk, ami a külső feltöltésű géppel szemben 30–10%-os teljesítménynövekedést eredményez.

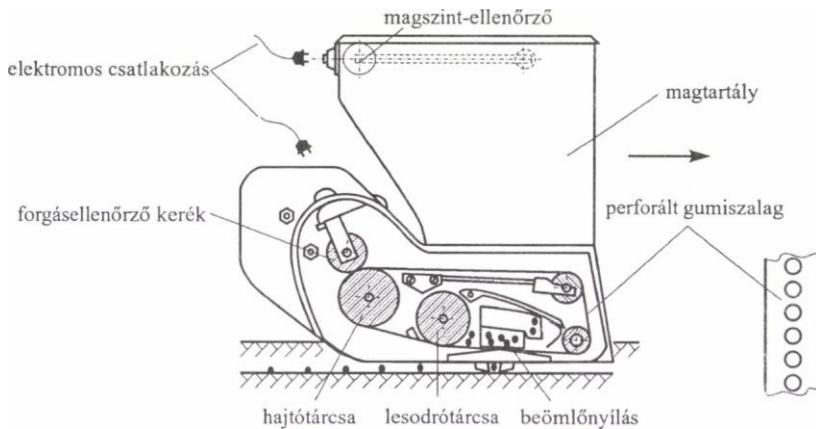


187. ábra. Külső feltöltésű peremcellás vetőszerkezet működési vázlat



188. ábra. Belső feltöltésű vetőszerkezet működési vázlata

A cellás kerék cserélhető. Egy géphez különböző lyukméretű celláskerék-sorozatot készítenek. Ebből az elvetendő mag méretének legjobban megfelelőt kell kiválasztani. Az a megfelelő cellaméret, amelynél a cellába csak egy mag fér el, de a kerék a magfrakció nagyobb méretű magjait is kiveti, különben a nagyobb magok az utántöltések során felhalmozódnak, dugulást és hiányos vetést okoznak. Tanácsos a ki nem vetett nagyobb magokat időnként leeresztetni. A magvak drázsírozása és pontos kalibrálása csökkenti ezt a problémát, de teljesen nem szünteti meg.



189. ábra. A szalagos szemenkénti vetőszerkezet működési vázlata (Stanhay szabadalom, Anglia)

Szalagos vetőszerkezet

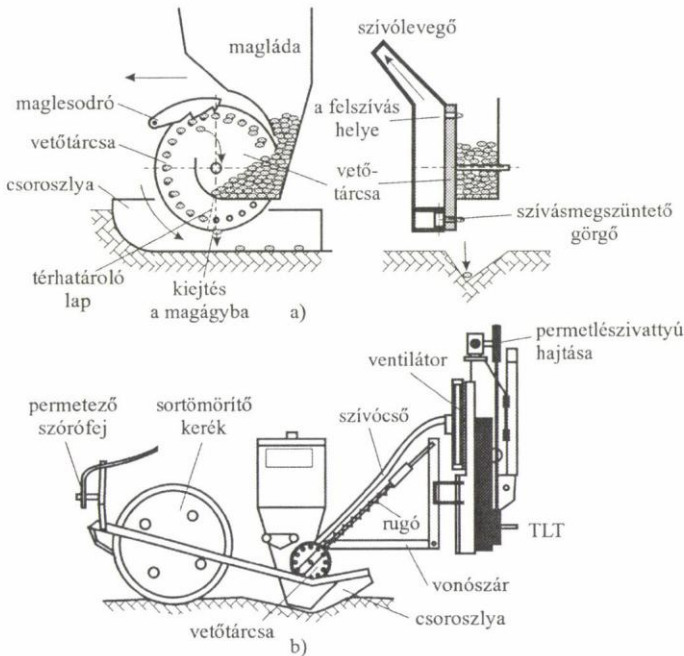
A mag méretének megfelelő kör alakú lyukakkal ellátott gumiszalag haladással ellentétesen mozgó alsó ága a magtartályból ráömlő magokat magával viszi, majd egy kiejtőnyíláson át a magágyba ejti. A géphez több szalagkészlet-sorozat tartozik, a szokásos

magméreteknek megfelelő lyukakkal. A tőtávolság a hajtóművön lánckerékcserevel, illetve szalagcserevel is változtatható. A vetőszerkezet vázlatát a 189. ábra szemlélteti.

Merítőkanalas vetőszerkezet

A vetőszerkezet kisméretű vezérelt kanalakkal végzi a magvak szemenkénti adagolását. A kanalak a haladási irányra merőlegesen álló tengely körül forognak a vetőházban. A kanalak tengelye forgattyúszerűen kiképzett. A forgattyú végén vezérpályában futó görgő van. A kanalak alsó helyzetükben bemerülnek a vetőház alján lévő maghalmazba, és abból egy szemet kiemelnek. A kiemelt szemet a felső helyzetben elforduló vezérelt kanál a magvezető csúszdán át a csoroszlya által nyitott magágyba juttatja.

A gép a kanalak cseréjével többféle nagyságú mag vetésére alkalmas. A svéd Nibex kanalas vetőgépet hazánkban elsősorban zöldségmagvak vetésére használják.



190. ábra. Szívó rendszerű vetőszerkezet és vetőgép
a) működési vázlat, b) a vetőgép vázlat (SPC-6)

Pneumatikus vetőszerkezetek

Szívó rendszerű pneumatikus vetőszerkezet

A függőleges helyzetű vetőtárcsa a rajta lévő szívókákkal a vetőládából felszippantja a magokat, majd alul a magágyba ejti. A szívókákra ragadt fölösleges magokat egy kivételével a fésűs maglesodró távolítja el. A magra ható szívóerő a furat alsó helyzetében megszűnik, mert belülről egy gumihenger takarja el a lyukakat.

Szívó rendszerű vetőszerkezetet (190. ábra) több cég is gyárt. A gépek vetőtárcsáinak átmérője 250–300 mm. Egy géphez többféle tárcsasorozat is tartozik. Például a Rau Multisem vetőgépnél a kukorica vetéséhez 15 lyukú és 4 mm átmérőjű szívókával készülő tárcsák tartoznak (15/4); napraforgóhoz 15/3 és 15/4; cukorrépához 30/2; magrúpához és szójához 60 lyukú tárcsa készül, amelyen a szívókák (furatok) kettesével helyezkednek el. Az előírt légszívás értéke kukoricához 700–900 mm vízoszlop, napraforgóhoz és cukorrépához 500–600 mm vízoszlop.

Ehhez a típushoz tartozik még a román gyártmányú SPC–6-os vetőgép is (190/b ábra), ennél azonban nem az ábrán látható fésűs lesodró, hanem ujjas lesodró van. A gép kukorica, napraforgó, ricinus, szója, borsó, bab, cirok, kender stb. vetésére alkalmas. A gépre szerelhető sávós permetezővel a vetéssel egy időben gyom- és rovarirtó szer is kijuttatható. Traktorigénye 37 kW. A gép 12 soros kivitelben is készül.

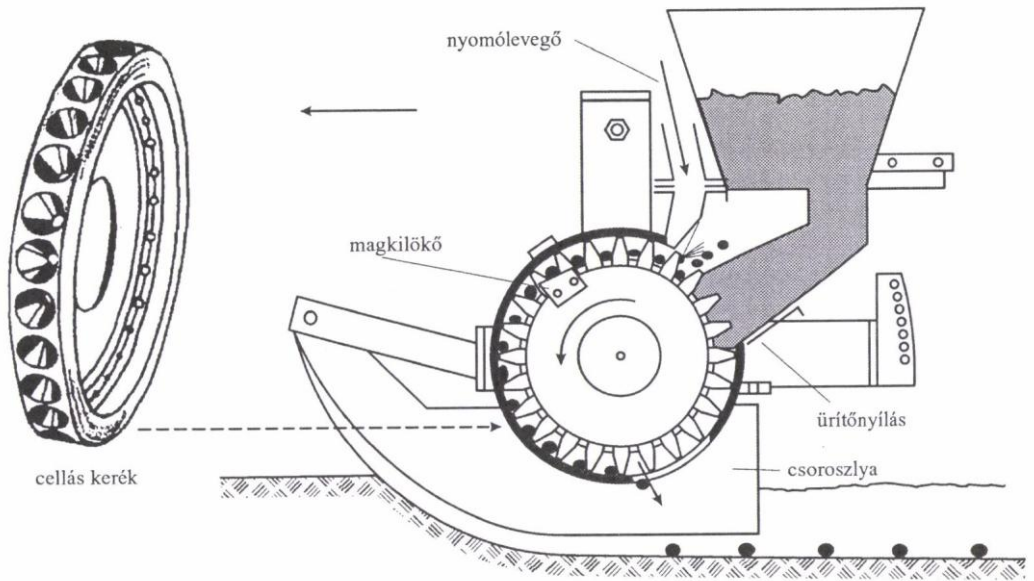
Nyomó rendszerű pneumatikus vetőszerkezetek

A **kúpcellás vetőszerkezet** működési vázlatát a 191. ábra mutatja. A magládából szabályozható beömlőnyíláson át kerül a mag a forgó celláskerékhez, amelyen a maghoz képest nagyméretű cellák vannak. A cellákba kerülő magok közül a folyamatos nagy sebességű nyomó légáram a kissé beszoruló legalsó mag kivételével a fölösleget kisöpri, a cellában maradt szem pedig alul kihull. Az esetleges erősebben beszorult szemeket a cellás gyűrű belső peremén végigfutó hasítékba benyúló vékony magkilökő lemez mozdítja meg. A fűvóka végénél levő túlnyomás alatt álló teret kiegyenlítőcső köti össze a magtartály felső részével, különben a mag nem tudna beömleni a koronghoz. A magtartály tehát nyomás alatt van. (Az összekötő csövet az ábra nem tünteti fel).

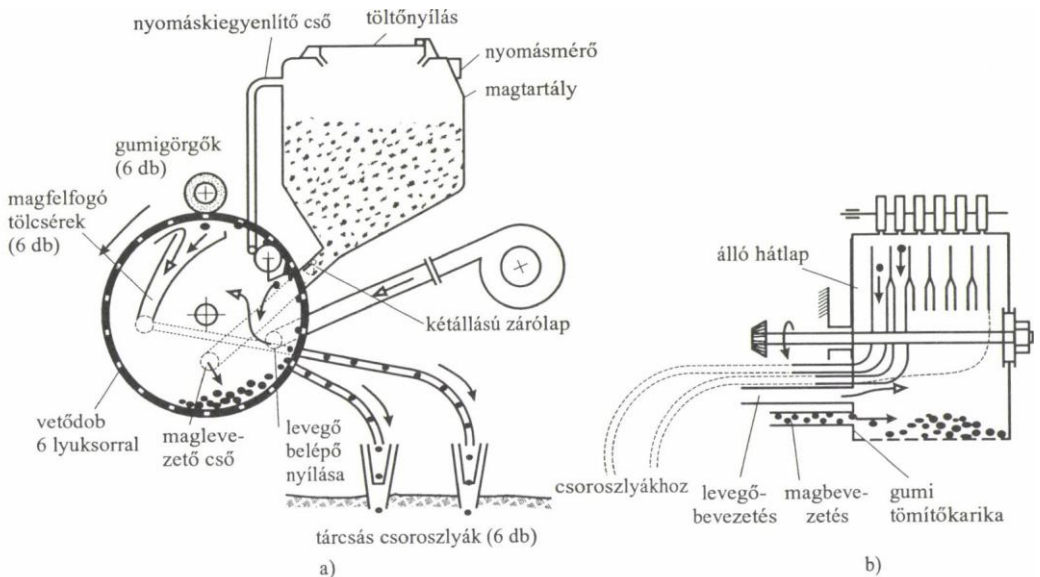
A géphez háromféle cellasorozat készül; kukoricához és napraforgóhoz 24, szójához 36 és cukorrépához 48 cellás vetőtárcsát használnak.

A cellás vetőtárcsa átmérője $D = 250$ mm, a 24 cellás tárcsán a kúpos furat nagyobbik átmérője 20 mm, a kisebbiké 5 mm, a csonka kúp magassága 17 mm. Ezek alapján egy cella térfogata kb. 2 cm^3 .

A kisöprő légáram sebességét a magnak megfelelő légnyomásra kell beállítani; ha a sebesség túl nagy, akkor minden magot kisöpörhet a cellából, ha kisebb az előírtnál, akkor egynél több mag is maradhat a cellában. A légnyomásnak a gépen lévő nyomásmérőn leolvasható értéke milliméter vízoszlopban van megadva. Az előírt légnyomás értéke kukoricához és szójababhoz 0,19–0,2 bar, napraforgóhoz 0,17–0,18 bar, cukorrépához 0,12–0,13 bar.



191. ábra. A kúpcellás pneumatikus vetőszerkezet működési vázlata



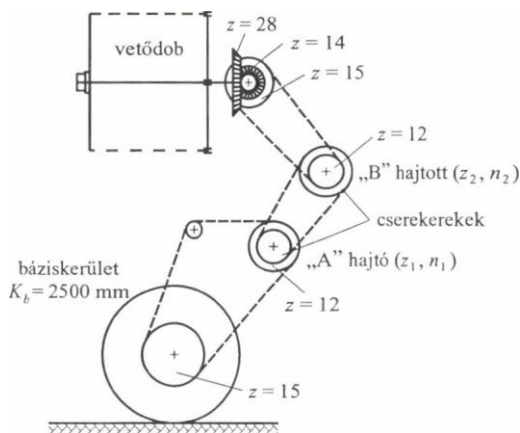
192. ábra. Az IH Cyclo vetőszerkezetének működési vázlata
a) keresztmetszeti vázlat, b) a vetődob hosszmetsete

A **központi dobos vetőszerkezetnél** (Cyclo) a kb. 700 mm átmérőjű vetődobon 6 lyuksor van, a magvak vastagságánál kisebb furatokkal. A dob belsejében a ventilátor túlnyomást idéz elő, ami a magtartályból a dobba kerülő magokat rátapasztja a furatokra.

Egy-egy furatra több mag is rátapad, a magokat azonban egyesével kell elvetni. A lyukakra tapadt fölösleges magokat kefék maglesodró távolítja el. A kefék pontos beállítását a kefetartó rúd két végén elhelyezett görgők biztosítják. A felső holtpontban a cellára „tapadt” magra ható nyomóerő megszűnik, mert a gumi nyomógörgő kívülről egy pillanatra letakarja a lyukat. A mag elválk a dobtól, és belehull a magfelfogó tölcserbe. Mivel a dobba befűjt levegő csak a tölcseren keresztül távozhat, így az idekerült magokat magával sodorja a csoroszlyákon át a magágyba. A tartályt és a dobot nyomáskiegyenlítő cső köti össze, e nélkül a magot a dobban levő túlnyomás nem engedné beömleni a dobba. Ez a szerkezeti megoldás egyébként minden nyomórendszerű vetőszerkezetenél megtalálható. A tartály és a dob között kétállású elzárólap van, amellyel a dob cseréje esetén a beömlő cső elzárható; ez való a tartály ürítésére is. A vetőszerkezet működési vázlatát a 192. ábrán látható.

A vetőszerkezet eredetileg kukorica vetésére készült, de vetődobcserével alkalmas napraforgó, szója és cukorrépa vetésére is. A répavetés pontossága rosszabb, mint a peremcellás precíziós vetőgépeké. A vetődob a palástján lévő furatsorokkal úgy néz ki, mint a centrifugák dobja. Zárócsavarral egy álló hátlapnak szorítható. A dob és az álló lap között lévő hézagot gumikarika tömíti, így a dobba fűjt levegő csak a palást furatain és a csoroszlyákhoz vezető csöveken át távozhat a dobtól. Mivel a lyukakra belülről egy-egy mag tapad, így azokon levegő nem távozhat. A dobot az álló lap felőli végén csapágyazott konzolos tengely hajtja kúpkerékkel. A dobot a zárócsavar levételével lehet cserélni.

A magvezető csövek igen egyszerű szerkezeti megoldást jelentenek, azonban hátrányuk, hogy a csőkanyarok rontják a vetés egyenletességét, amit még a csövek hossza is befolyásol. A hosszabb vetőcsövű külső csoroszlyákon 5–10%-kal egyenlőtlenebb a mageloszlás, mint a belső rövidebb csöveknél. A légáram sebessége 10–15 m/s.



193. ábra. A Cyclo vetőgép hajtásvázlatát

A Cyclo rendszernek számos előnye között a legfontosabb, hogy a gabonavető gépekéhez hasonló kivitelű tárcsás csoroszlyákat lehet alkalmazni, ami egyszerűsíti a gép gyártását. További előnye a nagy munkasebesség (10–12 km/h).

A vetőgép hajtás vázlatát az 193. ábra szemlélteti. A vetőgépet 76,2 cm, illetve 50 cm sortávra lehet beállítani. A dob vetési pontosságának fontos feltétele, hogy a magra ható

centrifugális erő ne legyen túl nagy vagy túl kicsi. Ezért a gépet úgy szerkesztették, hogy a vetődob percenkénti fordulatszáma 20–30 1/min között legyen, lehetőleg a felső határ közelében. A géphez kilencféle cserekerék tartozik. A kezelési utasítás adott tőtávhoz előírja a felszerelendő cserekerékeket.

A Cyclo vetőgép valamivel egyenlőtlenebbül veti a kukoricát, mint a precíziós egyedi adagolású szemenkénti vetőgépek. A vetésegyenletesség változása – jelen esetben a romlása – egy bizonyos határig nem befolyásolja számottevően a terméshozamot, ha a talaj jó táperőben van. Ezért kukorica és napraforgó vetésénél nem érdemes a Cycloénál nagyobb pontosságra törekedni, ui. a nagyobb pontosságú gép bonyolultabb és egyúttal drágább is.

A vetőegységek kialakítása és függesztőszerkezete

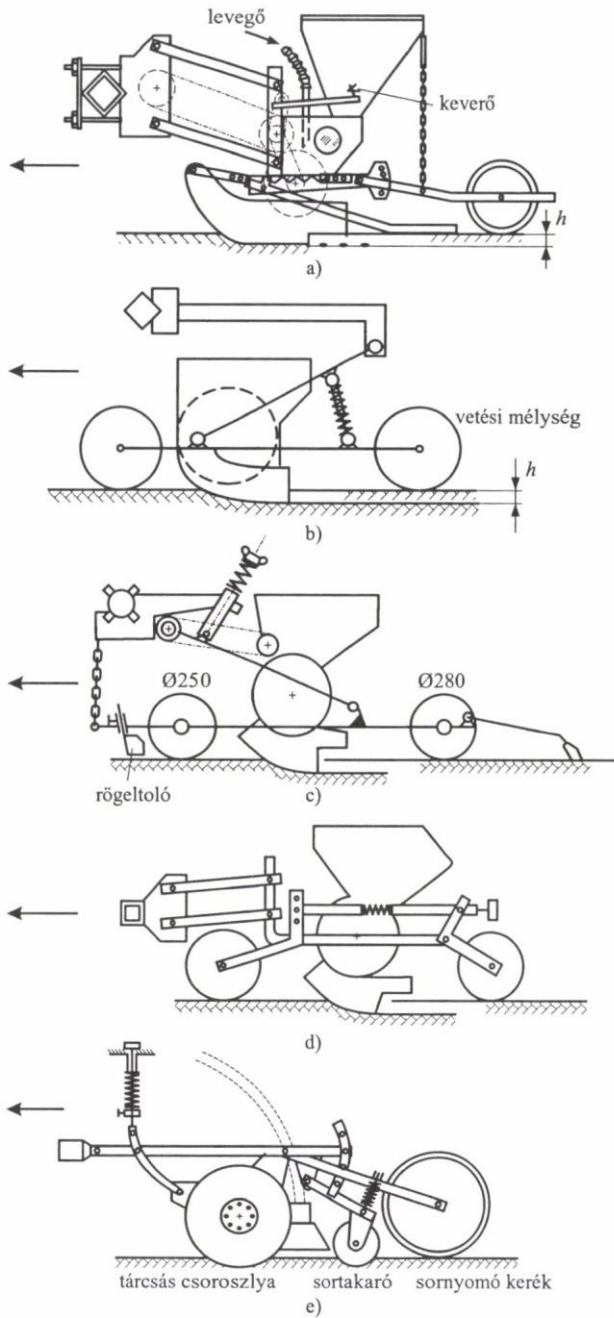
A szemenkénti vetőgépek vetőegységeinek a kialakítása igen változatos. Mivel itt a vetési mélységet különös pontossággal kell betartani, ezért a vetőcsoroszlyát – eltérően a gabonavető gépektől – egy vagy két támasztógörgővel is ellátták. A vetőegységek jellegzetes változatainak vázlatát a 194. ábra mutatja.

A vetési mélység a támasztógörgő és a csoroszlya szintkülönbségének (h) az állításával változtatható. A soron járó nyomógörgők mellett, hogy a vetőegység járókerekeiként is szolgálnak, tömörítik is a magágyat, ezáltal a nedvesség a magvak köré koncentrálódva elősegíti azok csírázását. A sortakaró az elvetett magokat laza réteggel borítja be, ami javítja a magágyban a légcserét és ezúton a hó behatolását is.

A vetőegység nyugodt járását állítható feszességű rugó segíti elő. A vetőegység paralelogrammával (a) vagy egyszerű húzószárral van felfüggesztve. Figyelmet érdemel a b), c) és d) ábrán látható ún. „tandemkerekes” változat, amely különösen jól tartja a vetési mélységet. A d) változatnál a kerekek még egymáshoz képest is állíthatók.

A szemenkénti vetőgépek hajtószervezete

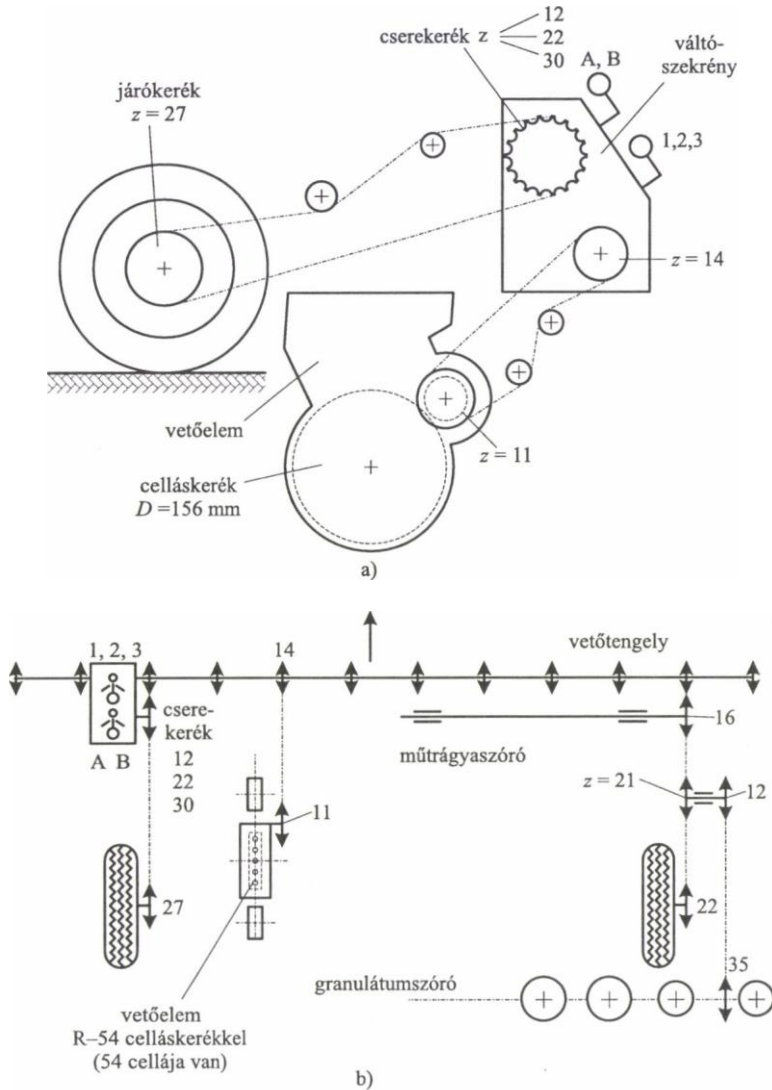
A szemenkénti vetőgépeknél a vetőszervezet, a műtrágya-, illetve a granulátumszóró szerkezet hajtása járókerékről történik. Egyes régebbi konstrukciójú cukorrépa- és kukoricavető gépeken a magadagoló cellás kereket a vetőelem sornyomó görgője hajtotta. A tőtáv változtatását elemenként cserekerék felrakásával végezték, ami még gyakorlott szerelőnek is sokáig tartott. Ennek az **egyedi hajtásnak** a fő hibája azonban az volt, hogy az aránylag kis tömegű vetőelemek kerekein nagy volt a kerékcúsúság (szlip). A szlip mértéke soronként is eltérő lehet, így a vetőgép – főleg nagy munkaszélesség esetén – a jó magelosztó szerkezet ellenére is eléggé egyenlőtlenül vetett.



194. ábra. Vetőegységek jellegzetes változatai
 a) paralelogramma támasztókerékkel, b, c) tandemkereses,
 d) paralelogramma tandemkerékkel, e) húzószár sornyomó kerékkel

Ezen számottevően még az sem segített, hogy egyes típusokon a vetőelemek kerekeit párosával összekapcsolták egy-egy flexibilis tengellyel vagy kisméretű kardántengellyel.

A korszerű gépeken általánosan alkalmazott **központi járókerék**hajtás ezeknek a hibáknak nagy részét kiküszöböli. Ezt a hajtásváltozatot a hazánkban nagy számban alkalmazott Rau Exacta gépek sémáján mutatjuk be (195. ábra).



195. ábra. Szemenkenti vetőgép hajtásvázlatának oldal- (a) és felülnézete (b)

Ennél a megoldásnál a vetőelemek egy közös tengelyről kapják a hajtást. A vetőtengely fordulatszáma – és ezzel együtt a tótáv – a váltószekevény karjának állításával, illetve egyetlen cserekerék felrakásával változtatható. Ez még kerékcseré esetén sem igényel sok időt.

A Rau Exacta gépen a maggal feltöltött 12 vetőelemnek a kiemelt gépen mért hajtásához a leglassúbb fokozatban (B3) 60 N, a leggyorsabban (A1) 120 N erő szükséges a bal oldali hajtó járókerék kerületén. Ilyen kis kerületi erőt a kerék a ránehezedő géptömeg hatása alatt még lazább talajon is kifejthet. A központi hajtás tehát minden vetőelemnél egyöntetű magadagolást biztosít. A járókerék szlipje általában 3–6% között változik. Előfordulhat azonban ennél nagyobb szlip is a járókeréken. A szlip miatt a tótáv megnő, amit azonban a kapcsolószekevény egy fokozattal gyorsabbra állításával lehet kiküszöbölni. Az egymás utáni fokozatokban kb. 8–12%-kal módosul a vetőtengely fordulatszáma.

Az előbb említett 120 N kerületi erővel számolva, a 12 soros Rau Exacta vetőgép üresjáratú teljesítményigénye 6 km/h sebességnél $120 \times 1,67 = 200$ W. Az ugyancsak Rau gyártmányú és majdnem azonos hajtószerkezetű függőleges tárcsás pneumatikus vetőgép (Rau Multisem) hajtásához 1,3–2,5-szer nagyobb kerületi erő, illetve teljesítmény szükséges, ami elsősorban a jó tömítés miatt szorosán záró és emiatt erősen súrlódó tárcsák és a hozzájuk súrlódó lesodró fésűk idéznek elő.

A központi hajtásnál mindig gondosan ellenőrizni kell a hajtószerkezet futását, mert a nehezen forgó hajtószerkezetnél nagy lehet a szlip. A szlip tehát nemcsak a talajtól, hanem a gép állapotától is függ.

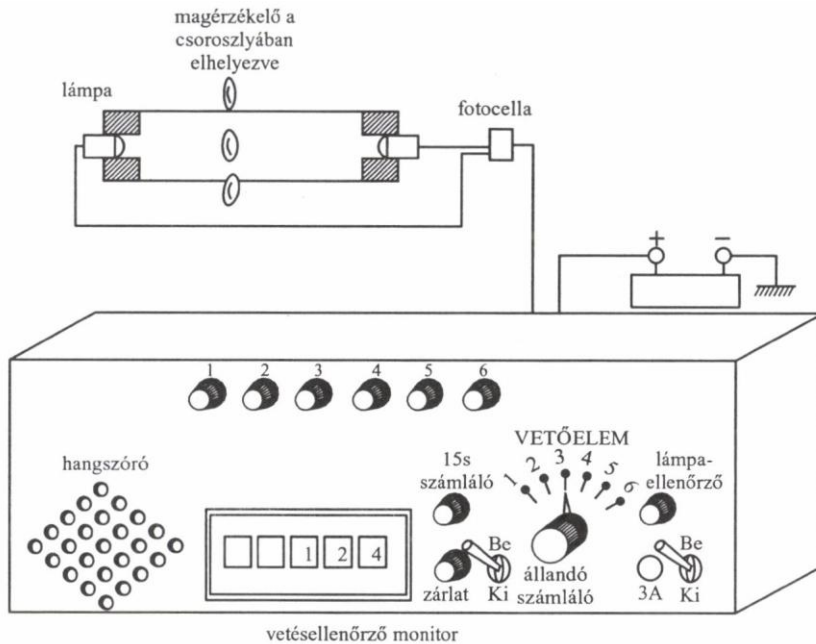
A cellás kerék kerületi sebességének hatása a tótávegyenletességre

A gépkonstruktőrök arra törekednek, hogy a magadagoló elem kerületi sebessége megközelítse a haladási sebességet, de legjobb, ha azzal egyenlő értékű (196. ábra).

Ha a haladási és a kerületi sebesség megegyezik (a), akkor a mag ún. „relatív sebessége” nulla; a mag rövid úton, függőlegesen hull a magágyba, és nem gurul előre. Ha a haladási sebesség nagyobb, mint a kerületi sebesség (b), akkor a mag relatív sebessége előremutat, és a mag előregurulhat. Az elgurulás főleg a gömbölyű drázsírozott magoknál állhat elő. Az elgurulás mértéke hol több, hol kevesebb vagy a beomló föld miatt nulla. Ezért a vetőmagok elhelyezkedése a magágyban – tehát a tótáv – még teljesen egyenletes kiadagolás esetén sem lesz egyenletes.

A haladási és a kerületi sebesség egyenlőségét sajnos a peremcellás és a függőleges tárcsás pneumatikus vetőgépeknél nem lehet megvalósítani, mert ahhoz túl gyorsan kellene forgatni a cellás kereket, ami miatt a cellák hiányosan töltődnének.

Emiatt a peremcellás korong kerületi sebessége nem lehet több 0,6 m/s-nál; a leggyakrabban használt kapcsolóállásoknál 0,3–0,4 m/s. A tapasztalat azt mutatta, hogy a tótáv egyenletessége még megfelelő szinten tartható, ha a haladási sebesség nem nagyobb, mint a kerületi sebesség 5-szöröse.



197. ábra. A vetésellenőrző műszer működési vázlata

Az előzőekben ismertetetten kívül alkalmazzák még a Dickey John amerikai vetésellenőrzőt is, amely fotocellával működik. Ma már az elektronikus műszerezettség szinte minden vetőgépen megtalálható.

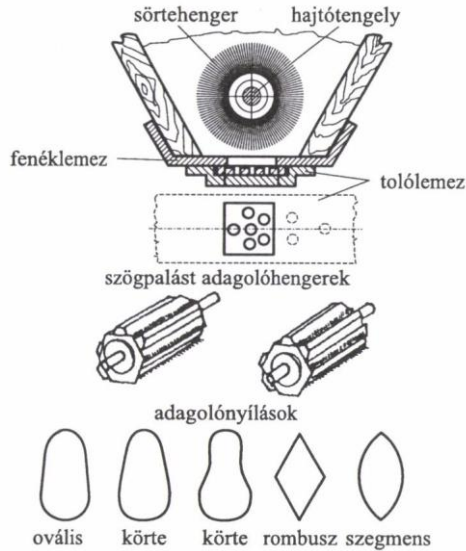
A fotocellák, illetve a fotoellenállásos érzékelők csak a nagy magokat érzékelik megfelelően, ezért a gabonavető gépen nem működnek megbízhatóan. Gabonavető gépeken vetőtengelyre szerelt elektronikus forgásérzékelőt alkalmaznak, amely a traktoros előtt elhelyezett villogó lámpával jelzi a vetőtengely forgását.

A szóróvető gépek felépítése

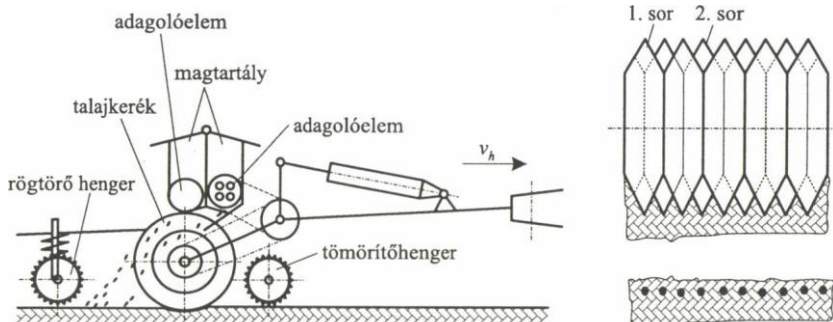
A szóróvető gépeket olyan magvak vetésére használják, amelyeket nem szükséges a talajba juttatni, illetve csekély mélységre kell vetni. A szóróvetők rázkódásra, sebességre nagyon érzékenyek, szórásuk nagyon egyenlőtlen.

Sörtekefés adagolóelem vázlata a 198. ábrán látható. A kefék a magláda alján helyezkednek el és változtatható felületű nyíláson át szórják, kotorják ki a magvakat. A nyílások állítását egyedi és a gép oldalán elhelyezett központi kézi karral lehet végezni. Az ábrán látható szerkezetenél a tolólemez elmozdításával különböző számú kiejtőlyuk kerülhet a négyszögletes kihullónyílás alá. Az ábrán feltüntettük a gépeken található

különböző adagolónyílások változatait is.



198. ábra. Sörtekefés adagolószervezet



199. ábra. Hengerrel kombinált szóróvető gép vázlatja

A kefés szerkezet helyett gyakran lapátos és sántakerekes adagolóelemet alkalmaznak. Vannak bordás hengeres adagolók is.

Gyűrűs hengerrel kombinált szóróvető gép működési vázlatja a 199. ábrán látható.

7.2. Burgonyaültető gépek

A burgonyaültető gépek feladata a vetőgumók talajba juttatása és ott egyenletes mélységű

és tőtávú elhelyezése. A burgonyát jól elmunkált talajba, sekélyen, 2–4 cm mélyre, 10–15 cm-es bakháttal ültetik, a sortávolság 75 cm.

Az ültetőgépek megnyitják a vetőbarázdát, amelybe az adagolószerkezet beejti a gumókat, majd a gép laza talajjal takarja be azokat. Egyes gépeken töhiánypótló szerkezet is van az ültetőszerkezet esetleges adagolási hibájának a pótlására. Egyes géptípusok az ültetéssel egy időben műtrágyát vagy egyéb vegyszereket is szórhatnak.

A korszerű gépek 4–6 sorosak, többnyire félig függesztett kivitelűek. A gépek optimális munkasebessége 5–8 km/h.

A gépek legfontosabb szerkezeti része a gumók adagolását végző vetőszerkezet. A hazai gyakorlatban általában kétféle vetőszerkezetű gépet használnak:

- a merítőkanalast, illetve
- a szorítóujjas gépet.

Ha vetőburgonya termesztése a cél, akkor hektáronként 60 000, étkezési burgonyánál a fajtától függően 45–50 ezer gumót kell elültetni. Az ültetőgépekhez osztályozott burgonyát kell használni, különben pontatlanul vetnek.

A gépekkel szemben támasztott követelmények

A gépekkel szemben támasztott követelmények a következők:

- a gép jól tartsa a sortávolságot, a megengedett eltérés ± 2 cm,
- a tőtávolság 20–50 cm között legyen állítható kb. 5 cm-es fokozatokban; a beállított tőtávól való eltérés $\pm 25\%$ lehet; a gumóknak legalább 50%-a a beállított tőtávra essen, tehát a tőtáv $\pm 25\%$ -ára,
- az ültetőgép ne sértse a burgonyát; az elvetett burgonyamennyiségnek maximum 5%-án lehet sérülés. A sérülések osztályozása: 2 mm mélységig gyenge, 2–5 mm között közepes, 5 mm fölött erősen sérültek számít a burgonya,
- megengedett eltérés a beállított munkamélységtől maximum ± 2 cm,
- a tartály legalább 1000–1500 m úthosszra elegendő burgonya befogadására legyen alkalmas,
- az ültetőgép lejtőn is elfogadhatóan dolgozzon; a 4 soros gép 15%-os lejtőig, a 6 soros 8%-os lejtőig még megfelelő munkát végezzen.

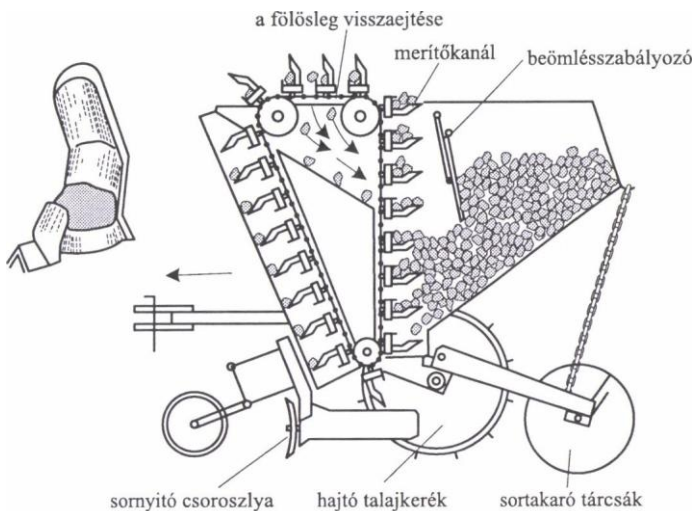
A felsoroltakból látható, hogy a burgonyaültető gépekkel szemben szigorú követelményeket támasztanak. Ezeknek a gépek egy része nem mindenben felel meg.

A merítőkanalas adagolószerkezet

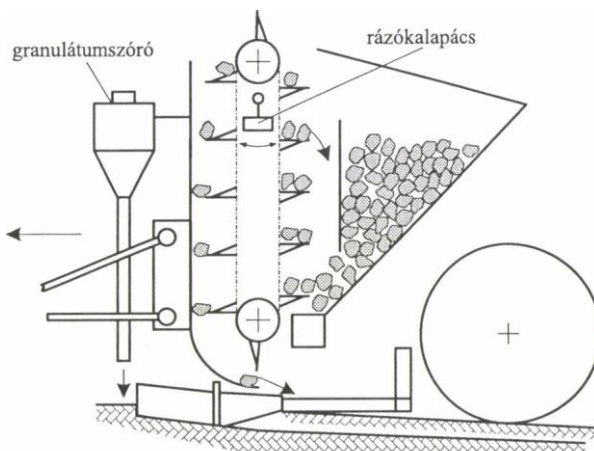
Működését a 200. ábrán mutatjuk be. A járókerékről hajtott láncre erősített kanalak a tartályon áthaladva megtelnek gumóval. A kanalakat a hiányos merítés elkerülése céljából a burgonyák méreténél nagyobbra készítették.

Az ábrán látható géptípushoz háromféle méretű cserélhető műanyag kanálbetét-sorozat

tartozik: 35 mm alatti, 35–50 mm közötti és 50 mm fölötti burgonyák vetéséhez. A jó megkülönböztetés érdekében a három sorozatnak különböző színe van. A felső vízszintes ágon a fölösleges gumók visszahullnak a tartályba. A leszállóágon a csatornák hátlapján „utazik” a burgonya lefelé, majd alul a sörnyítő csoroszlya által készített barázdába hull. A gumókat előrefelé nyitott V alakban elhelyezett tárcsapár takarja be.



200. ábra. A merítőkanalas burgonyaültető gép működési vázlatja



201. ábra. Független hevederágak rázókalapáccsal

Hazai mérések alapján a gép ültetési pontossága:

- 30 ± 5 cm-re esik a gumók 71%-a,
- 30 ± 10 cm-re esik a gumók 85%-a.

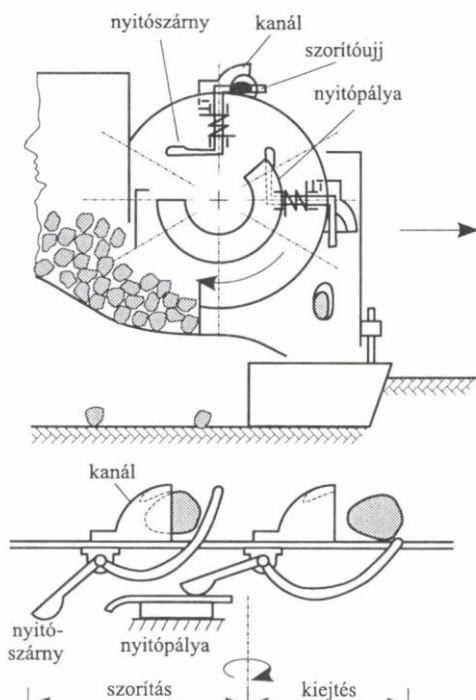
A gép messze túlteljesíti az előzőekben említett, erre vonatkozó követelményeket.

A merítőkanalas hevedernek kisebb a helyigénye, ha mindkét hevederág függőleges.

Az ilyen kialakítású gépeknél a kanalakba került fölösleges burgonyák eltávolítására valamilyen szerkezetet építenek be. Egyik megoldás az ütögető rázószerkezet (201. ábra). A merítőkanalas gépeknek van olyan változata is, amelyen mindkét hevederág ferde.

A szorítóujjas adagolószerkezet

Az adagolószerkezet (202. ábra) vízszintes tengelyre ékelt forgótárcsából és a tárcsára változtatható osztással felszerelhető kanalakból áll. Minden kanálhoz egy-egy rugós szorítóuj tartozik, amely a burgonyát a kanálhoz szorítja. A körbefordulás alsó szakaszán a nyitópálya a Z alakú szorítóujjat az alsó szárny rész elfordításával a torziós rugó ellenében kinyitja, így az markolásra készen lép a tartályba. A nyitópályáról lekerülve az ujj rácsapódik a kanálba került burgonyára és magával viszi, majd újból a nyitópályára kerülve a csoroszlya által nyitott barázdába ejti a burgonyát. Egyes típusokon nincs kanál, az ujjak közvetlenül a tárcsához szorítják a burgonyát. A gépek munkasebessége 4–5 km/h.



202. ábra. A szorítóujjas burgonyaültető szerkezet működési vázlatja

Összehasonlítva a kétféle ültetőszerkezetet, megállapítható, hogy a merítőkanalas adagoló kíméletesebben bánik a burgonyával, de lassabban adagol, mint a szorítóujjas. A percnként kiadagolt gumószám felső határa egyhevederes merítőkanalas gépnél 250 db/min, a szorítóujjasnál kb. 300 db/min. Az adagolási sebesség túllépésére a

merítőkánalas érzékenyebben reagál, ami a növekvő hiányhelyekből állapítható meg.

7.3. Palántaültető gépek

A zöldségtermesztésben a fokozatosan terjedő helyrevetés ellenére feltehetően még hosszú ideig szükség lesz palántaültető gépekre. Vannak növények, amelyek – a kézi dugványozást nem számítva – egyelőre csak palántázógéppel ültethetők (pl. a dohány).

A palántaültető gépeknek a következő fontosabb követelményeket kell teljesíteniük:

- a palántákat egyenként, függőleges helyzetben ültesse el, takarja be földdel és a talajt tömörítse a palántasor két oldalán,
- a munkamélység és a sortáv változtatható legyen,
- a gép ne sértse a palántákat.

Egyes géptípusokon az elültetett palánta gyökeréhez automatikusan 2–3 dl vizet is juttatnak a barázdába. A gépek munkaszélessége 2–6 m, az ültetett sorok száma 4–8, munkasebesség 0,5–1,5 km/h, általában függesztett kivitelben készülnek.

A palántázógépek általában két sorban vannak elhelyezve, hogy a szerkezet és a rajta ülő dolgozók kényelmesen elférjenek.

A kézi berakású, ún. „félautomata” palántaültető gépek jelentősen emelik a munkateljesítményt. A hagyományos lyuggatásos kézi palántázásnál egy dolgozó óránként 350–450, a gépen ülve 1800–2400 palántát tud elültetni.

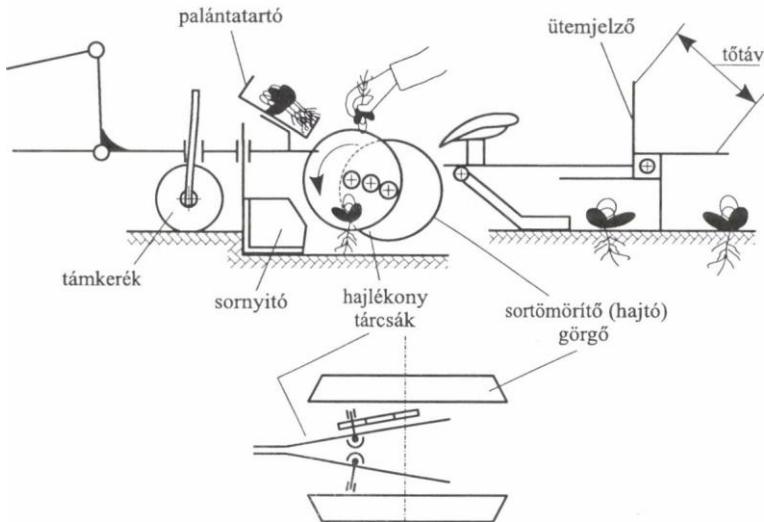
A szorítótárcsás palántázógép

Az egyik sortömörítő görgő három, sorba kapcsolt fogaskerékkel hajtja az egyik tárcsát, amelyik kardánkereszttel átadja a hajtást a másik tárcsának is, így a két tárcsa azonos fordulatszámmal forog (203. ábra). Ez nagyon fontos, különben a tárcsák közötti csúszás miatt a gyenge palánták megsérülnének, összemorzsolódnának. A 10–12°-os szögben álló hajlékony tárcsák elől 90–100°-os szögnek megfelelő ívhossz mentén összesimulnak, hátul pedig 100–200 mm-nyire elállnak egymástól. A tárcsák kerületi sebessége kb. megegyezik a haladási sebességgel, így a tárcsa alsó pontja a talajhoz képest egy pillanatra állónak tekinthető. A gépen ülő dolgozó a palántatartóból kivett palántát – gyökerénél fogva fejjel lefelé – behelyezi az összesimuló tárcsák közé. A palánták elengedése a tárcsák széttartása következtében áll elő. A lehelyezett növény mellett a talajt a sortömörítő görgők tömörítik. A kaparólemezek laza földet húznak a sor mellé.

A munkamélység a sornyitó függőleges állításával szabályozható. A tőtávolságot az ütemjelző „diktálja”, amelynek hangjelére minden dolgozó betesz a gépbe egy palántát. A traktor zaja miatt az ütemjelző hangja általában rosszul hallható.

Két palánta behelyezése között legalább 1,5–2 másodpercnek kell eltelnie, különben a

dolgozó hamar kifárad, s emiatt sok lesz a tökihagyás. A traktort ennek megfelelően 0,5–1,5 km/h mászó sebességgel kell üzemeltetni.

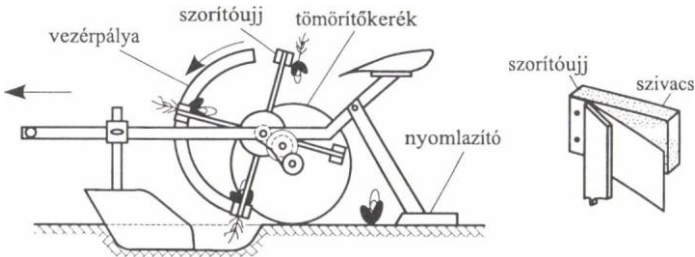


203. ábra. A szorítóújas palántázógép működési vázlatja

A szorítóújas palántázógép

A **szorítóújas ültetőelemen** (204. ábra) a palántát két puha anyagból készült szorítóelem közé helyezik, melyek rugó hatására szétnyílnak, majd a vezérlőpálya mellett összezáródva haladnak. A fogóelemek tárcsára szerelt küllőkre vannak erősítve. A tőtáv két szorítóelem közötti ívdarabbal egyenlő, és a küllők számával változtatható.

A palántaültető gépen ülő dolgozóknak fokozott figyelemmel kell ügyelniük testi épségükre, mert a bár lassan, de folyamatosan haladó gép és a forgó adagolóelemek balesetet okozhatnak. Ajánlatos a gépen ülő dolgozók közül legalább egynek a keze ügyébe eső jelző dudagombot felszerelni, amivel veszély esetén a traktort figyelmeztetni lehet, ui. a traktor zaja elnyeli a kiabálást. A napi több órán át végzett palántázó munka elsősorban a fokozott figyelem miatt nagyon fárasztó, ezért bizonyos időközönként pihenőt kell tartani.

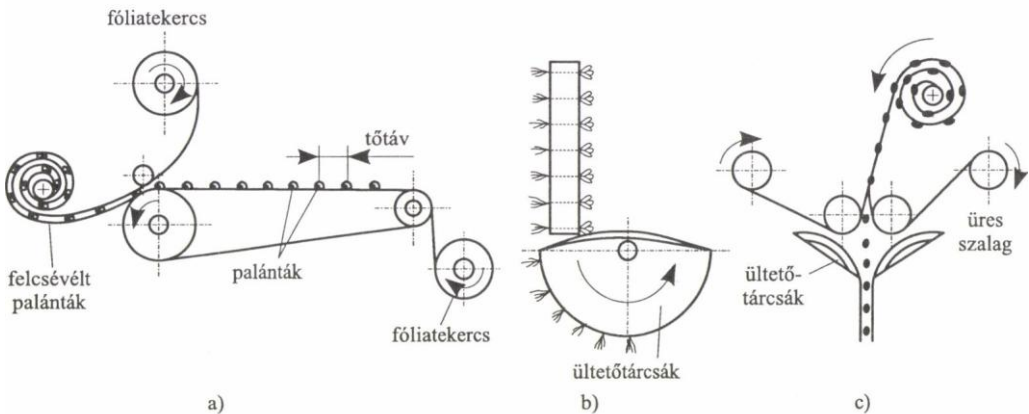


204. ábra. A szorítóujjas ültetőelem működési vázlata

A megfigyelés azt igazolta, hogy a palántázógép egyes dolgozóknál bizonyos „tériszonyt” vált ki, ami abban jelentkezik, hogy a folytonos lefelé nézés miatt az illető úgy érzi, hogy áll a gép és a talaj mozog. Ez egyes esetekben rosszullétet, hányingert is okozhat, ami hasonló ahhoz, mint amikor valaki a hídon állva mereven a folyó vizét figyeli és úgy érzi, hogy elindult a híd.

A tápkockás palántaültető gép

A tápkockás palántaültetés annyiban tér el az eddig megismertektől, hogy a palánták földlabdával együtt kerülnek a talajba. A tápkocka amellett, hogy a gépi ültetésnél védi a palántát, elősegíti a növény fejlődését a benne lévő vízzel és tápanyagokkal, továbbá csökken az átültetéssel járó károsodás is.



205. ábra. Az automatikus adagolási palántázógép működési vázlata
a) a palánták felcsévélése, b, c) lecsévélés ültetéskor

Az automata palántázógép

A palántázógépen végzett nagyon fárasztó kézi munkát kiküszöböli az automatikus adagolású gép, ami ma már többféle kivitelben készül. Egyik változatának működési vázлата a 205. ábrán látható.

A palántákat a gépi ültetéshez két fóliaszalag közé helyezve felcsévélik (*a*) olyképpen, hogy egyenlő távolságra kézzel rakják be a palántákat a szalagok közé. A lecsévélés a gépen történik (*b*, *c*). A szalagok végén a kihulló palánták az ültetőtárcsák közé kerülnek, amelyek a már megismert módon a talajba helyezik azokat. Az üres szalagok újra felhasználhatók.

8. Betakarítógépek

8.1. Szemestermény-betakarító gépek

A gabonabetakarítás gépei

A gabonatermesztés hazánkban évszázados hagyományokra tekint vissza. Az éghajlat kedvező, a termőföld nagy része megfelelő a gabonafélék termesztésére. A vetésterületnek jelentős részén termelünk gabonát, mert a gabona – ezek között is az őszi búza – szolgáltatja régen és adja ma is a nép ételmezésének az alapját, a kenyeret.

A kalászos gabonafélék között döntő jelentőségű a búza termesztése, amely az összes gabonatermő területnek mintegy 3/4 részén folyik.

A búza vetésterülete 1 millió hektár körül mozog. Az országos átlag már több ízben meghaladta a 4 t/ha-t. A legjobb termelők elérik a 6–7 t/ha termésátlagot is.

A kalászos gabona és egyéb szemes termények betakarítási munkáinak döntő hányadát az arató-cséplő gép végzi.

Az arató-cséplő gépek fejlődése

Az arató-cséplő gép lényegét tekintve az **arató-** és a **cséplőszerkezet kombinációja**. Ahhoz, hogy az első arató-cséplő gép működőképes legyen, egy sor olyan műszaki megoldást kellett kitalálni, amit az alapgépekről nem lehetett átvenni, mert a külön-külön használt arató-, illetve cséplőgépeken ezekre nem volt szükség. Ilyen pl. a levágott gabona közös anyagáramba kaparása és a cséplőszerkezethez vezetése, a szem menet közbeni tisztítása stb. A legnagyobb problémát azonban a gép mozgatása és működő részeinek a meghajtása jelentette.

Az első arató-cséplő gép megszerkesztésén az USA-ban *Hiram Moore* 1835-től 1853-ig dolgozott. Munkáját nemzetközi felhívásra toborzott szakemberek – közöttük *Matteson* – segítségével fejezte be. A gépet 36 öszvér vagy ló vontatta, munkaszélessége kb. 5 m volt, a működő részek hajtása járókerékről történt.

Az állatok hajtásával járó és egyéb nehézségek miatt ugyancsak az USA-ban áttértek a gőzzel hajtott lokomobillal mozgatott arató-cséplő gép alkalmazására.

Ennél a fő nehézséget a tűzveszély jelentette. A belső égésű motorral hajtott magajáró arató-cséplő gép első bemutatója szintén az USA-ban volt 1909-ben.

Ettől kezdve az arató-cséplő gépeket fokozatosan fejlesztették, de azok csak a száraz éghajlatú és nagy kiterjedésű gabonaföldekkkel rendelkező országokban tudtak tért hódítani (USA, Ausztrália, Argentína). Az USA-ban 1939-ben bemutatták az első korszerű magajáró arató-cséplő gépet, amelyet *Caroll* szerkesztett. A gyártó cég a Massey-Harris volt. Tíz évvel később ezt a típust hazánkban is kipróbálták.

Európában az arató-cséplő gép fejlesztése 1925 táján indult meg. A gépek használatának előbb említett feltételei azonban csak az akkori Szovjetunióban voltak meg, ahol a kolhozokban és a szovhozokban hatalmas, összefüggő gabonátlákat kellett learatni.

Itt készítette el *Borodin* 1929-ben az első kardánhajtású arató-cséplő gépet, amelyet 1930-ban német és más külföldi szakembereknek is bemutattak. Ezekben az években Európa más országaiban is megindult az arató-cséplő gépek fejlesztése. Itt külön kiemelhető a német Claas cég munkája.

Hazánkban 1949–1961 között folyt kombájngyártás. A gépek az EMAG-ban készültek, a fejlesztésben pedig az akkori MEFI (Mezőgépfeljesztő Intézet) jelentős szerepet játszott. Az AC-400, az ACD-400 (dízel), a B-62, a Balaton és a Kalász típusú gépek nagy sikert arattak mind belföldön, mind külföldön. A MEFI utolsó konstrukciója a Ciklon típusú gép egészen újszerű megoldással készült. A szalmából a szem kiválasztására hengerrostélyt alkalmaztak, hasonlóan a kanadai Roto Tresh géphez.

A hazai kombájngyártás 1962-ben megszűnt. Azóta a szükségletet importból fedezzük.

Az arató-cséplő gép elsősorban kalászos gabona betakarítására készült, de speciális aratószerkezetekkel, az ún. „adapterekkel” felszerelve csaknem mindenféle szemes termés betakarítására alkalmas.

A mai korszerű arató-cséplő gépek felépítése, a szerkezeti részek működése, de még a formája is nagyjából megegyezik. Különbség elsősorban a részletek kialakításában van.

Az arató-cséplő gép szerkezeti részeinek elrendezését és működését a 206. ábrán látható hosszmetseten ismertetjük.

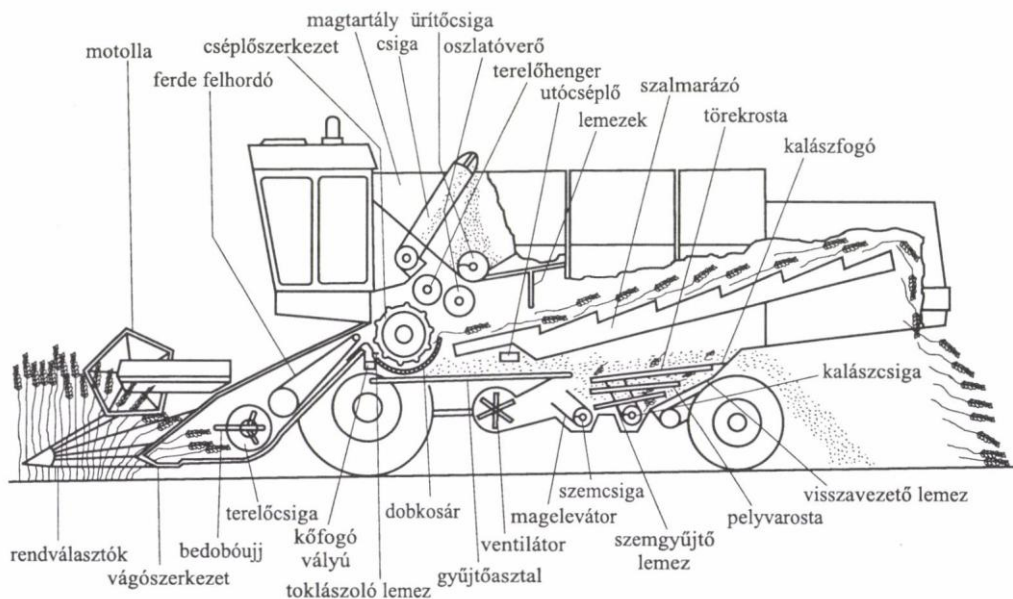
A **vágószerkezet** két szélén elhelyezett **rendválasztók** által közrefogott sávba eső szálakat a **motolla** hátrafelé tereli. A **kaszaszerkezet** által levágott terményt a terelőcsiga jobbról balról középre tereli, ahol a **vezérelt bedobóujjak a ferde felhordóba** juttatják. A láncgereblyés ferde felhordó a fenéklemezen fölfelé kaparja a szálakat, és közvetlenül a **cséplőszerkezethez** juttatja. A **dob** előtt **kőfogó vályú** és **toklászó lemez** van. Az egy vagy több dobos cséplőszerkezet a szemeket kicsépeleli, a szalmát, a töreket és a pelyvát, valamint a szemek kisebb hányadát (10–15%) a **szalmarázóra** dobja. A cséplőréstől kijutó anyag egyenletes elosztását a szalmarázón az **oszlatóverő** végzi. A szalmarázó ládák fölött a szalma túl gyors haladását felülről **belógó lemezek** gátolják. Ha a szalma túl gyorsan halad végig a szalmarázón, akkor nincs idő a szemek kellő kirázására, és sok szem távozik a gépből, ami növeli a veszteséget. A szalma a gép végén távozik, és vagy változatlan formában a tarlón rendet alkot vagy **apritószerkezet** használatával szétszóródik. Az aprított szalma nem szedhető fel, ezért beszántják, ami növeli a talaj szervesanyag-tartalmát.

A szalmarázó által kirázott szemek és a törek egy részét visszavezetik a dob alatt elhelyezett **bordás gyűjtőasztalra**. Korábban ez a visszavezetés az alulról zárt ládák fenéklemezén történt, újabb gépeknél a torlódás elkerülése céljából külön lengőlapot szereltek be. Utóbbinál a ládák alulról nyitottak. Ugyancsak a bordás gyűjtőasztalra kerül a

dob által kicsépeelt és a kosáron áthullott szem és törek is. A gyűjtőasztal a rajta lévő mag-törek-pelyva keveréket alternáló mozgás közben a **törekrostára** vezeti. A rostákat alulról éri a **ventilátor** légárama. A rosták lengőmozgást végeznek, miközben rajtuk az anyag előrehalad. A felső törekrosta végén a törek kihull a gépből. A rosta végének egy szakasza állítható: itt helyezkedik el a **kalászfogó**. Az esetleg ki nem csépeelt kalászcsoportok a visszavezető lemezen a **kalászcsigába** kerülnek, ahonnan egy **kaparólapos felhordó** a gép oldalán elhelyezett **kalászcseplőbe** juttatja. Az elcsépeelt anyag egy csövön át a dob alatti gyűjtőasztalra kerül. Egyes típusokon az elcsépeletlen kalászcsoportokat közvetlenül a cséplőszerkezetbe vezetik vissza. A törekrostan áthulló szem-pelyva keverék a **pelyvarostára** kerül, ami kiválasztja a szemeket; a pelyvát a ventilátor kifújja a gépből. A pelyvarostán áthullott szemeket egy **szemgyűjtő** lemez a **szemcsigához** vezeti, majd innen a szemek a **magelevátoron** és az ezt követő **csigán** keresztül a **magtartályba** kerülnek. A magtartályból a szem **ürítőcsigán** átjut a szállítójárműre.

A legutóbbi években megjelent nagy teljesítményű, korszerű gépek egyes szerkezeti elemei – elsősorban a cséplőszerkezet vagy a szalmarázó – az itt megismerttől eltérők, azonban az anyag útja lényegében változatlan.

Ezek között különösen fontosak az ún. **axiális cséplőszerkezetek**, amelyeknél a cséplés és a szem leválasztása a gép hossz tengelyével megegyező irányban elhelyezett hosszú cséplődobbal és kosárral történik. Egyes típusoknál a dob mellett a kosár is forgó mozgást végez. Más megoldásoknál a szemleválasztás tökéletesítése céljából több dobos és kosaras alkalmaznak.



206. ábra. Az arató-cséplő gép hosszmetsete

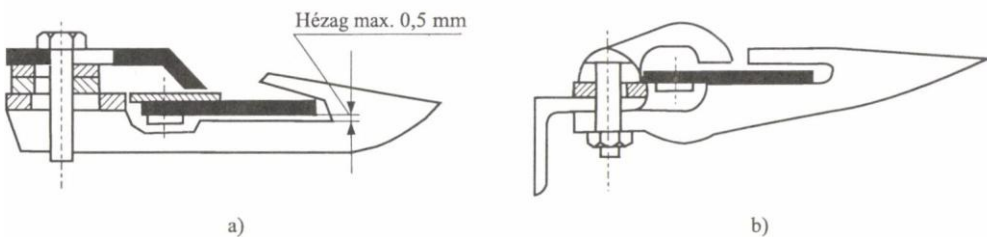
Az aratószerkezet és részei

Az aratószerkezet a következő fő részekből áll: vágószerkezet, rendválasztó, kalászemelő, terelőcsiga, ferde felhordó, függesztő- és kiemelőszerkezet.

A vágószerkezet

A **vágószerkezet a fűkaszáéhoz hasonló felépítésű** azzal a különbséggel, hogy itt kevésbé pontos késgerenda-vezetést kell megvalósítani, mivel a gabonaszár vastagabb és merevebb, mint a fű, illetve a zöldtakarmány szára. A pengéket rendszerint recézett éllel készítik. Az álló vágóélt egyes típusoknál az ujj anyagából képezik ki. Az alkatrész-utánpótlás megkönnyítése érdekében a vágópengéket nemzetközileg szabványosították. A gyártók a vágószerkezetek számos változatát készítik. A mozgó pengesor megvezetésének két változatát a 207. ábra szemlélteti.

A **kasza megvezetését** a leszorítólemezekkel lehet szabályozni. A megvezetés akkor jó, ha a kasza nem lötyög a vezetékben, de nem is jár szorosan. Az alternáló pengesor lökete 80 mm körüli érték, a kasza közepes sebessége $v_k = 1,2-1,4$ m/s.

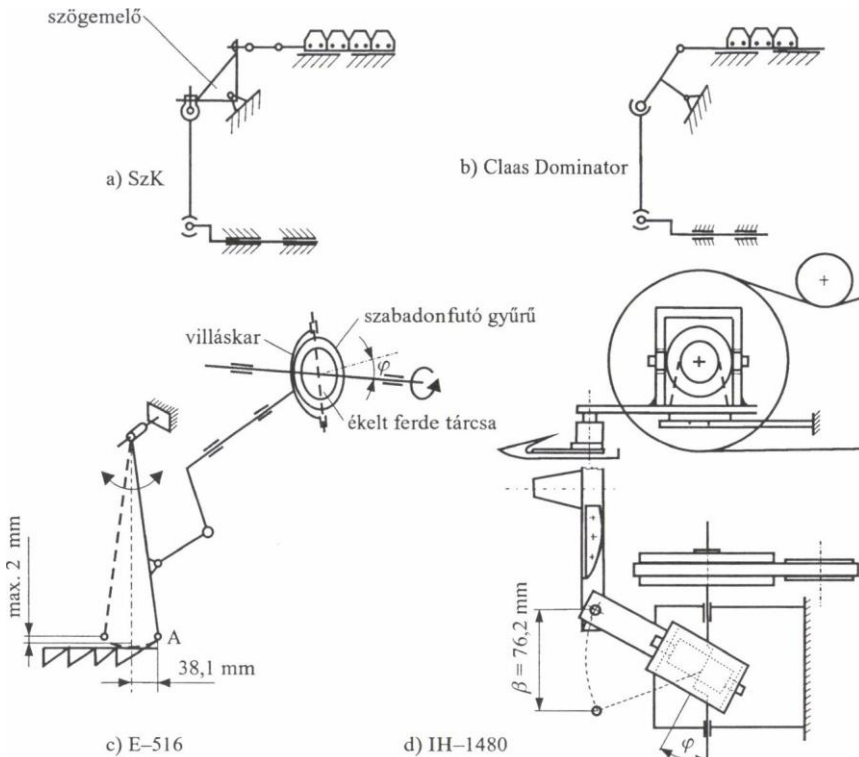


207. ábra. Kombájnkaszák megvezetésének változatai: a) támaszkodó, b) felfekvő

A kaszahajtások változatai

Kombájnoknál a **kasza meghajtása** abban tér el a fűkaszáétól, hogy itt nem lehet a hajtórúd a kasza meghosszabbításában elhelyezni. A hajtásnak meg kell kerülnie az aratórészt, ami némi technikai nehézséget jelent. A kombájnokon alkalmazott kaszahajtások gyakoribb változatainak vázlata a 208. ábrán látható.

A **szögemelő hajtás** (a és b) terjedt el a legjobban, ami az egyszerű kialakítással és gyárthatósággal magyarázható. A szögemelő teszi lehetővé, hogy a hajtórúd a mozgást átvihesse. A hajtórúd mindkét végét gömbcsuklóval látják el, mert a hajtórúd térbeli mozgást végez. A rúdnak a szögemelőhöz kapcsolt vége ugyanis az elmozdulás során kitér a síkjából. A rúd a szögemelőhöz gömbcsuklóval kapcsolódik, a forgattyúnál lévő végén önbeálló golyócsapágy van. Egyes típusoknál a szögemelő és a kasza között még egy közdarab is van (a), ami tökéletesebbé teszi az egyenesbe vezetést. A közdarab nélküli szögemelő hajtás (b) egyszerűbb, de a kaszafejen előforduló feszegetőerők miatt a hajtómű igénybevétele megnő, ami könnyen töréshez vezethet.

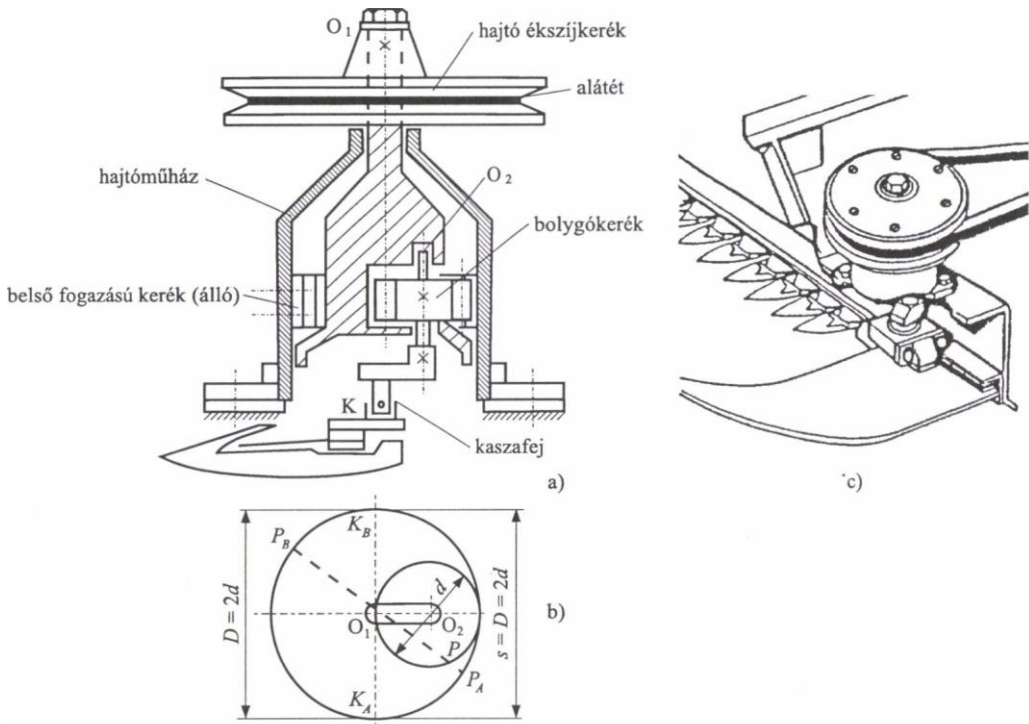


208. ábra. Kombájnban alkalmazott kaszahajtások változatai
a) és b) szögemelő, c) és d) billenőcsapágyas

A **billenőcsapágyas kaszahajtás** (c és d) előnye a szögemelőssel szemben a kisebb helyigény szélességirányban, továbbá, hogy hajtórúd nélkül viszi át a hajtást. Itt tehát elmarad a hajtórúd tömege és az ostorozó mozgásából származó tömegeterő, és nem kell számolni a hajtórúd törésével sem. Hátránya viszont, hogy bonyolultabb.

A hajtószerkezet lényeges eleme a tengelyhez képest φ dőlésszöggel elhelyezkedő ferde tárcsa, amely forgás közben billegőnek látszó mozgást végez, amit karos áttétel közvetít a kaszához. A ferde tárcsát szabadonfutó gyűrű veszi körül, amelynek két csapjához csatlakozik a villás rúd (c). Különösen kis helyigényű és egyszerű felépítésű az IH axiálkombájnokon alkalmazott billenőcsapágyas kasza (d). Ennél a hajtó tengely Z alakú. A ferdén álló tengelyszakaszra erősítették rá a tárcsát, amelyet szabadonfutó gyűrű vesz körül. Ezen két kiálló csap van, amelyek a gyűrűt a lengőkerethez kapcsolják. A lengőkeretet alul egy függőleges csappal rögzítik. A keret kiálló vége a mozgó pengesorhoz kapcsolódik.

A kaszahajtó szerkezetek fejlődésében új megoldást jelentett a **bolygókeres kaszahajtás**, amelyet először a Deutz-Fahr kombájnokon alkalmaztak a 70-es évek közepén. A szerkesztésnél cél volt a kiegyensúlyozatlan tömegeterőkre visszavezethető vibráció csökkentése és a pontos egyenesbe vezetés (209. ábra).



209. ábra. Bolygókerékes kaszahajtás (Deutz Fahr típus) a) hosszszelvény, b) kardánkörök, c) nézeti kép

A **szerkezet működése** a mechanikából ismert kardánkörökön alapul, amelyeknél egy külső fogazású kerék (a bolygó kerék) kétszer akkora átmérőjű belső fogazású kerékben gördül. A kis kerék minden kerületi pontja az O , középponton átmenő egyenest ír le. A K pont, amelyhez a kasza csatlakozik ezen az egyenes pályán mozog, és torzításmentes harmonikus rezgőmozgást végez.

A szerkezet nem igényel sem himbát, sem hajtórudat. Helyigénye kicsi. A hajtást a bolygómű közvetlenül ékszíjon át kapja és továbbítja a kaszára. A belső fogazású kerékben futó külső fogazású bolygókeréknek jó a kapcsolódása.

A 209. ábrán látható bolygókerékes hajtásnál a hajtó ékszíj síkja 90° -os törést szenved. A vályú mögött lévő hajtó tengely ugyanis vízszintes, a bolygómű hajtása azonban függőleges tengelyről történik. Ilyen hajtásnál nagyobb a szíj igénybevétele és kopása, továbbá az ékszíj feszítése mellett meg kell oldani annak terelését is.

Ezeknek a hátrányoknak a kiküszöbölése céljából a Szolnoki Mezőgép Vállalat mérnökei megváltoztatták a bolygómű hajtórendszerét. A behajtás nem függőleges, hanem vízszintes tengelyről történik, amit egy kúpkerékpár beépítésével értek el.

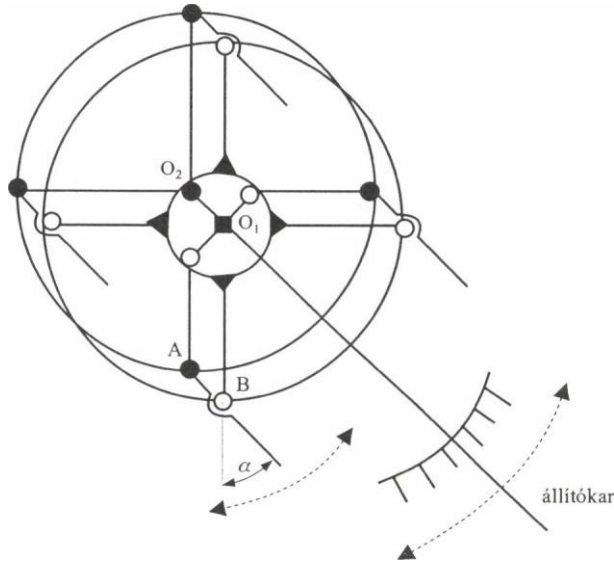
Ezt a szerkezetet a magajáró zöldtakarmány-betakarító gépek kaszahajtásához építették be (BÁNHÁZI-KOLTAY-SOÓS, 1984).

A motolla

A **motolla fő feladata** a gabonaszálak hátrafelé terelése. Eközben a motolla a levágott szálakat eltávolítja a vágószerkezettől, miáltal elkerülhető azok ismételt átvágása.

Általában **vezérelt fogú motollát** alkalmaznak. Előnye a jó emelő és terelőhatás, ami a vezérelt fogak állásával változtatható. A fogvezérlés azonban jelentősen megdrágította a motolla gyártási költségeit.

Itt tulajdonképpen **paralelogrammás fogvezérlésről** van szó. A paralelogramma egyik oldalát a fog képezi. Egy körülfordulás alatt a fog „szögtartó”, tehát nem változtatja a helyzetét. A vezérlés elvi vázlatát a 210. ábra szemlélteti.

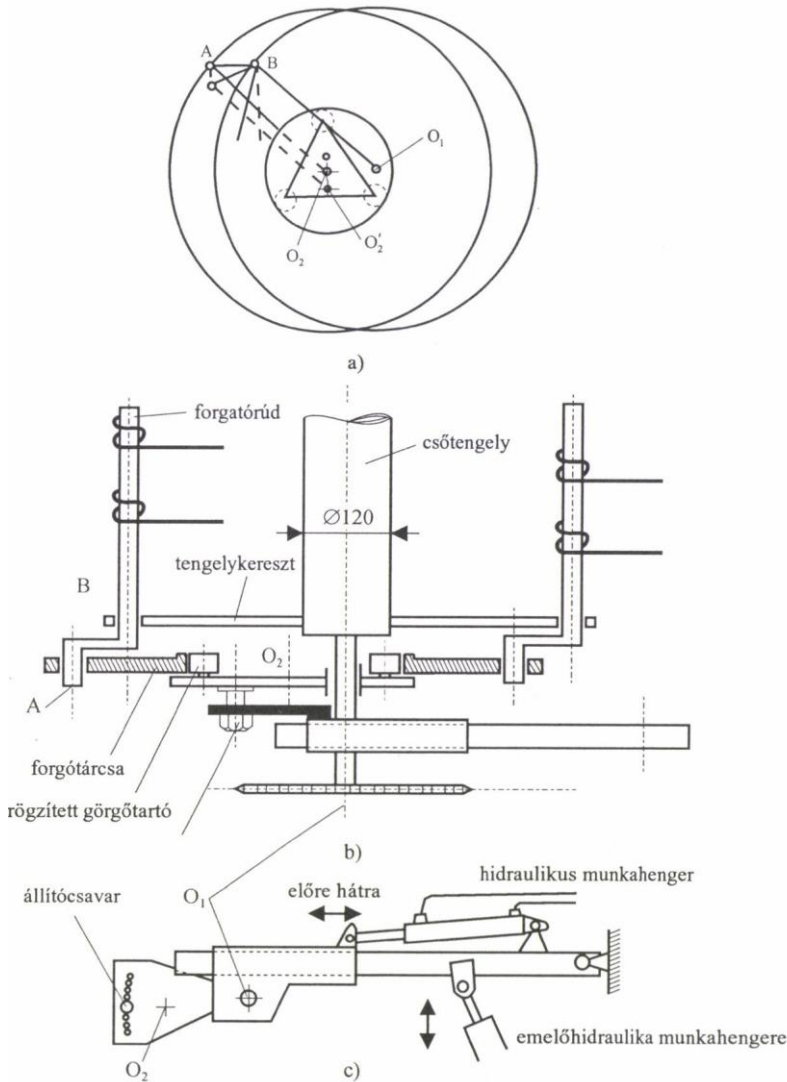


210. ábra. Elvi vázlat a paralelogrammás fogvezérlés megértéséhez

Egy sorozatgyártású gép fogvezérlésének vázlatát a 211. ábra szemlélteti. A lánckerék a csőtengellyel együtt meghajtja a hozzáerősített tengelykereszteket. A tengelykereszt magával viszi a forgattyús végű fogtartó rudakat. A forgattyús végek a görgőkön forgó O_2 középpontú tárcsába illeszkednek. A hajtótengely középpontja O_1 . Az O_1O_2 távolság megegyezik a fogtartó rúd forgattyúsugarával (AB).

A fogak állása az állítócsavar áthelyezésével változtatható. Állításkor az O_2 középpont elfordul O_2' helyzetbe az C_1 középpont körül, ezáltal az O_1O_2AB paralelogramma alakja megváltozik (lásd a 211/a ábra: $O_1O_2'A'B'$). A fogtartó rúd (B) elfordul a ráerősített fogakkal együtt.

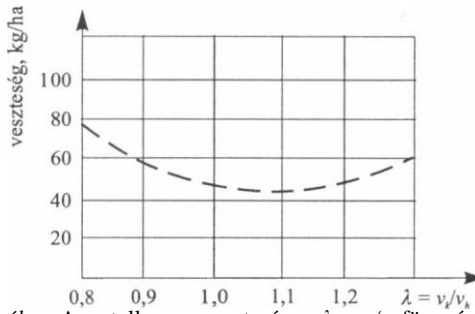
A motolla fordulatszámát a terményhez kell igazítani, ezért annak lehetőleg menet közben is változtathatónak kell lennie. Ezért a motolla a hajtását ékszíjas variátoron át kapja, az újabb gépeken általánosan elterjedt a hidromotoros hajtás. A fordulatszám maximális értéke 60–70 1/min. A motolla átmérője $D = 1,0\text{--}1,2$ m.



211. ábra. A motolla felépítése és működése

a) elvi működési vázlat, b) szerkezeti vázlat (felülnézet), c) hidraulikus mozgatás (le-fel; előre-hátra)

A vízszintes és a függőleges állítást hidraulikus munkahengerek végzik. Erre az egyes típusokon különböző megoldások alakultak ki. Az aratórész munkája és a veszteség nagyrészt a motolla működésétől és beállításától függ. Nagyon előnyös, ha a vezető a motolla fordulatszámát és állását a vezetőfülkéből a pillanatnyi helyzetnek megfelelően korrigálhatja, ami az újabb gépeknél már megvalósult.



212. ábra. A motolla szemvesztesége a $\lambda = v_k/v_h$ függvényében

A motolla csak akkor fejt ki terelőhatást, ha kerületi sebessége (v_k) nagyobb, mint a haladási sebesség (v_h):

$$\lambda = \frac{v_k}{v_h} > 1.$$

A motolla kerületi pontja ebben az esetben hurkolt cikloist ír le. A szálak terelése – különösen túlrett gabonában – szemveszteséggel jár, ami függ a v_k/v_h értékétől. A szemveszteség búzában mért alakulását a A függvényében a 212. ábra szemlélteti.

A diagram alapján búzában a λ értékét célszerű a minimum környezetében beállítani, de arra ügyelni kell, hogy 1-nél nagyobb legyen, különben a motolla nem terel. A gyakorlatban a A értéke 1,05–1,3 között változik.

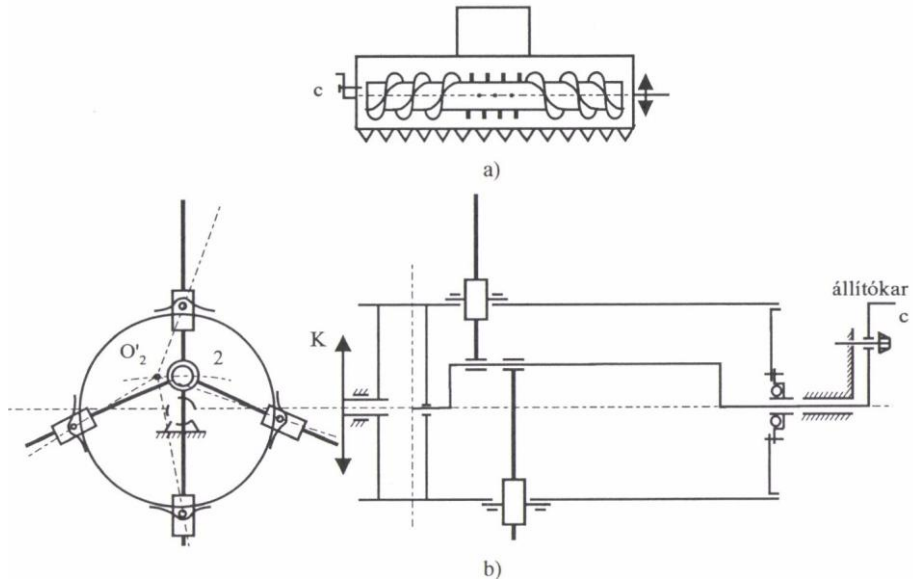
A terelőcsiga

A terelőcsiga a levágot **szálak középre szállítására szolgál** (213. ábra). A haladással megegyezően előre forgó henger palástján a jobb oldalon balmenetes, a bal oldalon jobbmenetes terelőcsiga van. A csigák által középre hordott terményt vezérelt ujjak továbbítják a ferde felhordóhoz.

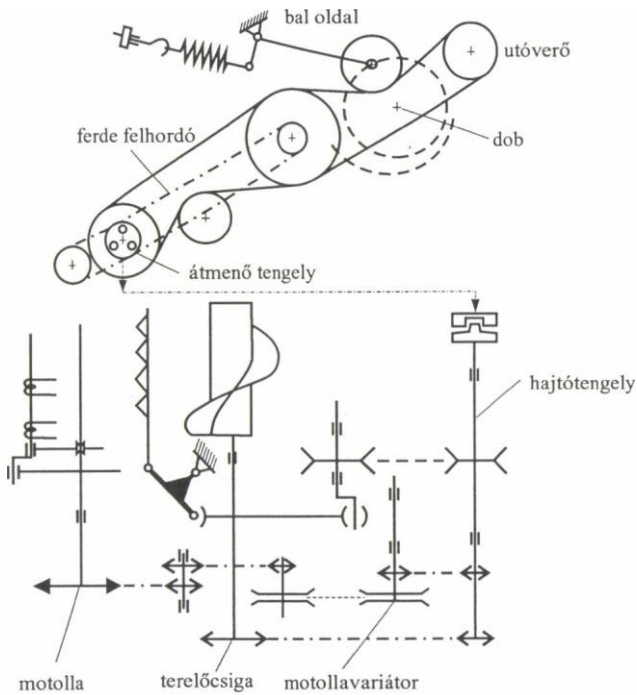
A nagy erőigény miatt a **csiga hajtása** lánckerékkel (K) történik. A meghajtás a hajtókerékhez ékelt tengelycsonkról megy át a csiga csőtengelyére. A fogvezérlést excentrikusan kiképzett tengelyrész végzi, aminek helyzete a hozzáerősített karral (C) a tengely végénél állítható. Állításkor az O_2 pont az O_1 , körül elfordulva O_2' -be kerül, és ezáltal megváltozik a fogak szögállása a palásthöz képest.

A terelőcsiga tengelye függőleges irányban – a két végén elhelyezett csavarorsóval – állítható, hogy a csigaleveleknek a fenéklemezhez képesti távolságát változtatni lehessen. Gyárilag ezt egy közepes értékre állítják be (kb. 15 mm). Terménytől függően a rés változtatható. Ügyeljünk arra, hogy a csigatengely a fenéklemezzel párhuzamos legyen.

A szálak gyakori felcsavarodásának elkerülésére a csigás részen állítható kaparólemezt, a középső részen a vezérelt ujjak közé benyúló állítható leválasztókést alkalmaznak.



213. ábra. A tereľocsiga elhelyezési (a) és mőködési vázlat (b)



214. ábra. Az aratórész hajtásvázlata

A csiga belső átmérője $d = 250\text{--}300$ mm, külső átmérője $D = 500\text{--}550$ mm, menetemelkedés $h = 450\text{--}550$ mm, a bedobóujjak vastagsága 10–12 mm, teljes kinyúlásuk 120–

150 mm, a terelőcsiga fordulatszáma $n = 230\text{--}250$ ford/min.

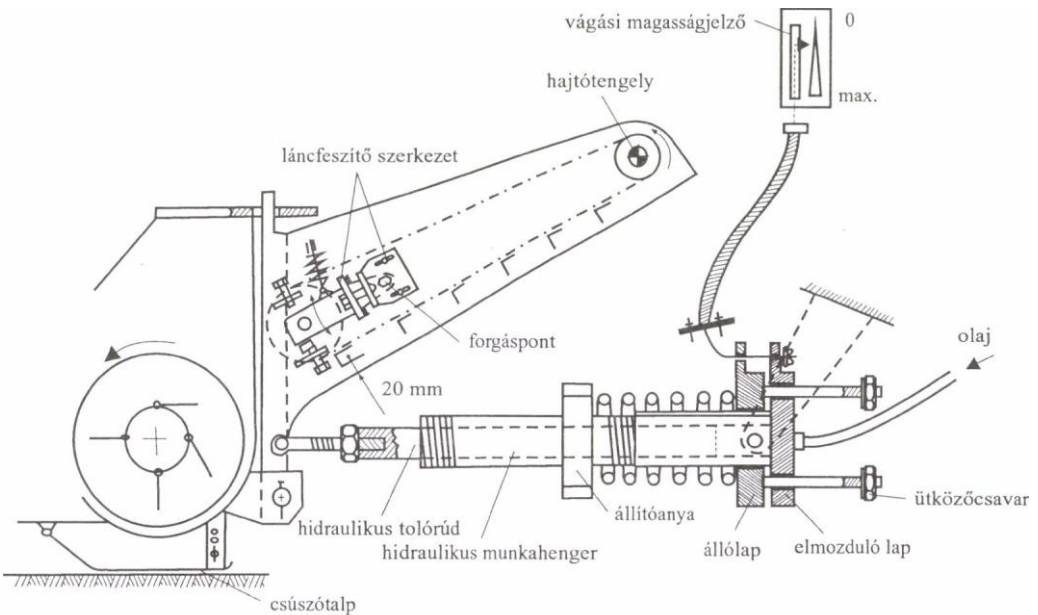
A terelőcsigát, a kaszát és a motollát is magába foglaló aratórész hajtásvázlatát a 214. ábra szemlélteti.

A ferde felhordó

A ferde felhordó (215. ábra) **láncgereblyés** kivitelben készül. **Feladata** a termény továbbítása a központi bedobóujjaktól a dobhoz.

Hajtását a felső tengelyről kapja, az alsó szabadonfutó henger a lánc feszítésére szolgál. Az alsó hengernek a fenéklemeztől mért távolsága ütközőkkel állítható. Középpállásban a gereblye és a fenéklemez közötti távolság kb. 20 mm. Az alsó henger a változó terményréteghez való igazodás céljából állítható rugó ellenében fölfelé elmozdulhat. A felhordó a haladásnak megfelelő irányban forog, így a szálakat az alsó fenéklemezen kaparja fölfelé. Az újabb gépeknél a ferde felhordó ellentétes irányban is járatható, amire akkor van szükség, ha a cséplőszerkezet eltömődik. A ferde felhordó hajtásába beépített szabadonfutó lehetővé teszi a visszaforgatást, amit villanymotor végez.

A tengelytáv 500–600 mm, a dőlésszög $40\text{--}50^\circ$, a láncsebesség 2–3,5 m/s, egyes típusokon az 5 m/s-ot is eléri.



215. ábra. A ferde felhordó és az aratórész kiemelőszervezte

Az aratórész felfüggesztése és kiemelőszervezte

Az arató-cséplő géphez tartozó **többféle adapter gyakori cseréje** szükségessé tette a

gyorskapcsolóval ellátott függesztőszerkezet kialakítását. A mai arató-cséplő gépek többségén az aratószerkezet a felhordóaknára egyszerűen ráakasztható. Ráakasztás és rögzítés után ezek merev egységet képeznek, és a felhordó felső tengelye körül együtt elmozdulhatnak. Ez az ún. **félmerev függesztőrendszer** csak hosszirányban kopírozza a talajfelszínt. A legtöbb nagy munkaszélességű kombájnnon ma ezt a megoldást alkalmazzák. A kiemelőszerkezetről készült vázlatot lásd a 215. ábrán.

Emeléskor az olaj kinyomja a tolórudat, süllyesztéskor visszaengedi. A hidraulika bármely helyzetében az aratórész tömegét a tehermentesítő rugó veszi fel.

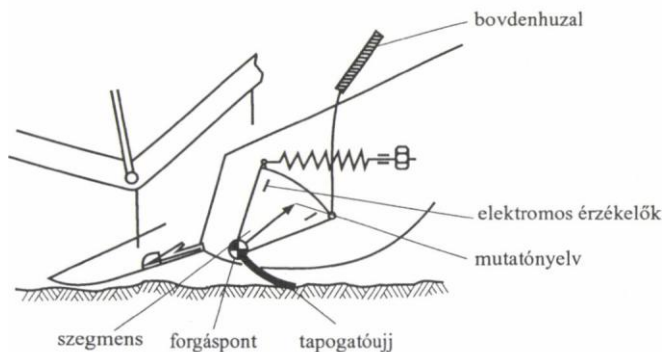
A rugót az állítóanyával úgy kell beállítani, hogy a teljesen leengedett vágószerkezet csúszótalpai éppen csak érintsék a talajt. Így az aratórész könnyedén igazodik a talajfelszínhez anélkül, hogy túrná a földet. A tehermentesítés mértékét egyes korábbi típusoknál (pl. Claas Dominator) a vezetőfülkében elhelyezett mutató jelzi, amit a hidraulikához kapcsolt elmozduló laphoz kötött bovdenhuzal mozgat rugó ellenében.

Egyes mai kijelzők a fedélzeti monitoron már számmal írják ki az értékeket (digitális). A vágási magasságot a csúszótalppal kell beállítani, de annak betartásáról a tehermentesítés visszajelző mutatójának állása tájékoztatja a vezetőt.

Az aratórész tehermentesítésére egyes géptípusokon az emelőhengerekkel azonos harmadik munkahenger és az ezzel összekapcsolt gázzal töltött **hidroakkumulátor** szolgál (pl. IH kombájnoknál). A hidroakkumulátorban a nyomás alá helyezett gáz tulajdonképpen az előfeszített rugót helyettesíti, de annál gyorsabban reagál a felszínváltozásra. Könnyelven szólva, a gázrugó nem olyan „lusta”, mint az acélrugó.

A vágási magasság automatikus szabályozása

Az újabb arató-cséplő gépeken alkalmazott talajkopírozó automata bizonyos értékhatárokon belül kézi korrekció nélkül tartja a beállított tarlómagasságot. A szerkezet működését a 216. ábra mutatja.



216. ábra. Az automatikus talajkopírozó vázlata (Claas Autocontur)

A talaj felszínét a vágószerkezet teljes szélességében a tengelyhez rögzített ujjak tapogatják. Ha akár egyetlen ujj is pl. alulról nyomást kap, akkor elfordítja a tengelyt és a hozzá erősített mutatót. Ha a mutató a felső érintkezőt eléri, zárul az áramkör, ami

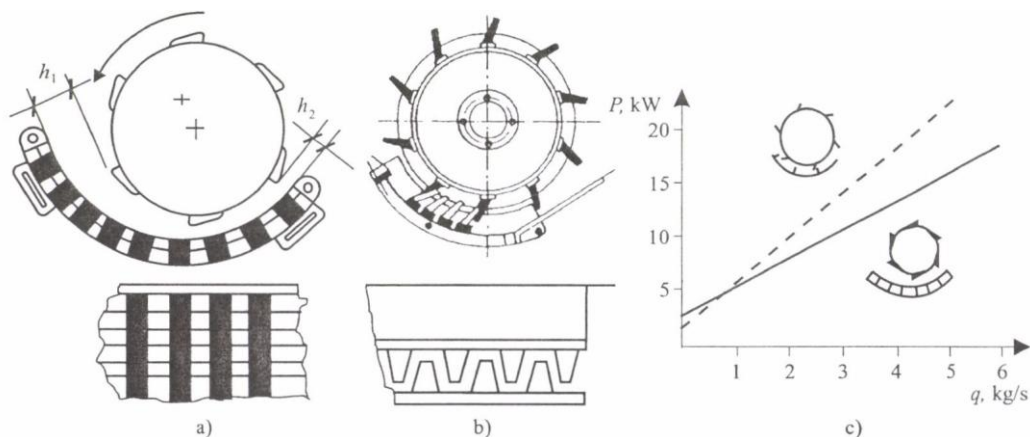
működésbe hozza a kiemelőhidraulikát. Az ujjak ellenkező elmozdulásakor, amikor a vágóasztal elválk a talajtól, a hidraulika leereszti a vágószerveket. A szegmens a vezetőüléshöz rugó ellenében a bovdenuzzal a kívánt tarlómagasságnak megfelelő helyzetbe állítható.

A cséplőszerkezet

A feltalálása óta eltelt csaknem kétszáz év alatt a cséplőszerkezetnek számos változata alakult ki. Ezek közül azonban csupán két típus – a **verőléces** és a **szöges cséplőszerkezet** – állta ki a gyakorlat próbáját. A gépeken ma csaknem kizárólag a verőléces cséplőszerkezetet alkalmazzák, a szöges dobot főleg rizskombájnokon alkalmazzák.

A verőléces cséplőszerkezet feltalálása a skót *Meikle* nevéhez fűződik (1785), míg az első szöges cséplőszerkezet elkészítése az amerikai *Turner* érdeme (1830).

A verőléces és a szöges cséplőszerkezet működési vázlatát és teljesítményigényük alakulását a 217. ábrán látható.

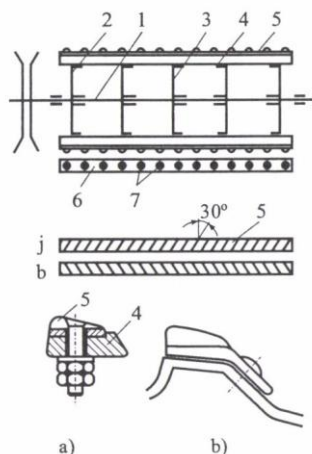


217. ábra. Verőléces (a) és szöges cséplőszerkezet (b), valamint azok teljesítményigénye (c)

A **cséplőszerkezet mindkét rendszerénél dobból és kosárból áll.** A verőléces cséplőszerkezet munkájában elsősorban a dörzsölő hatás, kisebb mértékben az ütőhatás érvényesül, míg a szöges dobnál ez fordítva van. Azonos terhelés esetén a szöges dob hajtásához nagyobb teljesítmény szükséges, ami főleg azzal magyarázható, hogy meglehetősen tépi a szalmát, ami többleteljesítményt igényel.

A szöges cséplőszerkezetnél a kosár is szöges kivitelű.

A verőléces dob és fő részeinek vázlatát a 218. ábra mutatja.



218. ábra. A dob és fő részeinek vázlata: 1 – dobtengely, 2 – dobtárcsa (ékelt), 3 – kitámasztó gyűrű, 4 – vánkosléc, 5 – verőléc, 6 – kosárlécek, 7 – kosárhuzalok, a) és b) vánkoslécváltozatok

A páros számú verőlécek a beetetett anyag állandó egyirányú terelésének elkerülése miatt felváltva jobbos (j), ill. balos (b) bordázattal készülnek, ami egyben az anyag egyenes tengely menti eloszlását is biztosítja. A verőléceket csavarok fogják a vánkosléchez. A vánkoslécek a dobtárcsához vannak erősítve. A kitámasztótárcsák azért kellene, hogy csökkentsék a nagy sugárirányú erővel terhelt lécek behajlását.

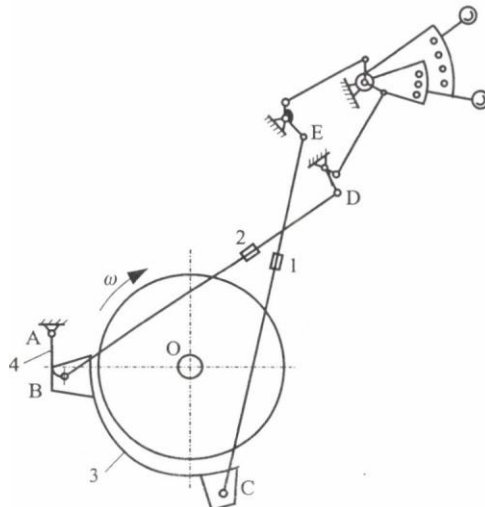
A kosárlécek és a kosárhuzalok közötti átejtő felületen hull át a kicséplelt mag és törek nagy része. Az **állítható dobhézag** a forgásirányban szűkül ($h_1 > h_2$). A szűkülő cséplőrés lehetővé teszi, hogy a bemenő anyag cséplése fokozatosan történjen. A szűkülő résben kialakuló szorító hatás elősegíti a dob behúzókéességét. A dobhézag a bemeneti oldalon $h_1 = 10\text{--}30$ mm, a kimenetnél $h_2 = 3\text{--}20$ mm. Ez az állítási határ típustól függően változhat. A dobhézagokat a terménynek megfelelően állítják be (fajta, nedvességtartalom stb.).

A **kosárlécek száma** 12–16. A kosárlécek keresztmetszetének szokásos méretei: $8\text{--}14 \times 40\text{--}50$ mm, a huzalátmérő 6 mm, ezek távolsága 16–20 mm. A huzalok 6–8 mm-rel vannak lejjebb a kosárlécek felső élénél. A kosár általában egyrészes, az átfogási szög típustól függően $105\text{--}150^\circ$ között van.

Kosárállító szerkezetek

A cséplőrés állítására többféle szerkezet alakult ki. Régebbi arató-cséplő gépeken, a stabil cséplőgépekről átvett **csavaros állító szerkezet** volt. Ezzel az egyrészes kosárnál a cséplőrést a gép két oldalán elhelyezett, kontraanyás csavarokkal lehetett állítani, ami meglehetősen hosszadalmas munka volt. Később különböző megoldású központilag állítható **karos szerkezeteket** alakítottak ki. Kosárállító szerkezet mechanizmusát a 219.

ábra szemlélteti.



219. ábra. A kosárállító szerkezet szabadságfoka

A dobházat a kézi karokkal a vezetőülésből lehet állítani. Az egyik kézi kar a durva, a másik a finom korrigáló állításra alkalmas. Egy adott beállított helyzetben az 1–2–3–4 tagokból álló mechanizmust vizsgáljuk. Ebben a négytagú mechanizmusban 6 csukló van, ugyanis a B jelű 2 csuklónak számít, mert itt 3 rúd fut össze. Az E és a D fix pontnak számít.

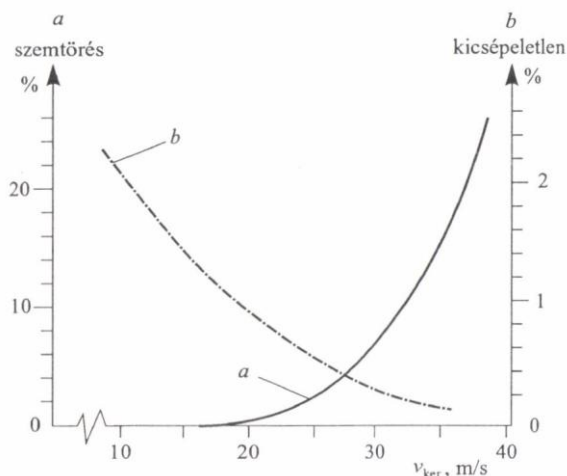
A cséplőszerkezet munkájának elemzése

A beetetett gabonaréteg a verőléc és a kosár között halad a forgásirányban. A gabona sebessége a rétegben nem azonos; legnagyobb a verőléccel közvetlenül érintkező szálak sebessége, legkisebb a kosárral érintkezőké. A **réteg átlagsebessége** a kerületi sebességnek 0,3–0,4-szerese. A gabonaréteg relatív visszamaradása miatt a verőléc erős dörzsölő hatást fejt ki. A verőléc a borda alacsonyabb végével halad előre, így ékhatást fejt ki a rétegre, miáltal a kicsépelte szemeket és a törmelék egy részét sugárirányban terelve átszorítja a kosáron.

A cséplést a verőlécek dörzsölő hatása mellett **nagymértékben elősegíti a gyorsulás**, amely a kalászatot éri a behúzás pillanatában. Mérések alapján a gabonára ható gyorsulás 30 m/s kerületi sebesség esetén eléri a 8000 m/s^2 értéket; egy átlagos 0,044 g tömegű szemre ez esetben 0,35 N erő hat, amely meghaladja a kalászból való eltávolításhoz szükséges 0,2–0,25 N erőt.

A dob kerületi sebessége és áteresztőképessége

A **dob fordulatszáma tág határok között változtatható**, mivel többféle termék (gabona, kukorica, bab, borsó, napraforgó, apró magvak stb.) cséplésére kell alkalmazni.



220. ábra. A dob kicsépeletlenségi vesztesége és a szemtörés alakulása a kerületi sebesség függvényében

Normális viszonyok között **gabonánál a kerületi sebesség kb. 30 m/s**, amit a dob veszteségeit (szemtörés, kicsépeletlenség) szemléltető diagram alapján állapítottak meg (220. ábra).

E két veszteség összegének minimumánál van az optimális üzemi fordulatszám. Az ábrával kapcsolatban megjegyezzük, hogy a *b*) skálát a jó szemléltetés érdekében 10-szeres, nyújtott skálával ábráztuk, ezért tévedés lenne a metszéspont helyének közvetlen leolvasása.

Valamennyi elcsépelendő terményfajta és nedvességtartalom figyelembevételével a dob kerületi sebességét 12–34 m/s között kell változtatni.

A **kosár körülfogási szöge** a mai gépeknél 105–150° között van, ennek megfelelően változik a cséplési úthossz (kosárív) is. A cséplőszerkezeten a termék 0,01–0,02 s alatt halad át, és 8–12 m/s átlagos sebességgel hagyja el a dobot.

A dobból kikerülő törek és szalma között lévő szemek és a kicsépeletlen kalászokban maradt ép szemek képezik a cséplőszerkezet veszteségeit, aminek nagysága több tényezőtől függ, pl. a termék fajtájától és nedvességtartalmától, a szálak etetésének irányától stb.

Az arató-cséplő gépek legfontosabb jellemzője az **áteresztőképesség**. Az áteresztőképesség (q , kg/s) a gép terhelésének az az értéke, amelynél a cséplési veszteség eléri az 1,5%-ot. A gépterhelés az 1 s alatt átbocsátóit szem és szalma együttes tömegét jelenti. Egy gépnél a maximális áteresztést a szemvesztés vagy a motor lefulladása határolja be. A gyakorlatban a gépterhelés gyakran meghaladja a megengedett értéket.

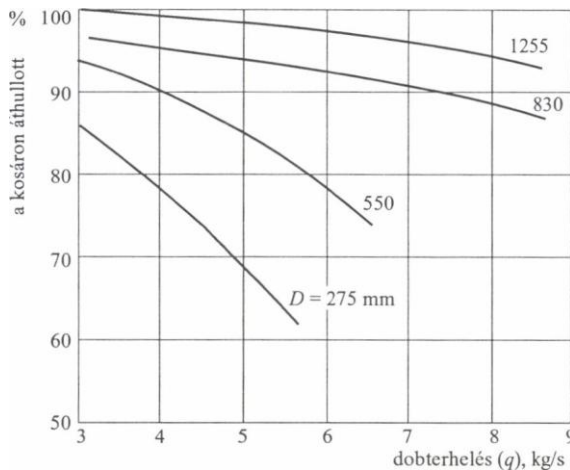
A dobterhelés és a dobátmérő befolyással van a kosár átejtőképességére. Az

összefüggést a 221. ábra szemlélteti. Az ábrából látható, hogy a nagy átmérőjű doboknál jobb a kosár átejtőképessége, mint a kisebbeknél, ugyanakkor nagyobb a hajtónyomaték és a teljesítményigény is. A kis átmérőjű doboknál a szalmarázóra sok szem kerül, ezért itt a ládák fölött valamilyen lazító szerkezetet kell alkalmazni, hogy a ládák jól kirázhassák a nagy tömegű szalmából a szemeket. Ilyen lazító van pl. a Claas gépeken vagy a John Deere arató-cséplő gépek egyes típusain is.

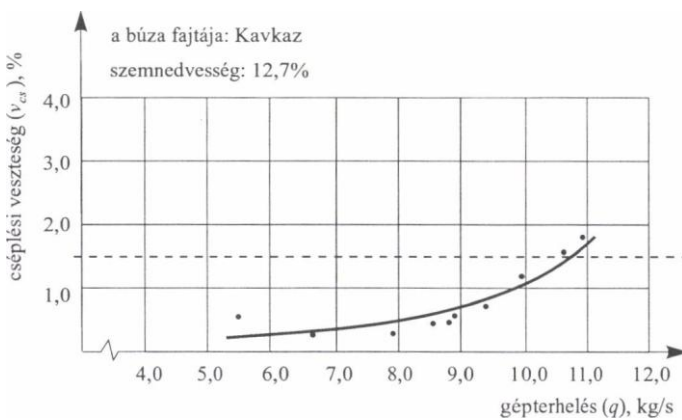
Az arató-cséplő gép szerkesztésénél a dob áteresztőképességét veszik alapul és ennek megfelelően méretezik az aratórészt és a tisztítószervezetet.

A 222. ábra a cséplőrész veszteségének alakulását mutatja a gépterhelés függvényében.

Ezt a diagramot őszi búza szántóföldi kísérlete alapján vették fel, amely szerint az 1,5%-os veszteséghez tartozó gépterhelés 10,8 kg/s, azaz ennek a gépnek ennyi az áteresztőképessége.



221. ábra. A kosár átejtőképességének alakulása a dobterhelés és a dobátmérő függvényében



222. ábra. A cséplőrész veszteségeinek alakulása a gépterhelés függvényében

A dob hajtóteljesítmény-igénye

A dob hajtóteljesítményét befolyásoló tényezők:

- a termény fajtája, nedvességtartalma, a szem-szalma arány, a gyomosság stb.,
- a cséplőrés nagysága, a dob kerületi sebessége, a dob átmérője és hossza,
- a forgórészek légellenállása, súrlódása,
- a fordulatszám ingadozása miatt szükséges gyorsító teljesítmény.

A nagy teljesítményű gépek áteresztőképessége – típustól függően – búzából 10–15 kg/s, kukoricából 25–30 kg/s is lehet. Általában a napi szemteljesítmény búzából 60–80 t, a területteljesítmény 10–15 ha/nap. Az arató-cséplő gépek motorteljesítménye ma már eléri a 200 kW-ot. A cséplődob az arató-cséplő gép összes hajtóteljesítményének kb. 40%-át emészt fel, ami a korszerű, nagy teljesítményű gépeknél 50–80 kW-ot is kitesz. Kísérletek alapján megállapították, hogy az áteresztőképesség növelése 1 kg/s-mal, a motorteljesítményben átlagosan kb. 16 kW növekedést igényel. Például egy $q = 10$ kg/s áteresztőképességű kombájnhoz $10 \times 16 = 160$ kW-os motor szükséges. Az így kiszámított motorteljesítmény 20–30%-os tartalékot is tartalmaz, ami a váratlan, átmenetileg szükséges, de többnyire elkerülhetetlen terheléscsúcsok legyőzésére kell.

Cséplőszerkezet-változatok

A cséplőszerkezetek fejlesztésére a hetvenes években még a teljesítmény növelése volt a jellemző. Később a munkaminőség javítása, az energia csökkentése került előtérbe, majd megjelentek a követelmények között a környezetvédelmi szempontok. Időközben az elektronika nagy léptekkel fejlődött, aminek eredményeként több, addig nem ismert szerkezet került a gépekre. Újabban intenzív kutatás folyik egyes mezőgazdasági gépek – közöttük az arató-cséplő gépek – munkáját összehangoló műholdas irányítási rendszer (GPS) elterjesztésére.

Az áteresztőképesség növelésére két út látszott járhatónak:

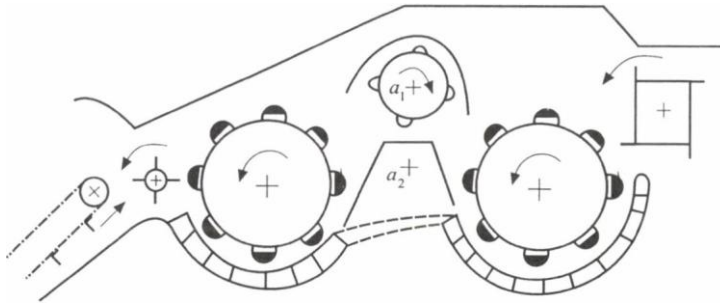
- a dobhosszúság növelése,
- a dobkosár leválasztó képességének növelése.

Az első követelmény kielégítése aránylag egyszerű feladat, mert a régebbi kis teljesítményű kombájnokon alkalmazott 900–1100 mm dobhosszúság helyett hosszabb dobot kellett alkalmazni. A dobhosszúság egyes típusoknál ma már meghaladja az 1600 mm-t. A nagyobb anyagáram miatt a szalmarázón – főleg kisebb átmérőjű dob esetén – valamilyen lazító szerkezetet kell alkalmazni. Ennek a fejlesztési iránynak a gép szélessége szab korlátot.

A második követelmény már bonyolultabb feladatnak látszik, ugyanis a kosár körülfogási szögét egy bizonyos határon túl növelni már nem lehet (ez ma 150° közelében van) és a kosárléceket, ill. a kosárhuzalok számát sem lehet ritkítani.

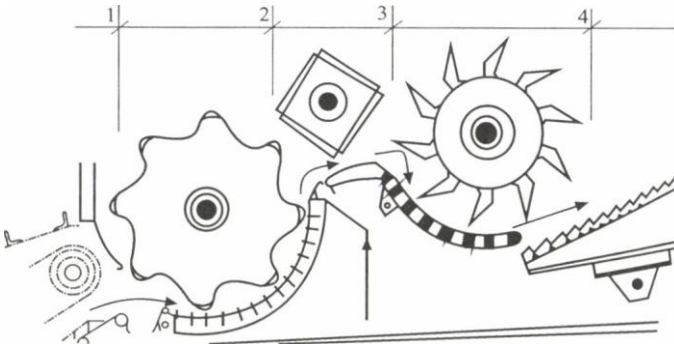
Ezek után kézenfekvő volt, hogy a hagyományos cséplőszerkezettől el kell térni, és új megoldásokat kell bevezetni. Ezek közül néhányat a következőkben ismertetünk.

Két verőléces dob sorba kapcsolása. Két verőléces dob sorba kapcsolásával kialakított cséplőszerkezet elrendezési vázlata a 223. ábrán látható.



223. ábra. Két normál verőléces dob sorba kapcsolása

Centrifugális magleválasztó. A New Holland Clayson S 1550 típusú arató-cséplőn alkalmazzák. Felépítése a kétdoboséhoz hasonló, de itt a második dob helyett ferdelapú fogakkal ellátott forgórészt alkalmaznak, ami léces-huzalos kosár fölött forog (224. ábra). Alkalmazásával 15–20%-os teljesítménynövelés érhető el.



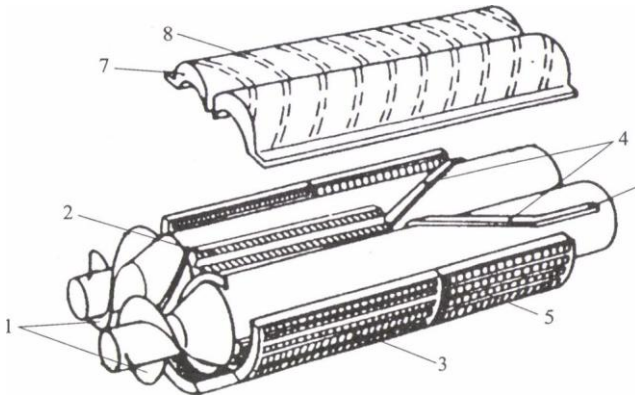
224. ábra. A centrifugális magleválasztó alkalmazása normál verőléces dob után: 1, 2 – cséplőszerkezet, 2, 3 – osztatóverő, 3, 4 – centrifugális leválasztó

Axiális cséplőszerkezetek. Az áteresztőképesség növelésének egy másik útját jelentette az axiálrotoros cséplőszerkezetek kialakítása. Az axiális cséplőszerkezet gondolata már régóta ismert. Az első szabadalmat ikerdobos axiális cséplőszerkezetre 1887-ben jegyezték be Németországban. Azóta a rotornak többféle változatával készülő megoldások jelentek meg, azonban a valóban nagy teljesítmény ellenére kalászos gabonában egyik változat sem tudott széles körben elterjedni. Európában először a hetvenes évek elején alkalmaztak korszerű axiális cséplőszerkezetű kombájnokat. A francia Rivierre-Casalis és a Braud cég által gyártott gépek csak a kukorica morzsolva betakarítására voltak alkalmasak, és mint egycélú gépek nem tudtak tért hódítani. Később az USA-ban az IHC és a New Holland cég, majd az Allis Chalmers cég fejlesztett ki axiális cséplőszerkezetű kombájnokat.

Az axiális cséplőszerkezet működését az ikerdobos szerkezeten (New Holland Twin Rotor TR–70 típus) mutatjuk be (225. ábra).

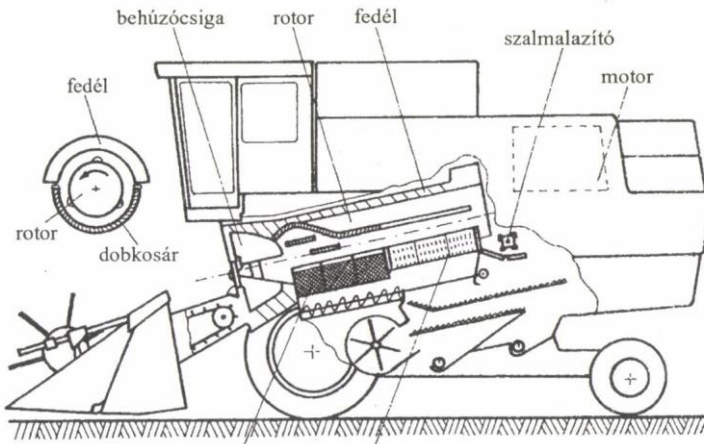
A ferde felhordó által szállított anyagot az egymással szemben forgó rotorok elülső részén lévő behúzócsiga elkapja, majd a forgórészek a kosárhoz dörzsölik. A cséplést

részben a bordás verőlécek végzik. A kosár léces-huzalos kivitelű. Egy rotoron mindössze két verőléc van. A lécek nem párhuzamosak a tengellyel, így cséplés közben tengelyirányban is terelik az anyagot, amit a fedélhez erősített terelőbordák elősegítenek. A cséplő kosárrész állítható, a leválasztó kosárrész merev.

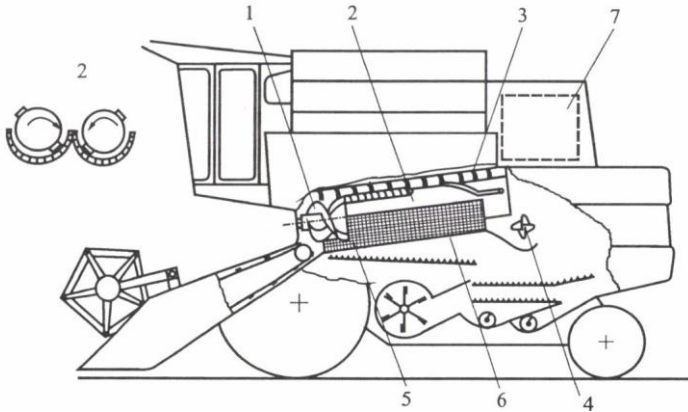


225. ábra. A kétrotoros axiális cséplőszerkezet vázlata

1 – behúzócsigák, 2 – cséplő verőlécek, 3 – cséplő kosárrész, 4 – továbbítólécek, 5 – leválasztó kosárrész, 6 – kidobóléc, 7 – fedél, 8 – vezetőlécek



cséplőkösár leválasztókösár
226. ábra. Az IHC egyrotoros axiálkombájn hosszmetzete



227. ábra. A New Holland TR-70 ikerdobos axiálkombájn hosszszelvénye

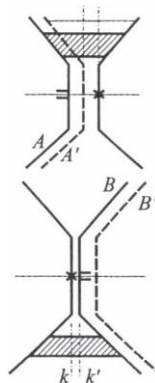
1 – behúzócsiga, 2 – rotorok, 3 – vezetélecek, 4 – szalmaszórók, 5 – cséplőkosár, 6 – leválasztókosár, 7 – motor

Lényegében ehhez hasonló felépítésű a hosszirányú egyrotoros cséplőszerkezet is (IHC gépek).

Az axiális kombájnok működésének jobb megértése céljából bemutatjuk a főbb típusok hosszszelvényi vázlatát (226. és 227. ábra).

A dobfordulat fokozat nélküli állítása

Mivel az arató-cséplő géppel többféle terményt szélsőséges nedvességtartalmak mellett kell csépelni, a dob fordulatszámának tág határok közötti változtatására van szükség. Arató-cséplő gépeken az osztott ékszíj tárcsákkal működő variátort használják, amelynek működési elvét a 228. ábra szemlélteti.



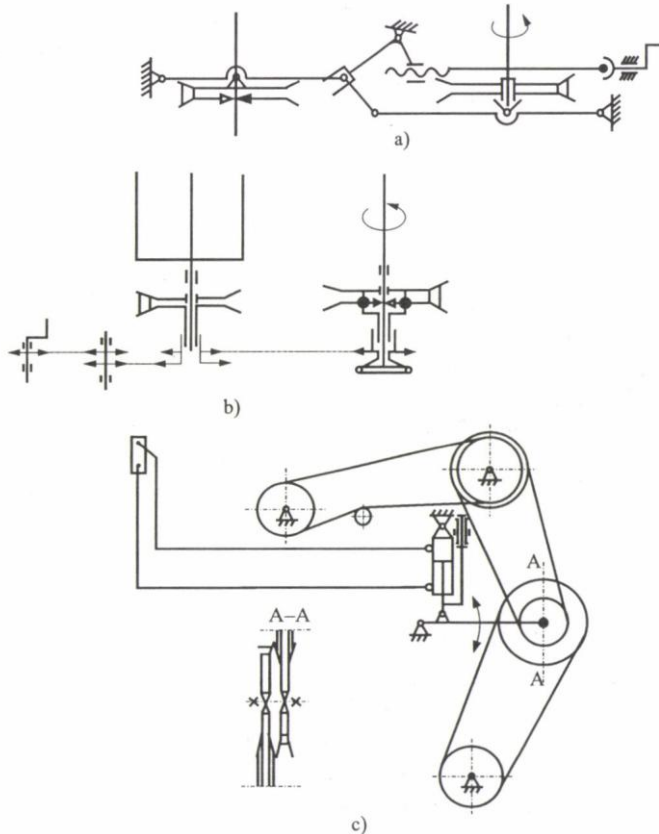
228. ábra. A variátor működési vázlat

Fordulatszám-változtatásnál az egyik tengelyen csökkenteni, a másikon növelni kell a

tárcsák közötti távolságot olyan mértékben, hogy az ékszíz feszes maradjon. Mindig az ellentétes oldali tárcsafelek mozdulnak el, mert a szíz középvonala a két keréken csak így esik egy síkba, különben a ferdén álló ékszíz a tárcsához dörzsölődne és erősen kopna, esetleg szétrepszthatná az ékszíz-tárcsát is. Ez utóbbi a dob variátorára vonatkozik, ui. ott nagy húzóerő ébred a szíjban. A tárcsafelek elmozdítását az első gépeken kézi csavarozással valósították meg, később mechanikus vagy hidraulikus központi állítószerkezeteket építettek be.

A variátort nemcsak a dob fordulatszámának állítására használják, hanem a motollánál, a szelelő ventilátornál, a járószerkezet hajtásánál vagy egyéb helyeken is. A fokozatnélküli fordulatszám-változtatást újabb gépeken a variátor helyett hidromotoros hajtással oldják meg.

A mechanikus és a hidraulikus állítású variátorok működési elvét a 229. ábra szemlélteti.

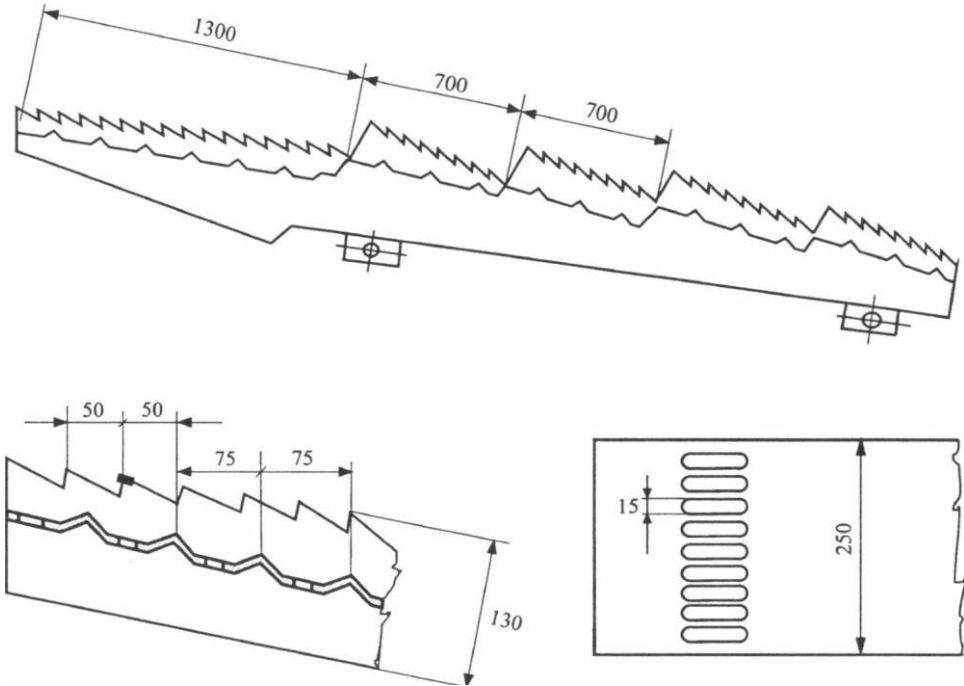


229. ábra. Mechanikus (a, b) és hidraulikus (c) állítású variátorok működési vázlata

A szalmarázó

A hagyományos, ún. T elrendezésű arató-cséplőknél a **szalmarázó** a dobból kikerülő szem-szalma-törek keverékből a **szalma leválasztására szolgál**. A lengőmozgást végző ládák az anyag haladását a lépcsőzetesen kiképzett felület és a terelőtaréjok biztosítják. A kis és a közepes teljesítményű kombájnokon 3–4, a nagyobbakon 5–6 ládás a szalmarázó. A szalmarázó szerkezeti kialakítását a 230. ábrán mutatjuk be.

A ládák két azonos kialakítású térbeli forgattyús tengelyhez kapcsolódnak. A ládákat facsapággal vagy szorítóhüvelyes golyóscsapággal fogják a tengelyhez.



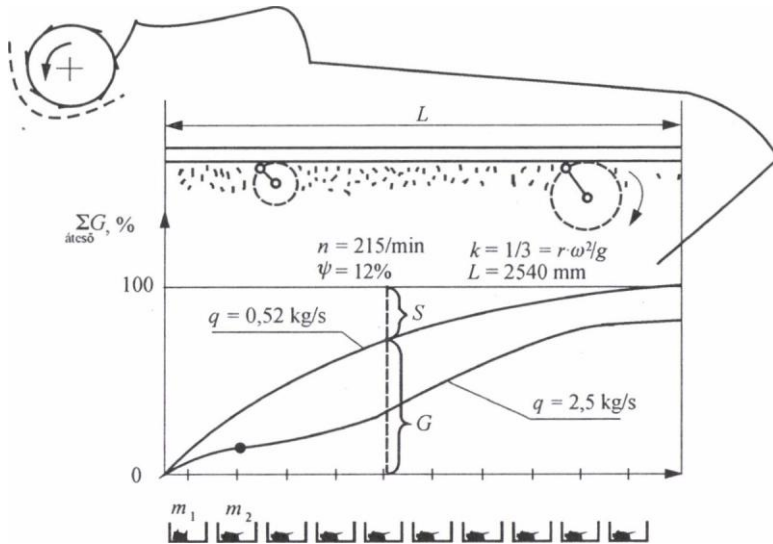
230. ábra. A szalmarázó szerkezeti kialakításának vázlata

A szalmarázó fő méreteinek megválasztása

A **szalmarázó láda elválasztóképességét** a 231. ábrán vázolt szerkezettel vizsgálták. Ismerték a ráadagolt keverékben a szemek mennyiségét és mérték a láda alatt elhelyezett dobozokban az áthullott szem mennyiségét (m_1 , m_2 stb.). A mérés alapján a következő elméleti összefüggéseket állapították meg.

A szalmában maradó szemek mennyisége:

$$S = a \cdot e^{-k \cdot L}.$$



231. ábra. A szalmarázó láda kiválasztóképességének alakulása a ládahossz mentén

Az áthullott szemek mennyisége:

$$G = a(1 - e^{-k \cdot L}) .$$

A G az L hosszúságig áthullott összes szemmennyiséget jelenti. Az S -ből kifejezve a ládahosszúságot:

$$L = \frac{\ln a - \ln S}{k} ,$$

kifejezést nyerjük, ahol:

a – a ráadagolt keverékben lévő szemek tömege,

S – a láda fölött maradó szemek tömege,

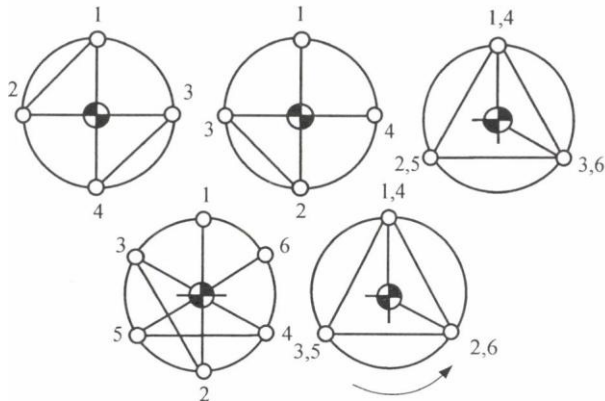
k – leválasztási koeficiens, szokásos értéke 0,006–0,015 1/cm, és függ az áteresztőképességtől, a rétegvastagságtól, a termés fizikai jellemzőitől,

L – a szalmarázó láda hossza.

A szalmarázó tengelyek kialakítása

A rázóladás kéttengelyes szalmarázók tengelyeinek fontosabb változatait a 232. ábra mutatja. A számozás az egymás melletti ládák helyzetét tünteti fel. A szerkesztésnél arra törekedtek, hogy a szomszédos ládák szögeltérése minél nagyobb legyen, mert ezzel javul a munka minősége.

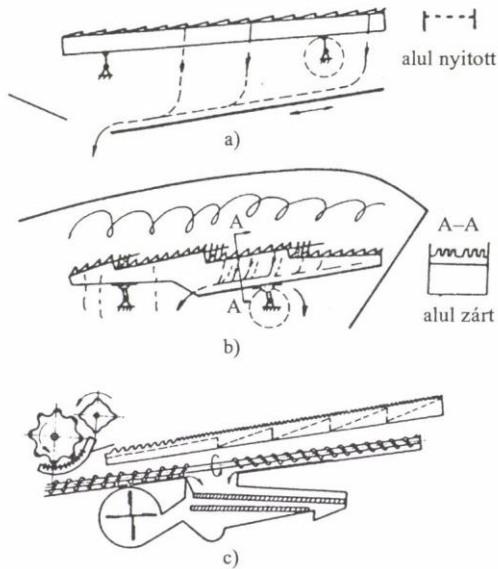
A szalmarázó tengely terhelése meglehetősen bonyolult, mert a ládák súlya és a fellépő centrifugális erők eredője a tengely mentén különböző irányban hatnak.



232. ábra. Szalmarázó tengelyek változatai

A szalmarázón áthullott keverék visszavezetése

A régebbi kis teljesítményű arató-cséplő gépeken a szalmarázón áthullott anyag a láda fenéklemezén csúszott vissza, miáltal a leválasztott szemet és töreket visszavezette a lörekrosta elejére. Mivel a „befenekelt” láda a nagyobb teljesítményeknél eldugul, ezért alul nyitott ládákat, vagy összehordó csigát alkalmaznak az áthullott anyag visszavezetésére. Ezeket a változatokat a 233. ábra szemlélteti.



233. ábra. Az anyag-visszavezetés módjai arató-cséplő gépek szalmarázóján
a) lengő gyűjtőasztal, b) fenéklemezés láda, c) csigás visszavezető

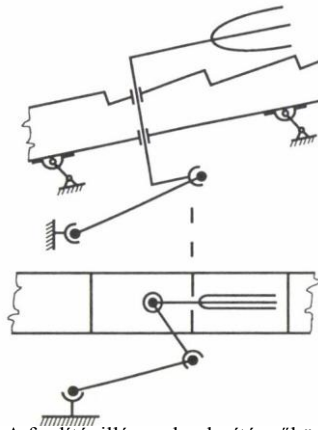
Szalmarázító szerkezetek

A szalmarázó teljesítményének növelése és munkaminőségének javítása céljából különböző szalmarázító szerkezeteket alkalmaznak. Ezeket a ládák fölött helyezik el.

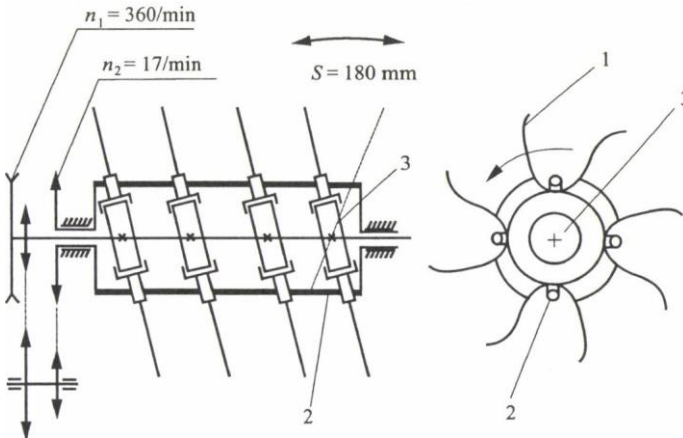
A **villás szalmarázító** működési vázlatát a 234. ábrán látható. A megoldás előnye, hogy nem igényel külön hajtást, az egy ponton a kerethez kapcsolt villákat a szalmarázó mozgása hajtja, miközben oldalirányú terelőmozgást végeznek.

Két azonos fordulatszámú tengelye van, mindegyiken 6–6 villa. A tengelyek fordulatszámát úgy választották meg, hogy a lazítóvilla végének pontja a pályagörbe alsó szakaszán kb. 4-szer akkora sebességgel mozogjon, mint az alatta pillanatnyilag mozgó láda.

A **harántrázó csillag** (John Deere szabadalom) működését a 235. ábra szemlélteti.



234. ábra. A fordítóvillás szalmarázító működési vázlatát



235. ábra. A harántrázó csillag működési vázlatát (John Deere) 1 – csillag, 2 – tartórudak, 3 – ferdetárcsa

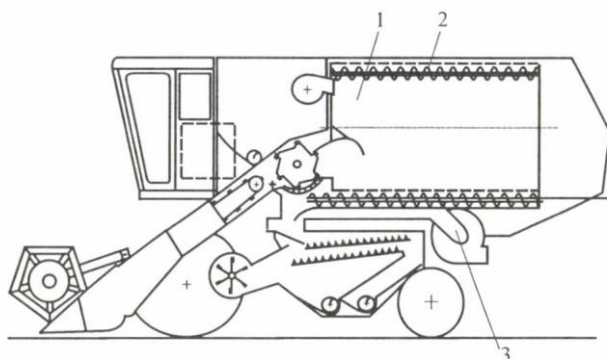
Az ékszíjjal hajtott, gyorsan forgó ($n_1 = 360 \text{ 1/min}$) tengelyre ékelt ferde tárcsákon az acélhuzalból készült csillagok szabadon elforoghatnak. Forgatásukat a csőtengelyhez

erősített tartórudak végzik. Ezek fordulatszáma $n_2 = 17$ 1/min. A JD 970 típusú kombájn 5 ládás szalmarázója fölött 1 harántrázó tengely van 5 csillagkerékkel, amelyek egymáshoz képest 72° -kal vannak elékelve. Az újabb típuson 6 láda és 6 csillag van, de a felékelésben nincs eltérés. A harántrázó gyors oldalirányú oszcilláló mozgással intenzíven lazítja a szalmát és lassú forgással tereli a ládák vége felé.

A Massey Ferguson cég egyes géptípusain a gép végén leválasztó rotort alkalmaz.

Forgó rendszerű szalmaleválasztók

A kanadai Western Roto Tresh cég a szalma leválasztására teljesen új megoldást alkalmazott. A **forgórostélyos szalmaleválasztóval** működő kombájn működési vázlatát a 236. ábrán látható.



236. ábra. A Roto Tresh cég hengerrostélyos (axiális) szalmaleválasztójával működő kombájn vázlatát
1 – hengerrosta, 2 – szalmaleszedő csiga, 3 – törekelszívó ventilátor

A doból a hengerbe kerülő anyagot légáram és belső terelőbordák továbbítják. A belső felületre tapadt anyagot az itt elhelyezett lekaparócsiga távolítja el. Az 1,67 m átmérőjű, 2,7 m hosszúságú henger percnkénti fordulatszáma 37 1/min, $k = r \cdot \omega^2 / g = 1,28$. A nehézségi gyorsulásnál valamivel nagyobb centrifugális erő jelentős mértékben elősegíti a szemek kiválását. A mag úgy viselkedik a henger alsó részén, mintha a természetesnél nagyobb nehézségi erőterében volna. A hengerrosta felülete $14,67$ m², szemben a ládás szalmarázó 6–8 m² felületével. A hengerrosta munkáját törekelszívó ventilátor is elősegíti.

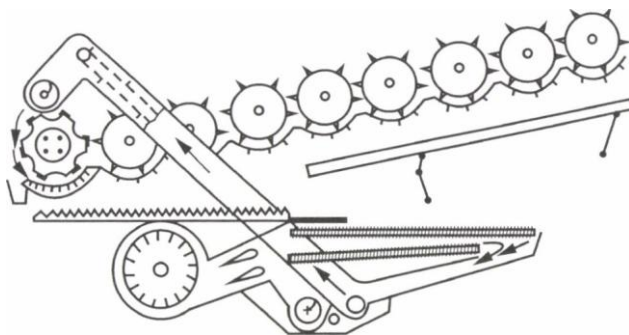
A **hengeres szalmaleválasztó** (237. ábra) a cséplődobból kikerülő szalmát 8 hengerrel továbbítja hátrafelé. A hengerek palástján csipkézett terelőlécek találhatók.

Itt a fellazító és leválasztó hatás igen erőteljes, ami lehetővé tette a gép áteresztőképességének a növelését 8–9-ről 10–12 kg/s-ra. A hengereket egy ékszíj hajtja meg.

A fordulatszám 4 fokozatban állítható: 430, 540, 650, 810 1/min. A kosárhézag központilag állítható. A kosarakon áthullott szem-törek keveréket a törekrostárol mozgatott lengőasztal viszi a gép belsejébe a törekrosta elejére.

Ezt a szalmarázót a Claas Dominator 116 CS (Cylinder System) kombájnokon alkalmazzák. A rendszer alapgondolata nem új, ugyanis az 1950-es években a Szovjetunióban gyártott kombájnokon (ez volt az ún. északi típus) ehhez hasonló, 4 hengerrel készülő szalmaleválasztót alkalmaztak.

Több gépgyártó (Claas, John Deere) újabban olyan kombájnokat készít, amelyeknél a szalmarázó ládák helyett 2 hosszirányban elrendezett **forgó szemleválasztót** alkalmaz. Ezzel a megoldással a gépek gabonaáteresztő képessége eléri a 18–20 kg/s-ot is. Egyes típusoknál (Claas Lexion 480) a hengeres leválasztó végén szalmaaprítót is elhelyeztek, ami ki-be kapcsolható.

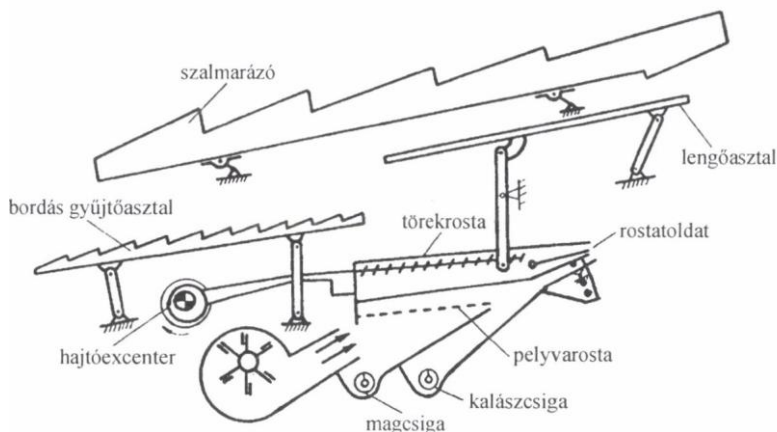


237. ábra. A hengeres szalmaleválasztó vázlata (Claas Cilinder System)

A rázószekrény

A rázószekrény a dobkosáron áthullott és a szalmarázóból a gép közepe felé vándorló törek-szem keverék szétválasztására szolgál, amit a rosta végező légáram segítségével. A rázómű a kis teljesítményű gépeken lehet egyrészes, a nagy teljesítményű gépeken minden esetben osztott kivitelben készül ellentétesen mozgó részekkel, mert a tömegek kiegyenlítése csak így valósítható meg.

A rázószekrény felépítését a 238. ábrán mutatjuk be. A dobkosáron áthulló anyagot keresztbordás lengőasztal viszi a törekrostára, miközben a rázás következtében fajsúly szerinti elkülönítést végez. A keverék rétegződik, a magvak alulra, a könnyű törek felülre kerül, ami elősegíti a törekrosta munkáját. A bordás asztal és a rostaszekrény egy irányban mozog, de különböző lökettel. A rostaszekrényel ellentétesen mozog a szalmarázó alatti gyűjtőasztal, ezáltal áll helyre a holtpontokban a tömegek egyensúlya. A rosták munkáját szabályozható légáram segíti elő. A törekrosta és a pelyvarosta közös szekrényben együtt mozog. A rostafelület hosszirányban elválasztókkal négy csatornára osztott, hogy keresztirányú lejtésnél az anyag ne csússzon oldalra. A rosta toldat hajlásszöge állítható.

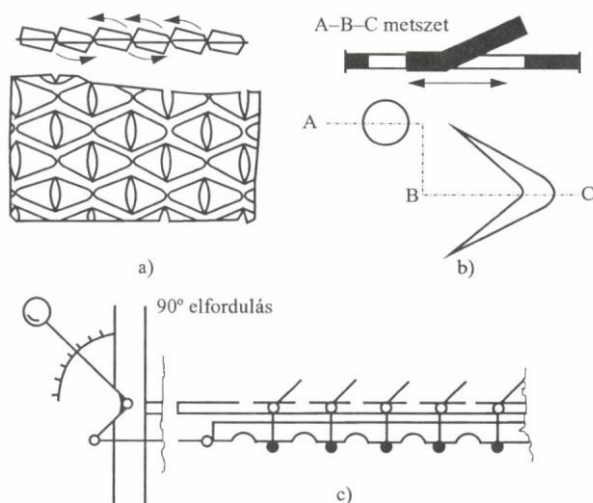


238. ábra. A rázószekrény felépítése és hajtómechanizmusa

Szokásos értékek: rostaszélesség $0,9-0,95 \cdot L$, ahol L a dob hossza, összes rostafelület $3,5-5 \text{ m}^2$, fordulatszám $200-300 \text{ 1/min}$, szögállás a felső rostánál $0-7^\circ$, az alsónál $0-5^\circ$, löket és gyorsulás a felső rostán $60-80 \text{ mm}$, ill. 25 m/s^2 , az alsón $30-40 \text{ mm}$, ill. 15 m/s^2 , a rosta fajlagos terhelhetősége $0,4-0,6 \cdot q$, ahol q a dobterhelés (kg/s), a légtorok hajlásszöge a vízszinteshez képest $25-30^\circ$, a légsebesség $5-8 \text{ m/s}$.

A törekrosták kialakításának változatait a 239. ábra szemlélteti.

Kalászos gabonánál az egész rostafelületet általában az állítható felületű zsalus rosta képezi. Másfajta rostabetétek beszerelésére egyéb termények cséplésénél kerül sor.



239. ábra. Törekrosták változatai a) Graepel rosta, b) Dorn rosta, c) zsalus rosta

Itt megjegyezzük, hogy az a) és a b) típusú rostákat már a két világháború között hazánkban gyártott cséplőgépeken is használták. Elnevezésüket a gyártók neve alapján

kapták (*Graepel Hugó és Dorn József*).

Az arató-cséplő gép szállítószerkezetei

A kicsépellt szemek vízszintes irányú szállítására csiga, ferdén fölfelé szállítására általában gumilapos felhordó szolgál.

A **magtartály** nagyságát az áteresztőképesség szerint választják meg. Az áteresztőképesség (q , kg/s) egy-egy egységére $0,45-0,75 \text{ m}^3$ tartálytérfogattal számolnak. A nagy áteresztőképességű gépeknél a felső értéket veszik számításba. A magtartályhoz $3-4,5 \text{ m}$ hosszúságú ferde vagy vízszintes helyzetű ürítőcsiga csatlakozik. Egyes típusokon a csiga csak kihajtva, egyféle szögállásban kapcsolható be. Újabb gépeken többféle helyzetben is működtethető, ami javítja a mag elosztását a szállítójárműben. Meghajtását alulról vagy a felső végéről kapja.

Az **ürítőcsiga** átmérője $250-300 \text{ mm}$, menetemelkedése $370-450 \text{ mm}$. A fordulatszámot úgy választják meg, hogy az ürítési teljesítmény $25-35 \text{ kg/s}$ legyen, így az ürítési idő a legnagyobb tartályoknál sem több $3-4$ percnél.

A járószerkezet hajtása, a gép kormányzása

A járószerkezet a hagyományos gépeken többfokozatú sebességváltón és differenciálművön át kapja a hajtást. A sebességvariátor alkalmazása nagy előrelépést jelentett, mert bár fokozatokban, de ezen belül fokozat nélküli sebességváltást tesz lehetővé, ami jelentősen javítja a gép kihasználását, a gabonához legalkalmasabb sebesség gyors beállítását.

A legújabb arató-cséplő gépek hidrosztatikus hajtóművel készülnek, ami a teljes fokozatmentes állítást teszi lehetővé, és számos egyéb konstrukciós és üzemeltetési előnnyel jár. Ezzel szemben meglehetősen drága megoldás.

A **gép kormányzását** hidraulikus rásegítéssel végzik, újabb gépeken kormányautomatikát, az ún. „robotkombájnost” alkalmazzzák.

Jelző- és szabályozóberendezések

A jelzőberendezések valamilyen üzemi állapotot vagy funkciót jeleznek, a szabályozóberendezések mellett, hogy esetleg visszajelzést is adnak a vezetőnek, beavatkoznak valamilyen szerkezeti rész munkájába és azt automatikusan a szükséges értékre állítják.

A mai korszerű gépeken számos elektronikus jelző és szabályozóberendezés van.

A jelzőberendezések a következő csoportokba sorolhatók:

- energiaellátás, a motor üzemének ellenőrzése (töltés, vízhőfok, olajnyomás, olajhőfok stb.),
- munkaszervek ellenőrzése (dobfordulat, dobhézag, felhordó működése, szalmatér eltömődése, magtartály-telítődés stb.),
- munkaminőség ellenőrzése (szemvesztességjelző, etetésegyenletesség),

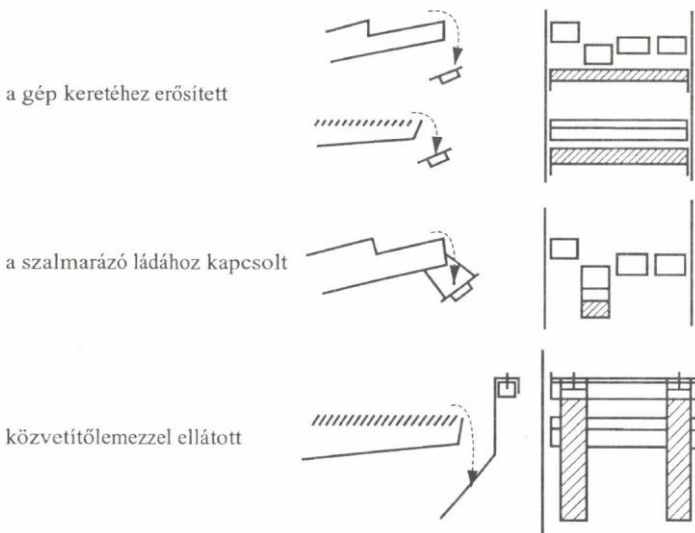
– üzemeltetési mutatók (területteljesítmény, kicséptelt szem mennyisége stb.).

A műszerek jelzései a vezetőfülkében jelennek meg az ott elhelyezett monitoron, vagy valamilyen más kijelzőn.

A szemveszteségjelző berendezés

Lényege egy vékony acél membrán (lemez), amelynél a ráhullott szemek által keltett rezgést egy a vezető előtt elhelyezett, mutatóval ellátott műszer jelzi. A rezgéseket piezokristályok alakítják át elektromos jellé. A **rezgésérzékelőkkel** ellátott lemez egy zárt dobozt alkot, amelyet a szalmarázó és a törekrázó kihulló nyílásánál lehet elhelyezni. Van olyan változat, amelyiknél a doboz a gép keretéhez van erősítve és olyan, amelyiknél a szalmarázó ládához kapcsolják a dobozt. Néhány változat a 240. ábrán látható.

Minél gyakoribbak a koppanások, annál jobban kitér a rezgésérzékelőkkel összekapcsolt műszer mutatója. A koppanások száma a kisebb szemveszteség tartományában gyakorlatilag arányos a szemveszteséggel. A mutató egy bizonyos kitérése mellett a szemveszteség már túllépi a megengedett határt. Ezt a műszeren rendszerint piros mező jelzi, de hang- és fényjelzés is kísérelheti.



240. ábra. Szemveszteségjelzők változatai

A kukorica betakarításának gépei

A kukorica (*Zea mays*) egyéb nevei: tengeri, törökbúza, indiai búza. Őshazája Közép-Amerika. Európába Kolumbusz hozta be (1493). Hazánkba először a XVI. században

jutott el Olaszországból, s a XVII. században a török hódoltság alatt terjedt el. Innen a törökbúza elnevezés. Nemesítése nálunk csak a múlt század végén kezdődött. Az első nemesített magyar fajta a *Fleischmann Rudolf* által előállított „F” lófogú kukorica. A nemesítés legnagyobb eredménye a hibridkukorica volt.

A kukoricánövény főbb jellemzői

Sortáv 70–75 cm, tőtáv 20–25 cm, növényszám 50–60 000 db/ha. A szármagasság 180–220 cm, a cső magassága a talaj fölött 60–120 cm. A kukoricaszár vastagsága alul 1,5–2,5 cm, a csövek hossza 15–25 cm. A cső átlagos tömege 25%-os nedvességtartalomnál 0,25 kg, ebből a szem 70–80%, a csutka 15–18%, a csuhé 3–4%. A cső az egész növény tömegének kb. 50%-a. A szárközép szakítóereje 10 mm szárátmérőig 1000–1200 N, 10–15 mm-ig 1400–1800 N, 16–20 mm-nél pedig 2000–2400 N. A szakítóerő a cső helyén elvékonyodott szárrészen az előbbi értékek kb. 50%-a.

Egy közepesen fejlett cső szárról való elválasztásához szükséges erő 350–500 N, de egyes fajtáknál eléri az 1000–1500 N-t is. Ez kisebb, mint a szár szakítóereje, így a csövek zöme a szár elszakítása nélkül is lenyomható. Egyetlen szemnek a csutkáról való leválasztásához átlagosan 15 N erő szükséges. A 24–25 mm átmérőjű szárok az alsó harmadban 400–500 N erő hatására 26–40 mm elhajlás után törnek el. A középső rész eltöréséhez 250–350 N erő és 20–30 mm elhajlás szükséges. A szár vágási ellenállása 20–22 mm átmérőnél 230–300 N, 28–30 mm átmérőnél 400–600 N.

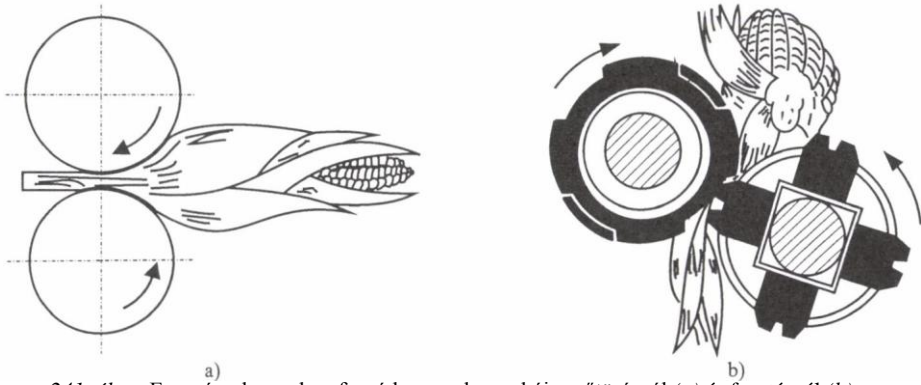
A kukoricabetakarítás technológiái

A kukorica világviszonylatban is jelentős abraktakarmány. Betakarítására három alapvető eljárás alakult ki:

- a csöves betakarítás,
- a morzsolva betakarítás és
- a zúzva betakarítás.

A csőbetakarítás speciális műveleteit végző szerkezeti egységek

A kukoricacsövek betakarításának fő műveletei: a csőtörés, a fosztás és a morzsolás. Ezek elvégzésére többféle szerkezeti megoldás alakult ki. A csőtörés és a fosztás egymással szemben forgó hengerekkel végezhető. Ezt felismerve az első kukoricabetakarító gépeken a cső törését és fosztását ugyanaz a hengerpár végezte. Ez a megoldás jelentős egyszerűsítést jelentett a gép konstrukciójánál. A szemben forgó hengerek munkáját csőtörésnél, ill. fosztásnál *241. ábra* szemlélteti. A fosztóhengerek csak akkor tudják a csőről forgás közben lehántani a csuhéleveleket, ha azokat kellőképpen rászorítjuk a hengerpárra.



241. ábra. Egymással szemben forgó hengerek munkája csőtörésnél (a) és fosztásnál (b)

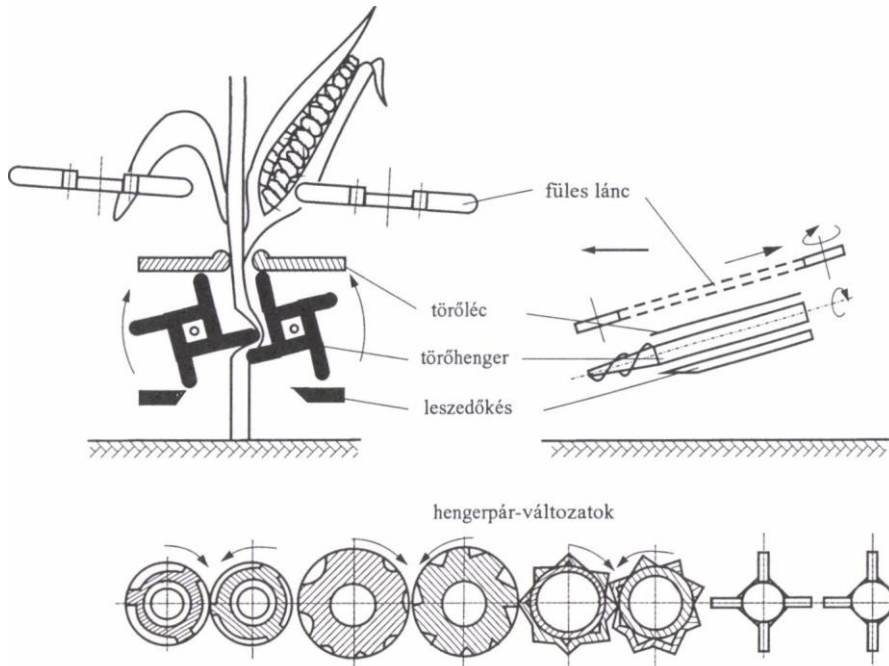
Kukoricacső-törő adapterek

A morzsolásos betakarítást csőtörő adapterrel felszerelt kombájnok végzik. A csőtörő adapter olyan géprész, amely 4–8 sor csőtörő szerkezetét foglalja magában a hozzátartozó terelő- és továbbítószervezetekkel együtt. A különböző gyárak által készített csőtörő adapterek felépítése nem mutat nagy változatosságot. Formájuk, alakjuk, a függesztés rendszere és a hajtás módja, valamint az állítószervezetek nagyjából azonosak. A fejlődésnek újabb szakaszát jelentheti az a fejlesztés, amely a kilencvenes évek elején kezdődött és napjainkban is tart. Ennek eredménye az újabb gyártmányú nagy teljesítményű gépeken már megfigyelhető.

Az adaptert úgy készítik, hogy az egy egységként le-föl szerelhető. Ha a gép áll gabona aratására, akkor a kukoricaadapter helyére a gabonaarató adapter kerül. Ezekon kívül tartozhat még a kombájnhoz pl. napraforgó-, szója- vagy egyéb adapter is. Az adapterek alkalmazása nagyban megnöveli a kombájn kihasználását.

Átszereléskor a ferde felhordó a helyén marad, vagy erősített ferde felhordót szerelnek fel. A törőszervezet által letört csövek (később részletesen ismertetjük) a középre hordó terelőcsigához, majd a ferde felhordón keresztül a cséplőrésbe kerülnek. A dob lehántja a csuhéleveleket és a szemeket lemorzsolja a csutkáról, a csutkatörmelék és a csuhé a törekrosta végén hull ki a gépből. A széllel megtisztított szem a gyűjtőtartályba kerül. Egyes fajtáknál, valamint száraz körülmények között általában a csövek nagyobbik hányada már úgy kerül a dobba, hogy nincs rajta csuhélevél. Így a szalmarázóból igen kevés anyag hull ki.

A csőtörés folyamatát a 242. ábra szemlélteti.



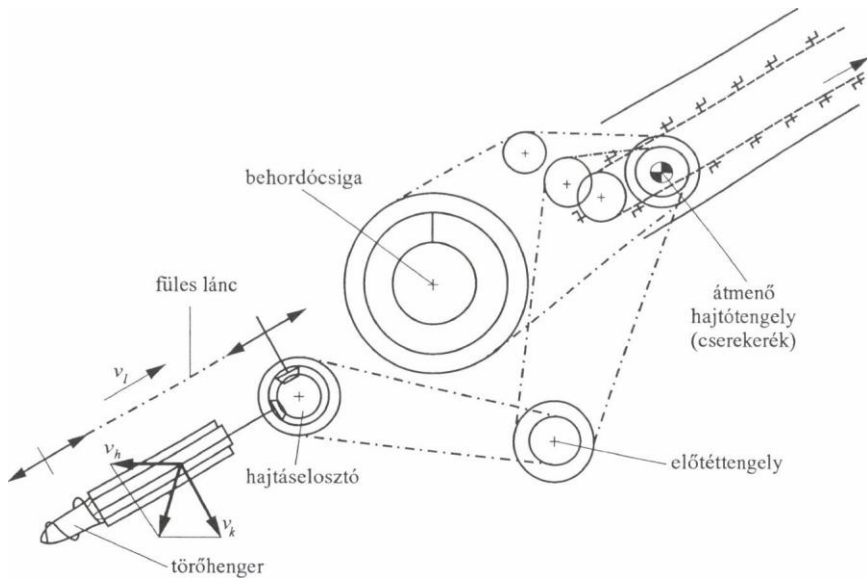
242. ábra. A csötörés folyamata a kukoricaadapter törőszerkezetén

Minden kukoricasorhoz egy-egy törőegység tartozik. A kúpos behúzócsigával ellátott, egymással szemben forgó profilos törőhengerpár a talaj közelében a szárat megragadja, és előrehaladva forgás közben lefelé húzza. A szár jó megragadása érdekében szükséges az ábrán látható markáns profilú bordázat alkalmazása, amit a nagy teljesítményű gépekhez alakítottak ki a hetvenes évek elején. A száron lévő csövet a hengerpár fölött lévő törőléc visszatartja, és a szárról lenyomja. Egyes csöveken rajta marad a csuhével is, mások azonban a csuhéból kibújva kerülnek tovább. A szár és a gyomok felcsavarodásának megakadályozására leszedőkések (védőkések) szolgálnak. A letört csöveket a fölfelé mozgó füles láncpár a terelőcsigához viszi.

A **csötörő adapter hajtásvázlata** a 243. ábrán látható.

Az adapter néhány fontosabb műszaki adata: sortáv 71,1; 76,2 cm (állítható), a törőhengerek hossza 480 mm, átmérője 100 mm. A törőszerkezet szinkronban dolgozó részeinek a fordulatszáma a lehetséges haladási sebességnek megfelelően három fokozatban állítható. A törőhengerek fordulatszáma 970, 1036, 1170 1/min, a behordólánc sebessége 1,85, 1,98, 2,24 m/s, a behordócsiga átmérője 360 mm, fordulatszáma 144 1/min, az adapter tömege 1850 kg. A betakarítási teljesítmény 10–18 ha/10 h, optimális haladási sebesség 7–8 km/h. Kukoricabetakarításhoz a ferde felhordóban láncot kell cserélni.

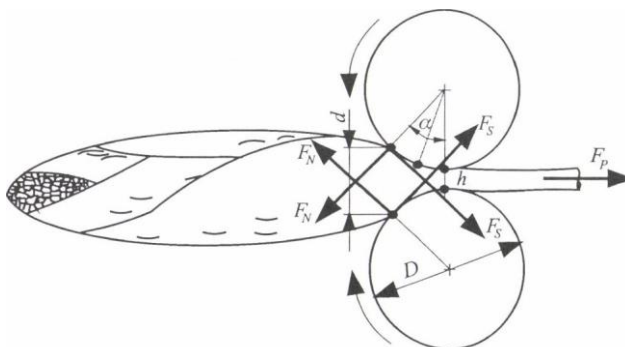
Kukoricabetakarításhoz az arató-cséplő gépet a kezelési utasításnak megfelelően át kell alakítani.



243. ábra. A csőtörő adapter hajtásvázlata

Az arató-cséplő gép cséplési vesztesége nem lépheti túl a nemzetközileg elfogadott 1,5%-os felső határt. A veszteségek alakulását a gépterhelés függvényében szokás feltüntetni. Ezt a diagramot egy bizonyos előírás szerint végzett aratási kísérletnél felvett adatok alapján rajzolják meg. **Kukoricabetakarításnál a kombájn áteresztő-képessége a gabonáénak közel a kétszerese.** A cső törése közben a hengereken fellépő erőket a 244. ábra szemlélteti. Feladatunk a cső lenyomása a szárról. A helyzet egyébként hasonló az iparban alkalmazott lemez- vagy egyéb acéláru-hengerléshez.

A csőre ható normális irányú erők (F_N) balra, az $F_S = \eta \cdot F_N$ súrlódási erők jobbra igyekeznek elmozdítani a csövet.



244. ábra. A csőtörő hengerekre ható erők

A hengerek szálirányú húzóereje F_p a következőképpen számítható:

$$F_p = 2 \cdot F_N \cdot \sin \alpha - 2 \cdot \mu \cdot F_N \cdot \cos \alpha, \text{ innen } F_N = \frac{F_p}{2(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)}.$$

Határesetben az F_N és az F_S erők eredője éppen merőleges a szárra, tehát $F_p = 0$. Ilyenkor:

$$\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha = 0, \quad \operatorname{tg} \alpha = \mu, \quad \mu = \operatorname{tg} \rho.$$

A henger átmérője az ábra alapján:

$$D = \frac{d - h}{l - \cos \alpha}.$$

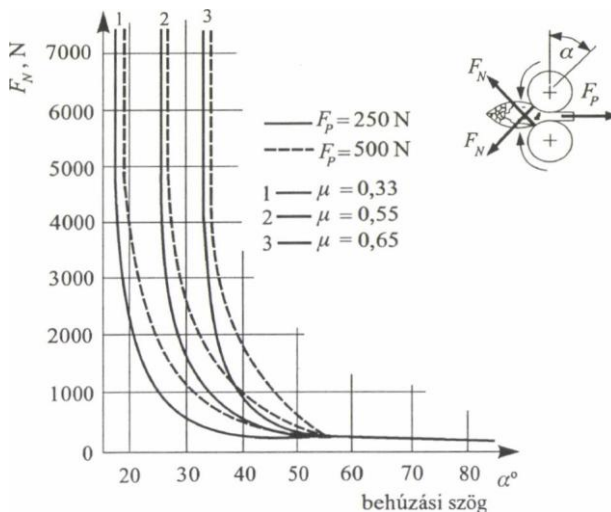
Ahhoz, hogy a törőhengerek biztosan megfogják a szárat, az $F_N \cdot \sin \alpha \leq F_S \cdot \cos \alpha$ feltételnek kell fennállnia, amit az $\alpha < \rho$ viszony elégíti ki.

Megfogás után, amikor a szár már a h rést is kitölti, az erők csak az α szög felében ébrednek. Mivel ekkor:

$$\alpha' \approx \frac{\alpha}{2},$$

az áthúzás kisebb erőt igényel.

Adott húzóerő kifejtéséhez meghatározott nagyságú sugárirányú összenyomó erőknek kell fellépniük a hengereken. Az ezzel kapcsolatos számítások alapján megrajzolt görbét a 245. ábra szemlélteti.



245. ábra. Adott húzóerőkhöz (F_p) szükséges sugárirányú összenyomó erő (F_N) alakulása a behúzási szög (α) függvényében (számított értékek)

A kellő nagyságú szárhúzó erő kifejtése közben a hengerek összelapítják a szárat. Az

összenyomás mértéke:

$$k = \frac{d_1 - h}{d_1}$$

értékkel vehető figyelembe, ahol:

d_1 – a szárátmérő a hengerek előtt,

h – a hengerek közötti távolság.

A k értéke sima hengereknél 0,6–0,9, bordás hengerek esetében 0,4–0,9.

A hengerek tengelytáv-állítási határait tehát k értékének figyelembevételével kell meghatározni. A legtöbb törőszerkezetnél $k \cong 0,9$.

Egyes típusok törőszerkezeteinél a hengerek közötti hézagot 0,8–2,0 mm között írják elő. Ha túl nagy a k érték, a henger eltépi a szálakat, sok szártörmelék képződik, amely eltömheti a rostát. Ha k értéke túl kicsi, a henger nem húzza eléggé a szárazakat, nem töri le a csövet, hanem gyökerestől kihúzza a növényt, ami viszont közvetlenül az adapter eltömődését okozza.

A kukoricaszár ellapításának erőigénye a sima száron $k = 0,6$ összenyomási tényező esetén 350–500 N, csomón 8500–9000 N; $k = 0,9$ érték mellett sima száron 1650–2250 N, csomón 2500–4150 N. A szárbehúzás teljesítményigénye 1,5–2,0 kW.

A törőhengerek fordulatszámának meghatározása ugyancsak az eltömődés veszélyével függ össze. Alapvető követelmény az olyan fordulatszám, amely lehetővé teszi, hogy a hengerek ne tömődhessenek el a szárral. E követelménynek akkor tehetünk eleget, ha a hengerek áthúzó tömegárama egyenlő a gépbe érkező anyag tömegáramával. Tehát:

$$q_h = \rho \cdot \varepsilon \cdot \eta \cdot h \cdot l \cdot v_k = q = B \cdot v_h \cdot M, \quad \text{innen} \quad \frac{v_k}{v_h} = \frac{B \cdot M}{\rho \cdot \varepsilon \cdot \eta \cdot h \cdot l},$$

ahol:

q_h – a hengerek áthúzó tömegárama [kg/s],

ρ – a szár sűrűsége [kg/m³],

ε – a hengerek közötti rés szélességének kitöltési tényezője (értéke kb. 0,6–0,7),

η – a szár csúszása miatt fellépő határfok,

h – a hengerek közötti rés mérete [m],

l – a henger hossza [m],

v_k – a henger kerületi sebessége [m/s],

q – a gépbe érkező anyag tömegárama [kg/s],

B – a gép munkaszélessége [m],

v_h – a gép haladási sebessége [m/s],

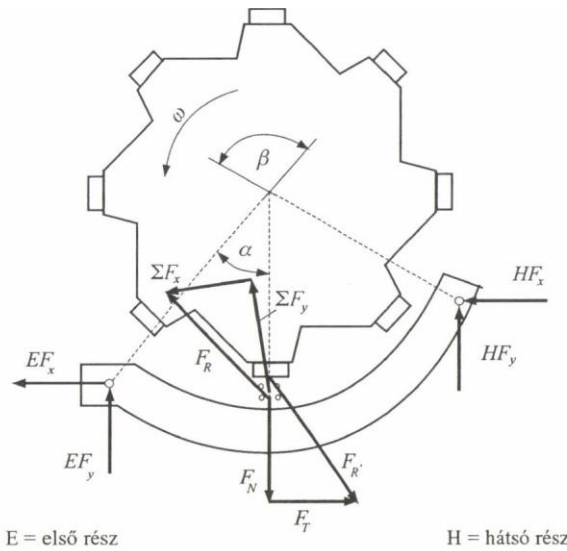
M – a termés (szár) tömege [kg/m²].

A dob morzsolómunkája

Az USA-ban laboratóriumi kísérleteket végeztek a dob morzsolómunkájának elemzésére. A kísérletet 24%-os nedvességtartalmú lefosztott csövekkel végezték. A kombájnból kiszerezelt dobót állványra állították, és villanymotornal hajtották meg.

A dob fordulatszáma 500 1/min, a dobhézag elöl 37 mm, hátul 19 mm volt. A csöveket

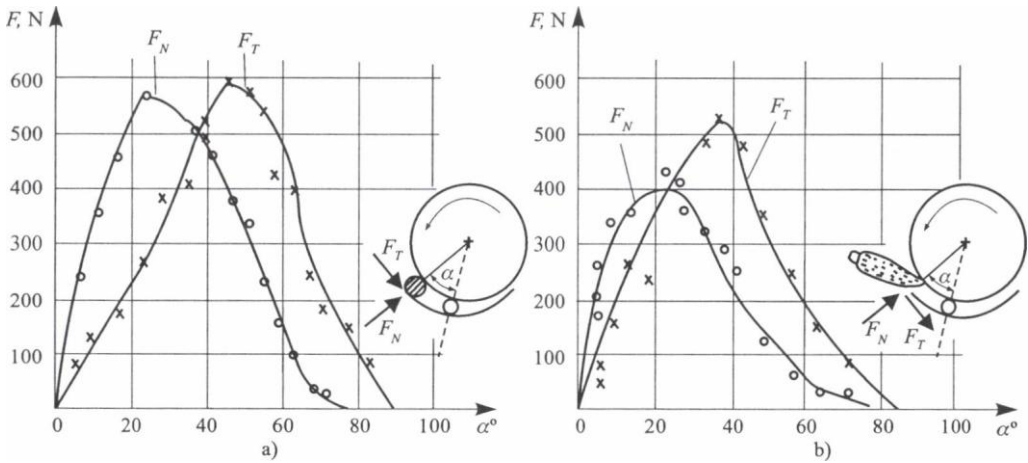
egyenként, kézzel etették a dobla hosszirányban hegyével előre és keresztirányban. Mérték a kosár két végén a vízszintes és a függőleges erőket az idő, ill. a dob szögelfordulásának függvényében. A mérés sémáját a 246. ábra szemlélteti.



246. ábra. A dobon és a kosáron ébredő erők morzsolás közben

A berendezés automatikusan összegezte a kosár két végén mért első, ill. hátsó vízszintes ($EF_x + HF_x$), valamint ugyanitt a függőleges erőket ($EF_y + HF_y$), és kiszámította a kosárra ható eredő erő F_R helyét és nagyságát. A dob verőlécére ugyanilyen nagyságú és irányú F_R erő hat, amely normális (F_N) és tangenciális komponensekre (F_T) bontható. Az F_R és F_R' alkotta erőpár görgeti a csövet a cséplőrésben.

A tangenciális és a normális erők változását az α szög függvényében a 247. ábra mutatja. Egyértelműen kitűnik, hogy mind a hossz-, mind a keresztirányú adagoláskor – közvetlenül az etetés után – elsősorban az F_N erők hatnak, majd az F_T tangenciális erők továbbsodorják az anyagot. A hegyével etetett csöveknél nagyobb volt a szemtörés, amely a kosár rövidítésével feltehetően csökkenthető. A méréssel egyidejűleg végzett gyorsfilmezés azt mutatta, hogy a szemek a leválasztás után a verő- és kosárlécekkel még többszörösen ütközve haladnak át a dobon. Az ütközések számának valamilyen módon való csökkentése bizonyára mérsékelné a szemtörési veszteséget.



247. ábra. A tangenciális és a sugárirányú erők alakulása a belépő kosárrésnél a dobelfordulási szög (α) függvényében a) keresztirányú, b) hosszirányú csőadagolás esetén

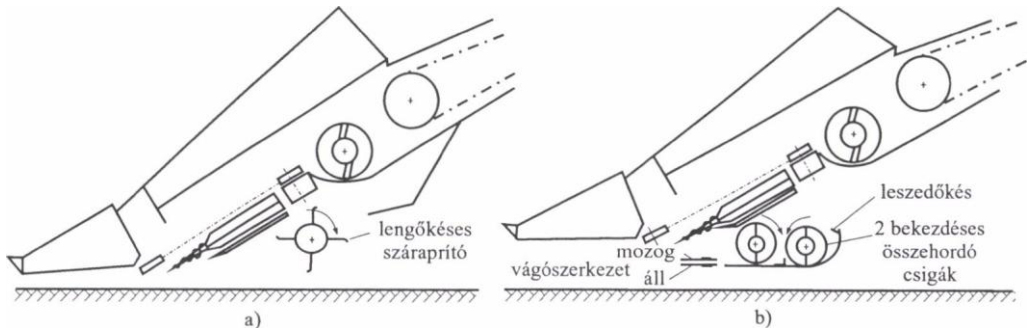
A kukoricaszár betakarítása

A kombájn után tulajdonképpen az egész szártömeg a földön marad, de a csőtörő miatt meglehetősen összetört állapotban. A leszakadt szárrészek áthaladnak a dobon, majd a szalmarázón kihullva vékony renden maradnak. Ezt a szárcsonkokból álló és a földön fekvő száranyagot kell tulajdonképpen „eltüntetni”, hogy a talajmunkák elvégezhetőek legyenek.

Erre két lehetőség kínálkozik:

- a szárok összezúzása és alászántása, illetve
- a szárok begyűjtése.

A szárbetakarításra is alkalmas pótadapteres csőtörőket a 248. ábra szemlélteti.



248. ábra. Kukoricaszár betakarítására is alkalmas csőtörő adapterek a) soronkénti lengőkéses száraprító, b) alternáló kasza rendrehordó csigákkal

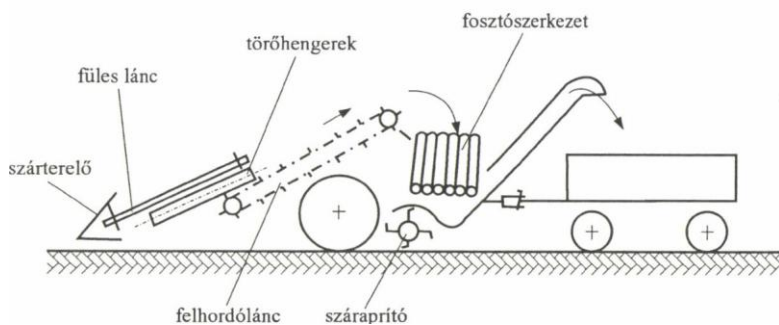
Az a) megoldásnál a soronként elhelyezett lengőkéses száruzóval által felszecskázott anyag szétszórva elmarad a tarlón, így könnyebben aláforgatható. Egyébként a kukoricaszárát a kombájn után járatott száruzóval, külön menetben aprítják fel. Ezzel a

szerkezettel a külön szárzúzás elmarad.

A b) megoldás 6 soros csőtörő adapterhez készült. Jobbról-balról meghajtott **ujj nélküli kasza** vágja el a szármaradványokat, és egymás mögött elhelyezett kétbekezdéses konzolos csigával középre hordja. Az 1,2–1,3 m szélességű és mintegy 25 cm vastagságú szárrend a gép kerekei között marad el. A pótdapter teljesítményigénye 5–6 kW.

A kukorica csöves betakarítása

A csöves betakarítást végző vontatott gép működését a 249. ábrán mutatjuk be. A gép előrehaladása közben a szárterelő orrok és a füles láncpár a törőhengerek közé terelik a szárazakat. A törőhengerek által letört csöveket a felhordólánc a fosztószerkezetre viszi. A megfosztott csövek egy elevátoron keresztül a gép után akasztott kocsiba kerülnek. A lefosztott csuhé a földre hull. A szárát lengőkéses száraprító vágja össze és szórja szét a tarlón. Így a gép után a terület készen áll a szántásra. A megfosztott csöveket górékban tárolják, amíg kellőképpen megszárad.



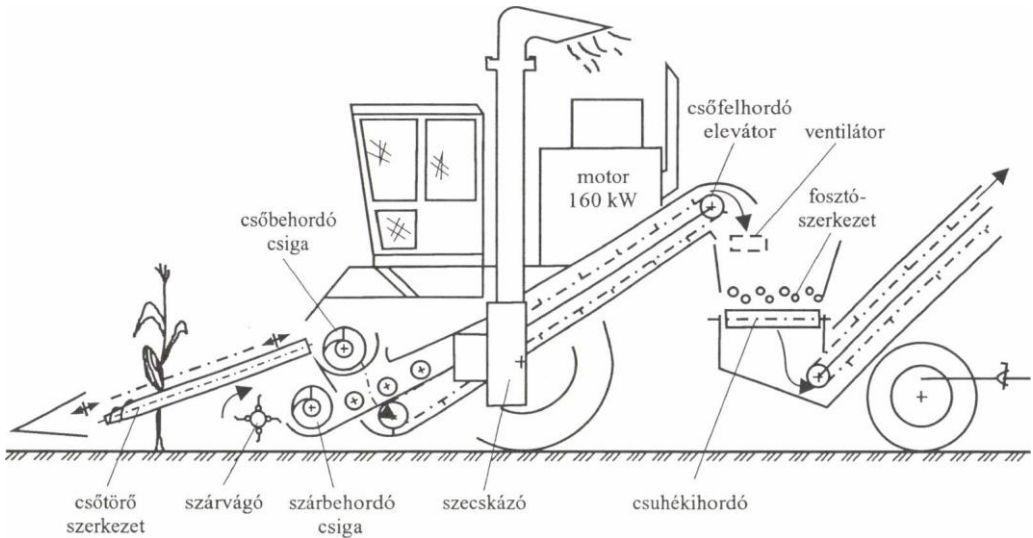
249. ábra. A vontatott csöbetakarító gép működési vázlat

Az ábrán látható gép kétsoros kivitelben készül. Munkasebessége 4–6 km/h, teljesítményigénye 37 kW (50 LE).

A magajáró csőtörő-fosztó gép vázlatát a 250. ábra szemlélteti. A gép szemes és csöves betakarításra egyaránt alkalmas. Csöves betakarításhoz a gépre 6 soros csőtörő adapter szerelhető. A törőszerkezet által letört csöveket jobbos és balos csőbehordó csiga a gép két oldalán elhelyezett csőfelhordó elevátorokhoz szállítja, amelyek a fosztatlan csöveket a fosztószerkezetre viszik. Két fosztószerkezet van, mindegyik négy hengerpárból és láncos csőleszorítóból áll. Hátulnézetben a szimmetrikusan elhelyezett fosztóhengerek közep felé lejtnek. A lefosztott csöveket a csőfelhordó elevátor a gép után akasztott pótkocsiba szállítja. A törőhengerek alatt elmaradó szárazakat lengőkéses szárvágó aprítja fel. A levágott szárazakat jobbos-balos szárbehordó csiga a gép középvonalához szállítja. A szárát görgős felhordó viszi a szecskázóba, ami a szecskát a gép mellett haladó kocsiba fűjja. A szár renden is hagyható a gép után.

Néhány technikai adat: munkaszélesség 4,2 m, területteljesítmény 3,5 ha/h, munkasebesség max. 9 km/h, a beépített motor teljesítménye 160 kW. A gép 3–4 kg/s

(13–15 t/h) gépterhelés mellett 3–4% szemvesztéssel dolgozik. A járószerkezet hidrosztatikus hajtású.



250. ábra. Magajáró csőbetakarító gép vázlatja

A hazai kukoricavetőmag-termesztő gazdaságok kezdetben a francia gyártmányú 4 soros Burgion GM–5 és a New Idea 737 (USA) típusú magajáró csőtörő-fosztó gépeket használták. Az utóbbi 4 vagy 6 soros törőszerkezettel üzemeltethető. Mindkét csőtörő-fosztó gép speciálisan a magkukorica nagy teljesítményű betakarítására készült. Átmenetileg használták még a román gyártmányú Gloria C–12 jelű gépet is, amely a hasonló nevű gabonakombájn átalakításával készült. Átalakításkor a dobot és a szalmarázót kiszerelik, és helyükre kerül a fosztószerkezet.

A fosztott csöves kukoricát a hibridkukorica-szárító és feldolgozó üzemben átmenetileg górékban tárolják. Szárítás előtt válogatják a csöveket. A csövek szárítása erre a célra készült tárolókban max. 40 °C-os levegővel történik, aminek időtartama kb. 70 óra. A megszáradt csöves kukorica a morzsolóba kerül. A lemorzsoltszemet tisztító-osztályozó rostákon vezetik keresztül, majd kalibrálják, csávazzák és zsákokban raktározzák.

Nedves zúzalékok betakarítása

A nedves zúzalékok készítésének gondolata valószínűleg azért vetődött fel, mert a kukorica szára, a csutka és a csuhé együttesen nagy tápértékét képviseli, ami a morzsolásos betakarításnál alászántásra kerül. Az alapgondolat Amerikából származik és az első zúzalékkészítő gépek is az USA-ban készültek. Elsőnek a szem-csutka keverék készítését oldották meg, ami a gyakorlatban CCM eljárás (Com Cob Mix) néven terjedt el. Ennek lényege a kukoricacső felaprítása és összezúzása. Az aprításra és a zúzásra többféle eljárás és ennek megfelelő gép látott napvilágot.

A **szem-csutka keverék** betakarításánál fontos követelmény, hogy a törmelék csutkatartalma változtatható legyen. Erre azért van szükség, mert az állatok nyersrostigénye eltérő. A sertéseknek 7–8%, hízó marhának 14–17% nyersrosttartalmú zúzalék szükséges. A kukoricaszemek nyersrosttartalma mindössze kb. 2%. A csutkái ennek a többszöröse. Így a szükséges nyersrosttartalom a csutkatartalommal változtatható.

A **CCM eljárás** átalakított arató-cséplő géppel vagy erre a célra készült speciális gépekkel végezhető. A betakarítást 35–38% szemnedvesség-tartalomnál kell végezni. Kisebb nedvességtartalomnál (késői kezdés) nem megfelelő a szilázs, nagyobbánál a szemek elkenődhetnek.

A napraforgó-betakarítás gépei

A napraforgó (*Helianthus*) Peruból, Mexikóból származó magas szárú, sárga virágú növény. Olajnyerés céljából termesztik. A ma termesztett hibridek olajtartalma 50% körül mozog. Magjából az olaj kinyerése után értékes, fehérében gazdag takarmány készíthető. Zöld állapotban felszeccskázás után silózva tartósítják vagy zöldtakarmányként hasznosítják. Egyes fajait dísznövényként ültetik.

A hazánkban termesztett olajnövények között legnagyobb jelentősége a napraforgónak van. A napraforgóolajnak és az abból készített egyéb élelmiszereknek (pl. margarin) kiváló élettani hatása van.

A korszerű állattartás jelentős takarmány-alapanyaga a napraforgó extrahált darája, amely elsősorban fehérjetartalmával járul hozzá a tej- és a hústermelés növeléséhez.

Néhány jellemző adat: sortáv 75–76,2 cm, tőtáv 20–30 cm, szárhosszúság 130–250 cm, a tányérok talajtól mért távolsága a szár meghajlása miatt 100–200 cm. Mindezek mellett a napraforgó esetében is fontos agrotechnikai mutató a hektáronkénti tőszám, vagyis az állománysűrűség. A legkedvezőbb értéknek az 55 000–75 000 tő/ha mutatkozott. A tányérátmérő a tőtávolsággal egyenes arányban nő, míg a növény magassága azzal fordított arányban csökken. A tányéron található kaszatszám állandó (a napraforgó magját kaszatnak nevezik), de a nagyobb tányéron a kaszatok mérete nagyobb, ugyanakkor az összes olajtartalom lényegében állandó.

A tányérok magtartalma a tányér súlyának kb. 50%-a, a magokban a bétartalom a magsúlynak kb. 70%-a, ezermagtömeg 60–100 g. A tányérokban a szárról való leszakításához szükséges erő érett magok esetén 250–300 N. Súrlódási tényezők: érett magnál (8–10% nedvességtartalom) fenyőfán 0,4, acélon 0,6, gumin 0,75.

A napraforgó betakarításánál fontos agrotechnikai követelmény, hogy a megfelelően átalakított kombájn által okozott összes veszteség nem haladhatja meg a 3%-ot, a szemtörés az 1%-ot, és a szemtisztaságnak 95% fölött kell lennie.

Betakarítás

A napraforgó-betakarítás technológiája a következő munkafolyamatokból áll:

- mesterséges állományleszárítás,
- aratva-cséplés,

- szemszállítás,
- üzemi munkafolyamatok.

A betakarítást a vegyszeres állományszárítás előzi meg. Általában akkor kell megkezdeni, amikor a kaszatok nedvességtartalma 25–30% között van. Ilyenkor a növény szárrészei még zöldek, de a kaszatok már biológiailag érettek. A leszárítás után 5–7 nappal, az időjárástól függően, a kaszatok utóérése megtörténik, s nedvességtartalmuk 20% alá csökken. Ekkor már a szár- és levélrészek megbarnulnak, s a betakarítás megkezdhető.

A vegyszeres leszárításnál nem csak a zöld szár és levélrészek veszítenek víztartalmukból, hanem a kaszatok is, miáltal csökken a szárítás energiaigénye.

Az állomány előzetes leszárítása azért fontos, mert a betakarítógép csak így tud jó munkát végezni. A leszárításnak növény-egészségügyi óvó hatása is van, mivel az esetleges tányérbetegségek további károsító hatását megakadályozza. A vegyszer kipermetezésekor fokozatosan ügyelni kell arra, hogy a környezet (erdők, más kultúrák, lakott terület stb.) kárt ne szenvedjen.

A napraforgó betakarítása erre a célra alkalmas aratószerkezettel (adapterrel) felszerelt kombájnnal, egy menetben történik.

Napraforgó-betakarításhoz a kombájn cséplő- és tisztító szerkezetét megfelelően át kell állítani. A dob kerületi sebességét 12–18 m/s-ra, a dobhézagot a gabonában szokásosnál nagyobbra (pl. 36/18 mm) kell állítani. A dobterhelés kisebb, mint a gabonaféléknél, s a napraforgó aratásánál szokásos 4–6 km/h sebességhatárok között 2–4 kg/s között változik. A síkrostát esetleg cserélni, a zsalus rostát pedig a napraforgónak megfelelően kell beállítani.

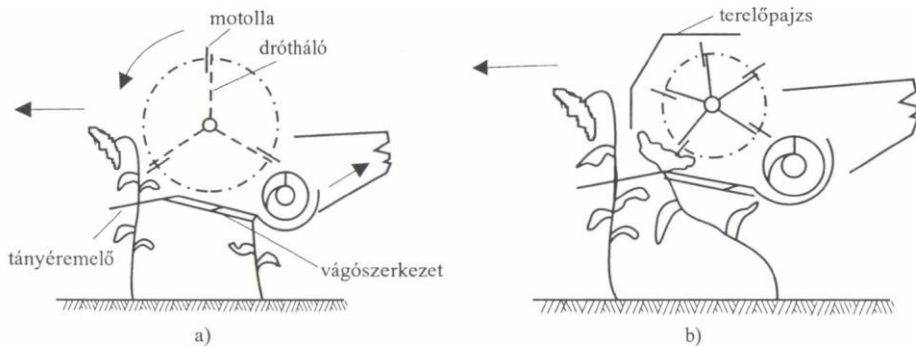
Napraforgó-betakarító adapterek

Hazánkban a napraforgó betakarítására kezdetben a francia Braud cégtől vásárolt licenc alapján gyártott NA adaptereket használták.

Az 1,5 m átmérőjű motollának három lapátja van, és a gabonaarató motolla helyére szerelhető. A lapátok és a tengely között drótháló van, amely megakadályozza a tányérok visszahordását. A lapátok végén lévő gumilapok a szemmel telt tányérok kíméletes továbbítását szolgálják. Az adapteren az általában hosszú növényzárak miatt magas rendválasztókat helyeztek el. A szárat kb. 1,3 m-re előrenyúló tányéremelők vezetik a vágószerkezethez, amelynek magasságát a megdőlt szárok figyelembevételével kell beállítani. Az alternáló vágószerkezet által levágott szárok tányérral együtt a csigán és a ferde felhordón át a dobba kerülnek, amely a tányérokból kicsépeleli a kaszatokat. A kicsépelelt és megtisztított szemek a kombájn tartályába kerülnek. Az adapter hajtása egyezik a gabonaarató adapterével. Az NA adapterek típustól függően 6–11 sor betakarítására alkalmasak. Tömegük a munkaszélességtől függően 300–500 kg között van.

Az **NA napraforgó-adapter** felépítését a *251/a ábra* szemlélteti.

A **ZMAJ** típusú jugoszláv **adapterek** (*251/b ábra*) az 1970-es évek elején a Claas Dominator kombájnnal egy időben kerültek az országba. Felépítésük lényegében megegyezik az NA adapterekével, azzal a különbséggel, hogy kisebb a motolla átmérője (0,8 m), és előtte a tányérokkal való ütközés csökkentése céljából terelőpajzsot helyeztek el.

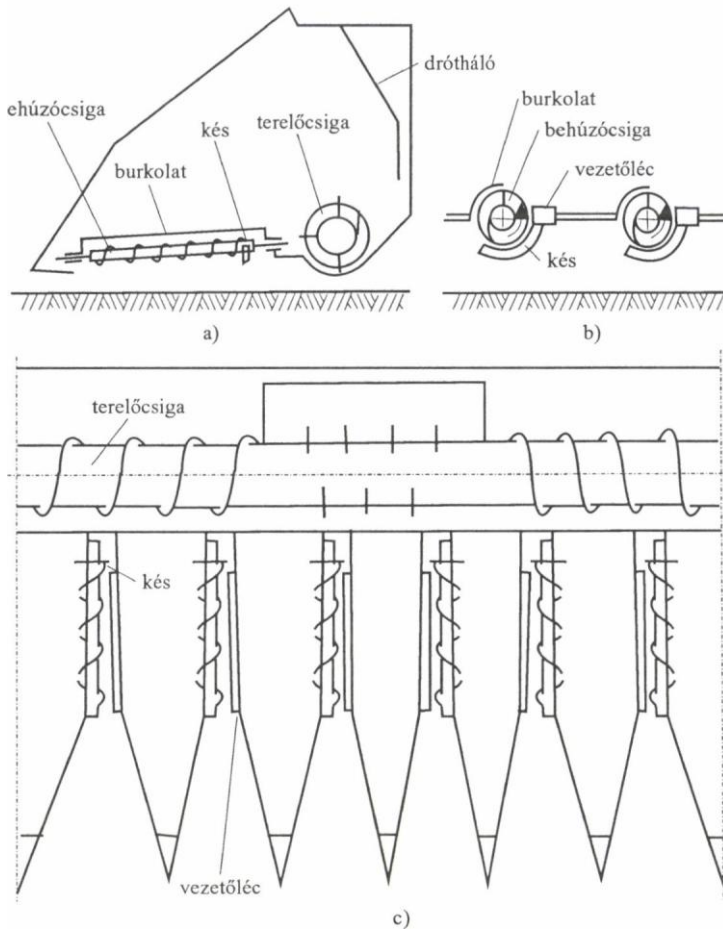


251. ábra. Napraforgó-betakarító adapterek a) NA adapter, b) ZMAJ adapter

A **behúzócsigás napraforgó-adapter** működési vázlat a 252. ábrán látható.

Az előző két típusnál a szárazakat motolla terelte hátrafelé. Itt azonban nincs motolla. A száraz hátrafelé mozgását a behúzócsigák ($D/d = 200/100$ mm) végzik. A csiga fordulatszáma 600 1/min. A megfelelő tengelyirányú mozgási sebesség elérése céljából kétbekezdéses menetet alkalmaznak. A menetemelkedés 300 mm. A csigát fölülől félig takarólemez fedi. A csigák a mellettük kis hézaggal elhelyezett vezetőléc mentén végzik a terelést. A szárazakat a csiga a belső végénél elhelyezett ívelt állókésnek szorítva vágja el. Az elvágott szárazak a rajtuk lévő tányérokkal együtt a terelőcsigán és a ferde felhordón keresztül a dobba kerülnek, ami kicsépeleli a tányérból a szemeket. Az elvágott szárazak bejutását a csigába drótháló segíti elő. Enélkül a száraz egy része „áthidalná” a csigát, így oldalirányú mozgásuk megszűnne és szártorlódás keletkezne. Az adapterek 8, 10, 12 soros kivitelben készültek. Tömegük a munkaszélességtől függően 1400–1900 kg között van.

A szerkezet előnye, hogy nincs motollája, így annak vesztesége itt elmarad. Az adapterek egyes változatai saját ferdefelhordóval készültek. Van olyan változat is, amelyiknél a kombájn ferde felhordója a helyén marad, és ehhez szerelik fel az adaptert.



252. ábra. A behúzócsigás napraforgó-adapter működési vázlatja

A napraforgó-adapter speciális „célgép”, amely más munkára nem használható, ezért rossz a kihasználtsága.

A termelők tapasztalatai alapján a géptervezők olyan átalakításokat végeztek a kukoricacső-törő adapteren, hogy az alkalmas lett napraforgó betakarítására.

A módosítások a következők:

- a törőhengerek kiszerelése,
- a törőszerkezet védőlécére a felső csatlakozásnál zárólemez és ez elé egy kaszapenge felhegesztése,
- a füles láncon minden második fülre egy-egy kaszapenge hegesztése,
- az adapter két oldalán rendválasztók felszerelése.

A napraforgószárakat a füles lánc tereli az álló pengéhez, majd amikor a mozgó penge odaérkezik, elvágja a szárakat.

A napraforgó-betakarítás üzemeltetési jellemzői és veszteségei

A napraforgó-adapterek a talaj fölött 0,5–1,5 m magasan vágják a szárakat, hogy minél kevesebb szártömeg kerüljön a cséplőszerkezetbe. A 40–80 cm magas „tarló” miatt tehát meglehetősen nagy szártömeg marad a táblán, amit a kombájn után járatott szárzúzóval aprítanak fel. A motolla által esetleg kitépett szárok dugulást idéznek elő a rostán. Az aratórész magas állása miatt a sebességet 4–6 km/h között kell tartani, mert efölött az adapter erősen kileng oldalirányban, ami megnehezíti az iránytartást és erősen igénybe veszi az aratórész függesztőszerkezetét is. Az említettnél nagyobb haladási sebesség azért sem lehetséges – bár ezt a kombájn áteresztőképessége még megengedné –, mert ugrásszerűen nőne az elhagyott tányérból adódó betakarítási veszteség.

A **napraforgó-betakarítás veszteségei** a következőkből tevődnek össze:

- madárkár, szél okozta szártörés,
- pergési veszteség még az aratás előtt,
- adapterveszteség,
- cséplési veszteség.

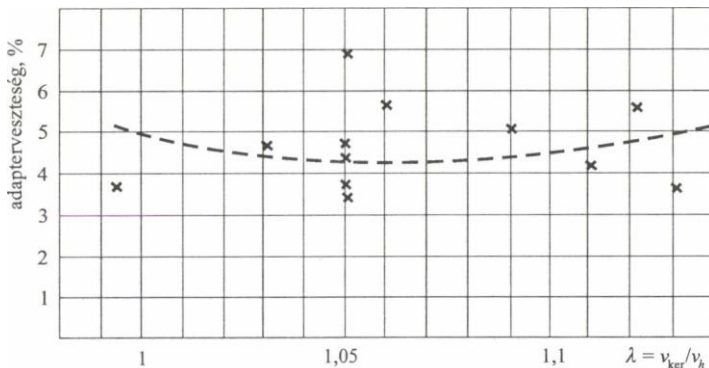
Az **adapterveszteség** összetevői:

- a vágási szint alá hajló le nem vágott tányérok,
- lehullott tányérok,
- a motolla, ill. egyéb mozgó részek által kivert szemek.

A cséplési veszteség a 4–6 km/h sebességtartományban nem számottevő, mindössze 0,05–0,4%.

A felsorolt veszteségek közül az adapterveszteség a legnagyobb. A veszteségeket a sebességhányados (a motolla kerületi sebességének és a haladási sebesség hányadosa) függvényében is szokás ábrázolni (253. ábra).

A diagramból megállapítható, hogy a veszteségek egy bizonyos sebességhányadosnál (ez az ábrán 1,05) minimum közelében mozog. Ezért a két sebességet az adott kombájnnál és adapternél ennek megfelelően célszerű összehangolni.



253. ábra. Adapterveszteségek alakulása a v_k/v_h sebességhányados függvényében

A szója betakarításának gépei

A szójabab (*Glycine soja*) a hüvelyesek családjába tartozó pillangós virágú növény. Őshazája Kína. Magja 5–10% olajat, 30–40% fehérjét tartalmaz. Kiválóan alkalmas

takarmányozási célokra, de többféle élelmiszer alapanyagául is felhasználják. Kedvező az étrendi hatása. Hazánkban csak egyes tájörzetek alkalmasak a szója termesztésére. A terméshozam 1,5–2 t/ha között változik, egyes helyeken eléri a 2,5 t/ha-t is.

Agrotechnikai és műszaki követelmények:

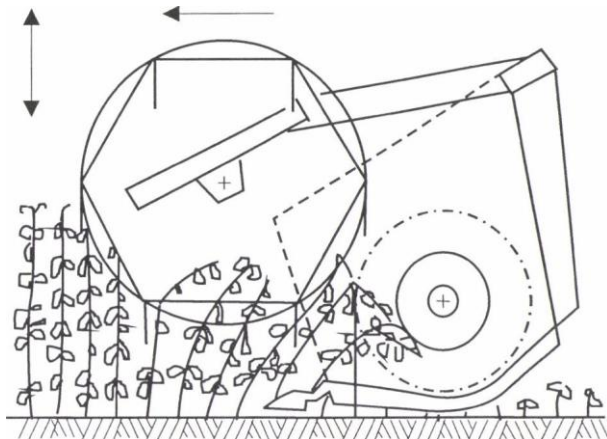
- A szója aratásához a gépet megfelelően be kell szabályozni. A dob fordulatszámát 550–600 1/min-ra kell csökkenteni. A nagyobb fordulatszám szemtörést, a kisebb eltömődést, kicsépeletlenséget okoz.
- Fontos a dobcséplő megfelelő beállítása. Irányértéknek elöl 28–30 mm, hátul 12 mm tekinthető. A megfelelő értéket szántóföldi próbacsepléssel kell beállítani. Ha sok a kicsépeletlen hüvely, akkor szűkíteni, ha sok a törött szem, akkor bővíteni kell a dobcséplőt.
- A cséplőszerkezeten kívül egyéb részek (rosták, szelelő stb.) besabályozását is el kell végezni. Különösen ügyelni kell a motolla besabályozására, mert a szója könnyen pereg.
- A veszteségek jelentősen csökkenthetők a tarlómagasság csökkentésével. A normál gabonavágó szerkezetek azonban alacsonyra állítva hamar beletúrnak a földbe. Ezért a szójához ajánlatos az elektrohidraulikus talajkopírozót felszerelni. További lehetőség a flexibilis vágószerkezetű adapter alkalmazása.

Betakarítás kaszálóadapterekkel

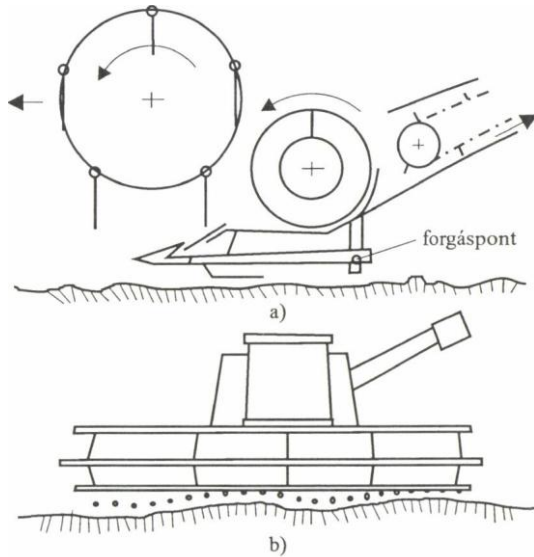
A szója betakarítása a szemek 12–14% nedvességtartalma mellett megkezdhető. Az elhúzó érésű és emiatt egyenlőtlenül érő fajtáknál előzetesen 1–1,5%-os vegyszerrel (Regione) defóliálást végeznek. Ha a szem nedvességtartalma 14%-nál magasabb, akkor a szóját szárítani kell.

A szója betakarítása a hagyományos arató-cséplő géppel egy menetben végezhető. Mivel a növény hüvelyének egy része a földhöz közel helyezkedik el, a vágószerkezetet és a motollát alacsonyra kell állítani (254. ábra). A vágási veszteség a tarlómagasságtól és a fajtától függ. Egyes fajtáknál – a szója aratásánál magasnak tekinthető – 10–12 cm-es tarló esetén is minimális az elhagyási veszteség, más fajtáknál viszont még egészen alacsony, 6–7 cm-es tarlónál is nagy a veszteség.

A **flexibilis vágószerkezet** vázlata a 255. ábrán látható. Flexibilis vágószerkezetnél az alternáló vágószerkezettel ellátott kaszagerenda – eltérően a gabonaarató adattertől – nincs hozzáerősítve a behordócsiga vályújához, hanem előrenyúló csuklós karokhoz rögzítve le-föl elmozdulhat. Az amerikai szakirodalom ezt a csuklópont körül elforduló megoldást „**flotációs**” **függesztési módnak** nevezi. Magyarra „úszónak” vagy „lebegőnek” fordítható. A tarlómagasság a csúszótalpakkal szabályozható. Értéke automatikus talajkopírozó felszerelése esetén 3–4 cm is lehet. A vágószerkezet alsó helyzetét állítható hosszúságú lánc határoolja.



254. ábra. A gabonavágó szerkezet alkalmazása szójabetakarításra



255. ábra. A flexibilis vágószerkezet vázlata a) oldalnézet, b) előlnézet

A kaszagerenda a dotációs felfüggesztés következtében meghajolva, keresztirányban követheti a talaj domborulatát. A flexibilis kasza vágógerendájának az egyenestől való eltérése 5–6 m vágószélesség esetén 10–12 cm is lehet. Ilyen meghajlás mellett a pengesor bár szorosabban mozog, de még nem szorul meg a vezetékben. A kasza keresztirányú meghajlása miatt a vágószerkezet és a csiga közötti lemezborítás 5–6 részből készül, hogy igazodhasson a kasza hajlatához.

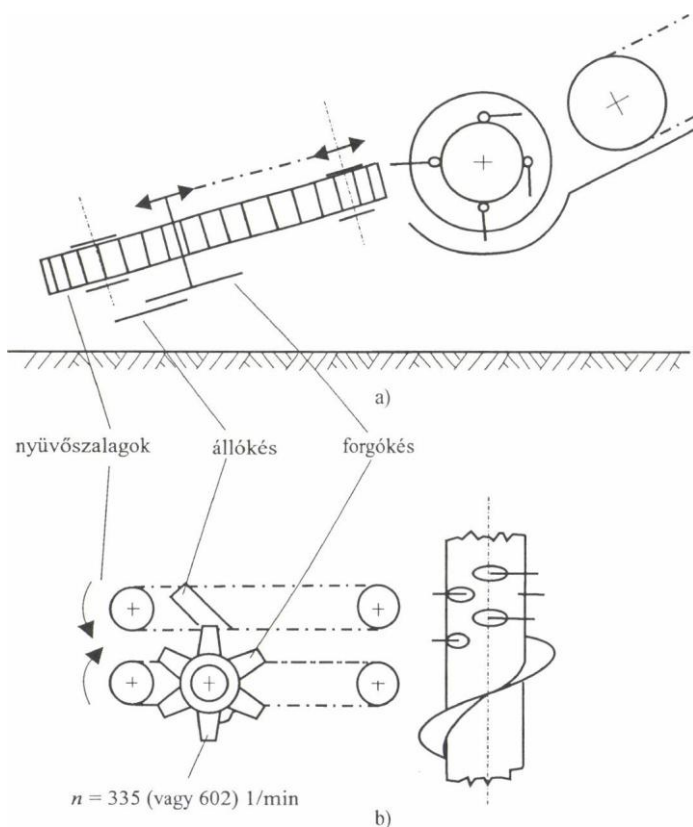
Soros szójaadapterek

A szójabetakarítás vesztesége kisebb soros szójaadapter alkalmazása esetén.

A **soros szójaadapter** felépítését és működését a 256. ábra szemlélteti.

Az adapternek forgórendszerű vágószerkezete van, amely forgó késkorongból és merev ellenkésből áll. A késkorong sima körtárcsa, amelyre normál kaszapengék vannak szegecselve. A forgó késkorong fordulatszáma $n = 335\text{--}602$ 1/min között változtatható. A levágott szárat hullámos nyűvőheveder fogja közre, és viszi ferdén hátrafelé a terelősigához. Innen a szárok a ferde felhordón át a dobba jutnak. A csúszótalpakkal alátámasztott soros egységek egymástól függetlenül kb. 15 cm-en belül képesek követni a talajfelszín hosszirányú egyenlőtlenségeit. A betakarítási veszteségek jelentős csökkenése elsősorban a jó talajkövetésnek köszönhető.

A soros, nyűvő rendszerű szójaadapterek zavartalan működésének fontos előfeltétele a sík talajfelszín, különben a mélyre állított kések beletúrnak a földbe.



256. ábra. A soros szójabetakarító adapter vázlata a) oldalnézet, b) felülnézet

A rizsbetakarítás gépesítése

A rizsbetakarítás gépesítését alapvetően meghatározza, hogy a rizs a legvízigényesebb szántóföldi növény és tenyészidejének nagy részében, még az aratás előtt is 8–10 nappal a

rizstáblákat víz borítja.

A betakarítógépek kiválasztásánál követelmény, hogy a gépek képesek legyenek:

- nedves, sáros talajon dolgozni,
- a szokásosnál magasabb nedvességtartalmú és erős szalmájú terményt elcsépelni. A rizs a kalászos gabonához hasonlóan arató-cséplő gépekkel takarítható be.

Az általánosan használt arató-cséplő gépek csak kivételesen, száraz talajviszonyok mellett alkalmazhatók rizsbetakarításra. A gyárak speciális rizsarató-cséplőket is gyártanak. Ezek a gépek fő részeikben megegyeznek a gabonakombájnokéval, de eltérést mutatnak a következőkben:

- vágószerkezet,
- cséplőberendezés,
- járószerkezet,
- szalmarázó.

A vágószerkezet

A rizs aratására alkalmas vágószerkezetek ismérvei:

- A vágóasztal alját sima lemezburkolat fedi, hogy megakadályozza a sárral való eltömődést. A rendválasztó szántálszerű.
- A rizstermesztők előnyben részesítik azokat a vágószerkezeteket, melyeknél a kasza távol van a gyűjtőcsigától, vagy a kettő közti távolság változtatható. Ez az állítási lehetőség arra szolgál, hogy az arató-cséplő gép hosszú vagy rövid szalmájú, dőlt vagy álló, zöldebb vagy szárazabb, gyomosabb rizsben is a legkisebb aratási veszteséggel dolgozzon.
- Az újabb gépek vágószerkezetete védőujj nélküli, recés élű, középvágású kasza.
- A rizsaratásra különösen alkalmas motolla a szokásosnál nagyobb átmérőjű és hosszú, visszahajló fogai vannak.

A cséplőszerkezet

Rizscsépléshez rendszerint **szöges cséplőszerkezetet** használnak. Ha a gazdaságok házilag alakítanak át arató-cséplőket rizscséplésre, akkor a verőléces cséplőszerkezetet a kombájnából kiserelik és helyére szöges cséplődobot és kosarat szerelnek be.

A speciális rizsarató-cséplőket szöges cséplőszerkezettel gyártják. Ezek a gépek a rizsen kívül szójabetakarításra is használhatók a vágóadapterek cseréje után.

Vannak két cséplődobos rizsarató-cséplők. Az első dob szöges, a második verőléces rendszerű.

A járószerkezet

A rizskombájnoknak alkalmasnak kell lenniük a sáros talajon történő üzemelésre, és jó terepjáróknak kell lenniük, hogy a rizsföldeken lévő kisebb töltéseken vagy barázdákon átjárhassanak.

A járószerkezettel kapcsolatban a következő szempontok merülnek fel:

- A gépek nagy hányada lánctalpas járószerkezettel készül. A lánctalppal rendszerint csak az első járószerkezetet helyettesítik, a hátsó kormányzott kerék a szokásos kialakítású. Ezeket féllánctalpas kombájnoknak nevezik. Néhány kombájn típusnál a lánctalp hosszabb, pótolja a hátsó kerekeket is. Az utóbbi az egész lánctalpas kombájn, nagyon jó a terepjáró képessége, de nehezkesebb a féllánctalpasnál.
- A gumikerekes rizsarató-cséplőket különleges, magas kapaszkodójú gumiabroncsokkal látják el, melyek nagyobb átmérőjűek és szélesebbek a szokásosnál.
- Az arató-cséplők terepjáró képességét a hátsókerék-meghajtás javítja. Ez a tulajdonság rizscséplésnél előnyös.

A szalmatépő berendezés

Számítani kell arra, hogy a rizsszalma nedves, szívós, és ha a gazdaság nem kívánja felhasználni, akkor be kell szántani a talajba. A rizsszalma a szántást akadályozza, ezért össze kell tépni. Így a rizskombájnokat szalmatépővel is felszerelik. A szalmatépő függőleges tengely körül forgó szerkezet, amelyet a rázóládák mögé szerelnek. A tépő a szalmarázó ládákról aláhulló szalmát 50–200 mm-es darabokra tépi és egyenletesen szétszórja.

Szemszállítás

A szemszállítás azért jelent gondot, mert a szállítójárművek nem tudják a sáros talajon a betakarítógépeket megközelíteni, azoknak pedig csökken a teljesítménye, ha üríteni a tábla szélére kell kimenni. A rizskombájnokat ezért speciális szállítójárművekkel szolgálják ki. Erre a feladatra legjobban megfelelnek a lánctalpas traktorokra szerelt tartályok, illetve a lánctalpas traktorral vontatott emelve-billentő pótkocsik.

8.2. Szálastakarmányok betakarításának gépei

Hazánk szálastakarmány-termelő területe korábbi adatok szerint kb. 800 ezer hektár. Ebből 400 ezren lucernát, 300 ezren silókukoricát, a fennmaradó 100 ezren pedig vörös herét (lóherét), csalamádét stb. természetnek. További kb. 100 ezer hektárról réti fűvet takarítanak be.

A szálastakarmányok átlagos hozamai:

- lucemaszéna 5–7 t/ha,
- silókukorica 20–30 t/ha,
- vörös here 4–6 t/ha,

– réti fű 1,8–2,2 t/ha.

A gépek tervezéséhez, továbbá a betakarításra legalkalmasabb gép kiválasztásához ismernünk kell a fűfélék és a pillangósok legfontosabb jellemzőit. A fűfélék mintegy 70%-ának szármagassága 40–80 cm, a pillangósoknak ugyancsak 70%-a 20–80 cm-es. Mind a fű, mind a lucerna szakítószilárdsága – természetes keresztmetszetükre vonatkoztatva – 80 N/mm^2 . Térfogattömegük – egyebek között – nedvességtartalmuk függvénye. Pl. 20% nedvességtartalmú réti fű térfogattömege $30\text{--}40 \text{ kg/m}^3$. Ez az érték 60% nedvességtartalomnál $80\text{--}100 \text{ kg/m}^3$. Ha a szálas anyagot 5 mm-es szecskára aprítjuk, térfogattömegük – az előbbi sorrendben – 110–130, illetve $200\text{--}220 \text{ kg/m}^3$ -re nő. A sűrűlátsági tényező ugyancsak függ a nedvességtartalomtól. Ismét a réti fűre hivatkozunk: 20% nedvességtartalmú acélon 0,18–0,22, 60% nedvességtartalom mellett azonban 0,6–0,65. Gumin ugyanazon körülmények között 0,4–0,45, ill. 0,85–0,90 a sűrűlátsági tényező. A mozgásbeli sűrűlátsági értéke kb. 10%-kal kisebb, mint az előbbieken megadott nyugvásbeli sűrűlátsági értéke.

A betakarítás technológiái és azok munkafolyamatai

Az állattartás igényeinek megfelelően a szalastakarmányoknak többféle felhasználási módja és ezekhez igazodó technológia terjedt el.

Az egyes technológiák részarányának megoszlására tájékoztatásul az előző évek átlagos adatait adjuk meg (12. táblázat).

A szalastakarmányok zömét szénaként használják fel. A szénának kb. 60%-át rendszerint szárítják, a többinél hideglevegős szárítást alkalmaznak.

A szalastakarmányok betakarítási technológiáinak részfolyamatai a következők:

- Szénabetakarítás:
 - szalasan: rendrevágás, rendelkezés, rendfelszedés, gereblyezés, kazlazás (esetleg hideglevegős szárítás), kitermelés a kazalból,
 - bálázva: rendrevágás, rendelkezés, bálázás, bálagyűjtés-szállítás, kazalba rakás (esetleg hideglevegős szárítás), kitermelés a kazalból,
 - petrencézve: rendrevágás, rendelkezés, begyűjtés petrencézőkocsival, petrenceszállítás, petrencék kiosztása. Ezt az eljárást ma már nem használják.
 - Silózás, szenázskészítés. Közvetlen szecskázás (egymenetes betakarítás), rendrevágás, szecskázás rendről, szállítás, silózás falközi vagy toronysilóba, kitermelés a silóból, szilázsadagolás.
 - Szárítványok (liszt, pogácsa) készítése. Rendrevágás, szecskázás rendről, szecskagyűjtés-szállítás, szárítás, lisztkészítés vagy pogácsázás.
 - Zölden etetés. Kaszálás, kocsiba rakás, szállítás, szétosztás.

12. táblázat. Szálastakarmányok felhasználási módjai és azok becült részaránya

| Betakarítási technológia | Lucerna (%) | Fütermés (%) |
|------------------------------------|-------------|--------------|
| Széna (szálas és bálázott) | 47 | 80 |
| Szárítmányok (liszt, pogácsa stb.) | 28 | 4 |
| Szilázs | 15 | 11 |
| Zöldetetés | 10 | 5 |

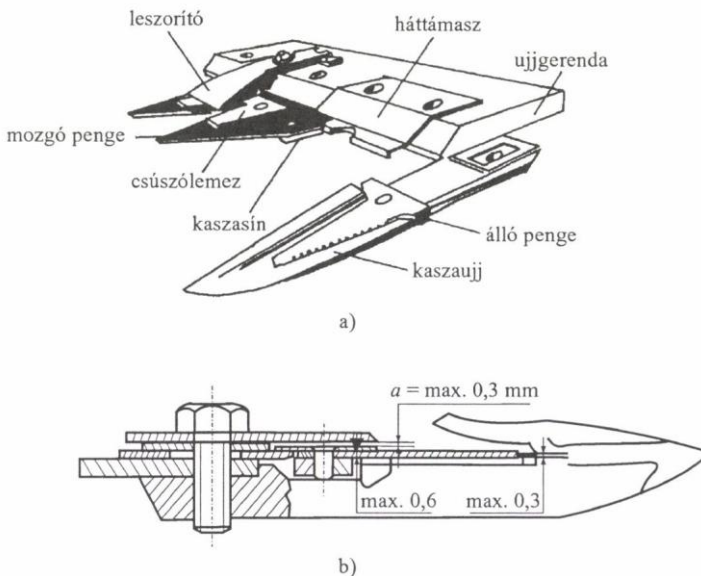
Vágószerkezetek

A kaszálást végző gépek legfontosabb szerkezeti része a vágószerkezet, amely alternáló vagy rotációs kivitelű.

Az alternáló vágószerkezetek kialakítása és működése

Az alternáló vágószerkezetek fő részei: kaszaujjak a ráerősített álló pengesorral, mozgó pengesor, tartógerenda, leszorító- és alátétlemezek, csúszótalpak. Az álló pengesorra illeszkedő mozgó pengesor haladás közben meghatározott löket mentén jobbra-balra mozog (alternáló mozgás). A szálakat a záródó élek vágják el.

Az egyes szerkezeti részleteket tekintve a vágószerkezet konstrukciós megoldása többféle lehet. Nézeti képe és metszetrajza a 257. ábrán látható.



257. ábra. Az alternáló vágószerkezet nézeti képe (a) és metszete (b)

Az álló pengék a tartógerendához csavarozott ujjakra, a mozgó pengék a téglalap

keresztmetszetű kaszasínre vannak szegecseelve.

A mozgó pengesorot leszorítólemezek szorítják az álló pengékhez. A pengék közötti hézag elöl 0,1–0,3 mm, hátul max. 0,6 mm lehet. A hézagot a leszorítólemezek, ill. a háttámasz alá helyezett alátétekkel lehet beállítani.

Az ujjak az álló pengék felfogásán kívül a pengesorok törés elleni védelmét is szolgálják, és a szálak egyenletes elosztását biztosítják. A cserélhetőség érdekében a pengéket szabványosították.

Zöldtakarmányokhoz általában sima élű, gabonához recés élű mozgó pengéket használnak. A recés élű penge zöld szárrészek vágásakor hamar eltömődik. A mozgó pengesorot általában forgattyús hajtómű hajtja, azonban az utóbbi két évtized alatt újabb kaszahajtóművek is kialakultak, mint pl. a billenőcsapágyas, a lengőkeretes, bolygókeres kaszahajtás.

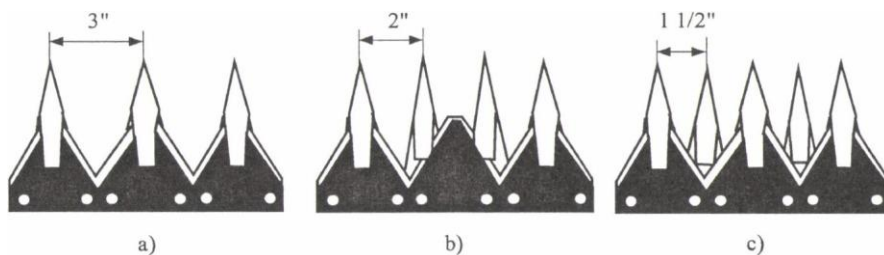
A hajtást az erőgépről ékszíj és biztonsági kapcsoló közbeiktatásával kapja. Egyes gépek vágószerkezetét hidromotor hajtja. A vágószerkezet csak akkor működik megfelelően, ha a kaszasebesség és a haladási sebesség összhangban van. Túl nagy haladási sebességnél a vágószerkezet szecskázhatja a szárazakat, és ezzel veszteséget okoz. Az alternáló vágószerkezetű gépek haladási sebessége általában 7–10 km/h, a kasza középsebessége 2,2–3,5 m/s. E két sebesség hányadosa 1,2–2 között változik, a leggyakrabban 1,3–1,5 értékű (Soós, 1998).

A vágószerkezetek típusai

Az alternáló kaszák vágószerkezete háromféle típusba sorolható: **normál, közép- és alsó vágású szerkezet**. Általában a mozgó pengesor osztása és lökete mindegyiknél azonos, 3" = 76,2 mm. Az ujjosztás azonban változó lehet (258. ábra).

Normál vágású vágószerkezetnél az ujjosztás, a pengeosztás és a löket megegyezik. Magas növésű réti fűvek és pillangósok kaszálására jól használható. Normál vágószerkezet van az arató-cséplő gépeken is.

A közép- és alsó vágású vágószerkezetnél a mozgó pengék osztása 2" = 50,8 mm. Így 3 mozgó pengére éppen 4 ujj jut. A sűrűbb ujjosztás miatt a normálnál alacsonyabb tarlót hagy. Több korszerű fűkaszáló gépen ezt a megoldást alkalmazzák.



258. ábra. Vágószerkezet-típusok a) normál, b) közép- és alsó vágású

Az alsó vágású kaszánál az ujjosztás fele a pengeosztásnak és a löketnek, ezért itt kisebb a szálak oldalirányú elhajlítása, s ennek következtében egyenletesebb a tarló. Elsősorban alj fűvel benőtt rétek kaszálására használják, mert az alacsony vágás lehetővé

teszi a jelentős tömegű aljfű nagy részének a betakarítását is. Hibája, hogy a sűrű ujjosztás miatt hamar eltömődik, és használata különösen sima talajfelszínt igényel.

Rendszere alapján normál vágásúnak tekinthető, de külön csoportba soroljuk a két mozgó pengesorral ellátott Busatis-féle kaszát, amelyen nincsenek ujjak.

Az alsó pengesor függőleges csapok körül elforduló támaszokon nyugszik. A felső pengesort rugóterhelésű, lengő leszorítók nyomják az alsóra. A kaszák cseréjekor a felső leszorító nyitható. A szerkezetet két hajtórúd működteti. A pengék ellentétes mozgása miatt nagy a relatív vágási sebesség (4–5 m/s), aminek következtében a haladási sebesség 10–12 km/h-ig növelhető.

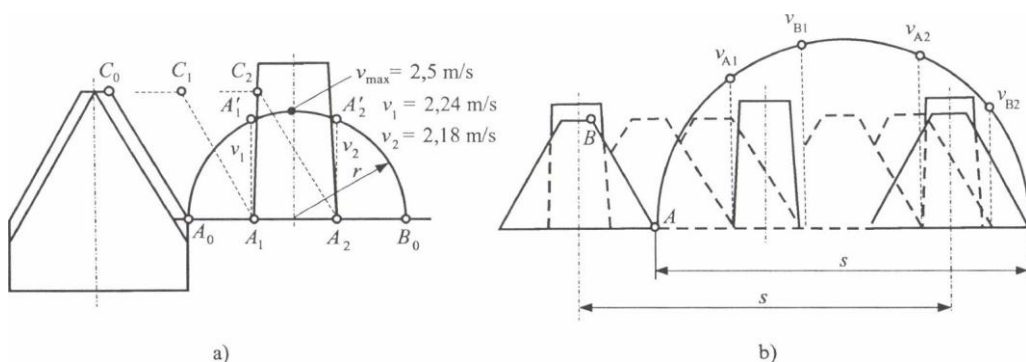
A sima pengeéleket használattól függően élezni kell. Az élezés köszörűvel történik. A köszörülés akkor megfelelő, ha az élek által bezárt szög nem változik, a köszörült él párhuzamos az eredetivel és természetesen az élszög elég kicsi, vagyis éles a penge. A recés élű pengéket köszörülni nem szabad.

A hatásos vágási szakasz kijelölése a löket mentén

A **kasza mozgása** – ha figyelmen kívül hagyjuk a forgattyús hajtóműnél fennálló dezaxialitást itt igen csekély torzító hatását – **harmonikus lengőmozgásnak tekinthető**. Így a kasza sebességét a löket mentén félkörrel lehet ábrázolni.

A 259. ábrán látható mozgópenge legalsó – a vágásban még résztvevő – pontja az A_0 -tól B_0 -ig terjedő löket mentén mozog. Az A_0 pont A_1 pontban kezd meg a vágást, amikor érintkezik az ellenpengével. Az A_0C_0 él akkor fejezi be a vágást, amikor a C_0 pont eléri az ellenpengét (C_2). Ekkor az A_0 már az A_2 pontban van.

Például a vágás kezdetén a sebesség $v_1 = 2,24$ m/s ($A_1A'_1$); a befejezéskor $v_2 = 2,18$ m/s ($A_2A'_2$), amit a félhúrok alapján abból számítottunk ki, hogy a kör sugarának megfelelő kerületi sebesség értéke $v_k = 2,5$ m/s adott volt.



259. ábra. A vágási zóna megszerkesztése a löket mentén a) egyszeres, b) kettős löketű kasza

Az ábrából látható, hogy az egyszeres löketű fűkasza éppen a legnagyobb sebességeket használja ki a vágáshoz, ami a fűfélénél különösen előnyös, ugyanis nagyobb kaszasebességnél jobb a vágás. Pergésre hajlamos termények (szója, bab) kaszálásakor, különösen ha a termény túlrett, a nagy vágási sebesség hátrány. A mozgó pengesor ugyanis rezgésbe hozza a növényt, ami szempergést okozhat. Ilyen terményekhez

előnyösebb a kettős löketű, normál osztású kasza alkalmazása, amelynél a löket két vége közelében két kisebb sebességű vágási zóna alakul ki.

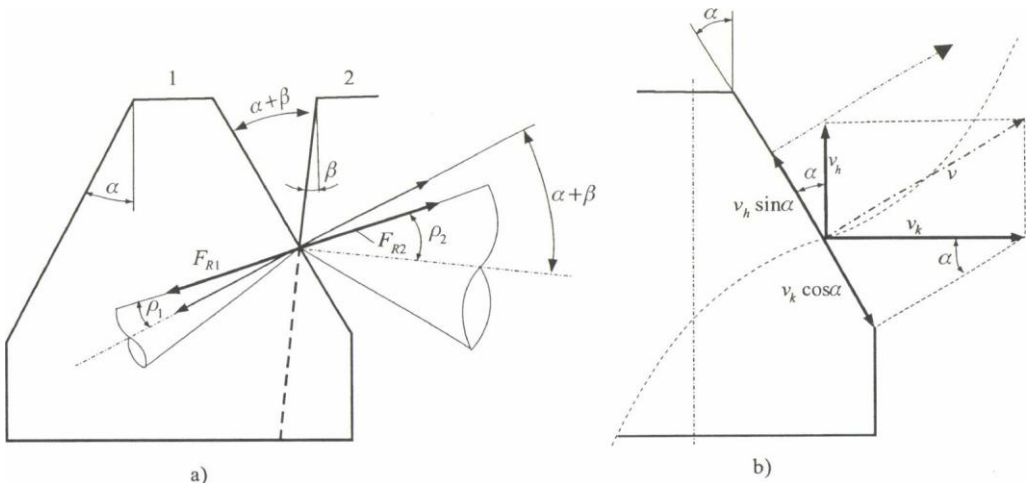
A pengeélekre vágáskor ható erők

A pengeélek dőlésszögét úgy alakították ki, hogy azok az ollóhoz hasonlóan vágassanak. A közrefogott anyagnak az élek záródásakor nem szabad előresúsznia. Tegyük fel, hogy az éleknek egy kör keresztmetszetű kukoricaszárat kell elvágnia (260. ábra).

Az 1-es penge balról jobbra mozog, a 2-es penge áll. A szár összeszorításának pillanatában – az egyes pengék és a szár közötti súrlódásnak megfelelően – F_{R1} , ill. F_{R2} erők lépnek fel. Ahhoz, hogy a szár ne tudjon előre mozdulni, ennek a két erőnek egy egyenesbe kell esnie. Ez a feltétel akkor alakul ki, ha:

$$\alpha + \beta \leq \rho_1 + \rho_2.$$

Ebből látható, hogy egyensúly akkor is kialakulhat, ha az egyik (pl. a 2-es) pengén nulla a súrlódás. Ilyen esetben a másik súrlódási tényezőnek megfelelő nagynak kell lennie vagy az „olló” nyílásszögét kell kisebbre venni.



260. ábra. A pengeélekre ható erők és sebességek
a) az önzárás feltétele, b) sebesség-összetevők a mozgó pengén

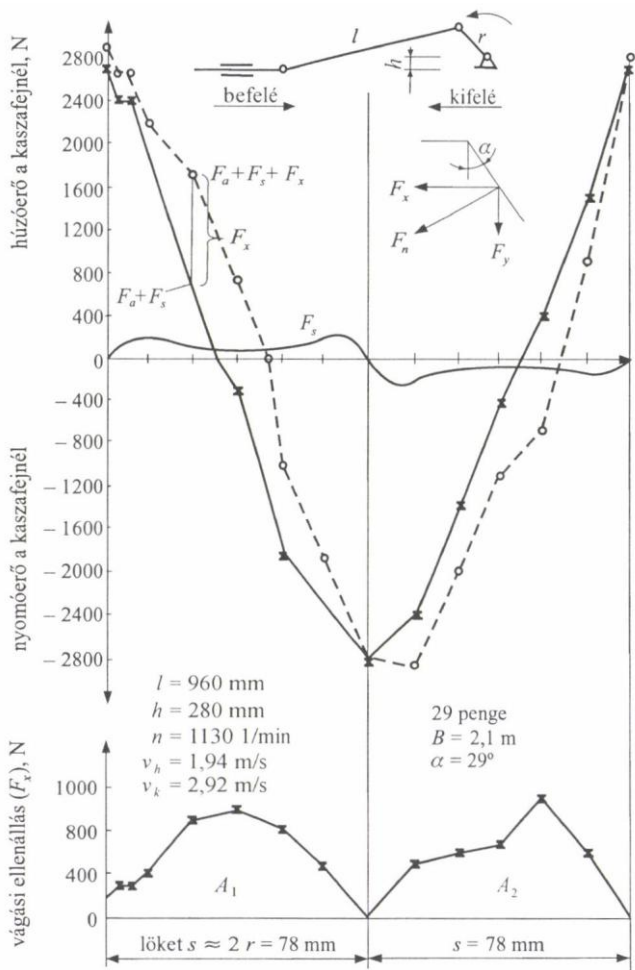
A mozgó pengesorra ható erők

Kaszálás közben a mozgó pengesoron egy fordulat alatt fellépő erők alakulását a penge útjának függvényében a 261. ábra szemlélteti.

A fellépő erőket a kaszasínré helyezett érzékelőkkel mérték elektrotenzometrikus úton, normál osztású pengesorral réti fűvet vágó kaszán.

A fű vágásához szükséges erő F_x befelé menetkor, a löket első felében fokozatosan nő,

majd a löket második felében, a lassuló szakaszon csökken, végül nulla lesz. A löket második felében a kaszafejnél nyomóerő lép fel. Ilyenkor a lassuló kasza tömege „ráhajt” a forgattyúra. A súrlódási erő elhanyagolhatóan kicsi.



261. ábra. A mozgó pengesorra ható erők egy fordulat alatt
 F_a – a kasza gyorsító ereje, F_s – a súrlódó erő, F_x – a vágási ellenállás

A vágási ellenállás F_x változásából a közepes vágási erő az A_1 és A_2 terület átlagolásával határozható meg. Értéke a mérés folyamán 300–400 N között változott.

A mérés alapján megállapítható, hogy fű kaszálásakor csak a vágáshoz egy pengére 10–13 N erő kell, 1 méter munkaszélességre 140–190 N/m erőt számíthatunk. A kaszafej maximális terhelése viszont a tömegerek miatt eléri a 2800 N-t. A kaszafejnél 1 méter munkaszélességre csak a vágáshoz 0,4–0,6 kW/m teljesítmény szükséges. A mozgó pengesor tömegét is figyelembe véve azonban a teljesítményigény 2,2–2,7 kW/m-re emelkedik. Az F_x és a pengeél állásszögének ismeretében kiszámítható a fű vágásából

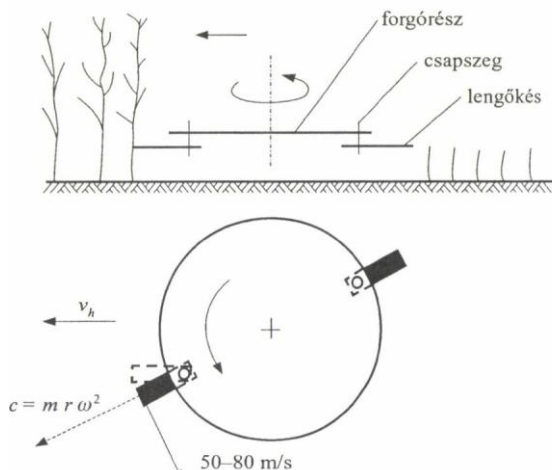
származó, a pengesorra merőleges terhelőerő F_y :

$$F_y = F_x \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

F_y a mérések alapján a teljes vágógerendára 160–220 N, 1 méter vágószélességre 80–105 N/m. Ezt az értéket a függesztő- és kitámasztószerkezet, valamint a kaszagerenda hátracsuklását lehetővé tevő rugós biztonsági kapcsoló méretezésekor kell figyelembe venni.

A rotációs vágószerkezetek kialakítása és működése

A **rotációs vágószerkezet lényege a lengőkésekkel felszerelt forgórész** (262. ábra). A kés csapszeg körül szabadon elfordulhat. A forgáskor kialakuló centrifugális erő hatására a kések sugárirányban állnak. Előrehaladás közben – ellenpenge nélkül – vágják el a szálakat. A megtámasztás nélküli vágást a nagy késsebesség (50–80 m/s) teszi lehetővé.



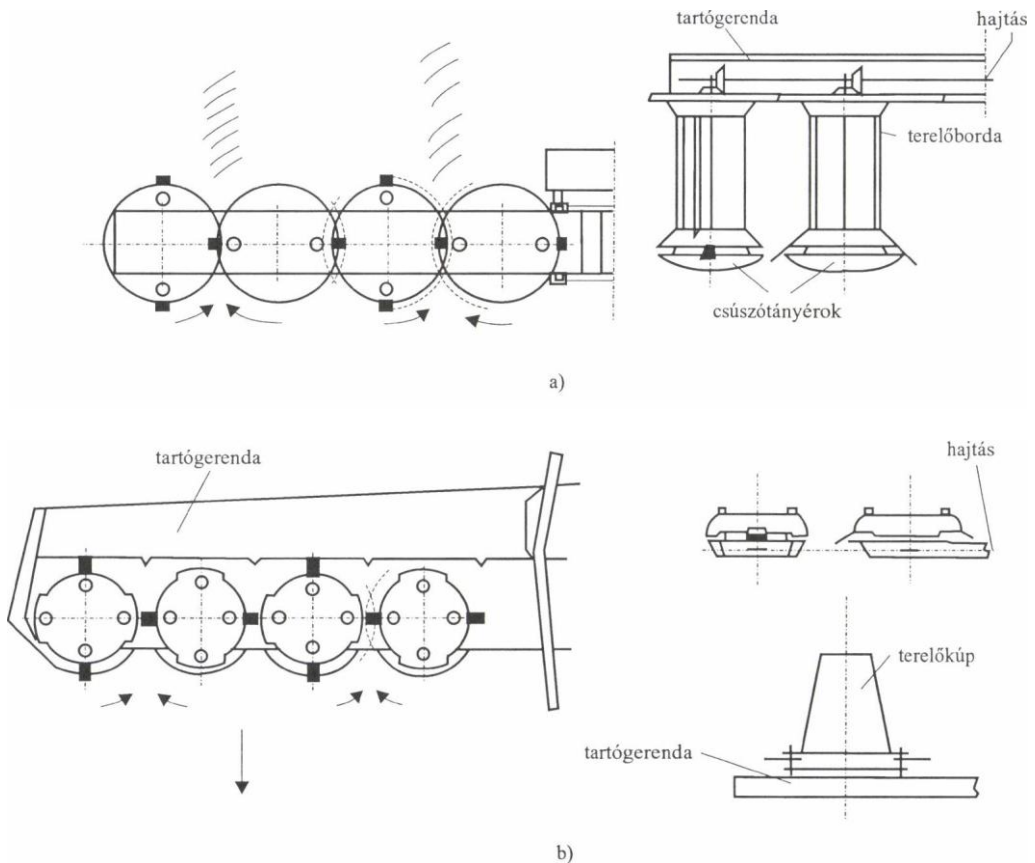
262. ábra. A rotációs vágószerkezet működési vázlatja

Itt a képzeletbeli megtámasztást a szárok tehetetlenségi ereje szolgáltatja, ami a késsel ütköző szálát az élnek szorítja. Szilárd tárgyba ütközve a kés a csap körül elfordulva kitérhet az akadály elől.

A rotációs (forgótányéros) vágószerkezetekből összeállított kaszáknak hajtás szempontjából két fő típusa van (263. ábra):

- a felülhajtott és
- az alulhajtott kasza.

A **felülhajtottnál** a forgórész henger alakú. A hengerpaláston a levágott szálak hátraszórására terelőbordákat helyeztek el. Minden forgórész csúszótárcsára támaszkodik. A csúszótárcsa nem forog. A jobb rendképesség és üzembiztonság miatt általában ezt a típust alkalmazzák.



263. ábra. Rotációs vágószervezetek fő típusai a) felül hajtott, b) alul hajtott

Az **alulhajtottnál** a késtartó forgórész egy tárcsa. Egyes régebbi típusokon terelőkúpok is vannak.

A szomszédos rotorok általában egymással szemben forognak. Így a 4 rotoros gép után két rend marad el. A rendek terelőlemezekkel egymáshoz közelíthetők. Ezáltal nő a csatlakozóhúzások szélső rendjei közötti távolság, ami megkönnyíti a későbbi munkákat végző traktorok közlekedését. Csökken a betaposási kár.

A rotorokat mindkét típusnál közös tartógerenda fogja össze. Ebben helyezkedik el az erőátviteli szerkezet. A gerendával együtt a rotorok is kiemelhetők.

A **rotorok hajtása** fogaskerékkel, ékszíjjal vagy láncsal történik. Van hidromotoros hajtású gép is, ami jelentősen egyszerűsíti a hajtásátvitelt. A rotorok száma mindkét típusnál általában 2–4–6, de készül 3 rotoros vágószervezet is. A kések száma rotoronként 2–3–4. A késnek a vágást végző szabad hossza 40–50 mm, vastagsága 3–4 mm.

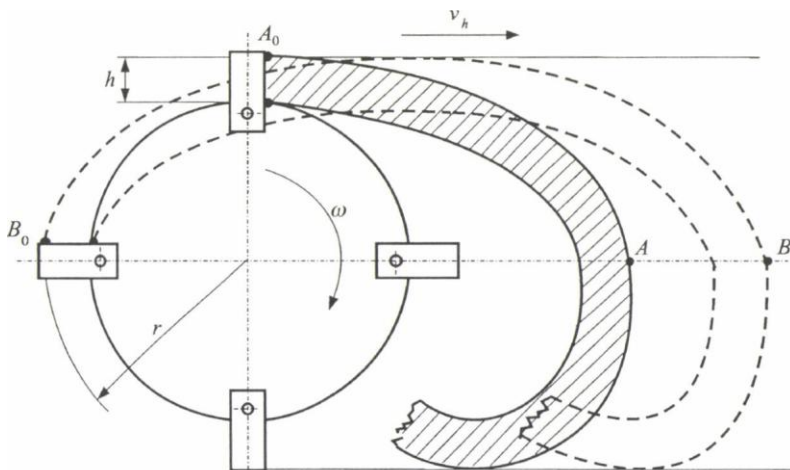
A vágás folyamata rotációs vágószervezetnél

Rotációs vágószervezetnél a kerületi és a haladási sebességnek összhangban kell lennie. A

kerületi és a haladási sebesség aránya elméletileg akkor helyes, ha az egymás után következő kések által súrolt területek túlfedés nélkül csatlakoznak. A gyakorlatban az így kiszámítottnál nagyobb kerületi sebességet alkalmaznak a biztonságos vágás érdekében, ill. a kés kopásának az ellensúlyozására.

A forogva haladó rotor két egymás utáni kése által súrolt **ciklois** alakú területsávot a 264. ábra mutatja.

A kasza csak akkor nem hagy maga után elvágatlan szálakat, ha $h = AB$, vagyis a két egymás utáni penge által súrolt sáv hézag nélkül csatlakozik egymáshoz. Ez a feltétel adott pengehossz esetében csak bizonyos kerületi és haladási sebességarány mellett teljesül. A keresett sebességarány a következő gondolatmenettel határozható meg.



264. ábra. A rotációs kasza kései által súrolt területsávok

Amíg a gép A-ból a B pontba jut, a z számú késsel ellátott tárcsa $1/z$ fordulatot tesz meg, amelynek időtartama:

$$t = \frac{2\pi}{z \cdot \omega}.$$

A t idő alatt megtett út:

$$AB = v_h \cdot t.$$

Behelyettesítve t előző értékét:

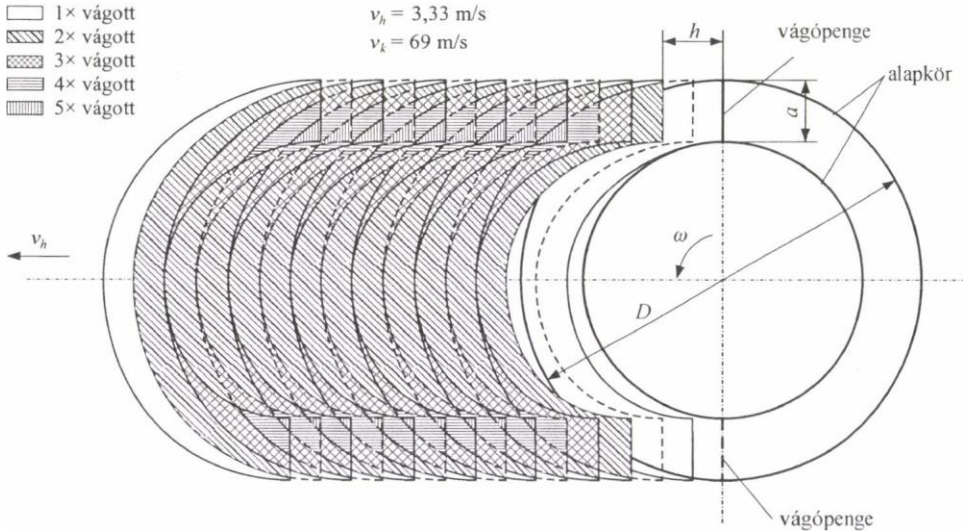
$$h = v_h \cdot t = v_h \frac{2\pi}{z \cdot \omega}, \text{ mivel } \omega = \frac{v_{\text{ker}}}{r},$$

a keresett sebességarány:

$$\frac{v_{\text{ker}}}{v_h} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{z \cdot h}.$$

A gyakorlatban a cikloiscsíkok a biztosabb – szárelhagyás nélküli – vágás okából 5–10%-kal túlfedik egymást, ami nagyobb kerületi sebességgel érhető el. A késsebesség az üzemeltetett gépeken általában nagyobb az előbbieket szerint kiszámítottnál, aminek további oka az, hogy számolnak a késői tompulásával is, amit szintén a forgási sebesség növelésével lehet ellensúlyozni.

A 265. ábra két késsel felszerelt egytárcsás rotációs kasza vágási diagramját szemlélteti (SZÜLE, 1974).

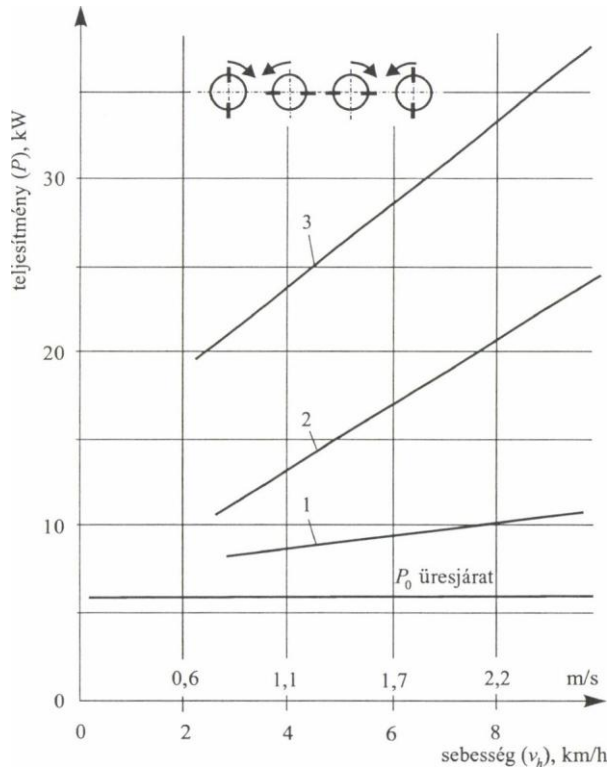


265. ábra. Két késsel felszerelt egytárcsás rotációs kasza vágási diagramja

Látható, hogy az átfedések száma többszörös értéket is elérhet. Az átfedések a biztonságos vágást biztosítják, tehát azt, hogy vágatlan felületek ne forduljanak elő. Ugyanakkor a túlfedések miatt egyes részekben a már levágott tarló, ill. a szár ismételt vágása állhat elő, ami a fellépő szecskázás miatt a zöldanyagban veszteséget jelent és energiatöbblettel is jár, ugyanekkor ezzel magyarázható a levágott szálak szállítása, a forgórészek közötti rendek kialakulása.

A rotációs kaszák energiaigénye

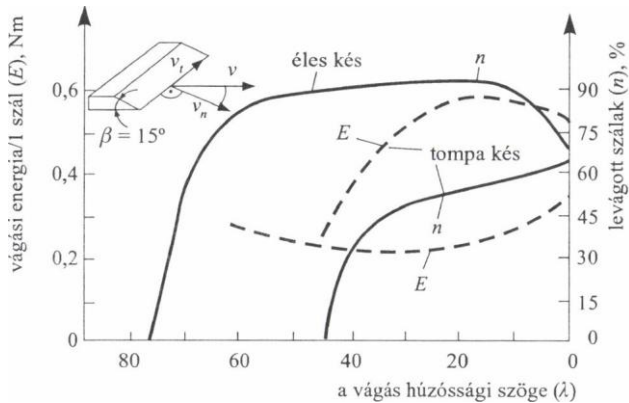
A rotációs kaszák energiaigénye sokkal nagyobb, mint az alternáló kaszáké. A nagy energiaigényt elsősorban a nagy tömegű forgó alkatrészek és a levágandó termény felgyorsítása, továbbá a forgórészek ventilációs hatása okozza. A 266. ábra egy négydobos rotációs kasza teljesítményigényének alakulását szemlélteti a haladási sebesség függvényében. Megfigyelhető, hogy viszonylag milyen nagy teljesítményt (kb. 6 kW-ot) kíván a gép még üresjáratban is.



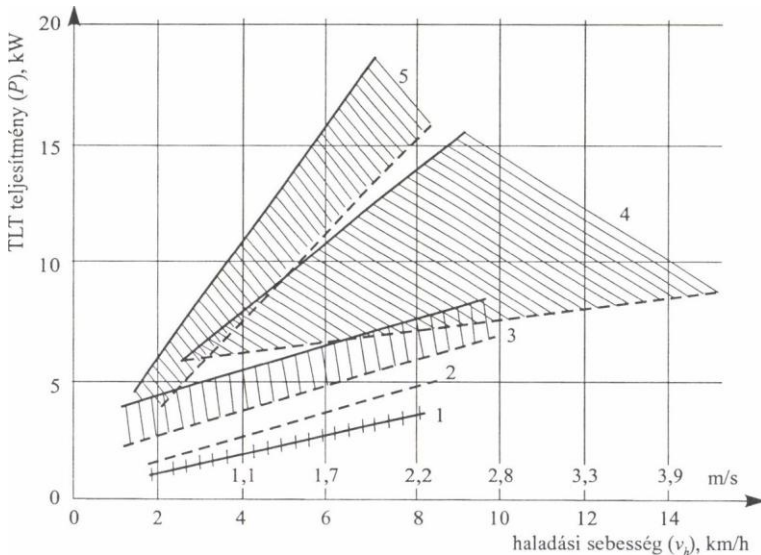
266. ábra. Négydobos rotációs kasza teljesítményfelvétele a haladási sebesség függvényében
 1 – ritka fűben, 2 – közepes sűrűségű fűben, 3 – igen sűrű fűben

A vágási energiát befolyásolja a kés éle és a vágás „húzóssága” is ($k = \operatorname{tg} \lambda = v_r/v_n$). A 267. ábra szerint szabad vágáskor akkor a legkisebb az energiafelvétel, ha a húzósság szöge $\lambda = 20\text{--}40^\circ$. Ilyenkor a legnagyobb az éles késsel (késélszög $\beta = 15^\circ$) levágott szálak száma is ($> 90\%$).

Többféle kaszálógépet teljesítményigényének alakulását mutatja a 268. ábra.



267. ábra. Az él szögállásának hatása a vágási energiára lucerna kaszálásakor



268. ábra. Kaszák és szársértő gép teljesítményfelvételének alakulása

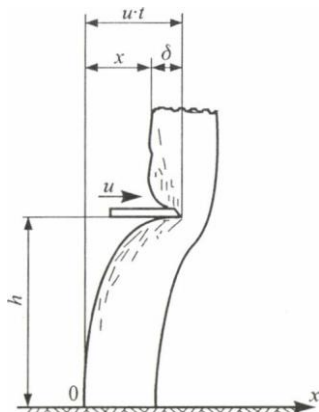
- 1 – alternáló kasza, $B = 1,5$ m; 2 – szársértő gép, $B = 1,35$ m;
 3 – alternáló kasza + szársértő, $B = 2,1$ m; 4 – alsóhajtású rotációs kasza, $B = 1,5$ m;
 5 – vízszintes dobos lengőkéses kasza, $B = 1,8$ m

Egy növényi szár ellenpenge nélküli átvágásánál a deformációt a 269. ábra, az erő változását a 270. ábra mutatja.

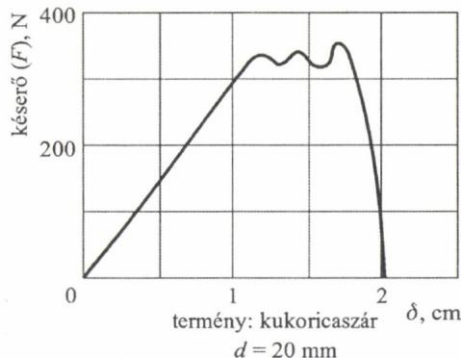
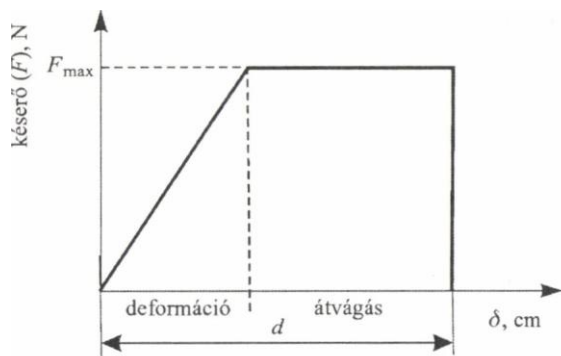
Egy szár átvágásának munkai igénye a késsebesség függvényében a 277. ábra szerint változik. A tömegetöröknek 13–14 m/s sebességig az ellentartásban még nincs jelentős szerepe, ezért az ellentartást a szár rugalmassága és a gyökér húzóereje adja.

Ahhoz, hogy ez az erő elegendő nagy legyen, a szárat hosszú úton el kell hajlítani, ami a vágás megkezdéséig is munkát igényel. Ezért a kis késsebességnél nagy a vágás munkai igénye. Kis késsebességnél rossz a vágás minősége, a kés roncsolja a szárat. A 271/b ábrán megfigyelhető, hogy a késsebesség növelésével csökken az átvágás időtartama. A függőleges tengelyen a késnek a szárban megtett útja (δ) szerepel.

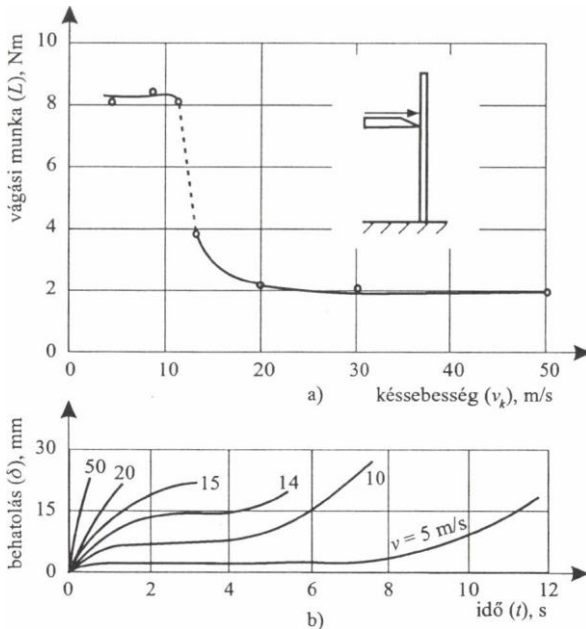
Tovább növelve a kés sebességét hirtelen csökken a vágás munkaigénye, és aszimptotikusan közeledik egy állandó érték felé, ami a vizsgált napraforgónál 2 Nm (271/a ábra). Ez egyetlen szár hajlítás nélküli átvágásának a munkaigénye.



269. ábra. A szár deformációja a vágás első fázisában



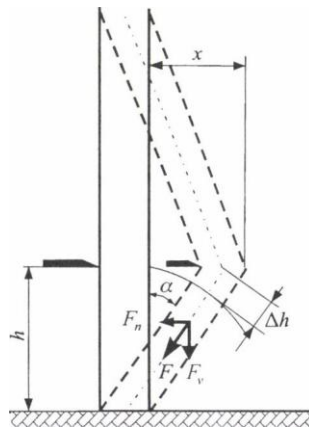
270. ábra. A vágási erő változása az átmérő mentén



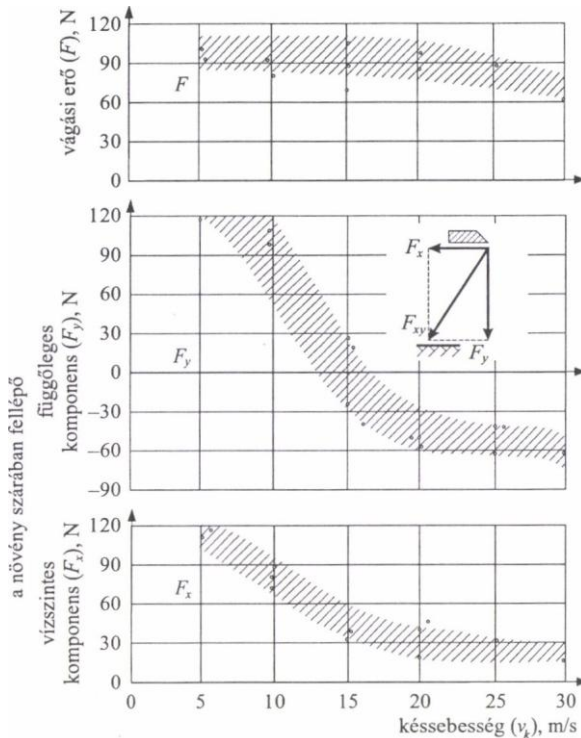
271. ábra. Egy napraforgószár elvágásának munka- (a) és időigénye (b)

A kés és a talaj közötti szárrészben a vágáskor húzóerő keletkezik, ami az elhajlításból eredő rugalmas megnyúlás miatt lép fel (272. ábra).

A késre ható F vágási erő és a növény (napraforgó) szárában ébredő erők (F_x , F_y) változását a 273. ábra szemlélteti.



272. ábra. A szár rugalmas nyúlásának hatására ébredő húzóerő



273. ábra. A vágási erő (F) és a növény szárában fellépő erő alakulása rotációs vágószerkezetenél

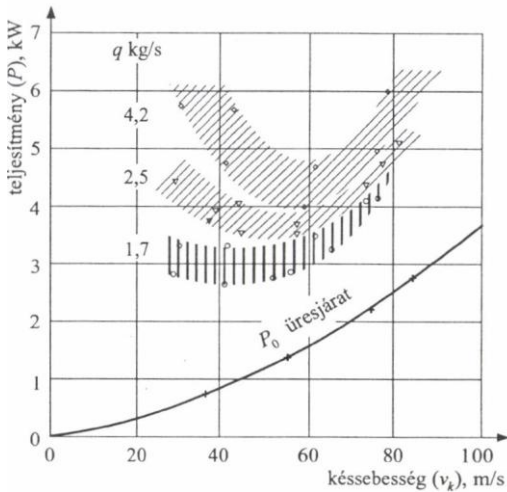
Az ábra szerint az F vágási erő a vizsgált sebességtartományban gyakorlatilag független a késebbeségtől. A növény szárban fellépő horizontális és vertikális erőkomponensek azonban csökkenést mutatnak a késebbesség növelésével. A szárban fellépő erő vízszintes komponense kisebb, mint a vágási erő, a hiányzó részt a szár tömegereje pótolja.

A 274. ábra rotációs kaszával (FAHR KM/22 típus) zabos fűkeverékben mért teljesítményértékek változását szemlélteti. A kísérletnél a gépterhelést (tömegáram) is változtatták. Annak ellenére, hogy a vágási munka a késebbesség növelésével alig változik, a teljesítményigény mégis nő, mert ugyanazt a munkát a kés egyre rövidebb idő alatt végzi el. A vizsgált terménynél a legkisebb teljesítményfelvétel 50–60 m/s késebbeségnél adódott.

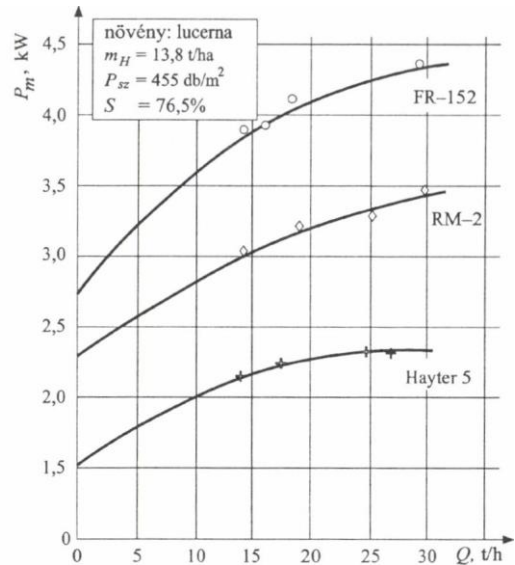
Ennek a vizsgálatnak fontos tanulsága, hogy a rotációs kasza teljesítményfelvételének a késebbesség függvényében van egy minimumhelye. Energiatakarékossági szempontból az üzemi késebbeséget ennek a közelében célszerű megválasztani.

A teljesítményigény változását a gépterhelés függvényében lucerna kaszálásánál a 275. ábra szemlélteti (SZÜLE, 1974).

A diagramon feltüntetett gépek fontosabb jellemzői a 13. táblázatban láthatók.



274. ábra. Rotációs kasza (FAHR KM/22) teljesítményigényének alakulása a késsebesség függvényében



275. ábra. A teljesítményigény alakulása a gépterhelés függvényében különböző rotációs kaszáknál

13. táblázat. A gépek fontosabb jellemzői

| Típus | Hajtás | Rotor, db | Fordulatszám, 1/min | Kés, db | Késkiállítás, mm | Rotorátmérő, mm | Kerületi sebesség, m/s | Munka szélesség, m |
|--------|--------|-----------|---------------------|---------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| FR-152 | alsó | 4 | 3000 | 2 | 76 | 430 | 67 | 1,52 |
| RM-2 | alsó | 2 | 1950 | 4 | 60 | 840 | 85 | 1,65 |
| Hayter | felső | 2 | 1350 | 2 | 90 | 790 | 55 | 1,52 |

Kaszáló- és rendrevágó gépek

A kaszálógépek készülhetnek alternáló és rotációs vágószerkezettel, vontatott vagy magajáró kivitelben.

A kaszálógépeken típustól függetlenül a következő fő részek találhatók: vágószerkezet, meghajtószerkezet, kiemelőszerkezet, gépkeret, vonó- és járószerkezet, biztonsági berendezések. A rendrevágó gépek ezenkívül szársértő berendezéssel is rendelkeznek.

Alternáló vágószerkezetű kaszálógépek

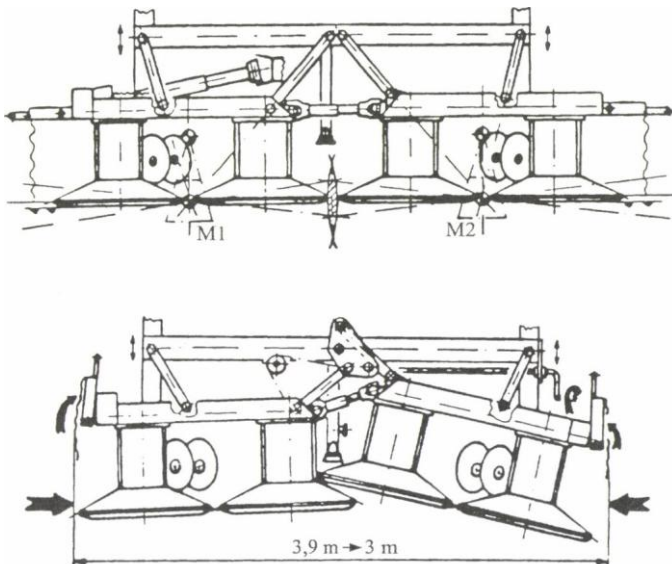
Az alternáló vágószerkezettel ellátott fűkaszáló gépek munkaszélessége 1,8–2,2 m. A munkaszélesség 2–3 vágógerenda lépcsőzetes összeszerelésével 4–6 m-ig növelhető. Általában függesztett kivitelben készülnek. A hagyományos konzolos vágószerkezettel készített és régebben elterjedten használt fűkaszák mára már kiszorultak a gyakorlatból. Ezeket a rendevágók váltják fel. Ennek fő oka az, hogy a konzolos vágószerkezetű kaszáknál a kaszagerenda behajlása és hátrahajlása korlátozza a munkaszélesség növelését. Emiatt mellőzzük a konzolos kaszátípusok bemutatását.

Rotációs vágószerkezetű kaszálógépek

A rotációs kaszák a kis és a nagy hozamú termések betakarítására egyaránt alkalmasak. Négy rotorig általában függesztett, ezen felül félig függesztett kivitelben készülnek. A gépek munkaszélessége 1,2–4,8 m között van. A függesztett gépek kis munkaszélességük miatt kiszorulnak a gyakorlatból.

A gépet üzemeltető traktor kiválasztásánál rotoronként általában 10 kW motorteljesítményt lehet számítani.

A rotációs kaszák újabb változatainál az egyes rotorok nem egyedi felfüggesztésűek, hanem kettesével vannak egy-egy gerendára felfogatva. (A nagy áthidalás, és az abból adódó nagyobb tarlóegyenletlenség miatt négy rotor nem helyezhető egy merev gerendára.) Négy rotor megosztott, 2×2-es elrendezési vázlatát láthatjuk a 276. ábrán.



276. ábra. Négy rotor megosztott felfüggesztése

A TLT-ről jövő hajtást az egyik gerendáról a másikra kardántengely továbbítja, ami lehetővé teszi a két rész külön mozgását. A függesztőszerkezet csuklópontjai az ábrából

jól kivehetők.

A kissé bonyolultnak látszó mechanizmussal nagyon ötletesen oldották meg a két rész egymáshoz képesti elmozdulását. Az egyes részek pillanatnyi momentán centruma (M1 és M2) a kések síkjának a vonalában van. Ez azt jelenti, hogy pl. a bal oldali rotor az M1 pont körül elbillenve követi a talaj egyenetlenségeit, a jobb oldali pedig az M2 körül billentve végzi a talajkövetést. A talaj követése közben a két belső rotor kései a belső helyzetben az M1, ill. az M2 körüli köríveket írják le, ami az ábrán is látható (sraffozott rész). Ebből látható, hogy a két rész a talaj követése közben a kés hosszúságát meg nem haladó mértékben távolodik csak el egymástól, ami azt jelenti, hogy a gép közepén elvileg nem hagy levágatlan csíkot.

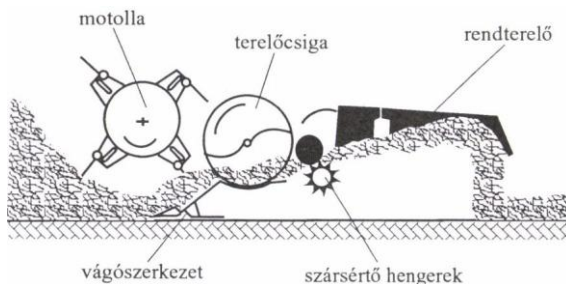
Hogy a valóságban ennél a kaszánál mégis előfordul a belső rotoroknál levágatlan csík, az nem a függesztő mechanizmustól származik, hanem inkább ventilációs okokra vezethető vissza, ugyanis a kések a belső pontban ellentétesen mozognak. Ennek a pontosabb megismerése még további módszeres vizsgálatot igényel.

Újabb gépeken található az ún. rendkettőző berendezés. Ez egy szállítószalag, amely a lekaszált takarmányt kihordja és az előző fogás során készített rendre helyezi.

Rendrevágó gépek

A rendrevágók a zöldtakarmány-betakarítás alapgépei. A gépek által végzett műveletek: kaszálás, szársértés, lazított rend képzése. Munkája a fűkaszáétól abban különbözik, hogy a kaszálással egy időben a száradást elősegítő műveleteket is végez. Ennek következtében a gépek felépítése is eltér a fűkaszáétól. A rendrevágók műveleteit és fő részeinek elrendezését a 277. ábra szemlélteti.

A levágott terményt motolla távolítja el a vágószerkezetről és továbbítja a terelőcsigára. Az anyag a szársértő hengerek között áthaladva rendterelőkön át laza renden marad el a gép után. Itt megjegyezzük, hogy egyes típusok úgy készültek, hogy a szársértő hengereket – ha azokra nem volt szükség – ki lehetett kapcsolni, és az anyagáram egy terelőlemez beiktatásával megkerülte a hengerpárt. Erre azért volt szükség, mert a szársértés miatt némileg csökkent a gép teljesítménye.



277. ábra. A rendrevágó gép fő részeinek elrendezése és munkája

Lényeges szerkezeti eltérés a fűkaszához képest, hogy itt a vágószerkezet nem konzolos kialakítású, hanem mindkét végén a vázhoz van erősítve. Ez a kombájnéhoz hasonló kaszabeépítés lehetővé teszi a nagyobb munkaszélesség alkalmazását és ezzel a

teljesítmény növelését.

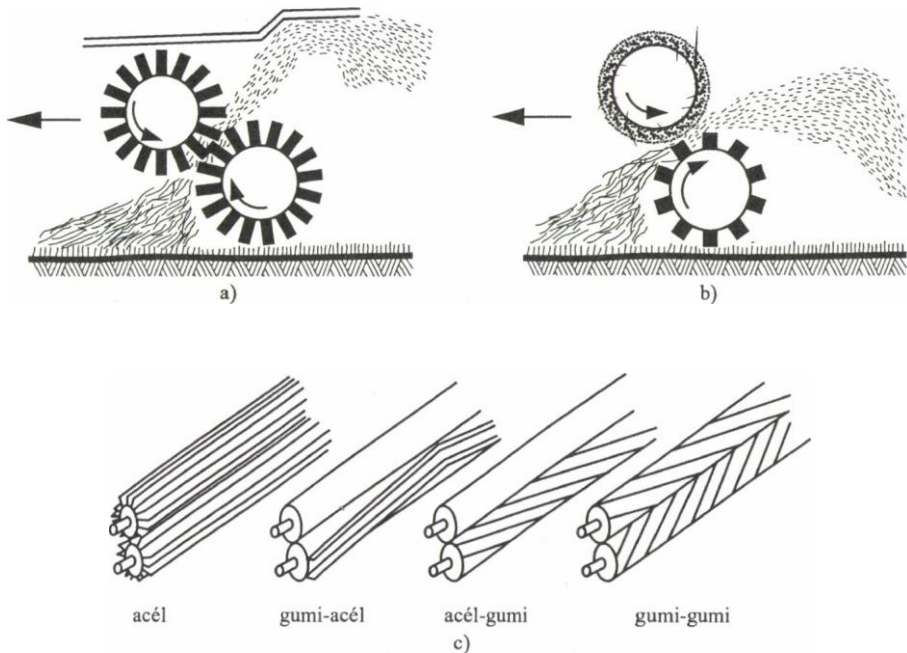
A rendvágók többnyire alternáló vágószerkezettel készülnek, de vannak rotációs vágószerkezetűek is. A száradás meggyorsítására szársértő szerelvényeket, egyes típusokon vízszintes tengelyű lazítóhengereket építenek be. A rendlazítást állítható rendterelők végzik tág határok között.

A rendvágó gépek szársértő és lazító-terelő szerelvényei

A tapasztalat azt mutatta, hogy ha a pillangós növény vagy a fű szárát több helyen megtörik vagy megnyomják, akkor a szár hamarabb szárad meg. Különösen fontos ez pillangósoknál, ahol a levélzet hamar szárad, de a szárban még sok a nedvesség. Mire a szár is megszárad, a levélzet egy része már letöredezik és veszendőbe megy.

Erre alapozva készülnek a szársértő hengerek. Alkalmazásuk elősegíti, hogy a szár és a levélzet nagyjából egyöntetűen száradjon.

A szársértőknél fontos követelmény, hogy a hengerek a szártömegnek legalább 40–50%-át megtördeljék, miközben a levélvesztesség 2–3%-nál nem lehet nagyobb. A szár teljes tömegének a megtördelése lassítaná a gép munkafolyamatát és növelné a levélvesztésget.



278. ábra. Szársértő hengerek változatai a) tördelő, b) zúzó (mángorló), c) hengerprofilok

Kétféle eljárást különböztetünk meg:

- a tördelést és
- a zúzást (mángorlást).

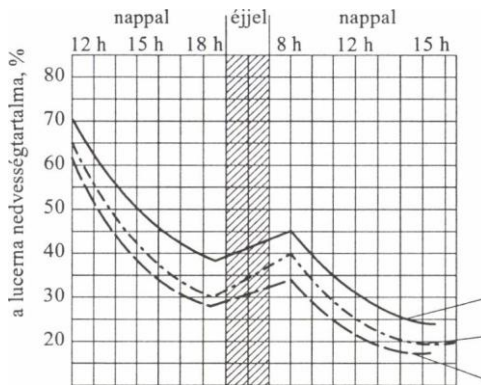
A kétféle hengerpár működését és a fontosabb hengerváltozatokat a 278. ábra szemlélteti.

A szárítóró hengerek egymásba kapcsolódó acélbordái a szálakat 4–5 cm-enként megtörik anélkül, hogy elszakítanak.

A szárzúzóknál (278/b ábra) sima palástú és bordázott hengereket találunk, amelyek a ruhamángorlóhoz hasonlóan működnek. A hengerek anyaga acél vagy keménygumi. A hengerek a szálakat hosszirányban húzva felrepezstik.

A szársértő alkalmazása lucerna és lóhere kaszálásakor általában 30%-kal csökkenti a száradási időt.

A szársértés hatását a nedvességtartalomra a 279. ábra szemlélteti. A méréseket lucernában, napos időben végezték.

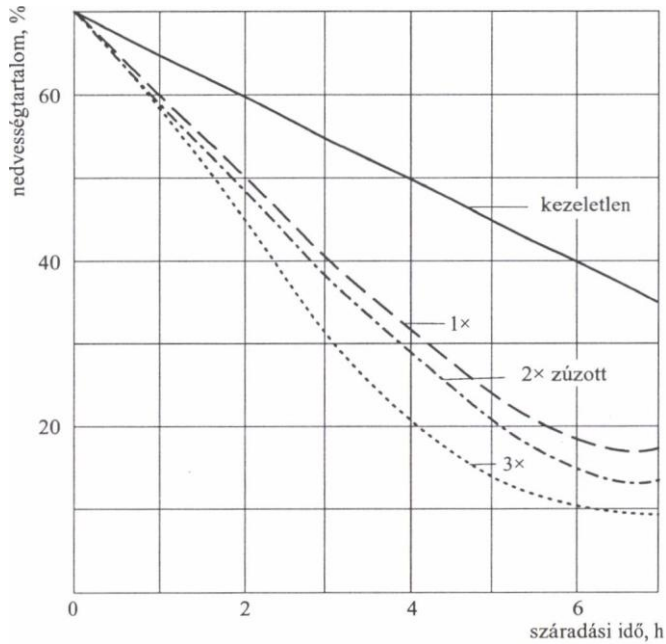


279. ábra. Szársértési módok hatása a lucerna nedvességtartalmára
a) kezeletlen, b) mángorolt, c) tördelt

A szénát 18% alá kell szárítani ahhoz, hogy kazalozható legyen. A diagramból látható, hogy az egyik napon déli 12 órakor levágott termény aznap estére a nedvességtartalmának kb. a felét veszíti el. Éjjel azonban valamennyit visszanedvesedik a levegőből rácsapódó pára miatt, de kedvező feltételek esetén a reggel lekaszált és egyszer szársértett lucerna estére már kazalozható.

A szársértés ismétlődésének hatását a száradási időre a 280. ábrán látható diagram szemlélteti. Látható, hogy a zúzások ismétlése már nem jelent lényeges változást.

A szárítórés, ill. zúzás hátránya, hogy ha a zúzott rend megázik, a megtördelés helyén hasznos tápanyagok mosódnak ki a terményből. Ez és a szársértő hengerek teljesítménycsökkentő hatása az oka annak, hogy a gépek teljesítményének növelésére való törekvés időszakában a szársértő hengerek néhány évtizednyi alkalmazás után háttérbe szorultak.



280. ábra. A szársértés hatása a széna nedvességtartalmára

Félig függesztett rendevágó gépek

A félig függesztett rendevágók 2,5–4,2 m munkaszélességgel készülnek. A gép a félig függesztett fűkaszához hasonlóan a traktor mögött jobbra helyezkedik el. A munkavégző részek a traktor TLT-ről kapják a hajtást. A gépet a fogás körüljárásával üzemeltetik.

Magajáró rendevágók

A magajáró rendevágók 4–6,5 m munkaszélességgel készülnek. A beépített hajtómotor teljesítménye 40–50 kW. A nagy munkaszélesség miatt a gépek – főleg bő hozamú fűféléknél – túl vastag rendet hagynak, ami korlátozza alkalmazásukat.

A rendelkezés gépei

A fűkaszával szőnyegrendre vágott termény a táblán szárad. A természetes száradást a rend lazításával, forgatásával siettetni lehet. Erre a célra különféle rendsodró gépeket alkalmaznak.

- A gépek munkájával szemben támasztott legfontosabb agrotechnikai követelmények:
- a renden fekvő anyag teljes tömegének megmozgatása a lehető legkisebb veszteség mellett;
 - a fogak ne szennyezzék földdel a terményt;
 - az egyenletes rendkeresztmetszet.

Ha nagybálás technológiába iktatva dolgozik a gép, akkor különösen fontos az

egyenletes rendkeresztmetszet, különben a sodrott bálák hordó alakúak lesznek. Az ilyen bálák kötése hamar meglazulhat, és a bála szétesik. A belőlük rakott kaszal sem formatartó.

A renden kezelt széna veszteségei

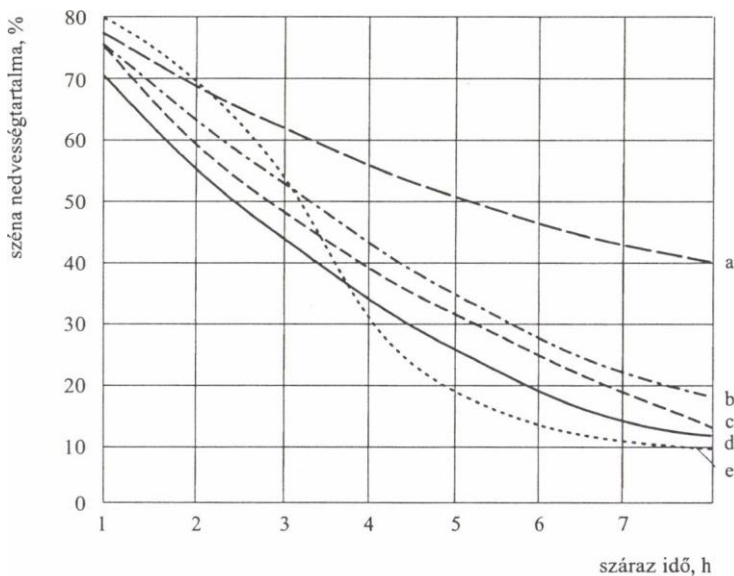
A rendsodró gépek alkalmazásával jelentősen csökkenthetők a renden lévő széna veszteségei, ami a kaszálástól a behordásig a következő lehet:

- légzési veszteség 10–15%,
- levélpergés 15–20%,
- kilúgozódás 5%,
- mikrobiológiai folyamatok 5–10%.

Számottevő lehet a karotinvesztés is, amely két nap alatt a 25–40, sőt még a 75%-ot is elérheti.

A szénabetakarítás gépesítésének kezdeti időszakában a rendelkezésnek számos módját és kombinációit próbálták ki annak érdekében, hogy minél gyorsabban és olcsóbban lehessen a szénát betakarítani. Az állatok számára emészthető kémiai szerekkel (hangyasav) is megpróbálták a száradást siettetni.

A különböző rendelkezési módoknak a termény víztartalom-csökkenésére gyakorolt hatását a 281. ábrán látható diagram szemlélteti.



281. ábra. Rendkezelési módok hatása a széna száradására
a) kezeletlen, b) szársértőzött, c) szársértőzés fűtött hengerekkel (180 °C),
d) szársértőzés + lángkezelés, e) szársértőzés + hangyasav permetezés

A rendsodró gépek főbb változatai és munkamódjai

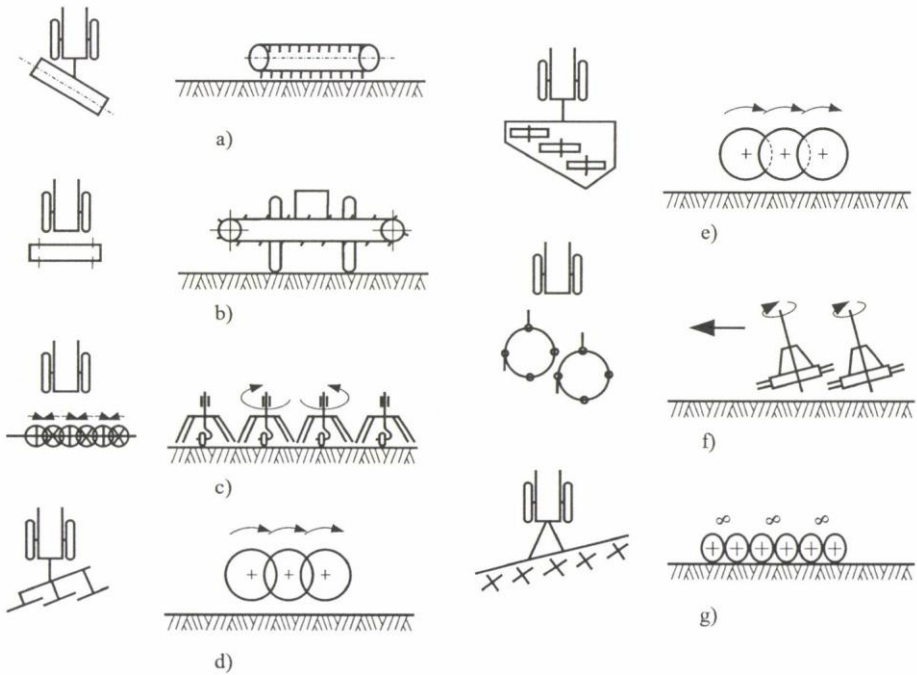
A legtöbb mai gépen a lazítófogakkal felszerelt forgó részeket TLT-ről hajtják, de egyes típusok lazítókerékei talajmeghajtásúak. A régebbi járókerék-hajtású gépek ma már

túlhaladtak, mert nem felelnek meg a korszerű agrotechnikai és üzemi követelményeknek.

A lazítófogak lehetnek vezérlés nélküliek vagy vezéreltek. A gépeknek általában több munkafolyamat ellátására kell alkalmasnak lenniük; szőnyegrend-lazítás, forgatás, rendsodrás, sodratforgatás vagy szétterítés. A működő elemek a lazítást ellentétes irányú és nagyobb fordulatszámmal végzik, mint a sodrást, ezért egyes típusokon **forgásirányváltóval kombinált sebességváltót** alkalmaznak.

A rendsodró gépek különböző változatainak sémáját a 282. ábra szemlélteti.

Dobos rendsodró (282/a ábra): csatlórudas vagy paralelogrammás fogvezérléssel készül. Hátránya az áthidalás, a nagy géptömeg, a kis területteljesítmény és a nagy hozamú terményekben a gyakori eltömődés. Gazdaságaink már régen nem alkalmazzák. A gép mindkét fogvezérlő szerkezetét azonban érdemes megjegyezni, mert azokat némi módosítással több mai korszerű betakarítógépen is alkalmazzák, pl. motolla fogvezérlés-, dohánytörő szerkezet, sárgarépa-betakarító gép lombtalanító szerkezete stb.



282. ábra. Rendsodró gépek változatai

- a) dobos, b) gereblyés, c) bolygóvillás, d) vízszintes tengelyű rendsodró fogvezérlés nélkül, e) vízszintes tengelyű rendsodró vezérelt fogakkal, f) függőleges tengelyű vezérelt fogú, g) csillagkeres

Gereblyés rendsodró (282/b ábra): a párhuzamosan keresztben futó láncpárhoz vagy vastag ékszíjra erősített gereblyék sodorják a terményt. Kis munkaszélessége miatt csak kisüzemekben használják. Előnye, hogy rövid úton tereli a szénát.

Bolygóvillás rendsodró (282/c ábra): a német FAHR cég találmánya, 1960-as évektől

alkalmazzák. A 3–5°-kal előredöntött függőleges tengelyű bolygóvillák (rotorok) fogai a talajfelszín közelében mozognak, és hátradobják az elkapott szénát. A szomszédos rotorok egymással szemben forognak. A villa fogak kerületi sebessége 14–18 m/s. Minden rotor közepén a villák mozgási körén belül egy-egy rugós támasztókerék van, ami a fogak által megtisztított tarlón jár. A rotorok le-föl külön-külön is elmozdulhatnak, így a gép jól igazodik a talajfelszínhez. Terelőlemezek alkalmazásával rend kialakítására is alkalmasak. Domboldalon is jó munkát végez. A gépeket 1, 2, 4, 6 rotorral készítik. A rotorok átmérője 1–2,8 m, többrotoros gépeknél inkább az alsó határ a mérvadó. A nagyobb átmérőjű rotorok fogai vezéreltek.

Vízszintes tengelyű kerek rendszer fogvezérlés nélkül (282/d ábra): a sodrókerekeket lépcsőzetesen helyezték el. A hajtást TLT-ről kapják. A vízszintes síkban lévő tengely a haladási iránnyal párhuzamosan áll, vagy egyes műveleteknél szöget zár be. A vezérlés nélküli fogakkal készülő gép kialakítása egyszerű, ezzel szemben nagyobb sebességnél a fogak erősen szórják az anyagot, ami növeli a levélvesztéséget.

Vízszintes tengelyű kerek rendszer vezérelt fogakkal (282/e ábra): az előző változathoz hasonló felépítésű és működésű gép, de itt a fogak paralelogrammás vezérléssel készülnek, ami bár bonyolítja a gép felépítését, növeli az árat, de nagyobb sebességtartományban is kíméletes lazítást végez.

Függőleges tengelyű vezérelt fogú rendszer (282/f ábra): A függőlegessel 8–10°-os szöget bezáró TLT hajtású gép az újabb fejlesztések eredménye. A fogak ebben az elrendezésben igen kíméletesen bánnak a terménnyel, 2–4 rotoros kivitelben készülnek, 3,5–5,5 m munkaszélességgel.

Csillagkerek rendszer (282/g ábra): az előző változatoktól eltérően TLT hajtást nem igényel; a sodrócsillagokat a széna, ill. a talaj hajtja, így a széna mozgásának teljesítményigénye a vonóhorgon jelentkezik. Nagy terméshozamok betakarítására kevésbé alkalmas, mert a nagy szénatömeg mozgásakor már nem elég a talaj hajtóereje.

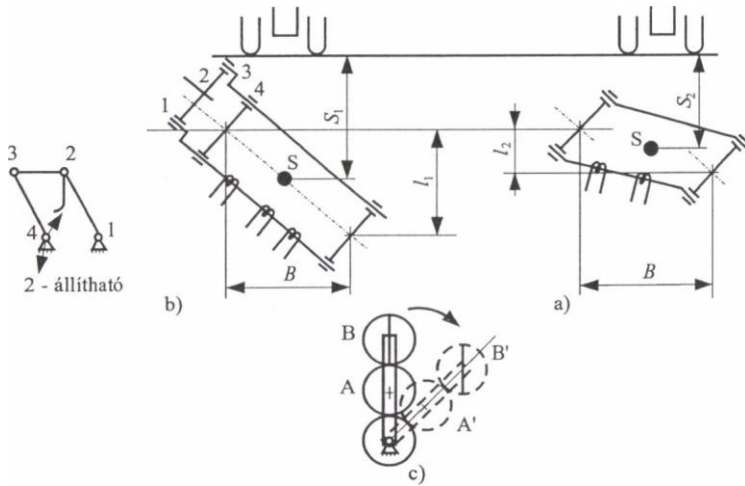
A felsorolt változatok közül hazánkban főleg az *f*) és a *g*) változatokat használják.

Tekintettel arra, hogy a dobos rendszeroknál alkalmazott paralelogrammás fogvezérlést mai gépeken is alkalmazzák, ezért nézzük meg részletesebben annak működését (283. ábra).

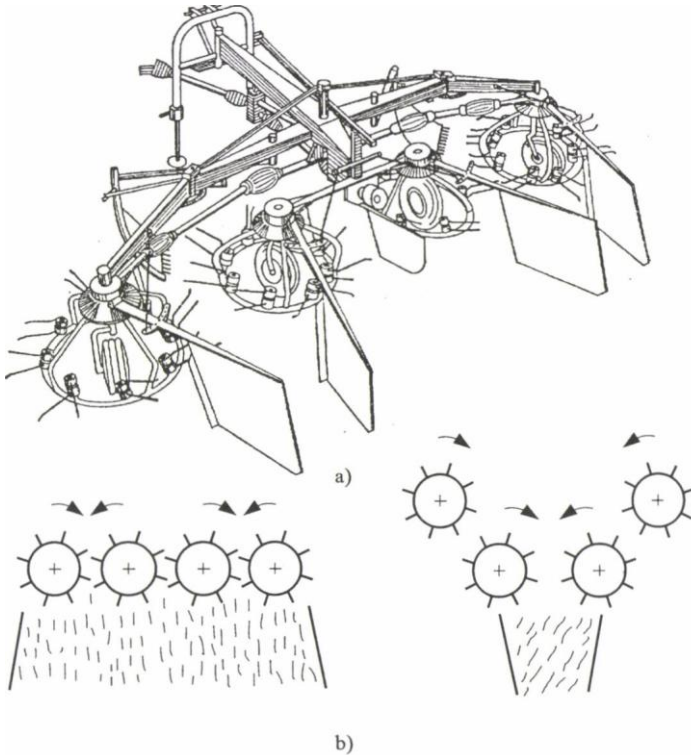
Mindhárom változatnál paralelogrammás fogvezérlés valósul meg. Ez azt jelenti, hogy a fog egy beállított helyzetben iránytartóan fordul körbe. A fog itt nem forgó, hanem körpályán haladó mozgást végez. A *b*) változat tengelyirányú nézetét a mellé rajzolt vázlat mutatja.

Nagy hozamú termények sodrásánál, főleg a vastag fürendek forgatásánál a traktorüzemű gépek nem mindig végeznek jó munkát. Erre a célra készítettek olyan adaptert, amelyik a magajáró rendrevágó gép elejére szerelhető. A rendet vezérelt fogú felszedő juttatja a konzolos terelőcsigához, amely azt balra kihordva rendre rakja. A következő menetben az előzőhöz csatlakozó kettős rendet képez a gép.

A bolygóvillás változathoz tartozó típusok egyikének részletesebb vázlatát és a rotorok helyzetét a 284. ábra szemlélteti.



283. ábra. A paralelogrammás fogvezérlés változatai a) csatlórudas, b) dobos, c) bolygókerékes



284. ábra. Bolygóvillás rendsodró vázlata (a) és a rotorok elhelyezése (b)

A rotorok állásának változtatásával háromféle munkahelyzet hozható létre.
 – 1. helyzet: a gép a lemezek felszerelésével, a párosával szembeforgó rotorokkal kettős rendet képez (a).

- 2. helyzet: terelőlemezek nélkül a gép rendlazítást végez (b).
- 3. helyzet: vastag rend képzéséhez a rotorokat a helyzetbe kell hozni és párosával szembeforgatni.

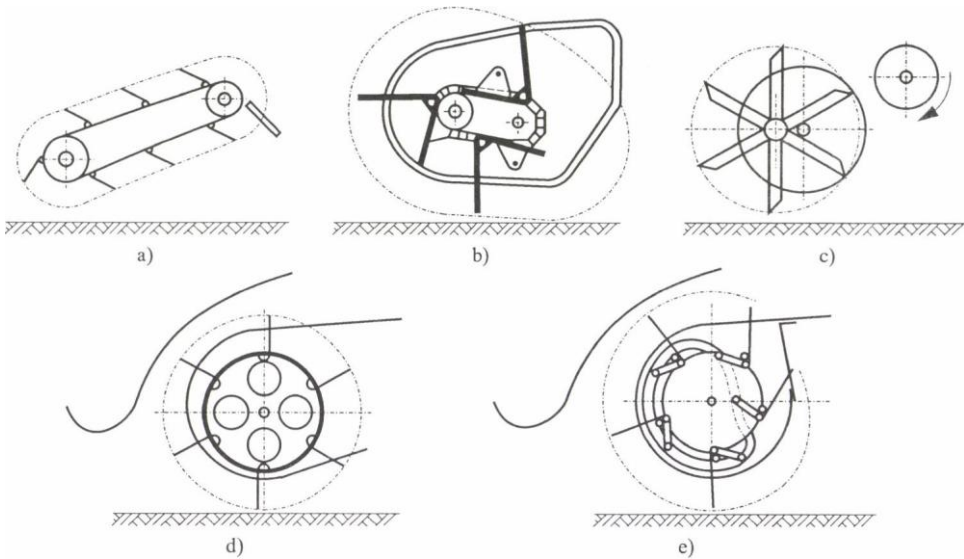
Ez a beállítás úgy történik, hogy a két szélső rotort karjának függőleges csapja körül elforgatva előre toljuk és rögzítjük. A két középső rotort pedig közös tartójukkal együtt egy függőleges csap körül 180° -kal elforgatjuk. Ehhez előzetesen az erőleadó tengely hajtását szét kell húzni. Átfordításkor a gépet eddig hajtó TLT csomák hátrafelé fordul, ugyanakkor a hátrafelé álló másik TLT csomák előre felé fordul. A traktorról jövő csomák ezzel kötjük össze. Ezzel a két belső rotor forgásiránya ellenkezőre változik.

A rendfelszedés gépei

Rendfelszedő és továbbító szerkezetek

A szénabetakarítás első munkafázisa a rendfelszedés. Erre a célra szolgálnak a rendfelszedő szerkezetek. Rendfelszedőket többféle betakarítógépen is alkalmaznak (járvaszecszkázó, bálázó, arató-cséplő gép adapterei).

A rendfelszedő szerkezetek néhány változatát a 285. ábra szemlélteti.



285. ábra. Rendfelszedő szerkezetek változatai

a) szalagos, b) láncos, c) excentrikus fogelhelyezésű, d) nem vezérelt fogú, e) vezérelt fogú rendfelszedő

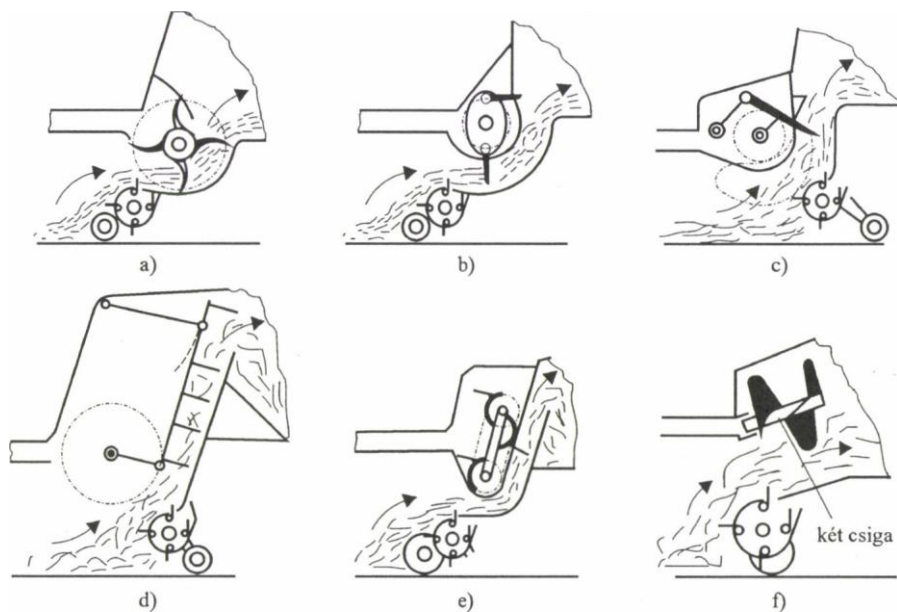
A szalagos rendfelszedő végtelenített ponyvájára rugós fogakat erősítettek, amelyek felszedik a rendről a szálakat.

A láncos felszedő hasonló az előző megoldáshoz, azzal a különbséggel, hogy itt a fogak pályáját burkolat veszi körül. A lánc egy körülfordulása alatt a fogak alul kibújnak a burkolatból és felemelik a szálakat. A visszabújó fogokról a burkolat húzza le a szálakat. A burkolat akadályozza meg, hogy a szénaszálak a tengelyre csavarodjanak.

A dobos rendfelszedők egyik változatán a nem vezérelt, állandóan sugárirányban álló felszedőujjak egy excentrikusan elhelyezett burkolat segítségével szedik fel a rendet. Az ujjakról a széna lehúzását itt is a burkolat végzi és véd a szálak felcsavarodása ellen. A fogak ennél a változatnál sem vezéreltek.

A vezérelt fogú rendfelszedők a vezérlő kényszerpálya segítségével forgás közben irányt változtató ujjakkal továbbítják a felszedett terményt.

A felszedett rendet a továbbító szerkezet juttatja a kocsiba. Ezeknek néhány megoldását a 286. ábra szemlélteti.

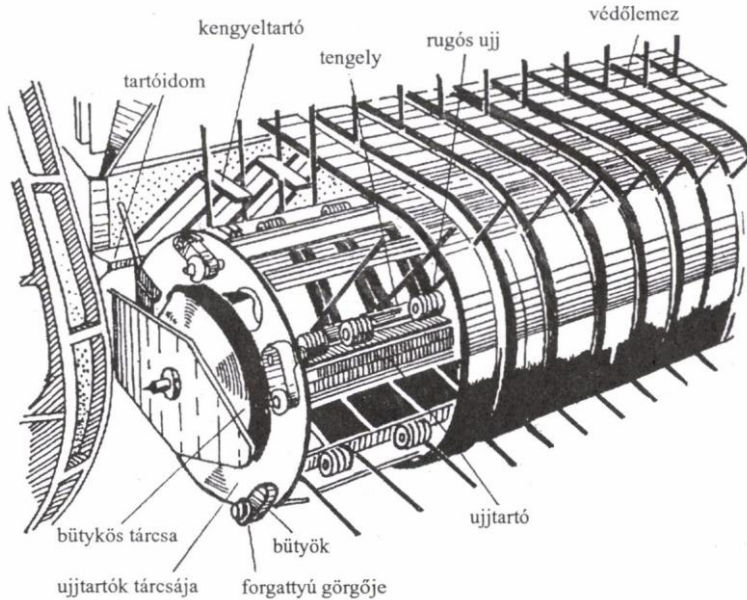


286. ábra. Rakodókocsik rendtovábbító szerkezetének változatai

a) merev csillag, b) vezérelt fogak, c) forgattyús továbbító, d) gereblyés, e) kaparólánccos, f) csigás

A vezérelt fogú rendfelszedő szerkezet kialakítása és működése

A szerkezet egyik változatának nézeti képe a 287. ábrán látható. A fogak a burkolat szerepét betöltő lemezcsíkok között mozognak. A fogak állását egy körülfordulás alatt a görgőpálya vezérli a rajta futó görgős kar segítségével.



287. ábra. A vezérelt fogú rendfelszedő szerkezet nézeti képe

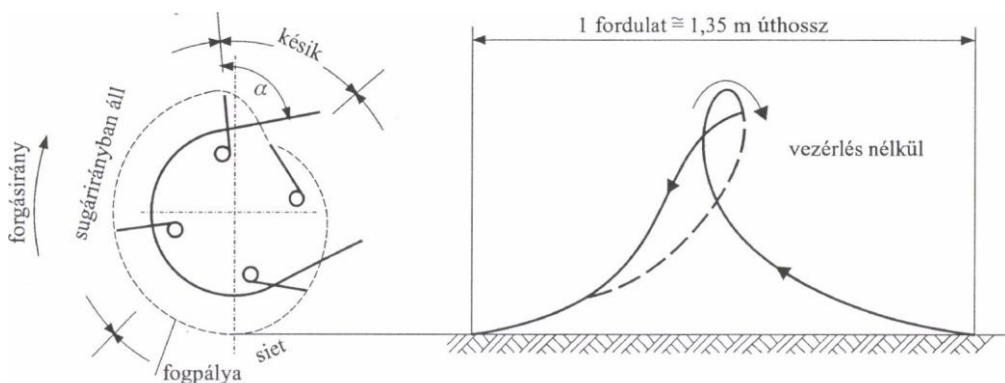
A rendről felszedett anyagot a fogak hátrafelé terelik. A fogak a henger hátsó részén behúzódnak a burkoló lemezcsíkok alá, a széna pedig fennakad a burkolaton. Innen a továbbító szerkezet szedi el és szállítja tovább.

A fogak hátrafelé terelő sebessége kb. megegyezik a haladási sebességgel. Így a rend nem torlódik, és szétszakítás nélkül áramlik a gépbe. Ezáltal csökken a levélpergési, gabonánál a szemvesztés.

A fogak állását egy körülfordulás alatt a vezérpályán vezetett görgők vezérlik. A rendfelszedők munkaszélessége 1,5–2,1 m, leggyakrabban 1,8 m. Teljesítményigénye száraz széna felszedésénél 0,8–1,2 kW.

A felszedőszerkezet talaj fölötti helyzetét a talaj felszíni egyenetlenségei szerint támasztógörgőkkel lehet beállítani. A túl magasra állítottnál nagy lesz az elhagyási veszteség. Túl mélyre állítottnál a fogak elérhetik a talajt, és földdel szennyezik a terményt. A mélyre állított rendfelszedőn gyakrabban állhat elő fogtörés.

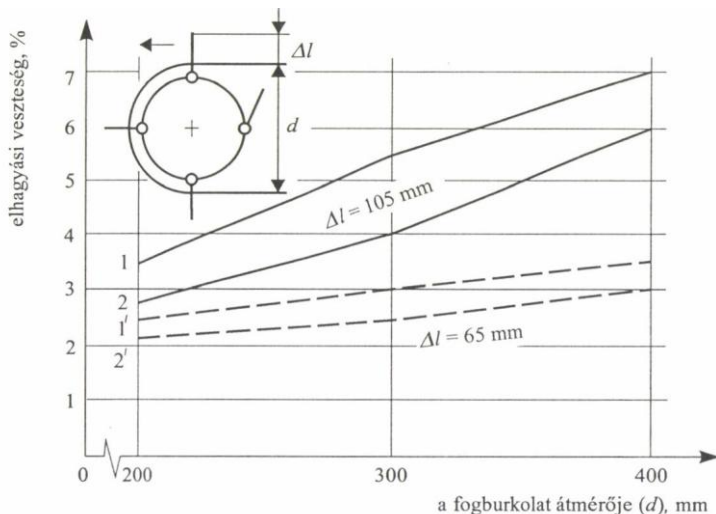
A vezérelt foghegy pályájának alakját a 288. ábrán láthatjuk. A fogak egészen a felső pontig kb. sugárirányban állnak. Itt azonban a vezérpálya kissé visszaforgatja azokat, különben a fog ollószerűen rászorítaná a szénát a burkolólemeze. Ahhoz hogy a fog és a lemez mint olló ne legyen önzáró, a fog és a lemez által bezárt szögnek nagyobbnak kell lenni mint a súrlódási szög kétszerese, azaz $\alpha > 2\rho$. A fogak visszaforgatása ezen kívül azért is szükséges, mert így a felszedőhöz közelebb kerülhet a szénát elszedő szerkezet, s ezáltal csökken a száltorlódás lehetősége. Ez utóbbi szempontnak elsősorban a bálázógépeken van jelentősége, ahol a rendfelszedőről a szálakat ferdén hátrafelé vezető fogakkal ellátott kaparószerkezet szedi el.



288. ábra. A vezérelt foghegy pályájának alakulása rendfelszedő szerkezeten

A felszedők munkájának fontos jellemzője az elhagyási veszteség, amelyet a földön hagyott szálaknak a renden lévő összes tömeghez viszonyított arányával adunk meg. Az elhagyási veszteség elsősorban a fogburkolat átmérőjétől (d) és a belőle kinyúló foghossztól függ (Δl). Ezzel kapcsolatos kísérletek eredményét a 289. ábra szemlélteti.

A röviden kiálló fogak nem szakítják szét a rendet, így a széna összefüggő áramban „úszik” be a gépbe. Hosszú fogaknál és nagy burkolatátmérőnél nagyobbak a veszteségek. A gyakorlat számára a kísérletek alapján a $d = 350$ mm-t és 60–80 mm kiálló foghosszat lehet ajánlani.



289. ábra. A rendfelszedő veszteségeinek alakulása 1 és 1'-nél a rendsúly 10 N/m, 2 és 2'-nél 20 N/m; a szénaszál átlagos hossza 29 cm, nedvességtartalom 29%, $v_h = 1,5$ m/s

A bálázás gépei

A bálázógépek a rendről felszedett szálás anyagot hasáb vagy henger alakú bálákba tömörítik. A kötözés zsineggel vagy ritkábban lágy dróthuzallal történhet.

A bálázógép alkalmazása az első világháború éveire nyúlik vissza, a katonalovak részére a takarmányt már bálázva szállították, ami lehetővé tette a szállítójárművek, főleg a tehervagonok rakterének jó kihasználását. Ekkor a kötözés túlnyomórészt dróthuzallal történt, mert ezzel nagy tömörségű bálákat lehetett készíteni és a drót nem szakadt el.

A bálák nagysága szerint megkülönböztetünk kisbála- és nagybálakészítő gépeket.

Kisbálakészítő gépek

Préselési nyomásuk szerint ezek a gépek lehetnek kis- vagy nagynyomásúak. Többségük vontatott kivitelű, de vannak magajáró bálázók is.

A kisnyomású bálázókat régebben gyártották. Előállítási költségük kisebb volt mint a nagynyomásúaké. A bálák tömörsége $60\text{--}100\text{ kg/m}^3$. Bálacsatornájuk keresztmetszete nagy, a szélessége $700\text{--}1000\text{ mm}$, magassága $300\text{--}400\text{ mm}$. Ma már alig használnak ilyen gépeket, mert a legtöbb szálás anyag a laza tömörségre állított nagynyomású bálázóval is betakarítható. Az utóbbi években még a lenbálázóknál találhattunk ilyen megoldást.

A nagynyomású kisbálázók jól tárolható $100\text{--}250\text{ kg/m}^3$ tömörségű bálákat készítenek. Két alapváltozatuk van:

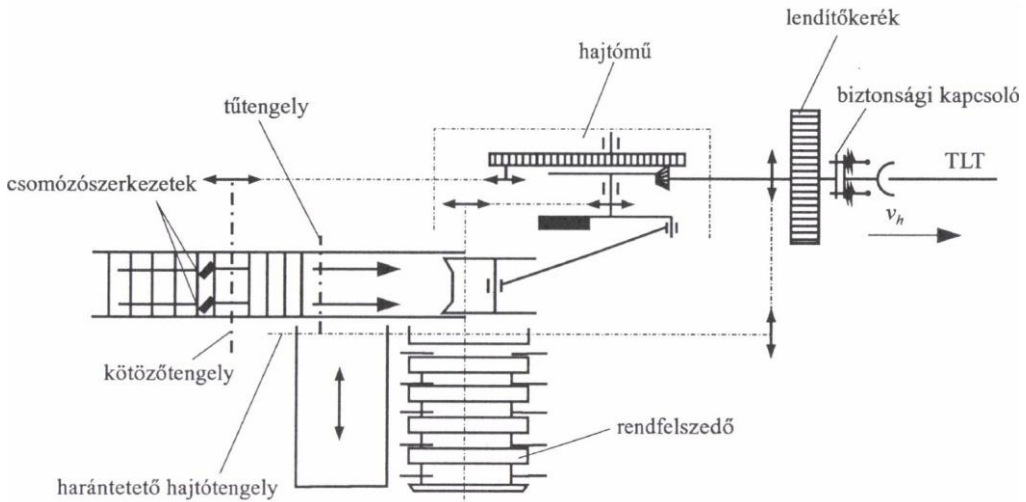
- a csúszódugattyús és
- a lengődugattyús gép.

A bálázógép fő részei:

- rendfelszedő,
- harántetető,
- présdugattyú,
- kötözőszerkezet,
- hajtószerkezet,
- gépváz.

A csúszódugattyús gép elrendezési vázlata a 290. ábrán látható.

A vezéreltújjas rendfelszedővel felszedett rend az oldalirányú telerelés és előtömörítést végző harántetető segítségével a préstérbe kerül. A dugattyú a terményt a szűkülő, a vele szemben lévő oldalon nyitott préscsatornába nyomja kis adagokban. Löketenként $2\text{--}5\text{ kg}$ széna kerül a préscsatornába. Amikor a préscsatorna megtelt, az anyag továbbtolásához már nagy erő szükséges, mert az oldalfalakon, de főként a keresztmetszetet szűkítő felső lapnál nagy súrlódó erő lép fel. A dugattyú tolóerejével szemben ez adja az ellentartást. A betetett anyagnak a préscsatornából kilógó szálait a dugattyúra ill. a vázra szerelt kések vágják el, hogy a szálak ne akadályozzák a dugattyú mozgását.



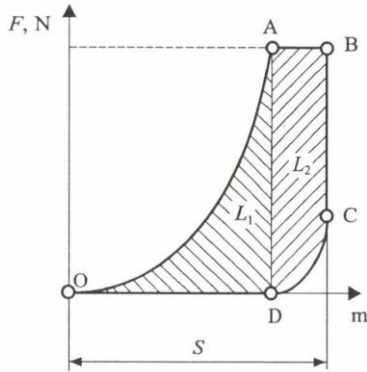
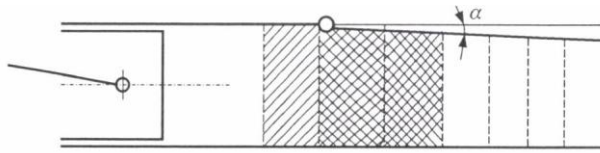
290. ábra. A csúszódugattyús gép elrendezési vázlata

A korszerű csúszódugattyús gépek felépítése, az egyes szerkezeti részek kialakítása nem sokban tér el egymástól. A gépek egyenletes működését elősegíti a nagy tömegű lendítőkerék és a forgattyún lévő nagy ellensúly.

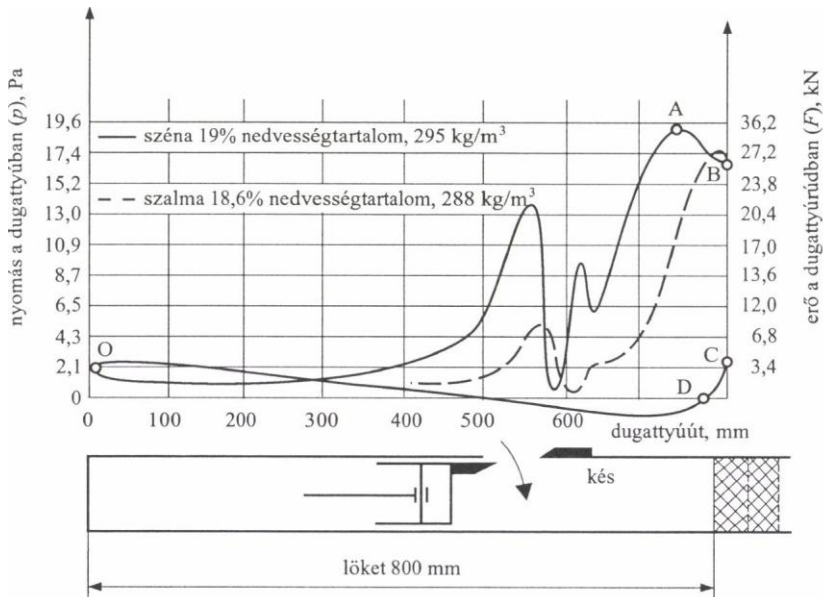
A présszerkezet működésének elemzése

A préscsatornában mozgó dugattyúra ható erők változását és a préselés folyamatát a 291. ábrán tanulmányozhatjuk. A dugattyú a bal oldali holtpontban áll, és az etetőszerkezet laza szénát juttatott a csatornába. Azt is feltételezzük, hogy annak eloszlása teljesen egyenletes. A dugattyú az OA szakaszon összetömöríti az anyagot. Amikor nyomása eléri azt az értéket, amely elegendő a csatornába előzetesen benyomott anyag továbbításához, az egész „szénadugó” megmozdul. A préselési végnyomás beállításában fontos szerepe van az állítható csatornalap (rendszerint a felső) állásszögének (α). A szénadugó előretolása elvileg állandó erőt igényel (AB szakasz az ábrán). A holtpontban a dugattyú ellenkező irányban kezd mozogni. Ilyenkor a nyomás hirtelen lecsökken, sőt a préselés alól felszabaduló anyag terjeszkedik és „visszarúg” a dugattyúra (CD szakasz). A dugattyú hátramenetének DO szakaszán csak a súrlódó erő hat a dugattyúra, ami elhanyagolható.

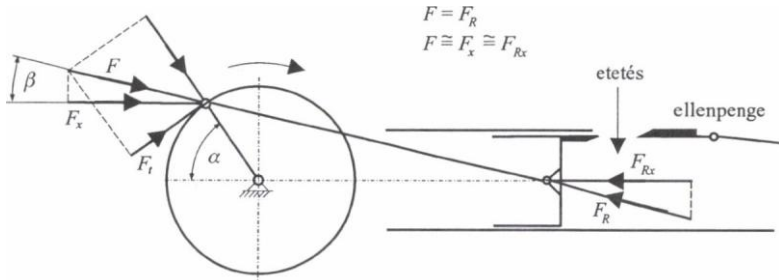
Az üzemi viszonyok között mérésrel meghatározott dugattyúerők és a nyomás változását a 292. ábra szemlélteti. Az ábrán az elvi működést szemléltető diagram jellemző szakaszai kijelölhetők és jellegében egészen jól követik azt. Az 500–600 mm dugattyúútnál kiugró F erőcsúcsokat a bebetetett, de a csatornából kiálló szálak elvágása okozza. Az elvágást a dugattyúra szerelt kés, illetve a csatorna falára szerelt ellenpenge végzi. A vágás erőigénye a dugattyú tolásában jelentkezik. Ezt az elvi ábrán mellőztük.



291. ábra. A dugattyúra ható erők elméleti változása egy fordulat alatt



292. ábra. A bálázógép dugattyújára ható erők alakulása a löklet függvényében



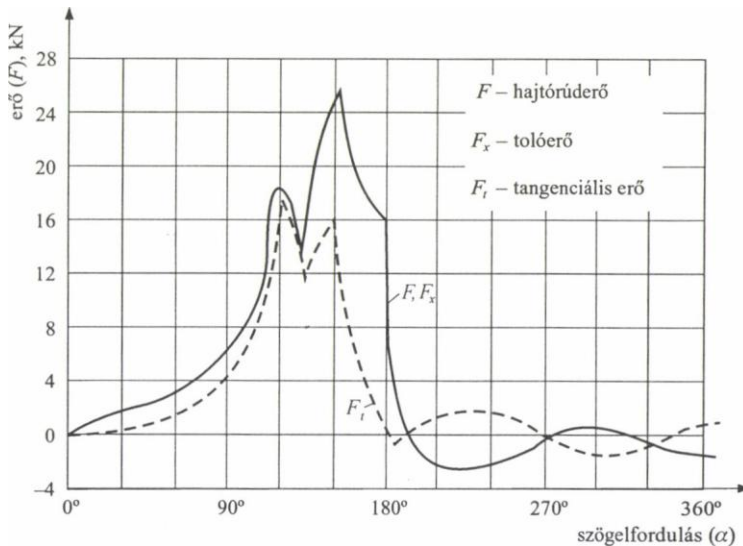
293. ábra. A bálázógép forgattyús hajtóműjére ható erők

Az ábrából látható, hogy a kisebb súrlódással továbbítható rozsszalma préselések a dugattyúban fellépő erők is jóval kisebbek mint szénánál.

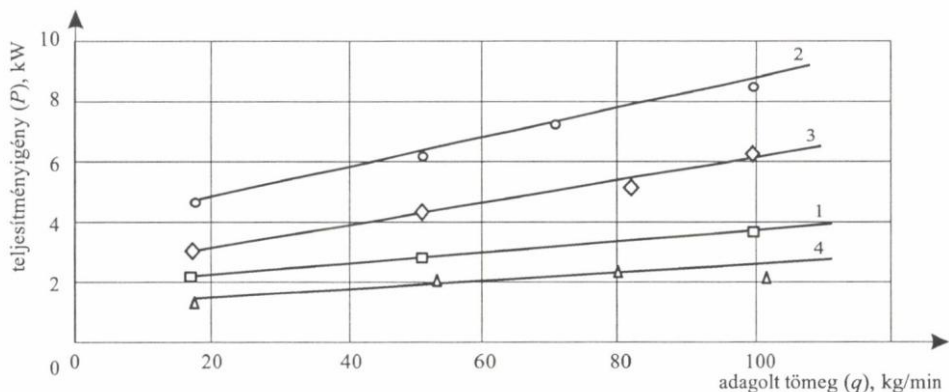
A hajtóműre ható erőket és azok komponenseit a 293. ábra mutatja. Az F és F_x erők a β szög kis értékei miatt csaknem megegyeznek. A forgattyúcsapra ható F erő felbontásával minden állásban megszerkeszthető az F_t tangenciális erő. A tangenciális erőknek az elfordulási szög függvényében megszerkesztett ábrája alapján lehet a lendítőkereket méretezni.

Az erők változását a forgattyú szögelfordulásának függvényében a 294. ábra szemlélteti.

A csúszódugattyús bálázó teljesítményigényének alakulását a 295. ábra mutatja a gépterhelés függvényében.



294. ábra. A présdugattyúra ható fő erők változása egy körülfordulás alatt



295. ábra. A csúszódugattyús bálázó teljesítményigényének alakulása
 1 – búzaszalma $w = 5\%$; 134 kg/m^3 , 2 – $w = 5\%$, 158 kg/m^3 ,
 3 – lucerna $w = 13\%$; 156 kg/m^3 , 4 – felszedő + etetőszerkezet

A bálakötés folyamata

A bálák kötözése a gép működésének fontos folyamata. A kötözőszerkezet működését a kötés három fázisában a 296. ábra szemlélteti.

Első tennivaló, hogy az üres gépbe zsineget teszünk. Annyi gombolyag kell, ahány kötözőszerkezet van a gépen. A gombolyag belsejéből kihúzzuk a zsineg végét és átfűzzük a zsinegvezetőkön majd a zsinegszorítón és végül a tűn is. Ekkor az álló helyzetben működtetett gépen a kötözőtengelyt bekapcsoljuk. Ilyenkor a tű beviszi a zsineget a zsinegfogóba. Ez a kezdő helyzet (296/a ábra).

A dugattyú a bálakamrán átmenő zsinegnek tolja a benyomott szénaadagokat. A zsineg a lassan előrenyomuló szénadagot három oldalról körbeveszi, és annak mozgása arányában pótlódik a gombolyagból (296/b ábra).

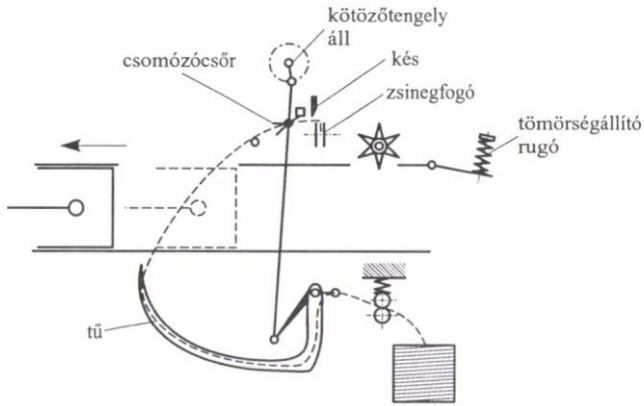
A kötözőszerkezet bekapcsolódásakor a tű a dugattyú hátsó helyzetében átlendül a bálakamrán, és a kötözőcsőre fekteti a zsineget (296/c ábra). Ezalatt a tű még fent van. Az elvágás után a tű visszalendül alapállásba. A zsineg vége a zsinegbefogóban marad, és felfekszik a csőrre. A folyamat kezdődhet előlről.

A kötözés folyamata a forgattyú egy körülfordulási idejének kb. egynegyede alatt megy végbe. Ez a szokásos fordulatszámoknál (80–120 ford/min) 0,2–0,3 másodpercet jelent.

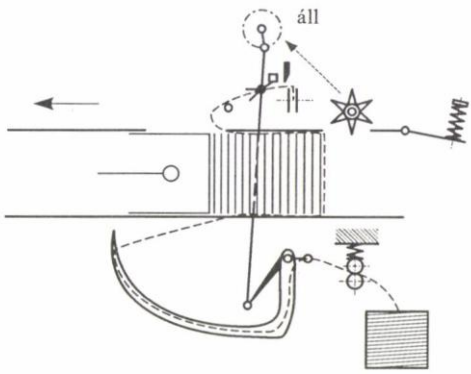
Nagybálakészítő gépek

A nagybálakészítő gépek iránti igény a kézi munkaerő csökkenése következtében merült fel, ui. a nagybálák (0,4–1,0 t) behordása 50–60%-kal kevesebb élőmunkaráfordítást igényel, mint a kisbálás technológia.

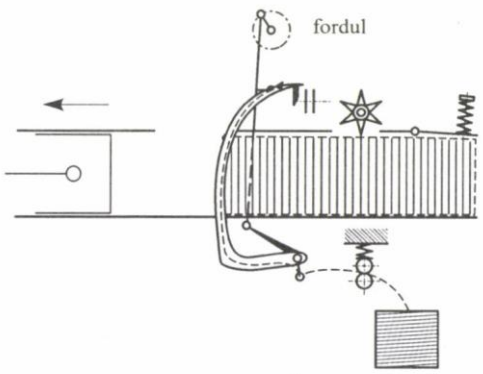
A nagybálázóknak számos változata alakult ki. A bála alakját tekintve van hengeres bálázó vagy körbálázó és hasábbálázó.



a)



b)



c)

296. ábra. A kötözőszerkezet működési vázlatata
 a) kezdő állás, b) a tű állása tömörítés alatt, c) a tű helyzete a kötözés pillanatában

Körbálázó gépek

A körbálázók többfélék lehetnek. Vannak, amelyek a felszedett rendet a gépben sodorják össze, egyes típusok viszont nem szedik fel a rendet, hanem közvetlenül a földön sodorják össze.

A préselés folyamata szerint a körbálázók két csoportba sorolhatók:

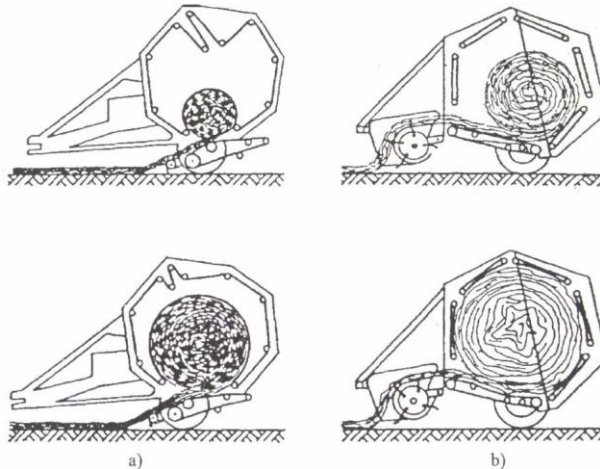
- változó présterű és
- állandó présterű gépek.

A két alaptípust a 297. ábra szemlélteti.

A **változó présterű** körbálázók először a bála magját készítik el, ami gumiszalagok szorítása közben folyamatosan nagyobbodik. A gép fő részei:

- rendfelszedő szerkezet,
- szársértő hengerek,
- gumihevederek,
- zsinégvágó szerkezet,
- ürítőszerkezet,
- hajtószerkezet,
- járószerkezet,
- gépváz.

A gépet két járókerék hordozza. A vonórúd a traktorra támaszkodik. A munkavégző részek a traktor TLT-ről kapnak hajtást. A rendfelszedővel felvett anyag szársértő hengereken és továbbítógörgőkön áthaladva a bálakamrát lehatároló gumiszíjnak nyomódik. A végtelenített szíjak terelő- és hajtógörgőkön átvezetve futnak. A szíjak a haladásnak megfelelő irányban előre felé görgetik az anyagot. A bála növekedése a szíjak utánengedése révén lehetséges. Ezt a billenőkarhoz kapcsolódó mozgógörgők teszik lehetővé. A szíj feszessége rugóval állítható.



297. ábra. A körbálázók két alaptípusa
a) belülről kifelé tömörítő (Hesston rendszer), b) kívülről befelé tömörítő (Welger rendszer)

A bálakamra megtelésekor a géppel meg kell állni. A bála zsineggel való körültekerését és a zsineg elvágását álló helyzetben végzik. A traktorvezető egy kötél meghúzásával

bekapítja a zsineg szabad végét a bálakamrába beáramló anyagba, és a bálát 12–15 fordulat alatt zsineggel körültekéri. Ezután a kés elvágja a zsinetet, a kész bála a hátsó rész felnyitása után kigördül a gépből. A felnyitást hidraulikus munkahengerek végzik. A bálázón nincs csomózószerkezet, csak zsinegvágó kés. A szabadon hagyott végű zsineg nem bomlik le a báláról.

Itt megjegyezzük, hogy a gumihevederes, sodrórendszerű bálázók lucernában csak korlátozottan használhatók, ui. 20% alatti nedvességtartalmú lucernaszéna betakarításakor a sodró rendszerű bálázók jelentős, mintegy 6–20% pergési veszteséggel dolgoznak. Ha a nedvességtartalom 20–25% akkor a veszteség az elfogadható 2–5%-os szinten tartható. Valójában a veszteség csak 25% nedvességtartalom fölött alakul kedvezően. Ekkor azonban már számolni kell a bemelegedéssel, a penészedéssel. Utóbbi megszüntethető, ha megfelelő tartósítószerrel (pl. hangyasavat) permeteznek a bálázandó lucernára, ami viszont nagyon megdrágítja az eljárást.

Az **állandó présterű** körbálázóknál a présteret hatszög alakzatban elhelyezett hat végtelenített gumiszalag (Welger rendszer) vagy kör alakban elhelyezett hajtott görgők határolják (Claas rendszer).

A széna csak akkor kezd tömörödni, amikor a kamra megtelt anyaggal. A tömörítés itt kívülről befelé halad. Így a bála magja laza marad, ami elősegíti a szellőztetést, a bála száradását. A gépben lévő anyag forgatását a görgők (hengerek) végzik. A hengerek palástja nem sima, hanem kis kidorodások vannak rajta. Az egy irányban forgó hengerek láncal hajtottak. A bálát ennél a gépnél is a rátekerő zsineg tartja össze. A kész bála a felemelt hátsó részen a földre gumi.

A körbálázókkal készített bálák átmérője általában 1,5–1,8 m. A szíjas gépeken az átmérő változtatható, a görgősökön nem. Ezeknél csak a bála tömegét lehet változtatni. A bálahossz általában 1,5 m. A tömörítés mértéke 120–200 kg/m³. A gépek teljesítménye 6–10 t/h. Üzemeltetésükhöz 37–58 kW-os traktor szükséges. Munkasebességük 4–7 km/h.

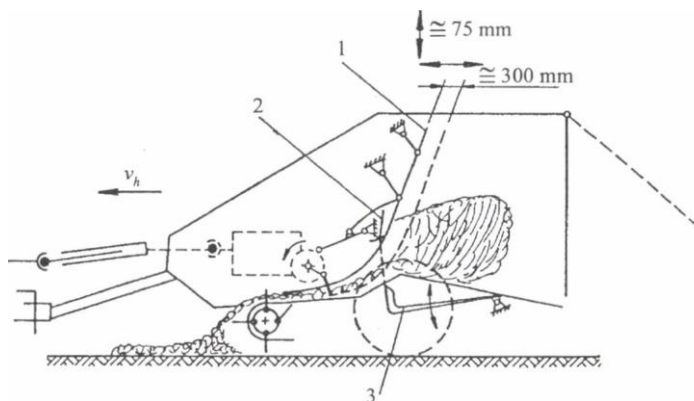
A nagybálázóknak van olyan változata is, amelyek a bálát nem zsinegbe, hanem műanyag hálóba tekerik. A háló megnöveli a bála formatartását, ami a rakodás és szállítás szempontjából fontos. Ugyanakkor növeli a költségeket.

Hasábbála készítő gépek

A nagyméretű hasábbálát készítő gépek első változatai a **kis tömörségű bálák** készítésére voltak alkalmasak (298. ábra).

A gép TLT-ről mozgatott, lengő első lappal ellátott kocsiba tömöríti a rendről felszedett anyagot. A tömörítő lengőlap vízszintes irányú mozgása 300 mm, függőlegesen 75 mm. Lengésszáma 65 (1/min). A készített bála méretei 1,5×1,5×2,4 m. A bálák tömörsége 60–80, max. 120 kg/m³. A bálát a gép három helyen átkötve helyezi a tarlóra.

A gép hátránya, hogy a bálák keresztmetszetükben nem egyenletes tömörségűek, formatartásuk sem éri el a körbálákét. Kazalba rakásuk is nehézkes, s ami talán a legnagyobb hibájuk, hogy a belőlük készített kazal erősen beázik. Ezért a gépek kiszorultak a gyakorlatból. Itt csupán a technika fejlődésének bemutatása miatt ismertettük az egyébként ötletes és egyszerű konstrukciót.

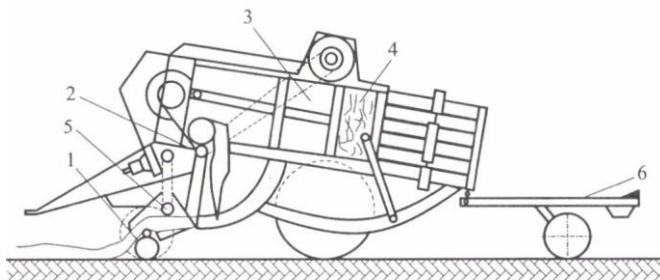


298. ábra. A Howard Big Baler működési vázlatá
 1 – lengőlap, 2 – kötözőfejek (3 db), 3 – kötözőtűk (3 db)

Nagy tömörségű hasábbálák készítésére alkalmas a 299. ábrán látható csúszódugattyús bálázó.

A felszedett széna az adagolón és az előtömörítőn keresztül jut a bálakamrába, ahol a folyamatosan mozgó dugattyú összepréseli.

Egy szénabála tömege eléri az egy tonnát is. Az üzemeltetéshez legalább 100 kW-os traktor szükséges. A gép működése hasonló a kisbálázókéhoz. A gépen több technikai újdonság is van, pl. előtömörítő kamra, kettős csomózószerkezet, a kimenő részen nem a felső lap, hanem az oldalfalak mozognak. A legfontosabb újdonság az addig megjelent gépekhez képest az erőérzékelő dugattyúrúd. Ha a tömörítőerő a bála előírt tömörségének megfelelő értéket meghaladja, akkor a gép hidraulikus munkahengerrel automatikusan tágítja a préscsatornát olyan mértékben, hogy a tömörség ne haladja meg az előírt mértéket. Így a kismértékben változó állapotú, nedvességtartalmú terményből is állandó tömörségű bálákat köt a gép. A kötözés éppúgy, mint a kis-bálázóknál, menet közben történik. A gépen 6 csőrös kötözőszerkezet van. Eltérés a hagyományos kötözőszerkezethez képest az, hogy itt a tű egy fellendülésére két csomót köt a szerkezet. Erre azért van szükség, mert a bálát körülfogó zsinég minden csomózónái két-két gombolyagból húzódik.



299. ábra. A Hesston 4800-as nagybálázó gép
 1 – rendfelszedő, 2 – tömörítő, 3 – dugattyú, 4 – préscsatoma, 5 – adagoló, 6 – gyűjtőkocsi

A gépből lassan kitolódó bálák a tarlóra csúsznak. A géphez két bála elhelyezésére

alkalmas gyűjtőkocsi is csatlakoztatható. A kocsi használatával a bálák kettésével maradnak a tarlón, így kevesebb időt vesz igénybe az összeszedésük. A kocsira rakás traktoros emelővel történik, ugyanis a bálákat – még a könnyebb szalmabálát is – csak több ember tudja megmozdítani.

Bálák és bálakazlak becsomagolása

A nagybálás technológiának egyik újabb változata a bálák becsomagolása. Itt az előfonnyasztott szénarendet hengeres bálázóval bebálázzák, majd a bálákat erre a célra készült géppel műanyag fóliába csomagolják. A csomagolást úgy kell végezni, hogy a bálában levegőtlen (anaerob) körülmények között tejsavas erjedés mehessen végbe. Az erjedési idő kb. 1 hónap. A kicsomagolt bálában lévő erjedt szénát lehet etetni.

A gépek vontatott vagy függesztett kivitelben készülnek. Közös vonásuk, hogy a hengeres nagybálát álló vagy fekvő helyzetben lassan forgatják, miközben a csomagoló műanyag fóliát gyorsan, hely-hely mellett körbetekeri a gép. A megfelelő bevonathoz 4 réteg szükséges. Ehhez 50–60 fordulatot végez a fóliatekerő szerkezet, ami kb. 10–15 másodpercig tart. Egyes típusokra rá kell tenni a bálákat, mások a földről menet közben veszik fel azokat. Újabban már készülnek egybeépített bálázó-csomagoló gépek is.

A holland Vicon cég kidolgozta a bálakazal becsomagolásának technológiáját. Ennél a bálákat nem egyenként csomagolják, hanem a nagybálákból rakott kazlat terítik le légmentesen fóliával. Itt az egész kazal esik át a tejsavas erjedésen. Hazai kísérletet végeztek a letakart kazal alól a levegő kiszívásával, a tömítetlenségek miatt azonban ez a próbálkozás nem volt igazán sikeres.

Szeckkázógépek

Szeckkázásnak a szálas takarmányok szádra merőleges metszéssel való aprítását nevezzük. A szeckkázás általában nem ad végterméket, hanem valamely technológia előkészítő művelete. A szeckkázott takarmány jobban kezelhető, fermentálható (szilázskészítés). Tápértéke jobban hasznosul, szállítása könnyen gépesíthető. Jól tömöríthető, kedvezőbb a tároló tér kihasználása és kisebb energiaráfordítással szárítható (lucernalisztgyártás). Az alkalmazott szeckkahosszúságot technológiai és gazdasági szempontok határozzák meg, másképpen fogalmazva a technológia által megengedett legnagyobb szeckkahosszúságot célszerű választani, mert a szeckkázógépek energiafelhasználása igen jelentős. Alomszalmánál pl. elegendő 60–80 mm-es, silózás vagy szárítás esetén azonban a 10–20 mm-es szeckkaméret az optimális. A szeckkahosszúságnak tehát nem a gépesítési lehetőségek szabnak határt, hanem a költségtényező, illetve a technológiai ésszerűség (így pl. a kukoricaszilázst az alapanyag takarmányozás-élettanilag szükséges rosttartalma miatt sem célszerű „túlaprítani”). Napjainkban a szeckkázógép alatt járvaszzeckkázó gépet értünk, amely a betakarítással egy menetben végzi az aprítást, a stabil szeckkavágók eltűntek a piacról, hiszen a legfőbb előnnyel, az olcsón gépesíthető alapanyag-szállítással nem versenyképesek.

A szecskázógépek felépítése

A szecskázógép felépítése egyszerű: állandó kerületi sebességgel forgó dobra vagy tárcsára szerelt mozgóképesek az állópengén megtámaszkodó terményt elmetszik, miközben a növényt tömörítő hengerpárok tolják az aprító szerkezet irányába. Ezt követi – hacsak a szecskázó nem közvetlenül „önkidobó” dobos, illetve tárcsás rendszerű – a gépek többségében a zöldanyag és a terményszemek utózúzására szolgáló rosta vagy hengerpár és a kihívást segítő dobóventilátor. A 300. ábra egy dobos szecskázógép működését mutatja. A szecskahosszúság beállítása a mozgókécek számának változtatásával, illetve az etetőszerkezet anyagtovábbító sebességének (fordulatszámának) módosításával történhet. A felszerelt mozgópengék számát csak akkor módosítjuk, ha feltétlenül szükséges, hiszen az egyrészt hosszadalmas szereléssel jár, másrészt károsan befolyásolhatja a szecskázódob kiegyensúlyozottságát is.

A gépen beállított szecskahosszúságot elméleti szecskahossznak nevezzük, mert ha a szecskahalmazt megvizsgáljuk, nem találunk két egyforma méretű részecskét, és egyik sem lesz pontosan a kívánt hosszúságú. Az elméleti szecskahosszúság számításakor ugyanis ki kell kötni a következő, gyakorlatban „teljesíthetetlen” feltételeket:

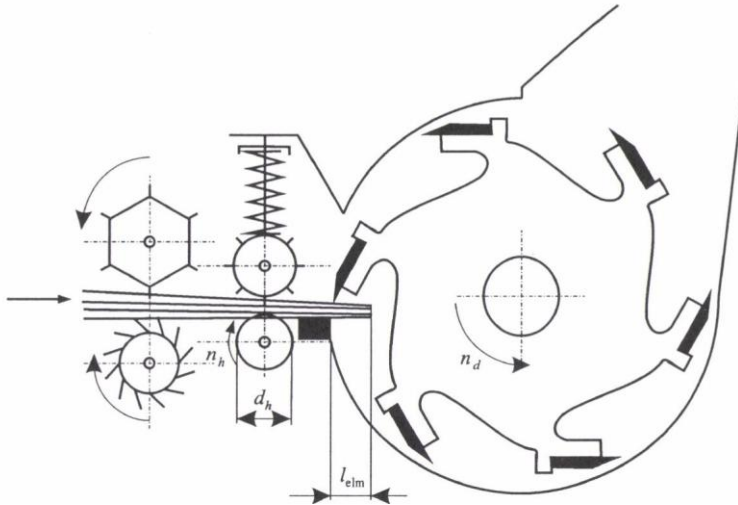
- a növény szára végtelen hosszúságú és átmérője elhanyagolhatóan kicsi,
- a növény nem csúszik meg az etetőszerkezet hengerein,
- a növényáram egy rétegű és homogén,
- a növény elötölása a mozgópengékre merőlegesen történik, és végül
- az etetőhengerek, valamint szecskázódob szögsebessége állandó és a legkisebb mértékben sem ingadozik.

Ezek után az elméleti szecskahossz az elötölési sebesség és a vágások között eltelt idő szorzataként kiszámítható. Az ábra jelöléseivel:

$$l_{\text{elm}} = v_e \cdot t = \frac{d_h \cdot \pi \cdot n_h}{k \cdot n_d}$$

Az etetőszerkezet a meghajtását általában a szecskázódobról kapja, így a két szerkezet közötti áttételt (i) behelyettesítve, az elméleti szecskahosszúság:

$$l_{\text{elm}} = \frac{d_h \cdot \pi \cdot n_h}{k \cdot n_d} = \frac{d_h \cdot \pi}{k \cdot i}$$



300. ábra. A dobos szecskázó szerkezet működési vázlatja

A dobos rendszerű járvaszecskázóval készített silókukorica-szecska hosszúsága bizonyítottan nem normális eloszlású. Valódi méretösszetételét jól közelíti az a síkbeli matematikai modell, amelynek lényege, hogy a halmaz három részeloszlás szuperpozíciójaként áll elő a következőképpen (SZENDRŐ, 1995):

$$h(x) = P f(x) + Q g(x) + R e(x),$$

ahol:

$h(x)$ – a halmaz közelítő sűrűségfüggvénye,

$f(x)$ – a tisztánvágott hányad (P) sűrűségfüggvénye (normális eloszlás),

$g(x)$ – a felaprított növény biológiai változékonyságából adódó (Q) törmelékhányad (egyenletes eloszlás), és

$e(x)$ – az etetőszerkezet alkalmasságát jellemző túlméretes hányad (R) sűrűségfüggvénye (parabolikus eloszlás).

A feltételezett (és több 10 000 darabszámú minták hosszúságmérési adataiból felvett hisztogramok, valamint elméleti megfontolások alapján bizonyított) részeloszlások sűrűség függvényei:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi} S_1} e^{-\frac{(x-m_1)^2}{2S_1^2}}, & \text{ha } 0 < x < m_2; \\ 0 & \text{egyébként,} \end{cases}$$

ahol m_1 és S_1 a szecskadarabok hosszának várható értéke, illetve szórása, m_2 pedig a maximális hosszúság;

$$g(x) = \begin{cases} \frac{1}{m_1}, & \text{ha } 0 < x < m_1; \\ 0, & \text{egyébként és} \end{cases}$$

$$e(x) = \begin{cases} \frac{3}{(m_2 - m_1)^3} (x - m_2)^2, & \text{ha } m_1 < x < m_2; \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases}$$

Végül a három részeloszlás ösztömege:

$$P + Q + R = 1, \text{ illetve } 100\%.$$

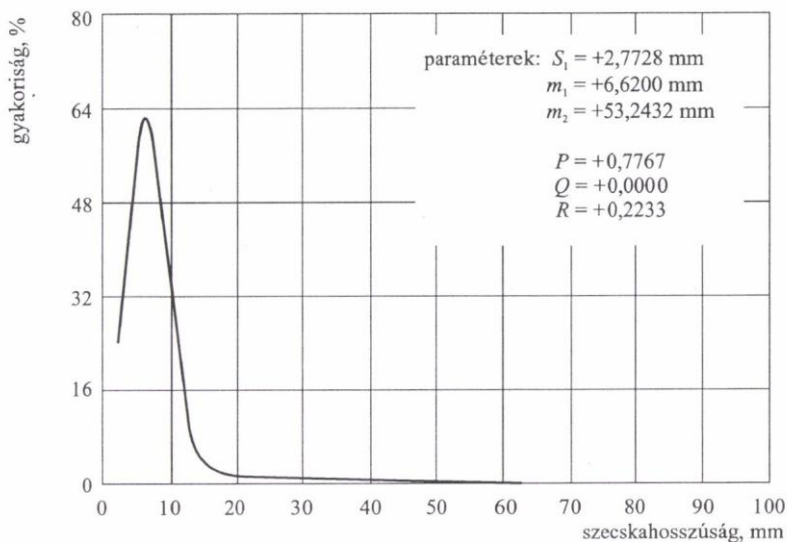
A szecskázókra jellemző S_1 , m_1 , m_2 , P , Q , R paraméterek ismeretében a gépek munkája egyedileg és összehasonlításban egyaránt jól minősíthető. Így a normális eloszlású hányad a szecskázódob, a túlméretes hányad az etetőszerkezet működésére utal, míg a törmelékhányad a felszecskázott növény szálméretével és biológiai változékonyságával van összefüggésben. Az elemzés ezen kívül alkalmas arra is, hogy az egyes szecskahosszúság-eloszlások esetében megadhassuk a közelítőleg jellemző átlag- és szórásértékeket, valamint a munkaminőségi előírásként ismert kvantilist, vagyis azt a szecskahosszúságot, amelynél rövidebb szecskák az egész sokaság adott százalékát teszik ki.

Rendfelszedővel összegyűjtött lucerna esetén a szálak véletlen térbeli elhelyezkedése és többszörös görbülsége figyelhető meg. Ezen kívül a szecskahosszúság és a növényi részek szecskázás előtti hosszúsága is nagyságrendekkel közelebb kerül egymáshoz. Így a törmelékhányad jelentősen megnő és nem értelmezhető többé egyenletes sűrűségfüggvényű eloszlásként. Ezért a szecskahossz eloszlásának $h(x)$ sűrűségfüggvényét a következő alakban célszerű keresni (a modellben P és R a Q eliminálódása miatt módosult értelmezést nyert):

$$h(x) = P \varphi \left(\frac{x - m_1}{S_1} \right) + (1 - P) \cdot e(x) \quad x \in (0, m_2)$$

$$e(x) = \begin{cases} \frac{3(x - m_2)^2}{m_2^3}, & \text{ha } 0 < x < m_2; \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases}$$

Az empirikus sűrűségfüggvényhez optimalizálással illeszthető fenti térbeli dekompozíciós modellnek négy független paramétere van (P , m_1 , S_1 , m_2), az ötödik paraméter $R = 1 - P$.



301. ábra. Sűrűségfüggvény-illesztés lucerna szecskára, Claas járvaszecskázónál (beállított szecskahosszúság: 5 mm)

Mindkét dekompozíciós modell, egyszerű empirikus adatfelvételt követően számítógéppel gyorsan paraméterezhető. Az eredmények pedig a korrekt munkaminőségi előírásoknál, illetve a konstrukció fejlesztés területén jól hasznosíthatók.

A szecskázógépek csoportosítása

Vontatás szerint:

- függesztett (nem terjedtek el Magyarországon),
- vontatott (2 vagy 3 keréken, kisgazdaságokban igen gyakori) és
- magajáró (leginkább elterjedtek és legnagyobb teljesítményűek) felépítésűek.

A szecskázószerkezet kialakítása szerint:

- tárcsás és
- dobos (hosszúdobos, ha a palást hosszmérete 1,2–1,5 m, illetve röviddobos, ha az 0,4–0,75 m).

Végül a zöldtakarmányok és szármadarványok szerényebb igényű betakarítására, lengőkésekkel szerelt vízszintes, a gép menetirányára merőleges tengelyű, vontatott kivitelű, önkidobó rendszerű szártépők is használatosak.

A jelenlegi nagy tömegáram-teljesítményű (100–150 t/h) szecskázógépek magajáró, röviddobos kivitelben készülnek (Claas Jaguar 880, New Holland FX-45, Mengele SF-

7000 stb.). Az ezredfordulóra a magajáró szecskázógépek motorteljesítménye eléri, sőt meghaladja a 400 kW-ot, tömegáram teljesítménye pedig a 200 t/h-t (SZENDRŐ, 1995).

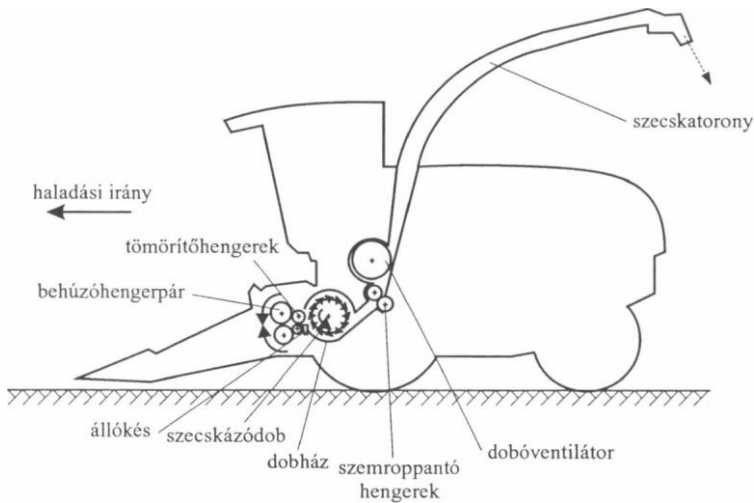
A járvaszecskázó gépek szerkezeti kialakítása

A főbb szerkezeti elemek szokásos elrendezését a 302. ábra mutatja.

A levágott terményt (lucerna, takarmánykeverék, silókukorica) a fogazott lécekkel ellátott behúzóhengerpár továbbítja a tömörítőhengerekhez. Az így tömörített, „elrendezett” anyaghalmoz a szecskázó szerkezet etető nyílásának alsó kontúrját adó állókésre kerül, majd azt az előtolás és a késkiosztás arányának ütemében a nagyfordulatú (1000–1200 1/min), páros számú késekkel ellátott szecskázódob fölaprítja. A dob által átadott mozgási energia hatására a szecska a dobház által megvezetve áthalad a hajtott szemroppantó hengereken, majd a dobóventilátor a szecskatornyon keresztül azt a gép mellett haladó pótkocsiba fújja. A kerekek mechanikus vagy hidraulikus hajtásúak, míg a hátsó kerekek hidraulikus kormányzásúak. Az energiaforrás dízelmotor, amely általában az igen komfortos, automatizált, fedélzeti komputerrel ellátott vezetőfülke és a szecskatorny mögött helyezkedik el. A szecskázódob hajtását ékszíjjal vagy kardántengellyel oldják meg. A szemroppantó hengerpárt (Com-Cracker) szükség szerint el lehet távolítani, ki lehet iktatni. A járvaszecskázó géphez igény szerint (lásd aratócséplő gép) kaszáló, rendfelszedő és silókukorica-betakarító (6–8–10 soros) adapter csatlakoztatható.

A vágás és a metszés fogalma

Vágásról akkor beszélünk, ha az anyagba hatoló késéinek nincs élírányú elmozdulása, ugyanakkor metszéskor a késéinek – az anyaghoz viszonyítva – van élírányú sebességkomponense. Ezzel a szecskázás kisebb energiafelhasználással végezhető és növekszik az éltartósság is.

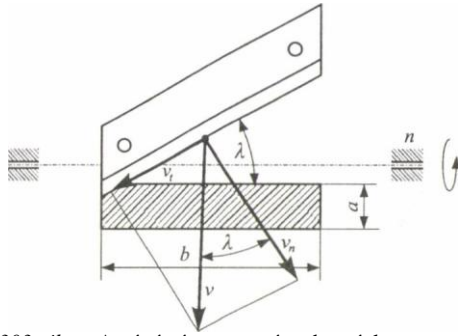


302. ábra. A magajáró szecsckázógép felépítése

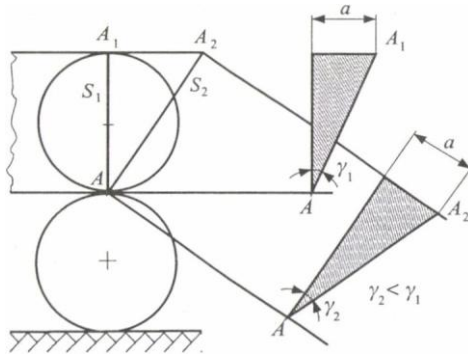
A modem szecsckázógépek majd mindegyike metszést végez. Az élírányú sebességkomponenst [amely a kés élszögének (γ) „látszólagos” csökkenésével szemléltethető és amelynek hatására kisebb lesz az anyagbahatolási ellenállás, (303. ábra)] a gyakorlatban az álló-, illetve a mozgópenge szögrendezésével alakítják ki ($\lambda = 8-15^\circ$), de történnek sikeres kísérletek vezérelt késekkel szerelt szecsckázódob kialakítására is (SZENDRŐ-SZABÓ-NAGY, 1997). Metszéskor a pengeél hosszabb utat tesz meg, mint vágáskor. A vágással megtett út $s_1 = AA_1$ ugyanis kisebb, mint $s_2 = AA_2$ (304. ábra). *Gorjacskin* kimutatta, hogy a vágási munka $Fs = \text{állandó}$. Tehát a hosszabb s úton végzett metszéshez kisebb erő szükséges. Az energiamegtakarítás magyarázata pedig röviden az, hogy a vágási irányhoz képest mellékmozgásnak tekinthető késelmozdulás hatására csökken a késél- és a késoldal-növény súrlódás, valamint a vezérelt ún. „vibrációs” kések esetében a vágás előtti, hasonlóképpen energiaigényes száldeformáció is.

A szecsckázás erőtani viszonyai

A 305. ábra alapján a kések sebességviszonyai mellett az is megfigyelhető, hogy a P pontban ható normális irányú (N) és élírányú súrlódási T erővel – állandó sebességű mozgást feltételezve – az F_K kerületi és a csapágyban keletkező F_A erő tart egyensúlyt.



303. ábra. A vágás és a metszés sebességkomponensei



304. ábra. Az él útja vágáskor és metszéskor

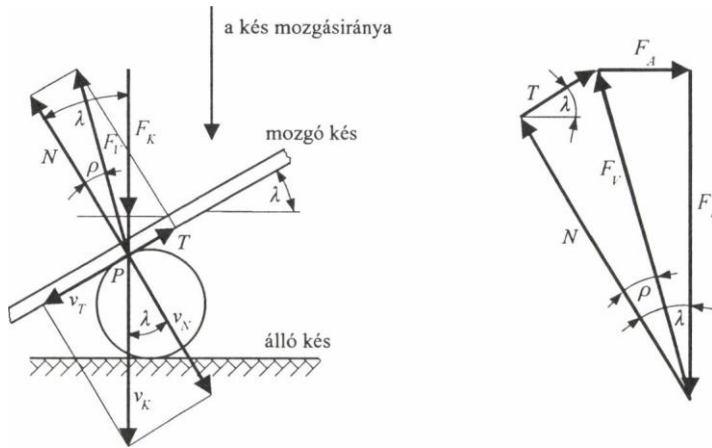
Vagyis a vektorsokszög alapján:

$$F_K = N \cdot \cos \lambda + T \cdot \sin \lambda.$$

A mozgásbeli súrlódás miatt:

$$T = \mu \times N, \text{ ezért } F_K = N(\cos \lambda + \mu \times \sin \lambda).$$

Tekintettel arra, hogy $\lambda = \text{állandó}$, a kerületi erő változása, adott vágószerkezet esetén, csak a súrlódási tényezőtől és a normális irányú erőtől függ, így az elrendezés nyilvánvaló előnye a párhuzamos egymás felé hatoló élek között lejátszódó nyíráshoz viszonyított kisebb ún. „metszési” energiaigény (SZENDRŐ, 1995).



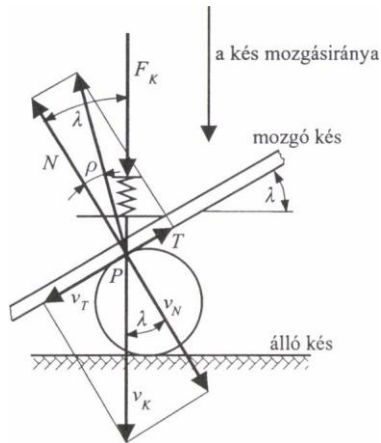
305. ábra. A merev csúszóvágás elve

Energiatakarékos, ún. „vibrációs” szecskázódob-kialakítások

Multikátor

Az energiaigény tovább csökkenthető, ha a kések folyamatos forgó mozgására egy élrányú rezgőmozgást szuperponálunk. De egy ilyen szecskázó csak akkor lehet életképes, ha az élrányú késmozgást bonyolult, költséges és nagy működtetési energiaigényű szerkezet nélkül sikerül megvalósítani. Ilyen megoldást jelent a multikátor, amelynél a szecskázás energiaigényének a változása (a nem egyenletes anyagáram) kelti az élrányú rezgéseket.

A kerületi erő (F_K) ekkor nem közvetlenül a késre, hanem egy közbeiktatott előfeszített rugóra hat (306. ábra). A metszési ellenállás növekedésekor a rugó összenyomódik, csökkenésekor pedig lazul. Ez rezgésbe hozza a kést. A rezgéssebesség v_k irányú eredő amplitúdója a kés λ szög alatti elhelyezése miatt szintén normális és élrányú komponensekre bontható, vagyis a kés metszés közben úgy viselkedik, mintha az anyaghoz viszonyítva élrányban és arra merőlegesen is rezegne (SZENDRŐ, 1995). Így a kések él-, valamint hátfelülete és az azzal érintkező anyag tömeg között javulnak a súrlódási viszonyok, a nyugvásbeli súrlódás helyett a mozgásbeli súrlódás lesz a jellemző. Ez pedig energia megtakarítással jár. A szerkezet alkalmazása, ha azt minimális késél-elmozdulásra méretezzük, a szecskázás munkaminőségét nem befolyásolja.



306. ábra. A rezgő csúszóvágás elve

Vibro-Cut szecskázó

A közelmúltban kialakított új rendszerű szecskázódob működési elve szintén abból az elméleti megfontolásból indul ki, hogy a szecskázás energiaigényének csökkentése érdekében a késeket célszerű vágás közben éllírányban is elmozdítani. Ehhez a szecskázódobot a hossztengetyére merőlegesen a palást mentén kettéosztották. A dobfelek és ezzel a mozgókések ellentétes irányú kis amplitúdójú, de nagy frekvenciájú elmozdulását egy célszerűen kialakított vezérlősík hozza létre úgy, hogy a dobfelek forgás közben egymással szemben rezegjenek. Így a tömegezők tengelyirányban kiegyenlítettek (SZENDRŐ–SZABÓ–NAGY, 1998).

Az etetőszerkezet technológiai méretezése

Az etetőszerkezet általában hengerpárokból áll, amelyek feladata a szálal anyag behúzása, rendezése, tömörítése és továbbítása a szecskázó szerkezethez. Technológiai méretezése gyakorlatilag a tömörítőhengerek átmérőjének megválasztását jelenti, amely egy optimalizálási feladat, hiszen két ellentétes feltételnek kell egyszerre eleget tenni. Nevezetesen: minél nagyobb a henger átmérője, annál kevésbé csúszik meg rajta az anyag, ugyanakkor a véglevágási veszteség csökkentése érdekében törekednünk kell a lehető legkisebb hengerátmérő kiválasztására, vagyis hogy ezáltal az etetőszerkezetet minél közelebb helyezhessük el a szecskázódob palástjához. A megoldást a hengerek felületének bordázása és a többlépcsős tömörítés együttes alkalmazása jelenti (TÓTH, 1998).

A behúzás feltétele

A tömörítőhenger felületén ébredő nyomás a 307. ábra szerint alakul. Tételezzük fel, hogy a felületi terhelés eredője az ε átfogási ív szögfelezőjének irányába esik, amely a valóságosnál kedvezőtlenebb helyzetet mutat, ezért a szerkezetünk kevésbé lesz érzékeny a súrlódási viszonyok megváltoztatására. A tömörítőhenger akkor képes behúzni az

anyagot, ha a súrlódó erő (S) horizontális komponense nagyobb vagy egyenlő, mint a felületi terhelés vízszintes összetevője (H), vagyis

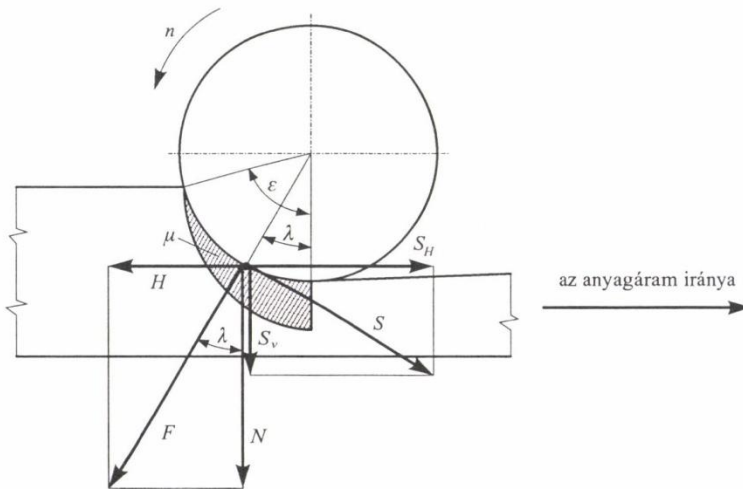
$$S_H \geq H; \text{ kifejtve:}$$

$$\mu \cdot F \cdot \cos \lambda \geq F \cdot \sin \lambda$$

$$\mu \geq \frac{\sin \lambda}{\cos \lambda}$$

$$\operatorname{tg} \rho \geq \operatorname{tg} \lambda$$

$$\rho \geq \lambda$$



307. ábra. A szálbehúzás feltétele az etetőhenger erőviszonyai alapján

A minimális hengerátmérő meghatározása

Az etetőhengerek átmérőjét a tömörítés mértéke szabja meg. Ha a -val jelöljük a vágószerkezet szájnylásának méretét, vagyis az állópenge hosszát, A -val a laza takarmány vastagságát, az anyagáram és az r sugarú behúzóhenger közös íve pedig ϵ középponti szögű, akkor a behúzáshoz szükséges hengerátmérő (d) az

$$\frac{A-a}{2} = r(1 - \cos \epsilon) \quad \text{összefüggés alapján:}$$

$$d = \frac{A-a}{1 - \cos \epsilon}.$$

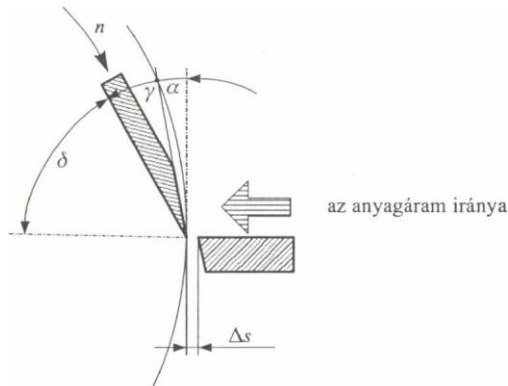
A szecskázókések jellemzői

A szecskázószerkezet mozgókéseinek beállítását a 308. ábra szemlélteti. A mozgó- és állópenge közötti rés $\Delta h = 0,1-0,3$ mm, az etetőhengerek által előretolt anyag és a késfelület közötti súrlódást csökkentő elhelyezési szög: $\alpha = 5-10^\circ$, az élszög: $\gamma = 20-30^\circ$, végül a hátszög: $\delta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$.

A kések élezése legtöbb szecskázónál beépített köszörűvel történik. Ilyenkor az elhelyezési szög általában 0° , ami kismértékben növeli a vágási ellenállást. Olyan konstrukciók esetén viszont, amelyeknél a szecskahosszúság tág határok között állítható, α elérheti a 25° -ot is. Nagyságát ilyenkor a gépen beállítható legnagyobb előtolás (e) és a mozgókés szélessége (s) határozza meg:

$$\sin \alpha = \frac{e}{s},$$

ebből a kés szélessége, a szecskázódob átmérőjével (d_d) és a szögelfordulással (φ):



308. ábra. A szecskázókés jellemző szögei

$$s = \varphi \cdot \frac{d_d}{2}.$$

Az előtolás a dob φ szögelfordulása alatt:

$$e = \frac{d_h}{2} \cdot \frac{\varphi}{i},$$

ahol d_h az etetőhenger átmérője és i a dob és az etetőszerkezet közötti legkisebb áttétel.

Ezek után:

$$\sin \alpha = \frac{\frac{d_h \cdot \varphi}{2 \cdot i}}{\frac{d_d \cdot \varphi}{i \cdot d_d}} = \frac{d_h}{2} \cdot \frac{i \cdot d_d}{d_d} = \frac{d_h \cdot i \cdot d_d}{2 \cdot d_d} = \frac{d_h \cdot i}{2}$$

Az élszög γ nagyságát célszerű minimálisra választani, de arra ügyelni kell, hogy az él a rá ható nyomást és az oldalerőket szilárdsági szempontból elviselje. Az élesség ugyan szoros kapcsolatban áll az élszöggel, de a kés éle sohasem egy elhanyagolható vastagságú vonal, hanem a kopottságtól függően kisebb nagyobb lekerekítési sugarú és mérhető szélessége van. Jelöljük az él szélességét ρ -val, az élhosszt l -lel és az anyag folyási szilárdságát σ_p -vel, ekkor az éllenállás (a hasznos vágóerő):

$$F_d = \rho \cdot l \cdot \sigma_p.$$

A szecskázási ellenállások csökkentése érdekében a mozgópengét a szecskázódobra úgy szerelik fel, hogy az állópengével λ hegyesszöget zárjon be. Ekkor (mint arra már a metszés értelmezésekor kitértünk) a késnek élírányú sebességkomponense (v_t) is van és a főmozgás irányába eső súrlódási ellenállás jelentősen csökken.

Tárcsás szecskázóknál az álló- és mozgópenge által bezárt szög (λ) a metszés során folyamatosan változik, így a csúsztatási sebesség sem állandó. Részben emiatt, részben a metszési ponthoz tartozó sugár változása miatt a hajtó nyomatékigény sem egyenletes. Speciálisan hajlított (logaritmikus spirális alakú) kések alkalmazásával a nyomatékingadozás csökken ugyan, de a kések gyártása és élezése aránytalanul nehezebb. A λ szög felső határértékét az határozza meg, hogy az anyag a metszés során ne csússzon ki a pengék közül, alsó határértéke pedig a metszés feltételéből adódik. Vagyis ha ρ_1 a mozgópengén, ρ_2 pedig az állópengén mérhető súrlódási félkúpszög, akkor az alternáló kaszánál leírtak szerint:

$$\rho_1 \leq \lambda \leq \rho_1 + \rho_2.$$

A szecskázást követő szerkezetek, így pl. a zúzó rosta vagy hengerpár és a szecskagyorsító dobóventilátorok elméletére itt nem térünk ki.

8.3. Gyökgumós termények betakarításának gépei

A cukorrépa betakarításának gépei

Termesztett növényeink közül területegységre nézve a cukorrépa (*Beta vulgaris*) adja a legtöbb kalóriát. Mellékterméke a répafej, a répaszelet és a melasz, mind szénhidrátban gazdag takarmányok.

Az átlagos terméshozam 35–45 t/ha, azonban egyes kedvező adottságú helyeken eléri a 60–70 t/ha-t is. A termesztés eredményessége nem csak a terméshozammal, hanem a hektáronként „megtermelt” cukormennyiséggel is megadható. Egyes nyugat-európai országokban ez a szám 8–10 t/ha, hazánkban országos átlagban 5–6 tonna cukor „terem” egy hektáron. A sortávolság csaknem kizárólag 45 cm, az optimális tőszám 80–100 ezer db/ha között van. Ahhoz, hogy kiszedéskor ennyi legyen a tőszám, természetesen valamivel többet kell vetni. A répa cukortartalma 13–16%, ami a tárolás során még csökken. A januárban feldolgozott répa cukortartalma, még gondos tárolás esetén is csak 10–12%. A kinyerhető cukor tehát a feldolgozási időtartam alatt csökken. Az egész feldolgozási szezonra vonatkoztatva a megtermelt répából mintegy 9–10% cukor készíthető.

Répa betakarítási technológiák, agrotechnikai követelmények

A répa betakarítás fő műveletei a fejezés, a kiszedés, a répa tisztítása, gyűjtése. Ezek elvégzésére alakították ki a fő szerkezeti egységeket, amelyek különböző kombinációjával a gépek számos változata és többféle betakarítási technológia alakult ki.

A betakarítási technológiákat aszerint csoportosítjuk, hogy a betakarítás során mi történik a répával, illetve a répafejjel, továbbá a betakarítást hány menetben végzik el.

Ezek alapján a következő betakarítási technológiákat különböztetjük meg:

- egymenetes betakarítás,
- kétmenetes betakarítás,
- hárommenetes betakarítás.

Egymenetes technológiánál a répa fejezése, a kiszedés, a répa gyűjtése, esetleg a leveles répafej gyűjtése egyetlen géppel, a répakombájnnal történik. A gép elhaladása után nem marad répa sem a földben, sem a felszínen.

A kétmenetes betakarításnak eddig két változata alakult ki:

A változat: Az 1. menetben a fejezőgép lefejezi a répát és a levélzetet kocsiba gyűjti vagy szétszórja a földön. A 2. menetben a kiszedő kiszedi, megtisztítja és kocsiba gyűjti a lefejezett répát.

B változat: Az 1. menetben a fejezővel és kiszedővel felszerelt gép halad el, ami után a lefejezett répa és a levél renden marad. A 2. menetben a rendfelszedő gép felszedi, tisztítja és kocsiba rakja a répát.

A **B** változat eddig készült gépeivel a leveles répafejet nem lehet begyűjteni, egyes újabb változatoknál azonban a lemart levélzet is kocsiba gyűjthető.

A hárommenetes betakarításnál a fejezést, a kiszedést, a rendfelszedést külön menetben erre a célra készült gépekkel végzik.

Először az egymenetes 1–2 soros betakarítógépek alakultak ki. Ezeket elsősorban a nyugat-európai kisgazdaságok részére gyártották. Ezt követte a hárommenetes betakarítási technológia, amelynek gépei a teljesítmény növelése céljából már hatsoros kivitelben készültek. A fejlődés utolsó – és még ma is tartó – szakaszában a hatsoros kétmenetes gépek dominálnak, de megfigyelhető a nagy teljesítményű hatsoros egymenetes betakarítógépek térhódítása is. Ezek alkalmazása gazdaságossági, munkaszervezési és energetikai okokra vezethető vissza.

A hetvenes években bevezetett hárommenetes technológiát ma már nem alkalmazzák.

A cukorrépa betakarításával kapcsolatos agrotechnikai követelmények a veszteségekre és a minőségre vonatkoznak. Az összes veszteséget a fejezési, a kiszedési és a felszedési veszteségek alkotják.

- az összes veszteség ne haladja meg a 10%-ot,
- a fejezési veszteség ne haladja meg a 4%-ot,
- a kiszedési veszteség max. 3% lehet,
- a felszedési veszteség legfeljebb 3% lehet.
- a jól fejezett répák aránya 80% fölött legyen,
- a répa sérülése max. 5%,
- a kiszedett répa tisztasága legalább 90% legyen.

A betakarítógépek fő szerkezetei

Fejezőszerkezetek

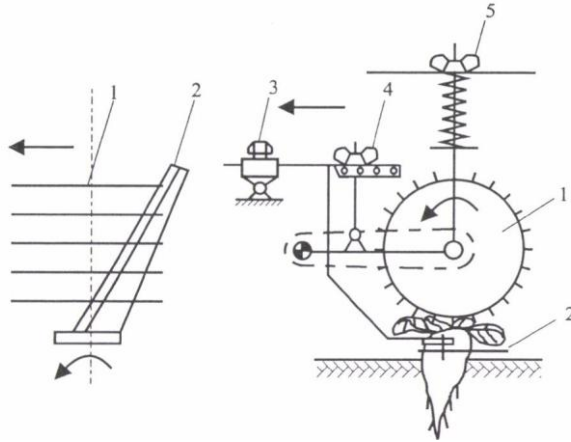
Cukorgyártás céljára csak a fej nélküli gyökértest alkalmas, ugyanis a nitrogéntartalmú levélrészek rontják a cukorkinyerés hatásfokát. A leveles répafej közvetlenül a fejezés után zölden vagy besilózva takarmányként hasznosítható. Tömege kb. ugyanannyi, mint a gyökértermésé.

A fejezőszerkezet lehet:

- állókéses,
- forgókéses vagy
- maró rendszerű.

Allókéses fejezőszerkezet

Az állókéses fejezőszerkezet működési vázlatát a 309. ábrán látható. A hajtott tapogatótárcsa a kés előtt halad. Fordulatszámja 10–15%-kal nagyobb, mintha a talajon gördülne, ennek következtében „felmászik” a földből kissé kiálló répára anélkül, hogy kidöntené. A tapogató répára nehezedő tömegét tehermentesítő rugó csökkenti.



309. ábra. Az állókéses fejezőszerkezet vázlatja
 1 – tapogatótárcsa, 2 – kés, 3 – késállítást előre-hátra, 4 – késállítást le-föl

A kés az állítószerszerkezettel le-föl, előre-hátra állítható. A kés akkor van helyesen beállítva, ha a vágás megkezdése pillanatában a tapogató a répa tetején áll. Ettől eltérő beállításkor a kés repesztheti a répafejet, ami veszteséggel jár. Veszteséggel jár a túlfejezés is.

Általánosan érvényes, hogy a normálisnál 1 cm-rel nagyobb fej levágásakor kb. 8%, 2 cm-nél 15%, 3 cm-nél pedig már 22% a gyökérvesztés. Itt normális fejezés alatt az a fejmagyság értendő, aminek a levágása után nem marad zöld rész és rügy a répán. Kézi fejezésnél itt vágják le a fejet.

Az állókéses fejező előnye, hogy a levágott leveles répakorona begyűjthető, és takarmánnyként hasznosítható. A betakarított leveles répafej szennyeződése egyébként max. 1,5% lehet. A fejezőszerkezet egyszerű kivitelű, olcsón előállítható.

Az állókéses fejező hátránya, hogy a tapogatókerék a többnyire vastag „levélpárnán” keresztül nehezen igazodik a különböző magasságú répákhoz. Ez határt szab a munkasebességnek, ami általában 4 km/h körüli érték. Ennél nagyobb sebességnél romlik a munka minősége. További hátránya, hogy csak aránylag tiszta, kevésbé gyomos répatáblán dolgozik megfelelően.

A kés vonóerő-igénye

A kés, valamint a késfelfogó mechanizmus méretezéséhez tájékoztatásul szolgálhatnak az eddigi kísérletek eredményei. A fejezőkés talajvályúban mért ellenállását a késői szögállásának függvényében a 310. ábra szemlélteti.

A haladási iránnyal $\gamma = 45^\circ$ -os szöget bezáró merev késre ható erőket a 311. ábra szemlélteti.

Az értékeket laboratóriumban mérték. A függőleges tengelyen látható erőértékek 1 cm répaátmérőre vonatkoznak.

A vízszintes késellenállás:

$$F_x = F_0 + F_s = F_0 + F_Q - \operatorname{tg} \rho,$$

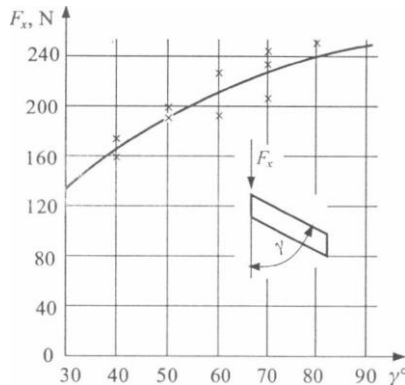
ahol:

F_0 – a vágáshoz szükséges erő $F_0 = 0$ esetén,

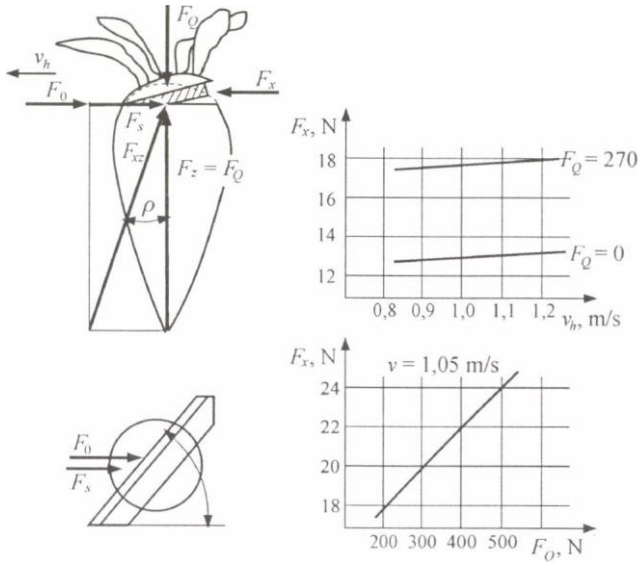
F_s – a súrlódásból származó ellenállás,

F_Q – a kés függőleges terhelése,

ρ – a súrlódási félkúpszög, $\mu = 0,12\text{--}0,16$ érték alapján számolható.



310. ábra. A merev fejezőkés talajvályúban mért ellenállása a késél szögállásának függvényében



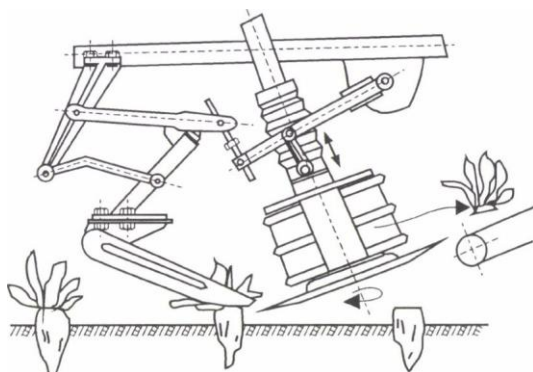
311. ábra. A merev fejezőkésre ható erők

Forgókéses fejezőszerkezet

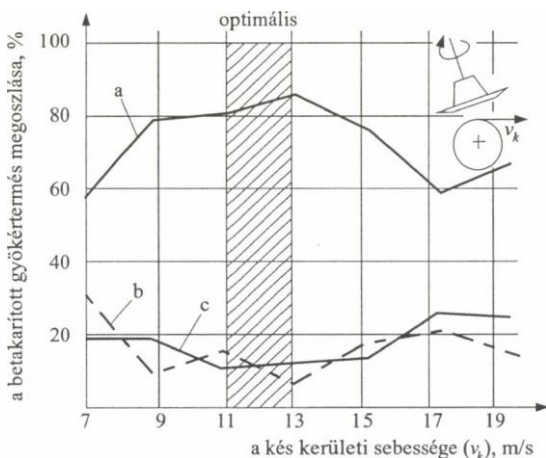
A forgókéses fejezőszerkezet működési vázlatát a 312. ábrán látható. A forgó tárcsa előtt halad a csúszó tapogató, ami rávezeti a tárcsát a répára. A beállításra vonatkozólag itt is

érvényes az állókéses fejezőnél elmondott „szabály”, amely szerint a tapogató és a kés közötti vízszintes távolságot – az átlagos répaátmérő figyelembevételével – úgy kell beállítani, hogy a kés akkor kezdje vágni a répát, amikor a tapogató a répa tetején van. Ezzel biztosítható, hogy a késéi a vágáskor vízszintesen haladjon, mert így nem repeszti a répát.

A fejező munkaminőségét erősen befolyásolja a kés kerületi sebessége. A fejezés munkaminőségének alakulását a kés kerületi sebességének függvényében a 313. ábra szemlélteti. Az optimális késsebesség az ábra szerint 11–13 m/s (sraffozott rész).



312. ábra. A forgókéses fejezőszerkezet



313. ábra. A forgókéses fejező munkaminőségének alakulása a kerületi sebesség függvényében
a – sima vágás, b – repesztett felület, c – törött répa

A fejezőtárcsa agyán lévő terelők a levágott leveles répakoronát a felhordóra sodorják. A tárcsát kezdetben egy darabból, csipkézett éllel készítették. Egy tárcsán 10–12 csipke volt. Ennek az volt a hátránya, hogy törés esetén az egész tárcsát ki kellett cserélni. Rászegecselt kaszapengékkal is kialakítható a vágófelület. Ennek előnye, hogy törés esetén csak a törött kaszapengét kell cserélni.

A tárcsaátmérő kb. 400 mm, a tengely előredőlési szöge 15–25°.

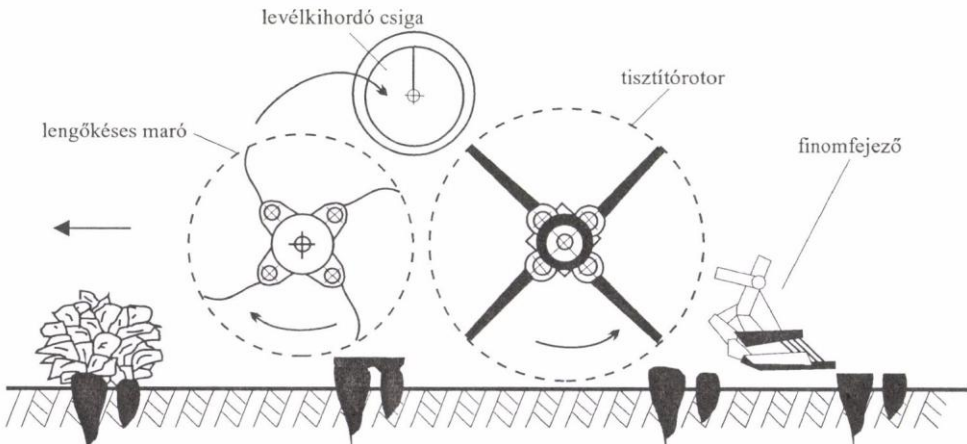
Maró rendszerű (rotoros) fejezőszerkezet

A maró rendszerű fejezőszerkezet működési vázlatát a 314. ábrán látható. A répa levélzetét néhány mm-es csomókig a lengőkéses maróhenger távolítja el, melynek kerületi sebessége 25–30 m/s. A lemart levélzet a kihordócsigán át távozik a gépből, és rendszeren marad vagy kocsiba gyűjthető. A levélzettől megszabadított répasorokat gumituskós rotor tisztítja meg, ami megkönnyíti a kés munkáját, és jól láthatóvá teszi a sorokat.

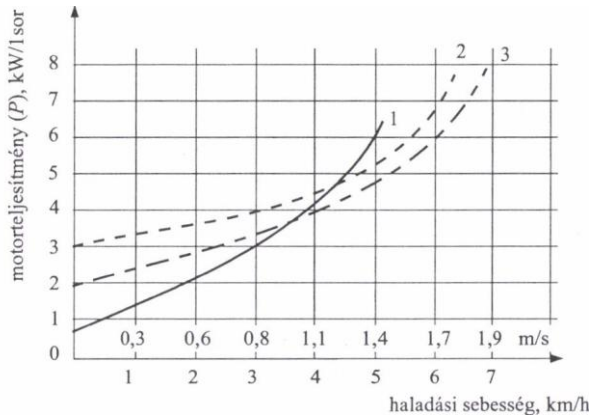
A finomfejező (skalpoló) a levélcsomós répakoronát távolítja el, ami a földre hull, ezért nem gyűjthető. A maró rendszerű fejezőnek előnye a másik két rendszerrel szemben, hogy nagy tömegű levélzet esetén is pontos fejezést végez. Hátránya a nagyobb energiaigény és az, hogy a répakorona nem gyűjthető. Utóbbi ma talán már nem is igazán hátrány, mert már csak elvettve találhatók olyan gépek, amelyek a leveles répafejet is gyűjtik.

A lemart levélzet tápértéke répakorona nélkül elég kicsi, ezért nem érdemes gyűjteni. Nehézség a szállítása is, mert a roncsolt levélfelület miatt az anyag levet ereszt, ami kifolyik a szállítójárműből.

Valamennyi fejezőgép jó munkájának fontos előfeltétele az egyenletes talajfelszín és az egyenletes tőtáv, továbbá, hogy a talajból kiálló réparész nagyjából azonos magasságú legyen. Ez utóbbi fajtakérdés. A tőtáv egyenletessége viszont pontos vetéssel javítható.



314. ábra. A maró rendszerű fejezőszerkezet működési vázlatát



315. ábra. A fejezőszerkezetek egy sorra jutó teljesítményigénye
1 – állókéses, 2 – forgókéses, 3 – marórendszerű (MÉMMI, 1974)

A fejezőszerkezetek egy sorra jutó motorteljesítményének alakulását a haladási sebesség függvényében a 315. ábra szemlélteti.

Kiszedőszerkezetek

A gyökertermést tüskés-villás, késes és tárcsás kiszedővel emelhetjük ki (316. ábra).

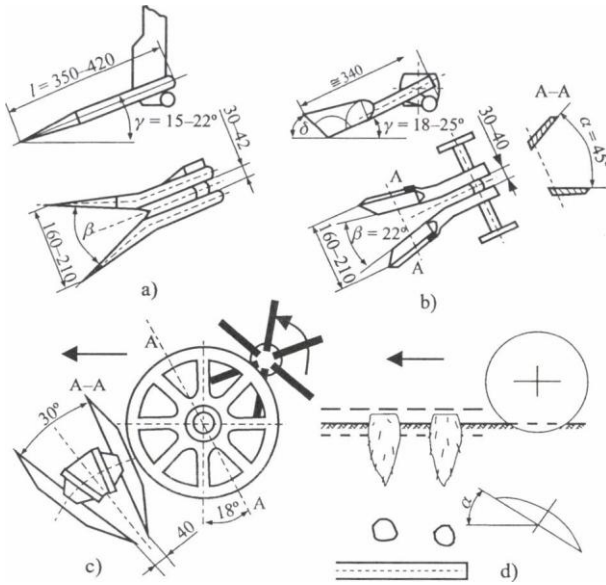
A tüskés-villás és merevkéses kiszedő nyitott V alakban előreáll, és a menetközben fellépő ékhatás következtében fokozatosan emeli ki a répát.

A küllős-tárcsás kiszedő két acél tárcsából áll, amelyek előre felé nyitott V-alakban, oldalirányban jobbra-balra döntött helyzetben állnak. Ezt a szerkezetet legelőször a John Deere cég (USA) alkalmazta. Később az eredeti ötlet felhasználásával ez a szerkezet némi változtatásokkal nyugat- és kelet-európai országokban gyártott gépeken is megjelent.

A tárcsáknak a talajba merülő részén az ékhatás szintén érvényesül. Az eredeti változaton mindkét tárcsa szabadon forgott, így azokat menet közben a talaj hajtotta. Újabb változatnál az egyik tárcsa szabadon elforoghat, míg a másik tárcsa hajtva van. Így a tárcsák a közrefogott répát „kinyomják” a talajból és forgás közben megemelik azt. Amiatt, hogy az egyik oldali tárcsa hajtva van és ennek következtében a másiknál valamivel gyorsabban forog, a tárcsák a kiemelt répát a függőleges tengelye körül megforgatják, ami elősegíti a répáról a talaj leválasztását. Az egyik oldali tárcsa meghajtása azért is előnyös, mert csökkenti a vonóerőt. A tárcsák által kiemelt répát gumituskós rotor „pofozza” hátrafelé a tisztító csillagokra.

A gömbsüvegtárcsás kiszedőnél a sor mellett egyik oldalon a talajlazító tárcsához hasonló gömbsüvegtárcsa halad, míg a másik oldalon, a tárcsánál kissé előbbre, sekélyen a talajba mélyedő lazítóvas helyezkedik el. A szabadon csapágyazott tárcsát a talaj forgatja. A lazítóvas által meglazított répát a csaknem a sor vonalában haladó tárcsa fordítja ki a talajból. A kiszedéssel járó mozgás közben a répáról a föld egy része lehull. A répa a föld felszínén marad, amit a kiszedő után járatott rendfelszedő-kocsirakóval szednek össze. Kiszedéskor a tárcsán fellépő erőhatás a gépet a tárcsa domború oldala felé igyekszik

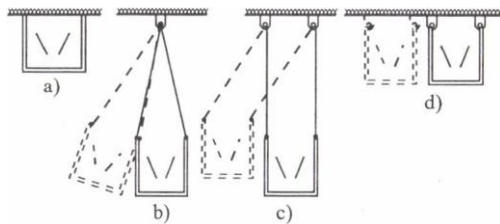
elmozdítani. Ahhoz, hogy ez az erőhatás kiegyensúlyozódjon, 3 sornál a tárcsa a haladási irányhoz képest balra áll, 3 sornál jobbra áll. A gömbsüvegtárcsa átmérője kb. 450 mm, a haladással bezárt szöge 20–25°.



316. ábra. Répakiszedő szerkezetek
 a) tüskés-villás kiszedő, b) késes kiszedő,
 c) küllős-tárcsás kiszedő, d) gömbsüvegtárcsás kiszedő

A kiszedőket úgy kell beállítani, hogy a répa ne törjön be túl hosszan a talajba, de mély barázda se keletkezzen a kés után. A sekély késállás miatt ugyanis a kiszedő sok répát elhagy, a mély késállás fölösleges energiapazarlással jár, továbbá talajnedvesség-vesztést okoz.

A merevkéses kiszedőknek a géphez való kapcsolására többféle változat alakult ki. Ezek elvi vázlatát a 317. ábra szemlélteti.



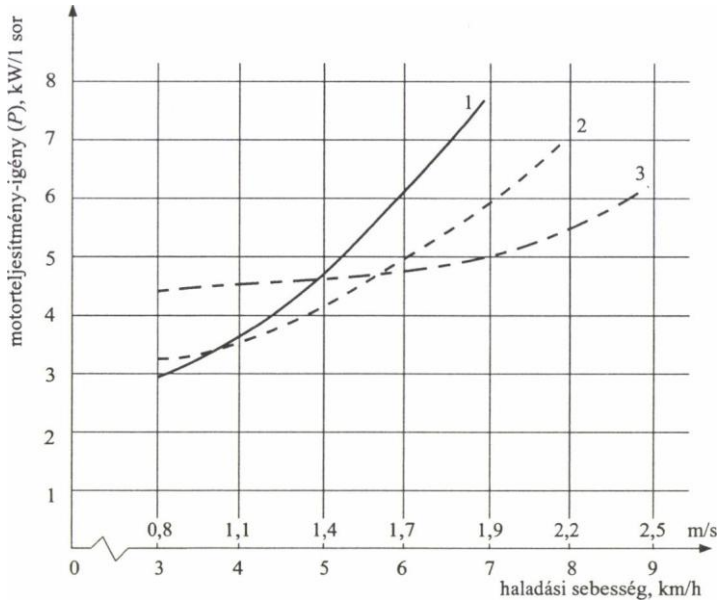
317. ábra. Merevkéses kiszedők felfüggesztésének változatai
 a) merev, b) íngás, c) paralelogrammás, d) görgős

A merev késfelfogás egyszerű megoldás, amelynél a kés csak a géppel együtt mozoghat. Az önbeálló változatok (b, c, d) lehetővé teszik a gép oldalirányú kitérése esetén (pl. kormányzási hiba) a kiszedő soron maradását, és ezáltal a veszteség (elhagyás,

belehasítás a sorba) csökkentését.

Az utóbbi években egyre nagyobb arányban alkalmazzák az ún. vibrációs kiásószerkezetet. Ennél a megoldásnál a késtartókat egy 4–5 mm löketű, 300–400 1/min fordulatszámú körhagyo tárcsával mozgatják, és így a répagyökér törésmentesen szedhető ki a talajból. Ez a megoldás is készül sorkövető, „önbeálló” változatban.

A kisedőszerkezetek motorteljesítmény-igénye (318. ábra) a sebesség növelésével igen intenzíven nő. A haladási sebesség növelése emeli a kisedési veszteséget is. A kisedők teljesítményigényének irányérte 4–6 km/h sebességhatárok között 4–6 kW.



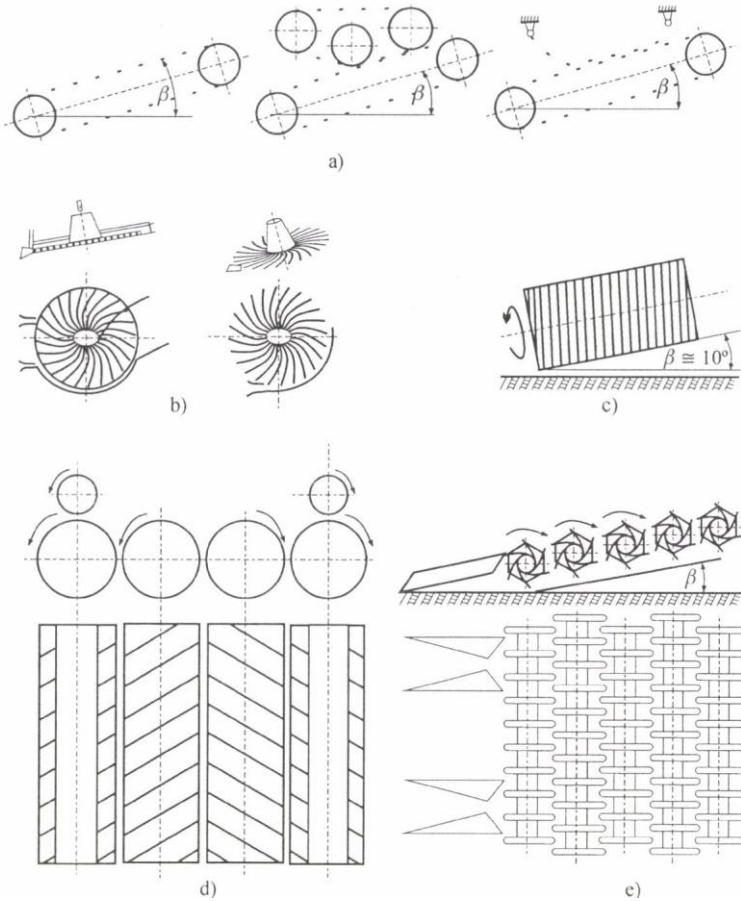
318. ábra. Cukorrépa-kisedő szerkezetek egy sorra jutó teljesítményigényének alakulása
1 – merevképes, 2 – küllős-tárcsás, 3 – gömbfüvegtárcsás

Földelválasztó és tisztítószerkezetek

A kisedett répával kiemelt rögöt, a gyökerek felületére tapadt földet el kell távolítani. E célra szolgálnak a kisedőgépekre szerelt különböző kivitelű földrosták és tisztítószerkezetek (319. ábra).

A felhordórostélyok (319/a ábra) sebessége a 3 m/s-ot is elérheti. A leggyakrabban 1,8–2,0 m/s sebességgel dolgoznak. Hosszuk 1,5–2,0 m, lejtésük 10–15°.

A forgórostélyokat (319/b ábra) a nehéz talajokra tervezték. Huzalátmérőjük 12–16 mm, a rotor átmérője 0,8–1,2 m. Kerületi sebességük 2–5 m/s.



319. ábra. Földrosták és tisztítószerkezetek változatai cukorrépa-betakarító gépeken
 a) felhordórostélyok, b) forgórostélyok, c) forgó dobrostély, d) spirálbordás henger, e) csillagrostély

A forgó dobrostély (319/c ábra) csak az egy- és kétsoros gépeken alkalmazható. Átmérője 1,0–1,2 m, hossza kb. 1,2 m, $k = r \cdot \omega^2 / g = 0,5–0,7$. Az anyag áthaladási ideje a dobon 1,2–2,2 s, átérésztőképessége 15–25 t/h.

A spirálbordás henger (319/d ábra) vízszintessel bezárt szöge maximum 15°. Átmérője 230–250 mm, a menetemelkedés és az átmérő viszonya $s/d = 1,5$, fordulatszáma 250–300 1/min, hosszúsága 1,5–1,8 m. A fölötte elhelyezett sima terelőhenger átmérője 70–100 mm.

A forgó csillagok átmérője 280–300 mm, a csillagrostély (319/e ábra) hossza 0,8–1,0 m, lejtőszöge 25–30°. A szerkezet intenzív földleválasztást végez. Munkája azonban elég sok répasérülést okoz. A csillagok kerületi sebessége 1,5–2,0 m/s. Csak az egy- és kétsoros gépeken alkalmazzák.

A felsorolt szerkezetek közös tulajdonsága, hogy rostélyon vagy résen való átejtéssel választják el a földtől a répát. A rostély, illetve a rések méreteit úgy kell megválasztani,

hogy azon a gyári feldolgozás szempontjából még értékes, kisebb méretű répa se hulljon át. Ha túl szűk az átejtőrés, akkor gyakori az eldugulás. A rostélyos gépeknél – főleg egyenlőtlen állományban – számottevő lehet az elhullási veszteség.

A burgonyabetakarítás gépei

A burgonya (*Solanum tuberosum*) a franciaországi Burgundiáról kapta a nevét. A krumpli szó német eredetű. Hazájában, Közép- és Dél-Amerikában több mint 2000 éve termesztik. Európába a XVI. században a spanyolok és az angolok hozták be. Magyarországra 1654-ben került be a burgonya.

Hazánkban étkezési- és vetőburgonya-termesztés folyik. A vetőburgonyát magas biológiai értékű, vírusmentes alapanyagból a kiválasztott és ellenőrzött gazdaságok állítják elő. A szabvány szerint a 30–60 mm méretű képezi a vetőburgonya-csoportot, míg a 60 mm fölötti méretből kerül ki az étkezési burgonya. Ettől eltérő méretű vetőburgonya csak külön engedéllyel hozható forgalomba. A vetőburgonyát az ültetőgépek miatt két szűkebb osztályban is szokták forgalmazni. Ezek a 30–45 mm és a 45–60 mm közötti méretek.

Agrotechnikai követelmények

A betakarítás a burgonyatermesztés legmunkaigényesebb és legköltségesebb művelete. A gépek munkáját a szár előzetes eltávolításával kell megkönnyíteni. A betakarítógépek a burgonyát földdel együtt kiemelik, majd a föld, a rög kirostálásával, a növényi részek eltávolításával megtisztított burgonyát a gép saját tartályába vagy a mellette haladó kocsiba rakja. Mivel a burgonyát bakhátba ültetik, kiszedéskor kevesebb földet kell kiemelni, ami azonban még így is 1000–1500 t/ha között változik, amelynek – a hozamtól függően – csupán 1,5–2,5%-a burgonya.

A betakarítógépeknek minimális veszteséggel és sérüléssel kell dolgoznia. Korszerű gépeknél az elhagyási veszteség 1–3%, az erős sérülés max. 5%. Erős sérülésnek a 20 mm-nél hosszabb repedés vagy az 5 mm-nél nagyobb mélyedést tekintjük. A kiszedett burgonya megkövetelt tisztasága kombájnoknál legalább 90%. A kevesebb tisztítóberendezéssel felszerelt nagy teljesítményű kiszedő-kocsirakóknál ennek kb. a fele lehet. Hazai talajainkon a földszennyeződés általában 20% alatt marad.

A betakarítás műveletei

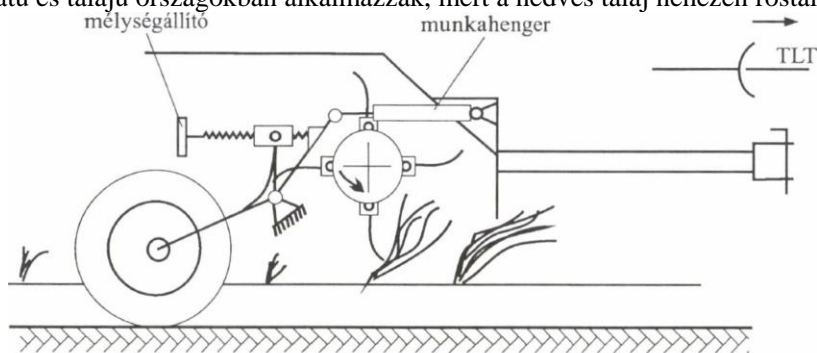
A gépesített betakarítás a következő részműveletekre tagolható:

- a szár eltávolítása,
- a burgonyát tartalmazó minimális talaj keresztmetszet kiásása,
- a föld kirostálása,
- a szárrészek leválasztása,
- az apró szennyeződés, a kő és a rög kiválasztása,
- a burgonya kocsiba rakása.

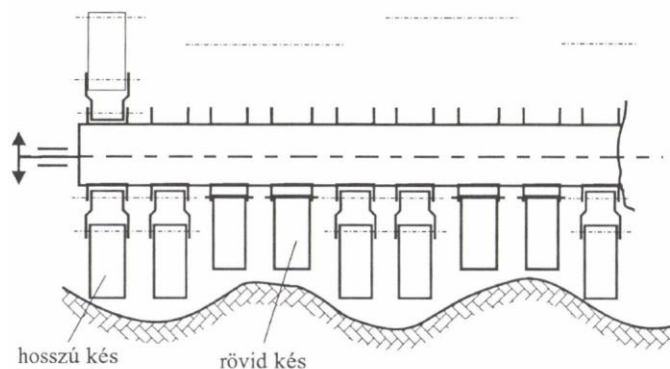
A szár eltávolítását, a kiszedés megkezdése előtt, külön menetben erre a célra készült géppel, míg a többi műveletet a korszerű betakarítógépek egy menetben végzik.

Betakarítási eljárások és gépek

A kiszedés módja szerint megkülönböztetünk egy- és kétmenetes eljárást. Az egymenetesnél a betakarítógép a kiszedett burgonyát tisztítva kocsiba rakja. A kétmenetesnél a kiszedő gép a több sorból kiszedett burgonyát egy közös rendre rakja. A burgonyarendet 5–24 órás szikkadás után rendfelszedő rakja kocsiba. A legtöbb országban – így hazánkban is – az egymenetes eljárás terjedt el. A kétmenettest főleg a nedves éghajlatú és talajú országokban alkalmazzák, mert a nedves talaj nehezen rostálható.



a)



b)

320. ábra. Lengőkéses szárúzógép vázlata a) oldalnézet, b) hátúlnézet

A burgonyaszár eltávolítása

A nagy termőképességű burgonyafajták szártömege sokszorosa a régi fajtáknak. Egyes fajták szármagassága 0,8–1,2 m lehet, és tömege elérheti a 20–25 t/ha-t is. Ekkora szártömeget a betakarítógép nem lenne képes feldolgozni, ezért azt meg kell semmisíteni.

A szár megsemmisítésére a tisztán mechanikai és a vegyszeres-mechanikus kombinált eljárás terjedt el. A burgonyaszárát lengőkéses szárzúzóval aprítják fel (320. ábra). A lengőkésék soronként kétféle hosszúságban készülnek azért, hogy a bakhát profilját kövessék.

A burgonyakiszedő-arakodó gépek fontosabb szerkezeti részei

A gépek fontosabb szerkezeteit, ill. azok konstrukciós változatait, a hozzájuk tartozó elméleti összefüggésekkel együtt a következőkben tárgyaljuk.

A burgonyakiásó szerkezet

Az ásóvasak leggyakoribb változata a V alakú, élezett síklemez, amely a talajjal szögét (α) zár be. A gép vonóerejének nagy hányadát a kés veszi fel.

Az élnek a haladási iránnyal bezárt szögét úgy választják meg, hogy a gyomokkal és a szármaradványokkal ne legyen önzáró, tehát azok végigcsúszanak az élen.

A vágóéleken lévő anyag elcsúszásának feltétele a 321. ábra alapján:

$$\frac{\Theta}{2} \leq 90^\circ - \rho.$$

A gép vízszintes irányú mozgatásához szükséges erő a kiszedőkésekre ható ellenállásból és a kerekek gördülési ellenállásából tevődik össze:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \quad [\text{N}],$$

ahol:

$F_1 - k \cdot A$ a talaj elvágásához és tömörítéséhez szükséges erő [N], k a fajlagos talajellenállás, A a kimetszett keresztmetszet [m^2],

$F_2 - F_Q \cdot \tan(\alpha + \rho)$ a talaj továbbításához szükséges erő a késen (emelés + súrlódás) [N],

$F_3 - \mu_g(F_G + F_O)$ a gördülési ellenállás [N],

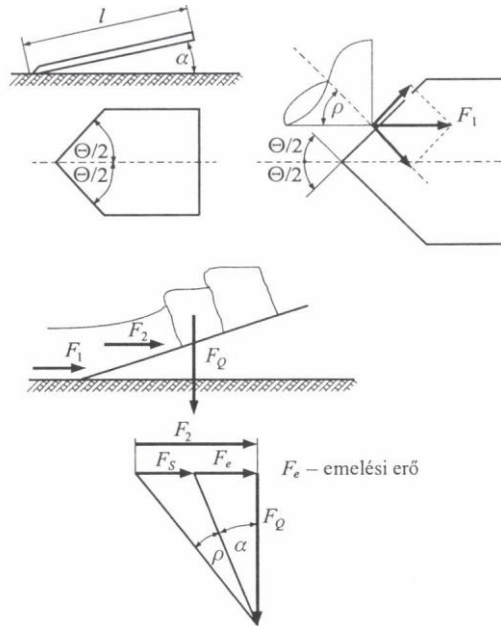
μ_g - a gördülési ellenállási tényező (könnyű talajokon 0,25–0,30; közepes talajokon 0,2–0,25; nehéz vagy tömődött talajokon 0,15–0,20),

F_G - a gép súlya [N],

F_O - az ásólemezsre nehezedő talaj súlya [N],

α - az ásólemez és a talaj által bezárt szög (5–25°),

Θ - a vágóélek által bezárt szög (80–110°),



321. ábra. A burgonyakiásós késre ható erők

ρ – a súrlódási félkúpszög a talaj és az ásólemez között, $\mu = \operatorname{tg} \rho$, $\mu = 0,8\text{--}0,9$,
 l – az ásólemez hossza (V alakú lemezeknél 350–400 mm).

A kétsoros kisedőgépekkel végzett kísérletek során könnyű talajokon a következő értékeket mérték:

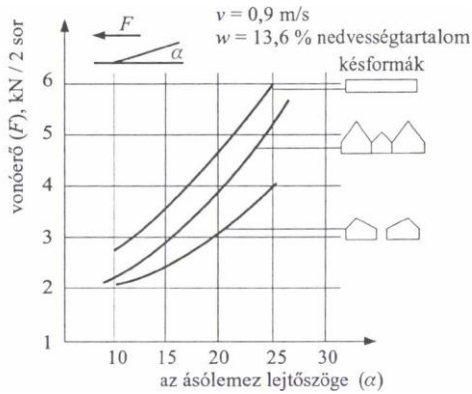
A kihalált talajkeresztmetszet $A = 4,1\text{--}5,2 \text{ dm}^2$, $\alpha = 15^\circ$, $\rho = 36^\circ$, a késre nehezedő talaj súlya $F_G = 314\text{--}405 \text{ N}$, ennek továbbításához szükséges erő $F_t = 650\text{--}930 \text{ N}$, az ásólemez vízszintes vonóerő-igénye $F_1 + F_2 = 1044\text{--}1430 \text{ N}$. Ez utóbbi – kedvezőtlen körülmények között – a 3150 N értéket is elérheti. A vizsgálat szerint a haladási sebesség 0,8–2,0 m/s közötti változtatása nem befolyásolja a vonóerő értékét.

A kés vízszintes vonóerejének ($F = F_1 + F_2$) kísérleti úton meghatározott értékeit a különböző késformák esetében a lejtőszög függvényében a 322. ábra szemlélteti.

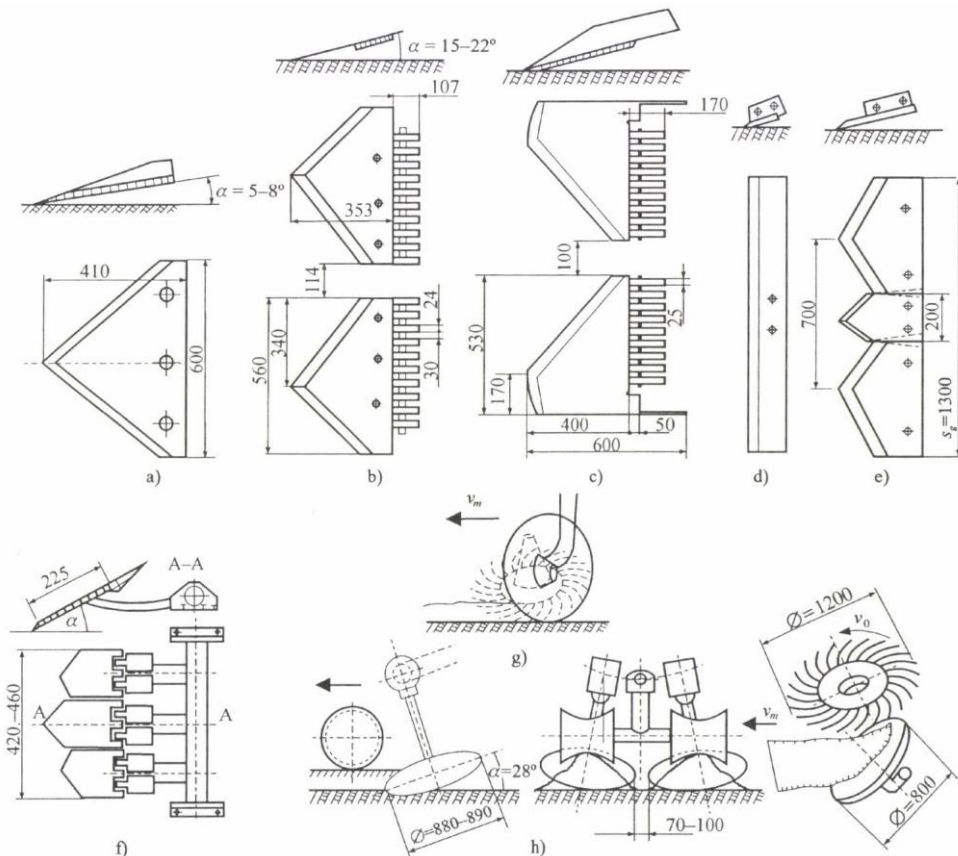
A forgó gömbsüvegtárcsák a merev késéknél lényegesen kisebb vonóerőt igényelnek, azonban a hajtásukhoz nyomaték is kell, továbbá több talajt emelnek ki.

Például – adott körülmények között – a tárcsa vonóerő-igénye $F = 200\text{--}500 \text{ N}$, nyomatékigénye $M = 300\text{--}400 \text{ Nm}$. Ugyanazon körülmények között azonos munkaszélesség és mélység esetén a merev kés vonóerő-igénye 1630–2000 N. A vizsgált tárcsa átmérője 0,78 m, kerületi sebessége 2,0–2,8 m/s.

A kisedő – helyes beállítással – a legmélyebben fekvő gumókat is kiemeli. A munkamélységet fokozott gondossággal állítsuk be, mert a sekély késállás növeli az elhagyási veszteséget, a mélyebb viszont centiméterenként kb. 100 t-val növeli az 1 ha-on kiemelt talaj tömegét.



322. ábra. Kétsoros burgonyakiásó kések vonóerőigénye (munkasebesség $v_h = 9 \text{ km/h}$, a talaj nedvességtartalma $w = 13,6\%$)



323. ábra. Burgonyakiszedő szerkezetek változatai:
 a) háromszög kés, b) kettős háromszögmű, c) trapézkések, d) egyélű lemeztek,
 e) kombinált háromszög kések, f) keskeny ásóvasak,
 g) tárcsás kiszedő forgóröstéllyel, h) tárcsás kiszedő talajkopírozóval

A munkamélység állítására többféle megoldást is alkalmaznak.

A kiszedőszerkezetek szokásos változatait a 323. ábra szemlélteti. A vágókés a kiemelt földtömeg csökkentése céljából készülhet teknő alakú kivitelben is (ezt az ábra nem tünteti föl).

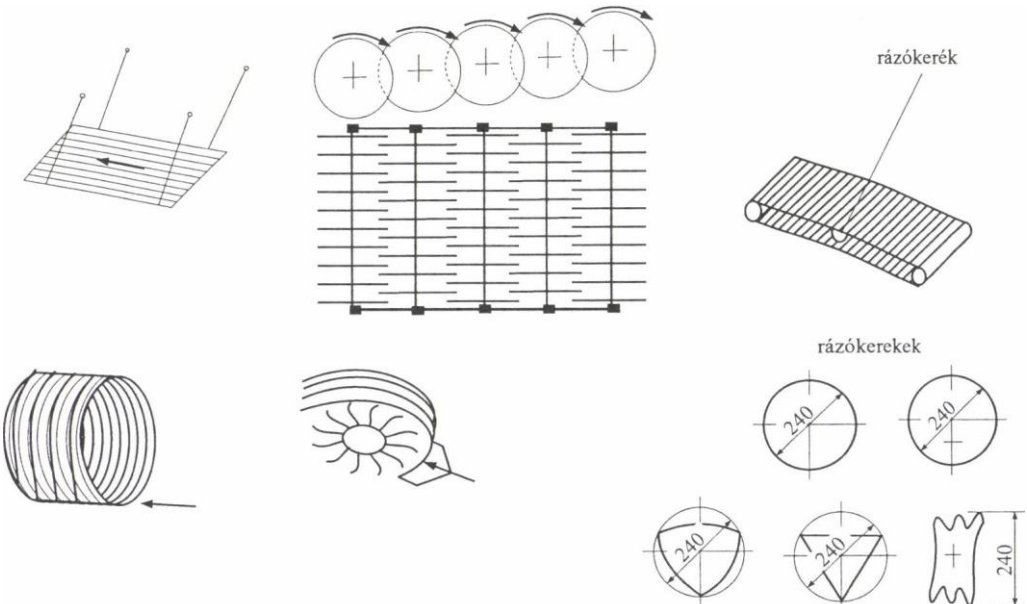
Munkamélység-szabályozó szerkezetek

A munkamélységet a bakhátak között futó mankókerékhez vagy a bakháton járó diaboló formájú, profilos tapogatógörgőhöz képest csavarorsós mechanizmussal állítjuk be. Így a kés mélysége követi a kerék, illetve a görgő által kopírozott felületet. A kopírozót és a kést menetirányban egymáshoz közel kell elhelyezni, hogy a kés ott ásson, ahol a görgő éppen kopíroz.

Földrosták és rostélyok

A kiasott földből különböző kialakítású rostákkal és rostélyokkal választják el a földet. A leggyakoribb földrosta és rázókerék megoldásokat a 324. ábra szemlélteti.

A rázókerék excentrikus tárcsa, amelyet beleakadva a mozgó rostélypálcák hajtanak. Rendszerint egymást követően két rostélyt alkalmaznak.



324. ábra. Burgonyabetakarító gépek földrostájának és rázókerékének leggyakoribb változatai

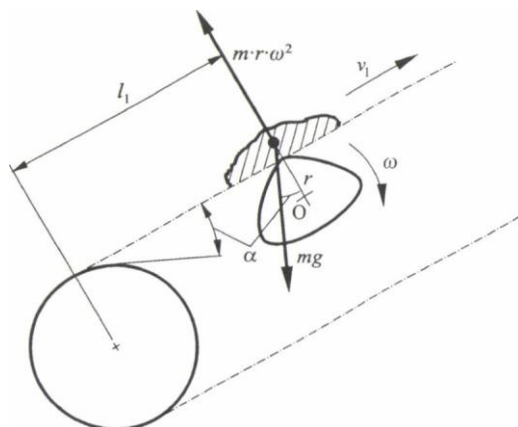
Köztük dolgozik a pneumatikus hengerpár, a rögroppantó. Fontos, hogy a felemelt talajszelvény már a rostély elején fellazuljon és széthúzódjon. Ezért a rostély sebességét helyesen kell megválasztani. Kis rostélysebesség esetén a föld feltorlódik, túl nagyánál

viszont a föld hamar kirázódik és a gumók a csupasz rostélyon ugrálva haladnak fölfelé. A rostélypálcák ütései gumósérülést okozhatnak. Ennek elkerülésére a rostélypálcákat gumibevonattal készítik vagy egyszerűen műanyag csőbe húzzák. Helyesen választott rostélysebességeknél, a második rostély utolsó harmadáig a rostélyról elfogy a föld és csak burgonya marad rajta.

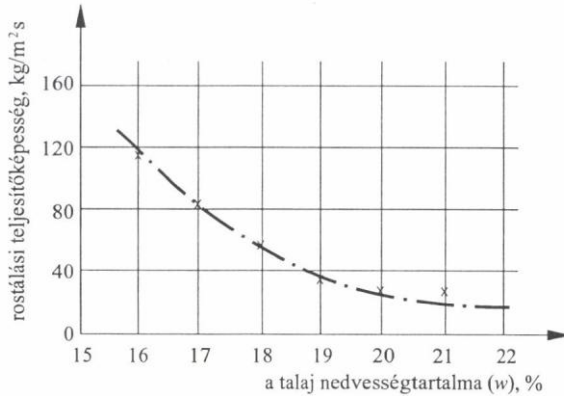
A fémesen összeasztott rostélyok rövid munka – 40–50 ha után – elkopnak. A műanyagba ágyazott pálcák viszont ennek a 3–4-szeresét is kibírják. A rostélypálcák közötti távolságot a burgonya nagyságának megfelelően határozzák meg. Európában az átlagos burgonya tömege 60–80 g, a pálcák közötti távolság a gépeken 25–50 mm. A huzalvastagság a kiszedett soroktól függően 9–14 mm.

A felhordólánc és a haladási sebesség viszonya (v_l/v_h 0,8–2,5 között változik, leggyakrabban 1,2–1,5 közötti érték. A rostélyt úgy méretezik, hogy a sérülések csökkentése végett hosszának kb. 3/4-éig pálcái között föld is maradjon. A földpárna ugyanis védi a gumókat a rostélypálcák ütései ellen. Egyes gépeken a gumósérülés csökkentése és a jó kiválasztás céljából kis rostélysebességet (0,8–1,2 m/s) és hosszú rostélyokat alkalmaznak. A nagyobb rostélysebességhez (2,0–2,5 m/s) rövidebb rostélyhosszúság tartozik. A rostáknál újabban hidraulikus hajtást alkalmaznak, amely lehetővé teszi a terheléshez igazodóan a sebesség gyors és fokozatmentes beállítását. A rázórostélyon lévő tömegrre ható erőket a 325. ábra szemlélteti. A földtömeg elválásának határesetete akkor áll fenn, amikor a rostán lévő m tömegpont súlyerejének rostélyra merőleges komponense egyenlő a rázás miatt fellépő centrifugális erővel:

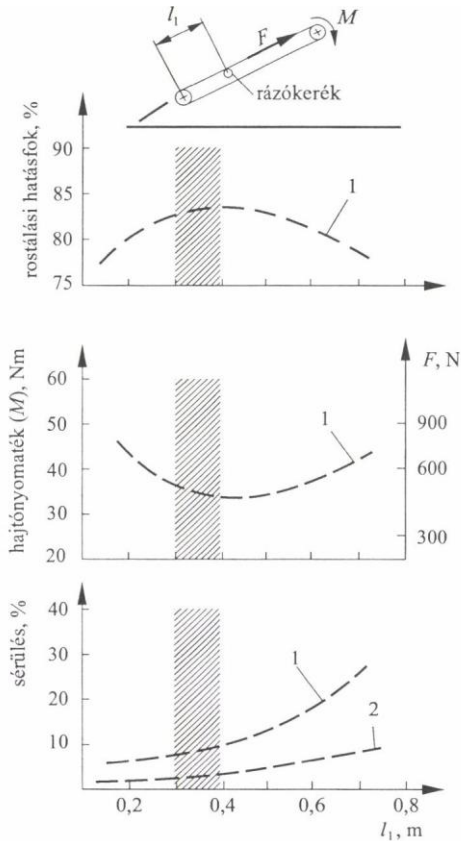
$$m \cdot r \cdot \omega^2 = m \cdot g \cdot \cos \alpha, \text{ innen } \omega = \sqrt{\frac{g}{r} \cos \alpha} .$$



325. ábra. A rázórostélyon lévő tömegrre ható erők



326. ábra. A földrostálás teljesítményigényének alakulása a talajnedvesség függvényében



327. ábra. Rázórostálással végzett mérések eredményei

Mivel a lánc hajtja a rázókeréket, ezért a láncsebességet – adott rázókeréksugarhoz – úgy kell megválasztani, hogy a rázókerék szögsebessége elérje, ill. valamivel meghaladja az előzőleg kifejezett ω értéket.

$$v_l = r \cdot \omega = r \sqrt{\frac{g}{r} \cos \alpha} = \sqrt{g \cdot r \cdot \cos \alpha} .$$

Ebből látható, hogy a láncsebességet nemcsak a föld rostálásának előbb elemzett feltételei, hanem a rázókerék működtetése szempontjából is figyelemmel kell kísérnie a gép tervezőjének.

A földrostálást erősen befolyásolja a talaj nedvességtartalma (326. ábra).

Rázórostéllyal végzett mérések eredményét a 327. ábra szemlélteti.

A mérés fontosabb adatai: a rázókerék amplitúdója 45 mm, fordulatszáma 250 1/min, a rostély szélessége 590 mm, hossza 1800 mm, a talajnedvesség $w = 18,7-19,5\%$, a rázókerék és az első láncgörgő közötti távolság l_1 változó volt a kísérletnél. Az ábrán a vonalkázott területek az optimálisnak vélt körülményeket jelzik. M a rostély hajtásához szükséges nyomaték (Nm), F a rostélyban ébredő húzóerő (N). A rostálási hatások kiválasztott föld százalékos értéke az egész felszedett mennyiséghez képest. Megállapítható, hogy a vizsgált rázókeréket az első görgő után kb. 400 mm-re célszerű elhelyezni.

Szár-, kő-, rög- és törmelékválasztó szerkezetek

A föld leválasztása után a burgonyával keveredett szennyeződések eltávolítására szolgálnak. A szárelválasztó szerkezetek kialakításánál nagyobb sűrűségű, gördülékeny burgonya és a könnyű, terjedelmes, ágas-bogas szár erősen eltérő tulajdonságait veszik figyelembe. Egyes típusoknál ventilátor légáramával is elősegítik a szárleválasztást. Néhány megoldást a 328. ábra szemléltet.

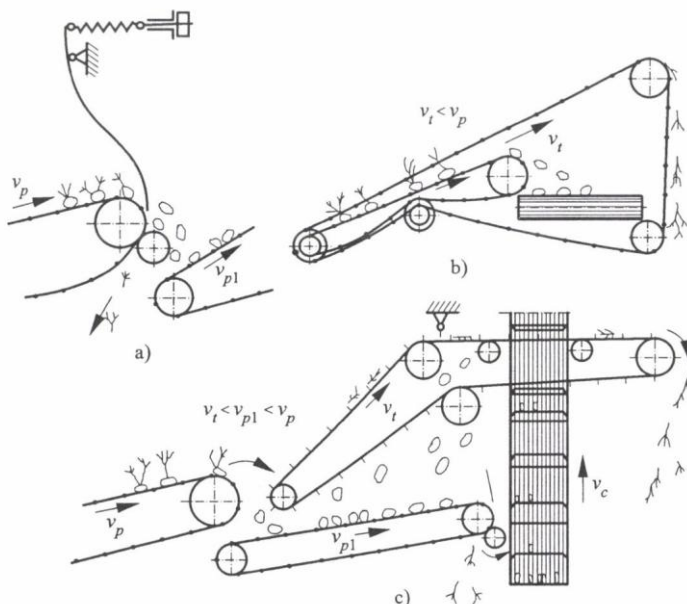
A szárelválasztó láncok sebessége általában 10–50%-kal kisebb, mint a velük együtt dolgozó burgonyafelhordó rostélyoké. Egyes gépeken a kis helyet elfoglaló szorítóujjas szárelválasztó hengert (328/a ábra) alkalmazzák.

A gumók a szárterelő ujjak között akadálytalanul továbbáramlanak, de a szárat az ujjak felfogják és a földre terelik.

A kisebb szárdarabok és egyéb apró törmelék, de a földtörmelék és a kövek elválasztására is alkalmas a gumiujjas szalag, amelynek munkáját a 329/a ábra szemlélteti.

A gumiujjas szalagra juttatott keverékből a burgonya a lejtés irányában legurul, a többi szennyeződés továbbhalad a szalagon a leadóvég felé. A kefehengerrel kombinált gumiujjas szalagot elsősorban kövek és rögök kiválasztására használják.

A kő kiválasztó ujjas gumiszalag lejtése egészen kicsi, hogy a burgonya ne guruljon le rajta. A majdnem vízszintesen álló szalag fölött ellentétesen forgó kefehenger van, ami a burgonyát lesöpri. Az ujjak közé beülő köveket és rögöket a seprő nem tudja elmozdítani, így azok a szalaggal együtt továbbhaladnak, úgyszintén a föld és a törmelék is. Egy gépen több gumiujjas szalagot is alkalmaznak. Mivel a kő- és a rög elválasztásnak ez a módja nem tökéletes, ezért egyes gépeken kézzel válogató munkások is dolgoznak.



328. ábra. Szárelválasztó szerkezetek változatai
 a) ujjas leválasztó, b), c) láncos leválasztók

Az apró burgonyát a rög közül acéltüskés hengerrel választják ki (329/b ábra). A felül elhelyezett profilhengeres osztályozón végighalad a nagyméretű burgonya, de áthull az apró burgonya és a rög. A burgonyát az acéltüskés kerék felszúrja, és egy darabon magával viszi. A tüskéről lesodró távolítja el a felszúrt burgonyát, ami ily módon a rögtől elkülöníthető. Az apró burgonya takarmányozásra vagy ipari célra használható.

Automatikus kő- és rögelválasztó szerkezetek

Egyes országokban – így pl. Németországban, Svájcban – a mezőgazdaságilag művelt talajokon a kőszennyeződés meglehetősen nagy. Úgy védekeznek ellene, hogy időnként kiszedik a talajból a köveket.

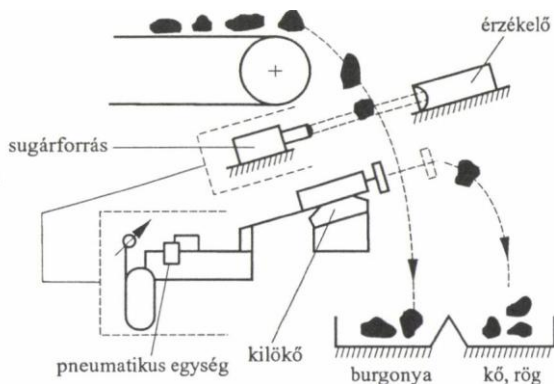
Hazai talajainkon a kőszennyeződés általában elenyésző. Az ország egyes részein (pl. Veszprém megyében) azonban a talaj helyenként kővel szennyezett.

A kézi munkaerő csökkentése céljából a kő és a rög elválasztására automatikusan működő szerkezeteket alkalmaznak. Erre a célra szerkesztették a röntgensugaras kőelválasztót, amelyeknek itt egyik változatát ismertetjük.

A pneumatikus kilőkővel működő berendezés működési vázlata a 330. ábrán látható.

A szalagról az anyagáram – burgonya, kő, rög keveréke – folyamatosan áramlik a röntgensugárnyalába. A sűrűbb anyagok kevesebb röntgensugarat engednek át. Itt az érzékelő csak a burgonyán átbocsátott sugarat érzékeli, a kő és a rög leárnyékolja az érzékelőt. A berendezést úgy kapcsolták, hogy az a sugárnyaláb megszakadásakor jelt adjon, ami a pneumatikus egységen át működésbe hozza a kilőkőszerkezetet. A

berendezés az anyagáramból a kőek mintegy 98%-át képes kiválasztani. A teljesítmény növelése céljából egymás mellett több kilőköt helyeztek el. Az E-691 típust nem a betakarítógépen helyezik el. Mint külön gépegységet a tisztítótelepen állítják fel. Hasonló elv szerint működik a svájci Samro betakarítógépen alkalmazott kő- és rögelválasztó is.



330. ábra. Pneumatikus kilőkővel működő kő- és rögelválasztó berendezés

Kiszedő-rendrakó gép (kétmenetes betakarítási technológiához)

A kiszedő-rendrakódó gép (félkombájn) a kiásott talajból leválasztja a földet, a szarát és egyéb szennyeződések, a burgonyát a mellette haladó kocsiba rakja. A gép csak a durva szennyeződések távolítja el. Itt nincsenek kézi válogatók. A gép üzemeltetését egyedül a traktorvezető végzi.

Alkalmazásuk csak jól rostálható talajon előnyös, különben a kiszedett burgonya közé sok rög és egyéb szennyeződés kerül.

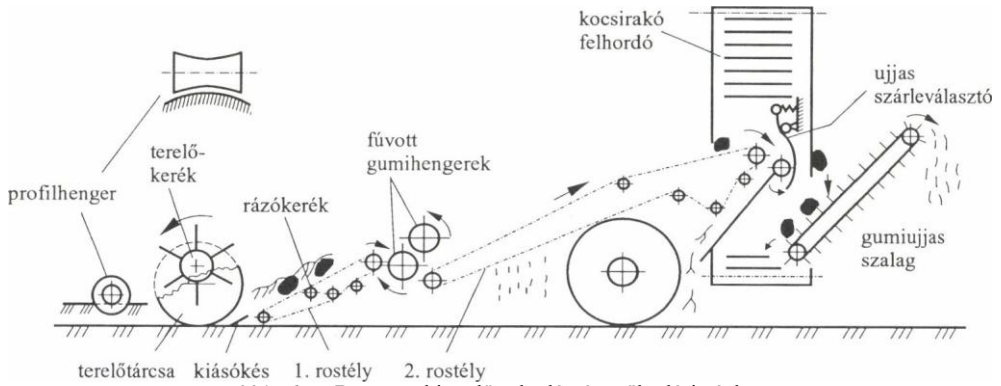
A gépek 2–4 soros, félig függesztett vagy magajáró kivitelben készülnek. A munkasebesség 1,5–5,5 km/h, a magajárónál még ennél is nagyobb lehet (4–7 km/h), mert az pontosabban kormányozható.

A kiszedő-rakodó gépeknek a nagyobb munkaszélesség és haladási sebesség következtében nagyobb a területteljesítményük, mint a kombájnoké. Egy háromsoros gép területteljesítménye általában 5–6 ha/10 h, szemben a kétsoros kombájn 2–3 ha/10 h teljesítményével.

Egyik jellegzetes típusának működési vázlatát a 331. ábrán látható.

A földtől, a rögötől és a szártól megtisztított burgonyát a bal oldalra kiálló felhordó rakja kocsiba. A gép vontatásához 60 kW-os traktor szükséges, területteljesítménye 0,4–0,7 ha/h.

A kiszedő-rakodó gépektől beszállított burgonya között előfordulhatnak burgonya nagyságú kőek és rögök, amit előtisztító gépen kell eltávolítani.



331. ábra. Burgonyakiszedő-rakodó gép működési vázlatja

Burgonyakombájnok

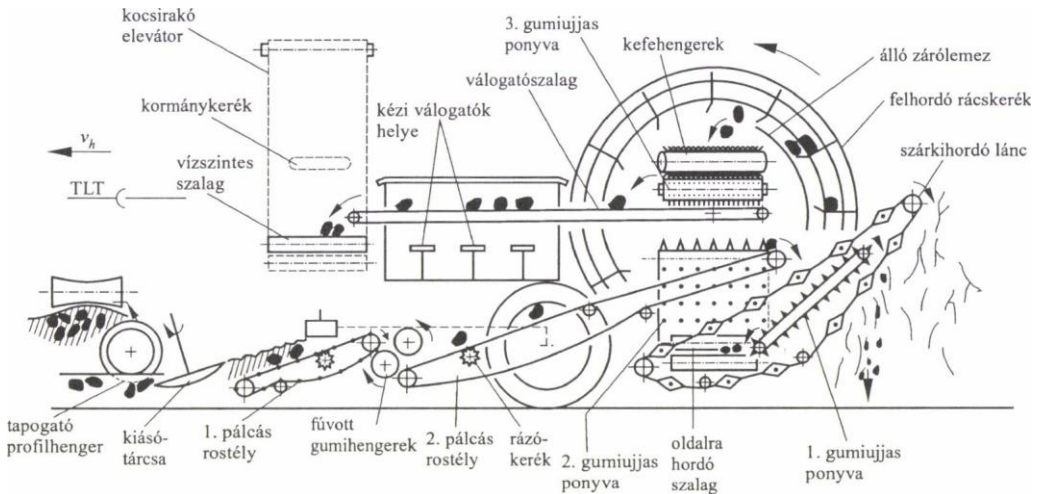
A burgonyakombájnok a gumókat földdel együtt kiássza, majd a föld, a szárrészek, a kő, és egyéb szennyeződések eltávolítása után kocsiba rakja. Az esetleg bennmaradt rögöket a gépen ülő kézi válogatók távolítják el.

A kombájnokokat főleg rögösödésre hajlamos talajokon alkalmazzák, vagy olyan helyeken, ahol a gazdaságnak nincs központi tisztítótelepe vagy tisztítógéppel felszerelt tárháza.

A kombájnok 1–2 soros vontatott vagy félig függesztett kivitelben készülnek. A sorok száma nem emelhető, mert sok kézi válogatóra lenne szükség. Kétsoros géphez 5 válogató kell. Az egysoros gépeken tartályba vagy zsákba gyűjtik a kiszedett burgonyát. A kétsorosoknál tartályba vagy a gép mellett haladó kocsiba kerül a burgonya.

A kombájnok munkasebessége 1,5–4 km/h, a kétsoros gépek területteljesítménye 2–3 ha/10 h. A hátsó kerék kormányzása könnyíti a sorkövetést, és csökkenti a fordulási sugarat.

A burgonyakombájnok működési vázlatát a 332. ábra szemlélteti.



332. ábra. A burgonyakombajn működési vázlata

A kétsoros félig függesztett gép teljesítményleadó tengelyről (TLT) hajtott gömbsüvegtárcsákkal ássa ki a burgonyát. A tárcsa karos összeköttetésben van a bakháton előtte haladó felszintapogató profilhengerrel. A munkamélységet is a profilhengerhez képest lehet beállítani. A gép további szerkezeti részeit részletesen ismertetjük, mert azok jól példázzák a jellemző megoldásokat.

A kiszedett földtömeg egy része leválik az 1. rostélyon, melynek mozgatását rázókerék végzi. A rögöket szabályozható légnyomású fűvott gumihengerek törik össze. A burgonya a hengereken sértetlenül halad át. A megmaradt földet a 2. rostély távolítja el. A rostély végén lehulló keverékben lévő szárok fennakadnak a szárkihordó láncon, és hátul távoznak a gépből.

A szárkihordó lánc nagy lyukú felületén áthulló burgonya a gumiujjas szalagra kerül, ami hátrafelé kihordja a burgonya közé keveredett kő, rög és törmelék egy részét.

A burgonya az ujjakon visszagördül, és az oldalra hordó szalagon a gumiujjas tisztítóra, majd innen a felhordó rácskerékbe kerül. Itt további törmelék távozik a gépből. A forgó rácskerék lapátjai a burgonyát az álló zárólemezen csúsztatják fölfelé. A felemelt burgonya a 3. gumiujjas szalagra kerül, ami fölött két kefehenger van. A kefehenger nem minden géptípuson található meg. A szalag által kiválasztott kő és rög kihull a gépből. A kefék által lesodort burgonya és burgonya nagyságú kő és rög a válogatószalagra kerül. Az esetleg bennmaradt rögöket vagy követ kézzel választják ki a szalagon haladó anyagáramból. A kiválasztott kő és rög terelőlemezen a földre csúszik.

A megtisztított burgonya vízszintes szalagon és ehhez csatlakozó ferde elevátoron keresztül a gép mellett haladó kocsiba kerül.

A dombos területre készült típus hidraulikával keresztirányban elbillenthető. Így a gép még 25%-os lejtőn is közel vízszintes helyzetben dolgozhat, ami nagyon fontos feltétele a gép munkájának.

8.4. Hüvelyesek és zöldségfélék betakarításának gépei

A szántóföldön termelt zöldségfélék betakarításának gépesítése az egyéb szántóföldi növények betakarításához képest lényegesen nehezebb feladatot jelent. Ennek főbb okai a következők szerint foglalhatók össze:

- a növények termései a legtöbb esetben szerteágazó szárazon helyezkednek el,
- a gépi betakarítás időpontjában, a nem teljes együttérés miatt, az érett termékek mellett nem teljesen érett vagy túlértettek is találhatóak,
- a termékek lédúsak, sérülékenyek, tehát kíméletes kezelést igényelnek,
- a betakarítással együtt jelentős tisztítási feladatot is el kell végezni.

A gépi betakarításhoz olyan fajták nemesítése vált szükségessé, amelyek közel egyszerre érnek, termésük jól ellenáll a mechanikai hatásoknak és az előző fajtáknál nagyobb terméshozamúak.

A zöldborsó betakarításának gépesítése

A zöldborsó betakarítása során lényegében három műveletet kell elvégezni:

- a zöldborsó levágása,
- a száras zöldborsó hüvelyeinek a kicséplése,
- a kicséplelt borsószemek tisztítása.

A zöldborsóra jellemző, hogy a hajtásai kuszáltak, a szomszédos növények hajtásai részben összekeverednek. A borsóhüvelyek jelentős hányada a vágás időpontjában a földön fekszik. A levágandó zöldanyag lényegében összefüggő tömeget képez. Emiatt a vágás csak mélyvágású kaszákkal, megfelelő beállítású motollával és száremelővel történhet.

A betakarítás időpontjának meghatározásánál a konzervipar igényéből kell kiindulni. Az ipar igénye két mérhető mutatóval, a szemnagysággal és a **zsengeséggel** fejezhető ki. A szemnagyság nagymértékben függ a fajtától és az évjáratától. A zsengeséget **tenderométerrel**, illetve **finométerrel** mérik. Egysége T°, ill. F° (1 F° = 3 T°). Feldolgozásra legalkalmasabb a 110–130 T°-os zöldborsó. Ha optimális zsengeségű zöldborsót takarítunk be, akkor a fajták többségének szemnagysága a megkívánt 6–10 mm között van. Ezek alapján mind az átvételi szabvány szerinti megítéléshez, mind a betakarítás időpontjának meghatározásához elegendő a zsengeség mérése.

Zsengeség alapján a konzervipar a zöldborsót négy kategóriába sorolja. A kiváló I. osztály 45 F°-ig terjed, a II. osztály zsengeségi foka 45–54 F°, a III. osztály 55–64 F°, az osztályon kívüli borsóé 64 F°-nál nagyobb. Ez utóbbi kategóriába tartozó anyagot az ipar már nem veszi át.

A zsengeség az érés előrehaladásával romlik, a termésmennyiség ugyanakkor nő. Ez a növekedés a biológiai érés kezdetéig tart. Az elvénülés veszélye miatt tehát arra kell törekedni, hogy egy-egy szakasz aratását az optimális zsengeségi fokon kezdje meg a

termelő, s azt 2–3 napon belül fejezze is be. A jó minőségű zöldborsó betakarításával együtt járó kisebb terméstomeget a minőségi átvételi árnak kell kompenzálni.

A zöldborsóbetakarítás gépei a következőképpen csoportosíthatók:

- rendrearató gépek,
 - vontatott rendrearatók,
 - arató-cséplőre épített rendrearató adapterek,
- borsóarató-kocsirakó gépek,
- rendfelszedő-kocsirakó gépek,
- rendfelszedő szállítókocsik,
- stabil borsócséplők,
- rendfelszedő cséplőgépek
 - vontatott kivitel,
 - magajáró kivitel
- fésülő-felszedő magajáró cséplőgépek.

A felsorolt gépekből lényegében kétféle betakarítási technológia állítható össze:

- a stabil cséplőgépes rendszer és
- a járvacséplő rendszer.

A borsófejtő gép felépítése és működése

A rendről behordott borsót a fejtőgép csépli ki (333. ábra).

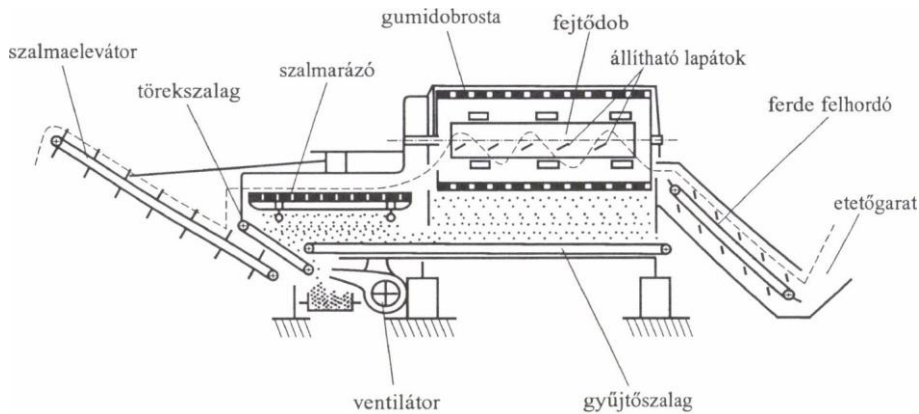
A fejtőszerkezet egy állítható szögű lapátokkal ellátott fejtődobból és a dobkosár szerepét betöltő külső gumirostahengerből áll. A külső és a belső dob közötti cséplőrés az anyagáram haladásának irányában bővül, ezáltal a termény fokozatosan fellazul áthaladás közben. A dobok azonos irányban, de különböző fordulatszámmal forognak. A borsó kifejtése a terelőlapátok által előidézett kíméletes dobás és dörzsölés hatására jön létre. Az anyagnak a cséplőtéren való áthaladási sebessége a belső dob fordulatszámmal, ill. a terelőlapátok tengellyel bezárt szögének a változtatásával szabályozható. A kicséplelt borsószemek a külső dobostán áthullva a gyűjtőszalagra, majd innen a törekszalagra kerülnek. Ugyanide kerülnek az elcséplelt szalmából a szalmarázón áthulló szemek is. A törekszalag felviszi a töreket a szalmaelevátorra. A törekszalagon visszaguruló szemek légárammal végzett tisztítás után a keresztirányba mozgó szemszállító szalagra, majd innen a konténereket töltő garatba kerülnek.

Néhány fontosabb műszaki adat: a fejtőhenger hossza 3,6 m, a külső dob átmérője 1,6 m, a belsőé 1 m. A külső dob fordulatszáma 20 1/min, a belsőé 130–240 1/min között fokozat nélkül állítható.

A borsófejtő gép anyagárama (áteresztőképessége) kb. 1 kg/s.

Itt megjegyezzük, hogy a fejtőgép kerekekre szerelt, mobil változatban is készül.

A stabil géppel végzett borsócséplés főleg kézi munkaigényessége miatt napjainkban háttérbe szorult.



333. ábra. A stabil borsófejtő gép vázlatja (NBC)

Zöldborsó-betakarító kombájnok

Az első változat lényegében a stabil borsócséplő fejtőszerkezetének a felhasználásával készült rendfelszedő gépnek tekinthető, és vontatott vagy magajáró kivitelben készül. A renden megszikkadt borsót szedi fel és cséplé el. A kellőképpen megszikkadt borsóhévelyekből könnyebb a szemetet eltávolítani, mint a frissen szedettből.

A másik változaton a rendfelszedő helyén egy fogakkal ellátott fészülődob van, amely a szárról lefésüli a hévelyeket és a fejtődobba juttatja, ami elvégzi a cséplést. Itt tehát a lábon álló terményről frissen szedett hévelyek kerülnek a fejtődobba.

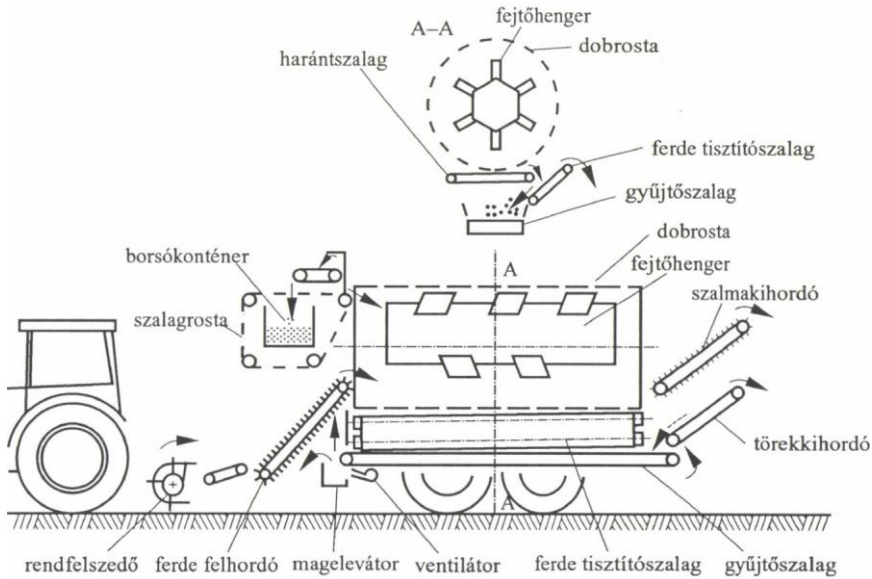
Az első változat jellegzetes típusai az amerikai gyártmányú FMC gépek és a hazai gyártmányú VNBC vontatott borsókombájn. A borsókombájn felépítését és működését az utóbbi típuson mutatjuk be (334. ábra).

A vezérelt fogú rendfelszedővel felemelt borsórend az etetőelevátoron keresztül a fejtődobba kerül, amely azonos a stabil borsócséplők forgódobos cséplőszerkezetével.

A kifejtett szemek nagy része a dob lyukas köpenyén áthull a dob alatt elhelyezett ferde harántszalagra. A szalag fölfelé mozgó felső ága a ráhullott mag-török keverékből kihordja a töröket, míg a jól gördülő szemek legurulva a fölfelé mozgó lejtőn a gyűjtőszalagra kerülnek. A szemeket a gyűjtőszalag végén elhelyezett magelevátor felemeli és a folyamatosan körbejáró szalagrostára dobja. A szalagrosta a szemek között még benmaradt törmeléket kiválasztja és visszahordja a dobba, a rostán áthullott szemek konténerbe kerülnek. A doból kikerülő szalmát és töröket egy-egy kihordószalag távolítja el. A gép vontatásához 60–70 kW-os traktor szükséges, a cséplőszerkezetet egy ráépített motor hajtja. A munkasebesség 0,8–1,8 km/h, a felszedhető rend maximális szélessége 1,5 m.

A magajáró zöldborsó-kombájn munkavégző szerkezeti részei hasonlóak vagy azonosak a vontatott gépével. A gépet egy 100 kW-os dízelmotor hajtja. A haladási sebesség hidrosztatikus hajtóművel 6–25 km/h között fokozatmentesen változtatható. A gépen elektrohidraulikus szabályozó biztosítja az automatikus vízszintbeállítást. Ez a berendezés dombos terepen is biztosítja, hogy a cséplő és tisztító szerkezet vízszintben

álljon, mert a gép csak így végezhet jó munkát. A hosszirányú lejtés 25%-os, a keresztirányú pedig 35%-os lehet. A hidraulikusan hajtott rendfelszedő szerkezet a gép alvázának elmozdulásától függetlenül tudja követni a talaj felszínének változását. Az elcsépelte szem a magtartályba kerül, ahonnan a hidraulikusan nyitható ajtó elé szerelt szállítószalag hordja ki a gép mellett álló szállítójárműre. A gépből kihulló szalmát teregető szerkezet szétszórja, így nem képez rendet, ezért könnyebb bemunkálni a talajba. A gép kezelését egy személy végzi. Éjszakai üzemeléshez teljes lámpacsoport van a gépen.



334. ábra. A vontatott borsókombájn vázlata (VNBC)

A másik változat a fészülő rendszerű gép, amelynek felépítése és működése – a fészülődobot kivéve – lényegében megegyezik az előző változatéval. Az eredetileg amerikai gyártmányú fészülő kombájnt ma már több országban gyártják. Hazai változata FBK jelzéssel került forgalomba. A magyar tervezők a fészülő dob és a kombájn egyéb szerkezeti részeinek munkáját több eredeti konstrukciós elképzeléssel javították.

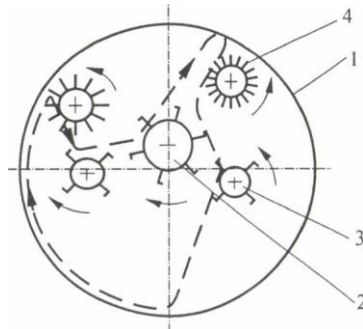
A gép néhány műszaki adata: hajtómotor 132 kW, üzemi sebessége 6 km/h-ig, munkaszélessége 2,8 m. A fészülődob a hüvelyekkel együtt a felső vékony szárrészeket is letépi, a többi lábom marad. Így a gép a megtermett zöldtömegnek csupán 60–80%-át dolgozza fel. A fészülődobos gép vesztesége a terheléssel arányosan nő. A veszteség 1,5 kg/s dobterhelésnél kb. 4%, de 2,5 kg/s-nál már kb. 8%-ra emelkedik. A fészülő dob átmérője 600 mm, fordulatszáma 200–300 1/min.

A fészülő kombájnok első változatainál a szikkadt rendet elcsépelő felszedős kombájnokhoz képest megnőtt a kicsépeletlenségi veszteség, ami azért állt elő, mert a frissen szedett hüvelyekből a szemek nehezebben távolíthatók el, mint a szikkadtból. Ezt a nagyobb veszteséget a gép fejtőszerkezetének a fejlesztésével igyekeztek kiküszöbölni.

A cséplőszerkezet fejlesztése

A kicséplés intenzitása a lapátütések számától függ. Mivel az állítható lapátokkal felszerelt verődob kerületi sebességét a szemsérülés miatt 9–11 m/s-nál nem lehet jobban növelni, ezért az ütések számának növelése céljából több verődobot helyeztek el a rostahenger belsejében. A szálak felcsavarodása ellen, ill. a jó tisztítás érdekében, tisztítóhengereket is beépítettek (335. ábra).

A többdobos gépen a termény több ütést kap, ezért a verődobok kerületi sebessége az egydobosnál meglévő 9–11 m/s-mal szemben kb. 5 m/s-ra csökkenthető, ami a teljesítményt és a szem törést jelentősen csökkenti, s ezáltal nagyobb gépterhelés (3–4 kg/s) érhető el. A cséplési összveszteség egydobos gépnél 10–25%, kétdobosnál 5–20% között változik.

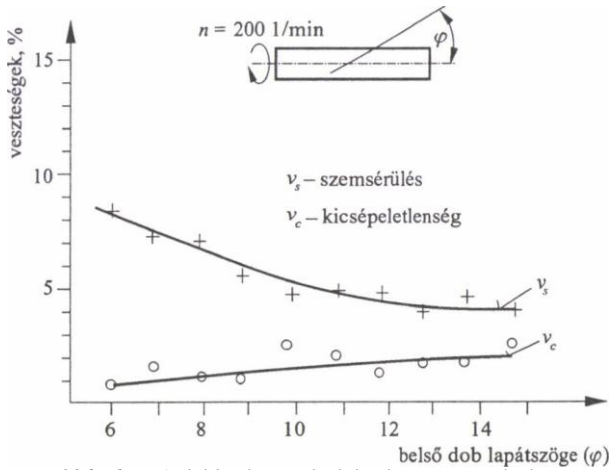


335. ábra. Többdobos zöldborsócséplő szerkezet
1 – külső rostahenger, 2 – központi verődob, 3 – terelődob, 4 – tisztítóhenger

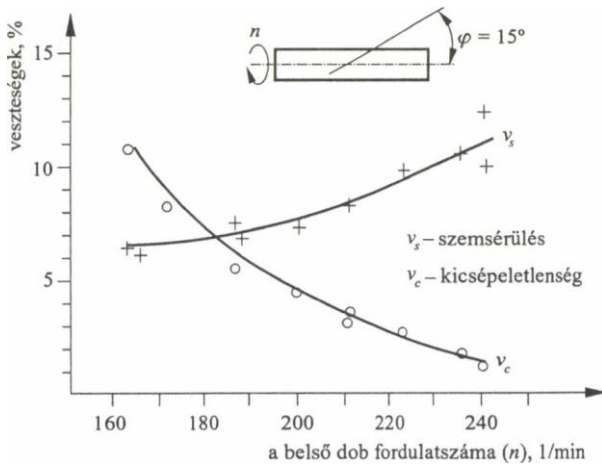
A sok kis ütessel működő többdobos fejtógép jelentős előrelépés a borsócséplő szerkezetek fejlesztésében.

A dob lapátszöge és a verődob fordulatszámának hatását a veszteségekre a 336. és a 337. ábra szemlélteti. Egy borsóhévely felrepszéséhez szükséges ütőmunka a fajtától függően 0,2–0,5 Nm. Hazai mérések szerint 1 kg zöldtömeg kicsépléséhez szükséges munka közepes értéke:

- hagyományos, egydobos cséplőszerkezetnél 8,0–8,5 kJ,
- többdobosnál 2,0–2,5 kJ.



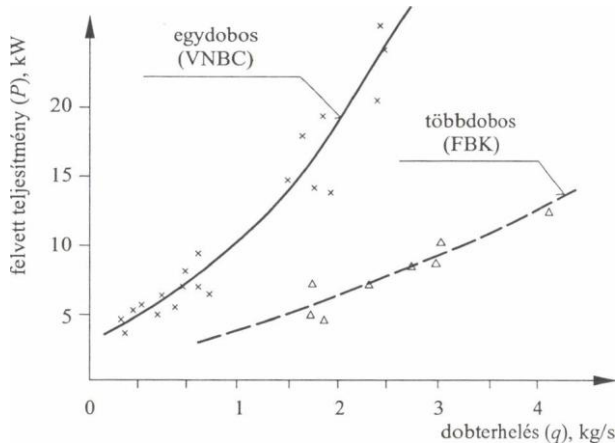
336. ábra. A dob lapát szögének hatása a veszteségekre



337. ábra. A belső verődob fordulatszámának hatása a veszteségekre állandó lapátszög (φ = 15°) esetén

Az eredmények azt mutatták, hogy a teljes zöldtömeg megmunkálásához, mozgatásához, a hüvelyek felrepesztéséhez szükséges hasznos munkának a többszöröse szükséges. A borsócséplés tehát igen rossz határfokú munka, ami a zöldtömeg mennyiségével jelentősen csökkenthető.

Ebben az irányban első lépés volt a fésülős rendszer kialakítása, amely azonos körülmények között a hagyományos gépnél 20–40%-kal kisebb zöldtömeget dolgoz fel. A többdobos cséplőszerkezet azonos gépterhelés esetén általában 60–70%-kal kisebb hajtóteljesítményt igényel (338. ábra).



338. ábra. A teljesítmény alakulása a gépterhelés függvényében egydobos (VNBC) és többdobos fejőszerkezetnél

Az uborka betakarításának gépei

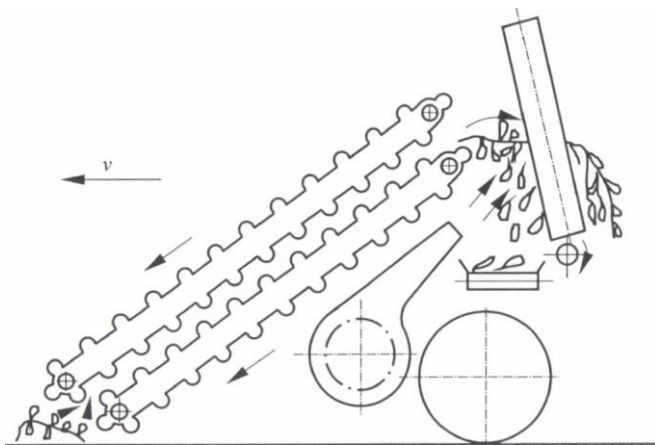
Az uborkabetakarítás műveletei:

- betakarítás (előtisztítással),
- szállítás,
- előkészítés (manipulálás).

A jelenleg használt uborkabetakarító gépek működési elvük és szerkezeti megoldásuk tekintetében közel azonosak. A gépek egymenetes kivitelben készülnek. Ezekhez a gépekhez az ún. „tarolószedésre” alkalmas fajtákat nemesítettek ki.

A betakarítógépek lehetnek vontatott, traktorra szerelt és magajáró kivitelűek. A 339. ábrán egy korábbi hazai gyártmányú gép működési vázlatát látható.

A gép feladata a szántóföldön termesztett uborka betakarítása egyszeri felszedéssel. Két hullámos gumiveveres felhordószalag közrefogja a növényt és kiszakítja a talajból, majd továbbítja a leválasztószerkezethez, amely a felemelt és légárammal lebegtetett növényi részeket áthúzza a rugalmas anyaggal bevont hengerpárok között. A hengerpárok a szárról letolják az uborkát, amely az alul elhelyezett kihordószalagra hull, miközben széltisztítást is kap az anyagáram. A kihordószalagról az uborka elevátoron keresztül a gép mellett haladó szállítójárműre vagy a gépen elhelyezett ládába kerül. A kihordóelevátor szükség szerint leszerelhető a gépről.



339. ábra. Vontatott uborkabetakarító gép működési vázlat (VU)

A gép területteljesítménye 0,1–0,18 ha/h, munkasebessége 1,5–3 km/h, munkaszélessége 1,1 m.

Az uborka-előkészítés (manipulálás) céljára vastagság és hosszúság szerint válogató gépeket alakítottak ki.

Vastagság szerint válogat a széttartó gumikötelekkel működő, ún. húros osztályozó.

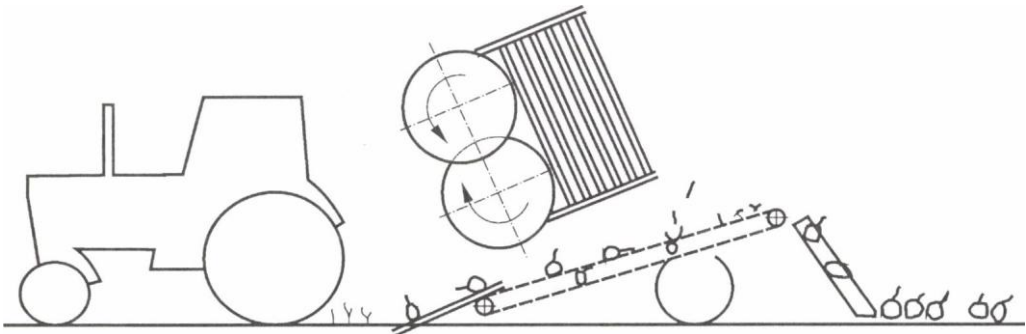
Az uborka hosszúság szerinti válogatása is gépesítve van. Utóbbi a vibrációs réseit vályúval valósítható meg.

Az uborkának vastagság és hosszúság szerinti osztályozására azért van szükség, mert a minőségi válogatás iránt nagy az igény, s a vásárlók sokféle igényét kell kielégíteni. Ezért a hazai és a külföldi szabványok az uborkát több osztályba sorolják. Főleg a csemege uborka keresett, amelynél az átmérő max. 20 mm, a hosszúság pedig 3–6 cm lehet.

A hagymabetakarítás gépei

A hagymabetakarítás műveletei:

- kisedés,
- rendrakás,
- kocsira rakás (előtisztítással),
- szállítás,
- előkészítés,
- dughagymafelszedés.



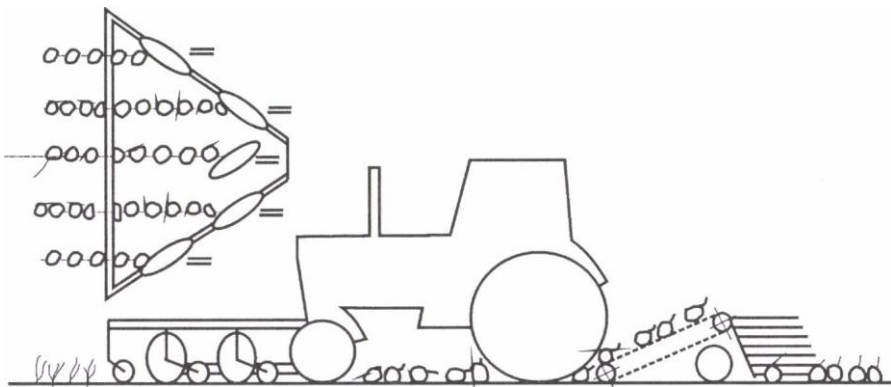
340. ábra. A vontatott hagymakiszedő gép működési vázlatát (VHB)

A betakarítás történhet egy menetben (kiszedő-rendrakó gépekkel) és két menetben. Utóbbinál az első menet a kiszedés-rendrakás, a második menet a rendfelszedés-kocsira rakás.

A hagymakiszedő gép működési vázlatát a 340. ábrán mutatjuk be. A kiszedés ennél a változatnál egymás felé forgó tárcsákkal történik.

A hagyma kiszédése történhet gömbsüvegtárcsákkal is (341. ábra). A gép két fő egységből áll. Az egyik a traktor elejére szerelt, a haladási iránnyal szöget bezáró 4–5 gömbsüveg alakú tárcsával működő kiszédőszerkezet, amely laza rendre rakja a hagymát, a másik a hátul elhelyezett egység, amely a laza rendet felszedi, megtisztítja és szűkített rendre rakja. Az egyenletes munkamélyiséget tárcsáinként egy-egy támaszkerék biztosítja. Az előzetes rendképzés céljából a tárcsatengelyekre terelővillákat szerelnek, amelyek a kiforgatott hagymákat középre terelik. Területteljesítménye 0,15–0,3 ha/h.

A kiszedőgépekkel kiszedett rendre rakott hagymát vontatott rendfelszedő gép szedi fel és rakja kocsiba.



341. ábra. Hagymakiszedés gömbsüveg alakú tárcsákkal

Dughagyma-betakarító gépek

A dughagyma-betakarítás gépesítésének alapvető problémája a sűrű sorba vetett, kisméretű hagymák veszteségmentes kiszedése. A kiszedést itt könnyíti az a körülmény, hogy a kisméretű hagymák 1–2 cm mélyen vannak a talajban. Ezzel szemben a kis méret nehezíti a felszedést és az előtisztítást. A dughagyma betakarítására külön célgépeket készítenek, amelyek működési elve közel azonos a hagymabetakarítókéval.

A gyökérzöldségfélék betakarításának gépei

A gyökérzöldségek közé sorolható a sárgarépa, a petrezselyem, a cékla, a zeller. A gyökérzöldségek betakarításának műveletei:

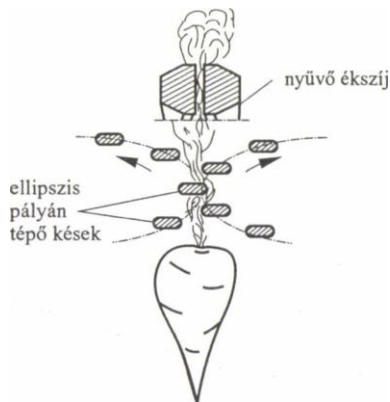
- lombtalanítás,
- kiemelés (tisztítással),
- szállítás,
- előkészítés.

Amennyiben a gyökér hosszabb tárolásra kerül, a gyökeret úgy kell lombtalanítani és kiemelni, hogy a répakorona és a levéltő ép maradjon.

A gyökérzöldségeket viszonylag kis területen termesztik nagy bruttó árbevétel mellett. Ezért a gépgyártók arra törekednek, hogy a cukorrépa- és a burgonyabetakarító gépeket vagy azok részegységeit alkalmassá tegyék gyökérzöldségek betakarítására is. Ez bizonyos feltételek mellett lehetséges is. Többnyire igen laza, rögsödésre nem hajlamos talajokon, és olyan áruféleségeknél, amelyek gyorsan feldolgozásra kerülnek.

A gépeknek két fő csoportja különböztethető meg:

- ásórendszerű gépek,
- nyűvőrendszerű gépek.



342. ábra. Nyűvőrendszerű gyökérzöldség-betakarító gép lombtalanító szerkezete

Az ásórendszerűnél az ásókések a répa alá nyúlva kiemelik a répát a talajból és a felhordószerkezet a talajszintre vagy a gyűjtőedénybe szállítja a gyökereket.

A nyűvőrendszerűnél a lazítókések a répatestet a lombfogó szerkezethez emelik, és egyenként sorban szállítja a répakat a lombtalanító szerkezethez.

A nyűvőrendszerű betakarítógép lombtalanító szerkezetének vázlata a 342. ábrán látható.

A tépőszerkezet ellipszis pályán mozgó tompa késekből áll, amely két oldalról fogja közre és hajlítással tépi el a szárazakat.

A sárgarépa-betakarító gépek lehetnek vontatottak vagy magajárók, két- vagy háromsoros kivitelben. A kétsoros vontatott gép területteljesítménye 0,2 ha/h, a 3 soros magajáróé 0,3–0,4 ha/h.

A káposztafélék betakarításának gépei

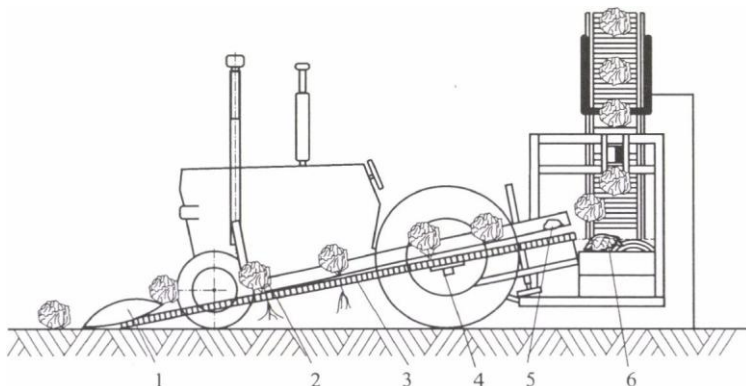
Ide sorolhatók a következő növények: fejes káposzta, kelkáposzta, karfiol, bimbóskel. A káposztabetakarítás fontosabb jellemzői:

- nagy a fej és a gyökér elválasztásának vonóerő-igénye,
- a levágandó fejek és a talaj közötti távolság változó,
- egyes fejek kiállnak a sorból vagy ferdén állnak,
- esetenként szükség van a külső borítólevelekre is,
- a fejek nagy méretűek és gördülékenyek.

Ma még használják a kézi szedés megkönnyítésére szolgáló platós, szalagos, puttonyos szedőkocsikat.

A káposztabetakarító gép működési vázlatát a 343. ábra szemlélteti.

A bimbóskel betakarításához (lombtalanítás, kivágás, kocsira rakás, bimbófosztás) külön erre a célra készült gépeket használnak.



343. ábra. Traktorra szerelt káposztabetakarító gép

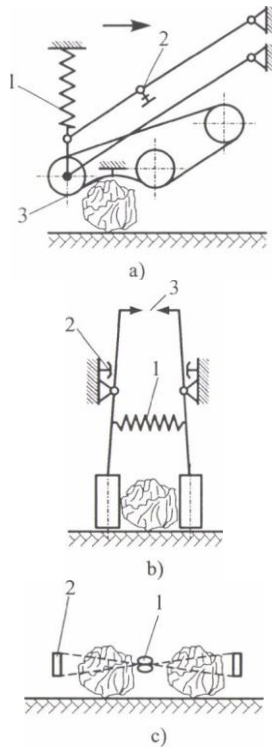
- 1 – kiemelő tárcsapár, 2 – terelővályú (felemeli és irányítja a fejeket),
3 – gumibetétes ferde felhordó-rögzítő szalagpár, 4 – vezető-rögzítő vályú,
5 – kés, 6 – fedőlevél leválasztó szerkezet, 7 – kocsirakó felhordó

A fejes saláta betakarításának gépei

A korszerű táplálkozás egyik fontos kelléke a fejes saláta. Vetésterülete emelkedő tendenciát mutat. Betakarítása sok kézi munkát igényel, ezért indokolt annak gépesítése. A salátabetakarító gépek alkalmazásának előfeltételei:

- az egyenletes talajfelszín,
- egyenes sorok,
- egyenletes tőtávolság,
- egyenletesen fejlett és tömött, megfelelő rugalmasságú fejek.

A salátabetakarító gépek válogatva betakarító rendszerűek. A válogatófejek többféle változatban készülnek (344. ábra).



344. ábra. Salátatapogató fejek elvi megoldásai: a) mechanikus érzékelőszalagos (1 – nyomórugó, 2 – érintkező, 3 – tapogató szalag), b) átmérő és tömörség alapján válogató (1 – rugó, 2 – fejszilárdság-érzékelő, 3 – átmérőérzékelő), c) gamma sugarakkal működő válogató (1 – sugárforrás, 2 – érzékelő)

Az érzékelők a salátafej méretét és tömörségét érzékelik. Az érzékelő minden egyes fejnél más-más értéket mutat. Amelyik fej eléri az előre beállított értéket, pl. elegendő tömörségű, ill. elég nagy az átmérője, akkor azt a fejet az automatikus működésű kivágókés az érzékelőtől kapott jel alapján kivágja a sorból.

Az a) és a b) változat működése az ábrán követhető. A c) változattal kapcsolatban

megjegyezzük, hogy az egy – előzetesen reaktorban aktivizált – gamma-izotóptest sugaraival érzékeli a salátafej tömörségét. A tömörebb fej kevesebb sugarat enged át. A gamma-izotópokat egyébként élelmiszerek besugárzására is használják, mert megóvják azokat a penészesedéstől.

A gamma-izotópokkal kezelt növények emberi fogyasztásra a besugárzás után azonnal alkalmasak. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy csak a gamma-izotóppal kezelt növény ártalmatlan, a gamma-sugárzás maga káros az emberi szervezetre és éppúgy, mint a röntgensugárzás a gamma-sugárzás is akkumulálódik. Ez azt jelenti, hogy a kapott adag nehezen, az izotóp felezési idejének ütemében „ürül ki” a szervezetből, s a később kapott sugárzás az előzőhöz hozzáadódik.

Paradicsombetakarító gépek

Agrotechnikai követelmények

A bogyók sérülékenysége miatt a friss fogyasztásra szánt paradicsom betakarítása kézzel történik.

A konzerv- és hűtőipar számára termesztett paradicsom géppel is betakarítható, mivel az esetleges sérülések azonnali feldolgozás esetén nem okoznak minőségromlást.

A gépi betakarításra termesztett állománnyal szemben támasztott igények:

- a bogyóknak szilárdaknak kell lenniük (sérülésmentesen ki kell bírniuk minimum 1 m-es szabadesést kemény felületre ütközve),
- a terméskiesés csökkentése érdekében kívánatos a minimum 80%-os egyszerre érés,
- a bokrok determinált növekedésűek és dús lombzatúak legyenek,
- sík vagy ágyásos művelésmód lehetséges, 1,6 méteres keréknyomtáv figyelembevételével, ikersorban palántázva vagy helyrevetetten. A növény sorok a keréknyomtáv középvonalára szimmetrikusan, egymástól 35 cm-re helyezkedjenek el. A szokásos tőtávolság 20–35 cm,
- egyenletes, porhanyós, gyommentes ágyásfelszín szükséges (kedvező ágyásfelszín esetén kevés az elhagyásból származó veszteség, a rögfelhordás, kismértékű a szennyezettség).

A betakarítógéppel szemben támasztott alapvető követelmények a sérülések és veszteségek megengedett mértékére, a betakarított anyag tisztaságára, valamint a kellő kapacitásra (bogyótömegáram) vonatkoznak:

- a gép által sérült bogyó: maximum 10%,
- összes veszteség maximum 20% (nem számítva veszteségnek a 25 mm alatti átmérőjű és rothadt bogyókat),
- földszennyeződés maximum 2 súly%, lombmaradvány maximum 0,1 súly%,
- a betakarító gép bogyótömegárama minimum 10 t/h.

A bogyók fontosabb fizikai jellemzőit a 14. táblázat tartalmazza (LÁNG, 1984).

14. táblázat. Három paradicsomfajta bogyoinak néhány fizikai jellemzője

| Vizsgált jellemzők | K 549 | K 886 | PETOMEK |
|-------------------------------|-----------|----------|----------|
| Átlagos leválasztó erő/szórás | 21 N/10,4 | 25 N/8,7 | 22 N/5,3 |
| Átlagos roncsoló erő/szórás | 77 N/13 | 44 N/7 | 71 N/15 |
| Roncsolási energia, J | 0,68 | 0,52 | 0,73 |
| Kritikus esésmagasság, cm | 90 | 65 | 105 |

A paradicsombetakarító gépek főbb szerkezeti részei

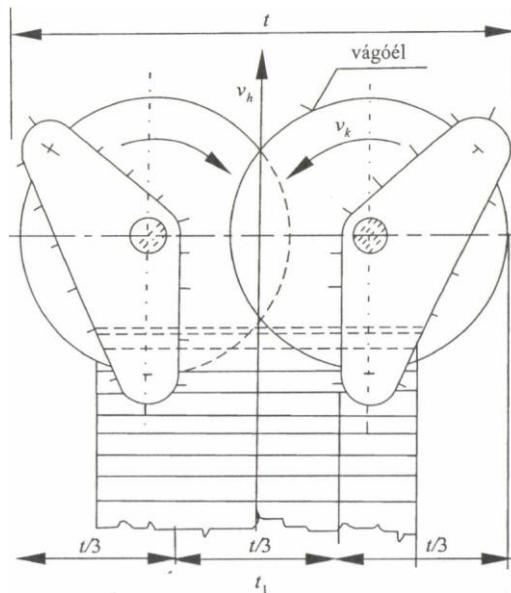
Az ismert gépek többsége a bokrok kivágását, leválasztó szerkezethez juttatását, rázását, a lerázott bogyók közül a szennyezők eltávolítását, a zöld és a sárga bogyók selejtezését, a piros bogyók szállító járműbe juttatását végzik, kisebb-nagyobb mértékben eltérő műszaki megoldások révén. Az alábbiakban a funkciók egymás utáni sorrendjében tárgyaljuk a leggyakoribb szerkezeti kialakításokat.

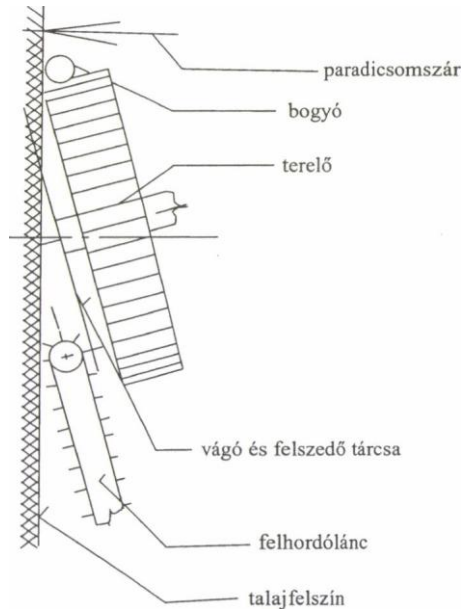
Vágó-terelő szerkezetek

Feladatuk a bokrok kivágása a talajfelszín alatt és a kihasított talajréteggel együtt továbbításuk a felhordó rostaszalagra.

E szerkezetek lehetnek a gépvázhoz mereven rögzítettek, ún. passzív vágópengék, vagy a gépvázhoz képest forgó vagy alternáló mozgású, ún. aktív vágószerkezetek. Ilyenek az alternáló kasza és a forgó síktárcsapár.

Az alternáló kaszás vágószerkezetek mozgó pengéi a gabonakombájnokéhoz hasonlóak. Kaszaujj helyett a mozgópengék megtámasztására is szolgáló ellenpengéket találunk.





345. ábra. Síktárcsapáros vágószerkezet

A síktárcsapáros vágó-kiemelő szerkezet működő részeit két, lemezből készített, élezett peremű, 900–1000 mm átmérőjű, előre döntött helyzetben beépített hajtott tárcsa, valamint a felettük elhelyezett hullámos terelőszalagok alkotják (345. ábra). Kerületi sebességük kb. 8 m/s. A tárcsák síkja a vízszintessel 20–25 fokot zár be, elülső részük 5–8 cm mélyen a talajban jár és forgásuk, valamint a gép haladása következtében elvágják a növények szárait. A vágás mellett feladatuk a szállítás is: a kimetszett talajréteget mindkét oldalról középre és hátra továbbítják a kivágott bokrokkal és a talajra lepergett érett bogyókkal együtt.

Rostaszalagok

A szennyező anyagok minél hatékonyabb eltávolítása érdekében a gépen belüli legtöbb szállítás rostaszalaggal történik. Pálcás kivitelűek, a pálcák közötti szabad rész általában 25 mm.

Rázószerkezetek

A paradicsombogyók gépi rázás útján történő leválasztására számos megoldás született. Közös jellemzőjük, hogy hatásukat a paradicsombokrok száira fejtik ki, a teljes bokrokat azokon keresztül váltakozó irányú és nagyságú gyorsulásra kényszerítik. A bogyókra a száruk, a hajtások közvetítésével hat e gyorsulás, és bennük tehetetlenségi erőt ébreszt. Miközben tehát a bokrok szárrészei kényszerűen együtt gyorsulnak a rázószerszeggel, a

bogyók tehetetlenségüknél fogva helyben maradnának. Amennyiben a bogyókban ébredő tehetetlenségi erő eléri az ún. leválasztó erő mértékét, a bogyók leszakadnak. A rázószerkezeten áthaladó bokrok ismételt gyorsításoknak vannak kitéve, mely fokozza a bogyók leszakadásának biztonságát.

Az ismert rázószerkezeteket léces, láncos és pálcás-hengeres csoportokba sorolhatjuk. A léces rázószerkezet kialakítása a 346. ábrán látható. A lépcsős tengelyre csapágyazott lécek pereme tarajos kialakítású, ezzel biztosított a bokrok szállítása.

A bogyókban ébredő tehetetlenségi erő a centrifugális erőből és a súlyerőből számítható. Ez utóbbi hol hozzáadódik a centrifugális erőhöz, hol csökkenti annak hatását. A bogyókra ható maximális tehetetlenségi erő esetén a bogyó leszakításához szükséges tengelyfordulatszám a leválasztó erő ismeretében egyszerűen meghatározható:

$$n = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{lev}}}{m_b \cdot r} - \frac{g}{r}},$$

ahol:

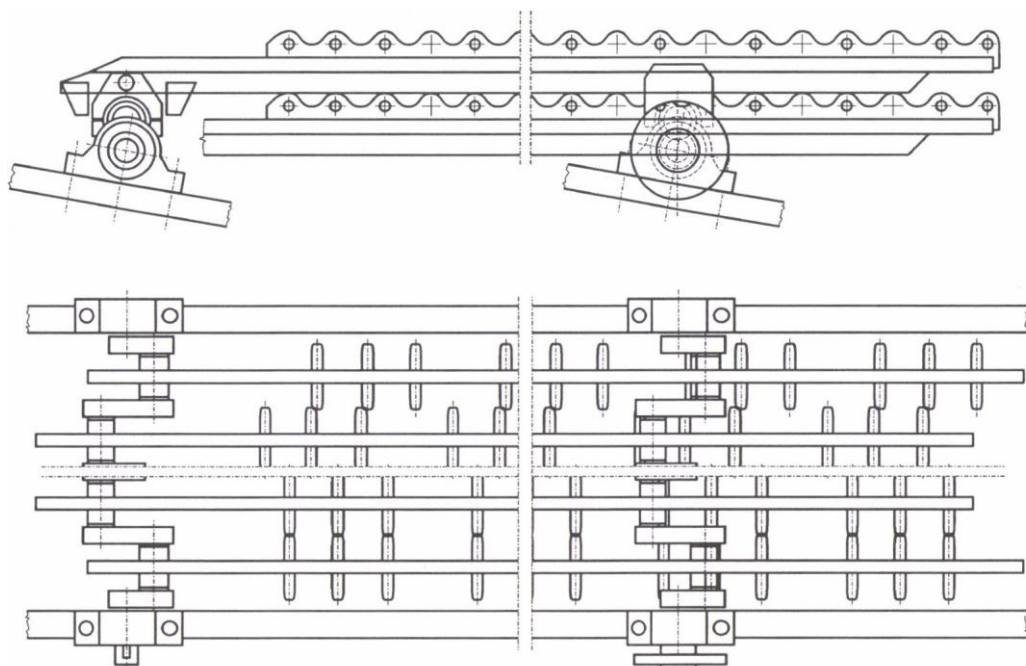
F_{lev} – a bogyók átlagos leválasztó ereje,

m_b – a bogyók átlagos tömege,

r – a lépcsős tengely forgattyús sugara.

Egy hazánkban ismert betakarítógép adataival az elméletileg szükséges tengelyfordulatszám – $F_{\text{lev}} = 5$ N, $m_b = 0,1$ kg és $r = 0,05$ m mellett – $n = 270$ 1/min-re adódik, ami jól közelíti a gép lépcsős tengelyeinek 258 1/min-es fordulatszámát. Az 5 N-os leválasztóerő érett bogyókra vonatkozik, a kevésbé érettek az ismételt gyorsítások hatására szakadnak le.

A láncos rázószerkezetek lényegében olyan pálcás rostaszalagnak tekinthetők, amelyeknél a pálcák közötti távolság elegendően nagy ahhoz, hogy a bogyók áthulljanak. A bogyók leszakadását a rostaszalag lengő mozgása okozza, melyet az egyik változatnál annak gyors egymás utáni megfeszítésével és ellazításával érnek el. Ennél a rázószerkezet-típusnál is csak a száruk érintkeznek a pálcákkal, a bogyók a pálcák közötti résekben csüngenek. A szárukban ébresztett gyorsulás a feszítés-lazítás sebességétől függ. Ha azt körhagyó tárcsa segítségével oldják meg, tengelyének szükséges fordulatszáma az előbbi összefüggéssel számítható. Ekkor r a körhagyás mértékét jelenti.



346. ábra. Lengőléces termésleválasztó

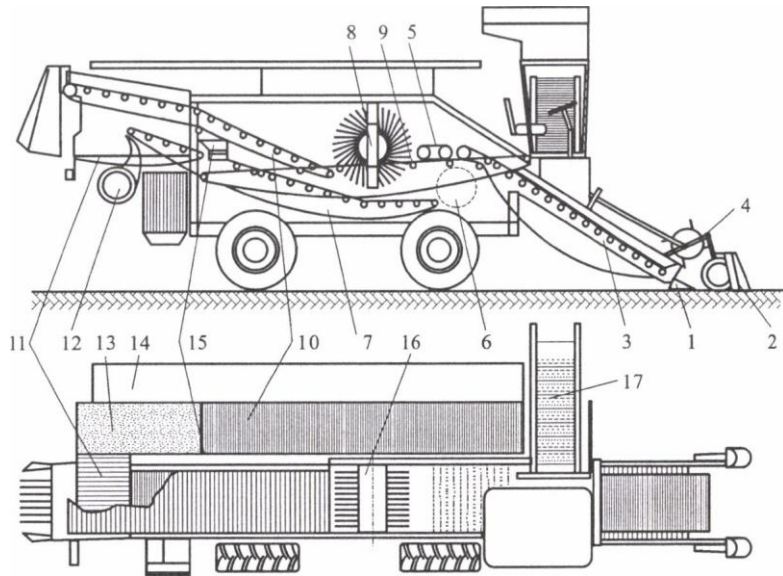
Másik láncos rázószerkezet-típusnál a lánc szakaszos haladó mozgást végez, vagyis minden újraindulásnál gyorsítja a bokrokat és rajtuk keresztül a bogyókat.

A pálcás-hengeres rázószerkezet egy vagy több tüskés hengerből, és a szárak visszatartására szolgáló rostafelületből áll. A tüskék 40–50 cm hosszú acél vagy üvegszál erősítésű műgyanta pálcák. A bokrok ismételt gyorsítását a szerkezet tengely körüli alternáló mozgása révén éri el. Az anyagáram fenntartása érdekében ugyanakkor a szerkezet egyirányú forgó mozgást is végez. Ilyen rázószerkezet látható a 347. ábrán (8). A szerkezet meghajtása hasonló gallyrázókéhoz.

Tisztítószervezetek

E géprészek feladata a bogyókkal azonos vagy nagyobb méretű rögök, szár és levélrészek eltávolítása. A rögök és a paradicsombogyók gépi szétválasztására ferdén elhelyezett szalagok vagy elektronikus rögkiválasztók jöhetnek szóba (347. ábra). A fényforrással megvilágított bogyók vagy rögök színüktől függően eltérő intenzitású fényt vernek vissza. A fényérzékelő ennek megfelelően hozza működésbe az eltérítő lapot és két frakcióba tereli az anyagáramot.

A könnyű szennyezők, mint szár- és levélrészek eltávolítására nyomó és szívó légáramú ventilátorok jöhetnek szóba.



347. ábra. Magajáró paradicsomkombájn

- 1 – alternáló kaszás vágó-kiemelő szerkezet, 2 – száremelő, 3 – felhordó rostaszalag,
 4 – terelőlánc, 5 – továbbító szalag, 6 – tisztító tárcsasor, 7 – bogyóelfogó rostaszalag,
 8 – pálcás-hengeres rázószerszert, 9 – szárvezető villa, 10 – szalmakihordó rostaszalag,
 11 – bogyótovábbító szalag, 12 – ventilátor, 13 – selejtező szalag, 14 – pódium a selejtező munkásoknak,
 15 – szín szerinti válogató automata, 16 – selejtezőszalag, 17 – kihordó-kocsirakó szalag.

Válogató-selejtező szerkezetek

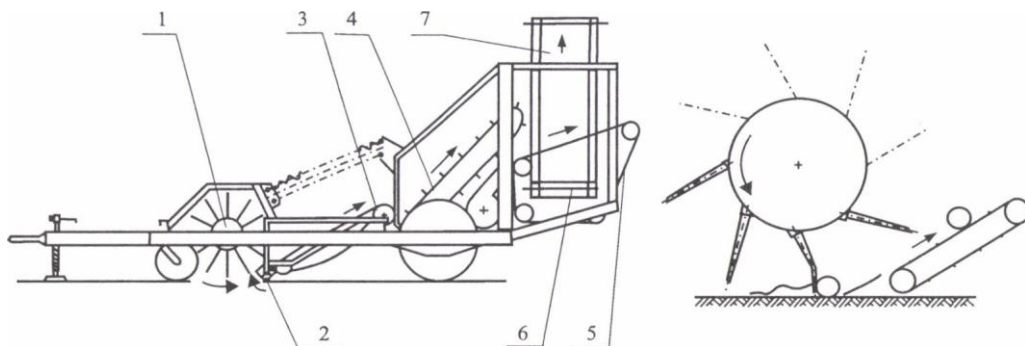
A paradicsombetakarítás során szín szerinti válogatás vagy selejtezés történik a betakarítógépen vagy a telepen. Még az egyszerre érő fajták bogyói is csak mintegy 80%-ban pirosak, a többi bogyót a piaci lehetőségektől függően vagy külön frakcióba válogatják, vagy selejtezik. Válogatásról akkor beszélünk, ha a szétválogatott frakciók mindegyikét gyűjtik. Selejtezésnél a selejtezett frakciót értéktelennek tekintik és visszajuttatják a tarlóra.

A betakarítógépen történő válogatás (selejtezés) történhet kézzel, ekkor a gépen válogató munkások dolgoznak. Gépi válogatás (selejtezés) elektronikus szín szerinti válogatóval valósítható meg. Működési elve hasonló a korábban említett elektronikus rögválasztóhoz. A legtöbb betakarítógépen selejtezés történik: a zöld és a sárga bogyókat visszajuttatják a tarlóra.

Fésülődob mint termésleválasztó szerkezet

Az eddig leírtaktól lényegesen eltérő bogyóleválasztási elvet alkalmaz egy hazai szabadalom szerinti, eddig csak kis sorozatban gyártott betakarítógép (348. ábra). Újdonsága, hogy nem a kivágott bokrokról rázza le a bogyókat, hanem a még lábon álló állományról fésüli le a termést. A haladási irányra merőleges tengelyű fésülődobra (1) rugalmas műanyag ujjak vannak rögzítve.

A lefésült bogyókat és a már átfésült bokrokat hajtott négyszögtengely (2) emeli fel és továbbítja a ferde rostaszalagokra (3, 4). Az anyagáram ezekről pálcás szárkiválasztó szalagra (5) kerül, amelyen a bogyók áthullanak és a keresztirányú kocsirakó szalagok (6, 7) szállítójárműre továbbítják. A könnyű szennyeződések fűvó légáramú ventilátor távolítja el.



348. ábra. Paradicsombetakarító gép fésülő rendszerű bogyóleválasztóval
 1 – fésülődob, 2 – négyszögtengely, 3, 4 – rostaszalagok,
 5 – szárkiválasztó szalag, 6, 7 – kocsirakó szalagok

A gép munkaminőségi mutatói nem térnek el lényegesen a korábban ismertetett típusokétól, ugyanakkor azoknál lényegesen kisebb energiafelhasználású és tömegű (15. táblázat).

A fésülő ujjak merevsége úgy van megválasztva, hogy a leszakításhoz elégséges erőt legyenek képesek kifejtteni, a bogyókat azonban ne roncsolják. Méretezésüknél a rugalmas ütközés ismert összefüggéseiből, valamint a paradicsombogyók anyagjellemzőiből lehet kiindulni.

A két test (szedőujj és bogyó) közötti ütközést centrálisnak vehetjük, ahol a paradicsombogyó (m_2) nyugalomban van. Az ütközést két fázisra bonthatjuk.

15. táblázat. Rázóléces és fésülődobos vontatott paradicsombetakarító gép összehasonlító adatai

| Vizsgált jellemzők | Rázóléces gép | Fésülődobos gép |
|--|------------------|------------------|
| Bogyótömegáram | 10–15 t/h | 10–15 t/h |
| Felületáram | 0,3–0,5 ha/h | 0,3–0,5 ha/h |
| Géptömeg | 5500 kg | 2000 kg |
| Leválasztó szerkezet teljesítményfelvétele | 7,8 kW | 1,2 kW |
| Teljes hajtási teljesítményfelvétel | 18,4 kW | 7,2 kW |
| A betakarítás energiaigénye | 1,23 Wh/kg bogyó | 0,36 Wh/kg bogyó |

Az elsőben a testek deformálódnak, és a szakasz végén súlypontjaik közös w sebességgel mozognak:

$$w = v_1 \frac{m_1}{m_1 + m_2},$$

ahol v_1 az ütközés helyére redukált szedőujjtömegnek, m_1 -nek a kerületi sebessége.

Az m_1 redukált szedőujj tömeg mozgási energiája az első szakasz végére részben a két test azonos sebességű mozgási energiájává, részben deformációvá alakult át. A deformációs energia így:

$$W_{\text{def}} = \frac{m_1}{2} v_1^2 - \frac{m_1 + m_2}{2} w^2.$$

Ha értéke eléri a bogyó roncsolásához szükséges energiát, a termény sérül. Az összefüggésből – a roncsolási energia ismeretében – számítható a sérülést előidéző kritikus ütközési sebesség:

$$v_{\text{krit}} \leq \sqrt{\frac{2 \cdot W_{\text{roncs}} (m_1 + m_2)}{m_1 \cdot m_2}}.$$

A paradicsombogyó roncsolási energiájának meghatározása nyomóvizsgálatból származó erő-deformáció görbe alapján történhet.

A rugalmas műanyag szedőujjnak az ütközés helyére redukált tömege dinamikai mérésekkel határozható meg.

A paradicsombetakarító gépek felépítése és működése

Betakarítás és válogatás egy menetben

Az ismert betakarítógépek két csoportba sorolhatók. Az elsőbe azok tartoznak, melyek egy munkamenetben végzik a bokorkivágást, felszedést, rázást, tisztítást, válogatást vagy selejtezést, valamint gyűjtőkocsira rakást. A rögök és a sérült bogyók eltávolítására válogató munkást még akkor is elhelyeznek a gépen, ha az elektronikus szín szerinti válogatóval el van látva. A 347. ábra ilyen, pálcás-hengeres rázószerkezettel, illetve láncos leválasztó szerkezettel rendelkező paradicsomkombájn felépítését mutatja.

A kasza által kivágott bokrok és a kihalított talaj szelet a száremelő felett a felhordó rostaszalagra jut, ahol a föld nagy része visszahullik a tarlóra. A bokrok visszagördülését a terelőlánc (4) akadályozza meg. A felhordó (3) és továbbító szalag (5) közötti résen a rögök és a korábban lepergett bogyók a tisztító tárcsasor felületére esnek. A tárcsák közötti részbe a túlérett bogyók és a rögök egy része beesik, míg az ép, egészséges bogyók a tárcsasor felületén a bogyófelfogó szalagra (7) jutnak. A bokrok a továbbító szalagon át a

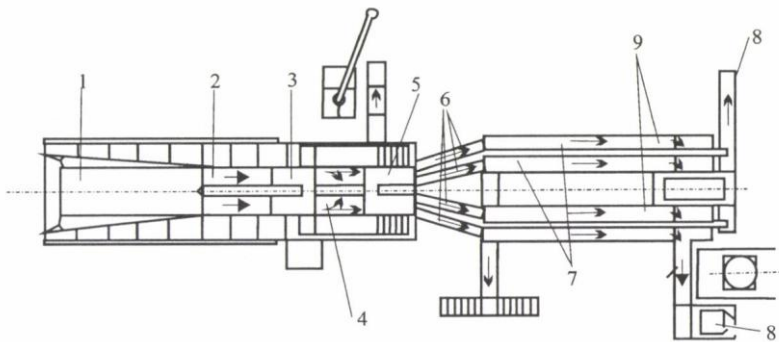
szárvezető villasorra kerülnek, ahol a pálcás-hengeres rázószerkezet tüskéi lerázzák róluk a bogyókat. A bogyók a villa résein át a bogyófelfogó szalagra (7) esnek, a szalma pedig a kihordó szalagon (10) elhagyja a gépet. A bogyófelfogó szalagról a bogyóáram a továbbító szalagra (11) esik, közben a könnyű szennyezőket a ventilátor (12) kifújja. A bogyótovábbító az első selejtező szalagra (13) továbbít, itt a munkások eltávolítják a rögöket és a sérült egyedeket. A bogyók innen a szín szerinti válogatóba (15) jutnak, amely csak a piros bogyókat engedi tovább, a sárga és a zöld színű termés a tarlóra esik. A továbbjutott, többségükben piros bogyók közül a második selejtező szalagon (16) az éretlenek kézzel eltávolíthatók. Végül a piros bogyótömeg a kihordó-kocsirakó szalagra (17), majd a betakarítógép mellett haladó szállítójárműre kerül.

Itt megjegyezzük, hogy az USA-ban az első korszerű paradicsomkombájt 1960-ban szabadalmaztatták. A fejlesztési munkákat I. C. Lorenzen professzor vezetésével a Kaliforniai Egyetemen végezték, amiben részt vett Szluka István magyar származású gépészmérnök is, aki a válogatószerkezet tervezéséért magas szakmai kitüntetést kapott.

Betakarítás és válogatás külön

Ebben az esetben a betakarítógép csak a bokorkivágást, felszedést, rázást, tisztítást, valamint gyűjtőkocsira rakást végzi, ott nincs szükség tehát válogató munkásra. Ennek megfelelően egy ilyen gép vágó-kiemelő szerkezettel, felhordó rostaszalaggal, rázószerkezettel, ventilátorral, a rázószerkezet alatti bogyófelfogó, valamint kihordókocsirakó szalaggal rendelkezik.

A betakarítógépről lekerülő anyag nagy számban tartalmaz rögöket. A szállítás vízzel töltött kocsikban történik, így a rögök útközben iszappá málnak szét.



349. ábra. Paradicsom-előfeldolgozó gépsor

1 – medence, 2 – felhordó szalag, 3 – előmosó, 4 – kézi selejtezés, 5 – vízfüggönyös mosás, 6 – elosztó szalagok, 7 – szín szerinti válogatás, 8 – zúzó-magozó, 9 – melléktermék-továbbító szalag

A selejtezés, a tisztítás, a válogatás, az osztályozás külön lépésben, az e célra szolgáló telepen történik (349. ábra). A vízben szállított termés fogadására kialakított medence (1) vizét áramlásban tartják, hogy a bogyók eljussanak a lapátos felhordó szalagig (2). A medence fenekén kialakított fűvókákon keresztül a vízbe áramoltatott levegő segíti a bogyók tisztulását. A felhordóról a bogyótömeg vízfüggönyös előmosóba kerül (3), majd

kézi selejtezés történik (4). Újabb tisztítás – kefések, vízfüggönyös mosás (5) – után a termény elosztó szalagokon (6) keresztül a válogató szalagokra jut, ahol kézi szín szerinti válogatás történik (7). A piros bogyók végül zúzó-magozóba kerülnek (8). A pürét tartálykocsiban szállítják a feldolgozó üzembe (pl. konzervgyárba), a melléktermékek – zöld bogyó (9), héj és mag – takarmányként hasznosíthatók.

Zöldbab-betakarító gépek

Géppel többnyire hűtőipari és konzervipari alapanyagot takarítanak be. A babhüvelyek leszakítása a bokorról minden géptípus esetében fésülő szerkezettel történik. A gép előrehaladása során és a dob forgása révén a rugóacél fésülőujjak behatolnak a bokrokba és a babhüvelyek kocsányában megakadva leszakítják azokat. A hüvelyekkel együtt levelek és szárrészek is leszakadnak. Az ujjak nagy, 7–7,5 m/s kerületi sebességük révén magukkal ragadják a leszakított részeket. A fésülő szerkezet fölött elhelyezett burkolat tereli azokat egy továbbító szalagra. A gépen belül mechanikus és légárammal történő tisztítás valósul meg, majd a hüvelyeket a gép tartályában vagy szállítójárműben gyűjtik.

A gépi betakarításra természetett állomány sajátosságai

A gépek működéséből adódóan elsődleges jelentőségű az egyenletes bokormagasság és a hüvelyek csüngő helyzete. A sűrű állomány egyrészt támaszt jelent a fésülőujjak behatolásakor, másrészt felfogja a szedőszerkezet burkolata alatt kirepülő hüvelyeket, így a veszteséget csökkenti.

Egyes géptípusoknál szerkezeti okokból a sortávolság nem csökkenthető tetszőlegesen. Az előírt értékről a gép gyártója tájékoztatást ad.

A szóba jöhető fajták mindegyikének hüvelye egyenes, kör vagy csak kissé lapított keresztmetszetű. Nem szálkásodik, így hegyezésen és esetleges aprításon kívül más műveletre nincs szükség feldolgozás előtt.

Lényeges a talajfelszín egyenletessége, hogy a fésülő szerkezetnek ne legyen útjában akadály.

A zöldbab-betakarító gépek főbb szerkezeti részei

A gépeket az alábbi szerkezetek alkotják:

- fésülő szerkezet,
- a fésülő szerkezet burkolata,
- tisztító szerkezetek,
- anyagtovábbító és gyűjtő szerkezet.

Fésülő szerkezetek

A fésülő szerkezet hengeres dobból és a dobpalástra rögzített rugóacél pálcákból, az ún. szedőujjakból áll (350. ábra). Az ujjak a palást alkotói mentén egymástól 5–6 cm-es

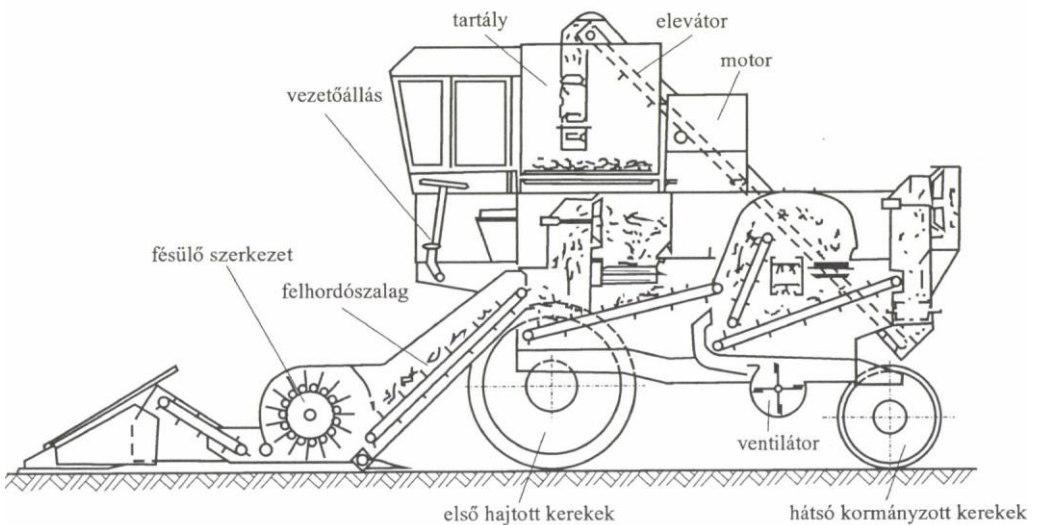
osztásban, a szomszédos alkotókon fél osztással eltolva helyezkednek el. A dobátmérő 50–70 cm közötti, kerületi sebessége 7–7,5 m/s, géptípustól függően.

Attól függően, hogy a fészülődob tengelye soriránnyal párhuzamos vagy arra merőleges síkba esik, megkülönböztetünk hosszanti és keresztirányú fészülődobos gépeket.

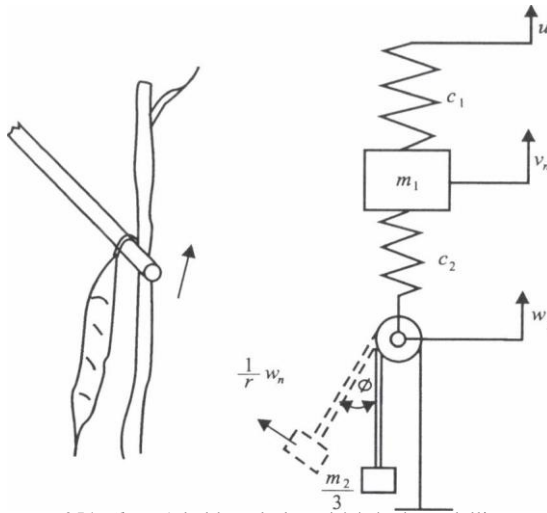
A hosszanti dob a még szedetlen növény sor mellett helyezkedik el és ebbe hatolnak bele ujjai. Tengelye a vízszintessel szöget zár be, így a bokrok „átfészülését” felülről lefelé végzi. Az ilyen gépkialakítás hátránya az alacsony termelékenység, és a fészülődob rossz kihasználtsága. Több sor egyidejű betakarítása csak soronként elhelyezett dobokkal valósítható meg.

A keresztirányú fészülődobos gépek a dob hosszától függően tetszőleges számú sort képesek egyidejűleg átfészülni. Mivel az ujjak alulról felfelé hatolnak a bokrokba, a hüvellyel együtt hajtások is leszakadhatnak, sőt a teljes bokor kihúzása is előfordul. A sűrű zöldtömegeből kiszabadulni nem képes babbüvelyek az ismételt ütések hatására sérülhetnek. Ez utóbbi miatt a keresztirányú fészülődobos gépek munkaminősége nem éri el a hosszdobosakét.

A babbüvelyek leszakításának modellje a 351. ábrán látható. Az ottani jelölésekkel u , v és w rendre a szedőujj befogási pontjának, az ujjvégnek és a hüvely felső pontjának pillanatnyi sebessége.



350. ábra. Magajáró zöldbab-betakarító gép



351. ábra. A báhüvely leszakításának modellje

A leszakítás során fellépő erökre felírhatok az alábbi összefüggések:

$$m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} + \frac{x_1}{c_1} = \frac{x_2}{c_2},$$

Valamint

$$\frac{l}{r} m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} + m_2 \cdot g \cdot \sin \phi = \frac{x_2}{c_2},$$

ahol:

m_1 – az ütközés pontjába redukált ujj tömeg, a legelterjedtebb típusokra 3 g,

m_2 – a hüvely tömege, átlagosan 5–6 g,

x_1 – a szedőujj rugalmas deformációja,

x_2 – a kocsány rugalmas deformációja,

c_1 – az acél ujj rugóállandója: 0,001333 m/N,

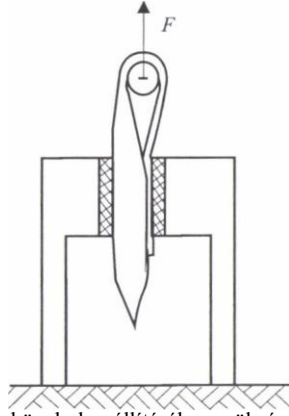
c_2 – a kocsány látszólagos rugóállandója, $c_{2\text{átl}} = 7,8 \cdot 10^{-5}$, $s = 1,6 \cdot 10^{-5}$,

l – a hüvely hossza: átlagosan 12 cm,

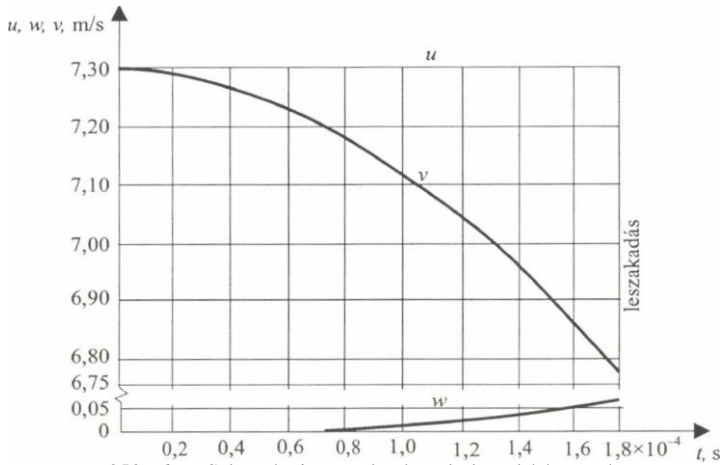
r – a szedőujjpálca átmérőjének a fele: 2,5 mm.

A leválasztóerő és c_2 a 352. ábra szerinti elrendezésben mérhető ($F_{\text{lev.átl}} = 18,2$ N, $c_2 = 3,2$).

Az egyenleteket iterációs módszerrel megoldva felrajzolható u , v és w időbeli változása a leszakadás pillanatáig (353. ábra).



352. ábra. A hüvely leszállításához szükséges erő mérése



353. ábra. Sebességviszonyok a hüvely leszállítása során

A számításokat különböző m_1 és c_1 szedőujj-paraméterekre elvégezve az alábbi megállapítások tehetők:

1. A leszállításhoz szükséges erő több, mint 99%-a a szedőujj tehetlenségi erejéből származik. A szedőujj, mint rugó tehát ebből a szempontból elhanyagolható hatású.
2. A hüvely a kocsányoldali vége körül kilendül. A leszakadás pillanatában másik végpontja kb. 1,8 m/s kerületi sebességű mozgást végez. A repülő hüvely a leválasztás után kb. 1 métert halad a szedőujjak mozgásterében, eközben mintegy fél fordulatot tesz meg.
3. A szedőujj tömegének növelésével csökken a leszakadásig eltelt idő és a szedőujj hátrahajlása ($\times 1$).

A szedőujj kerületi sebessége egy kritikus érték felett a hüvelyek törését okozhatja. A törés akkor következik be, amikor a röppályán mozgó hüvellyel a fészülőujj ütközik. A kritikus ütközési sebesség a paradicsombetakarító gépeknél leírt összefüggésekkel, az

ütközés pontjába redukált ujjtömeg és a hüvely törési energiájának ismeretében meghatározható. Átlagos $w_{\text{törési}} = 0,08$ J törési energiával és a fenti tömegértékekkel számolva a kritikus fészülőujj-sebesség: $u_{\text{krit}} = 9,05$ m/s.

A fészülőszerkezet burkolata

A fészülő szerkezet feletti és előtti burkolat feladata a leszakított és röppályán mozgó hüvelyek terelése a gép belsejébe.

Keresztirányú fészülődobos gépeknél a burkolat elülső élének helyzete nagyban befolyásolja a veszteséget. Mélyre eresztett burkolat csökkenti az előreszórásból származó veszteséget, ugyanakkor haladás közben a bokrokat előre dönti, így azok átfészülése kedvezőtlen helyzetben valósul meg. Az ellentmondás feloldására egyes típusoknál az elülső él elé beteretelő szerkezetet helyeznek el. A szerkezet lehet ferde helyzetű szalag kefehenger vagy terelő légáram. Alkalmazásuk révén az elülső él mélyebbre kerülhet, ugyanakkor a terelő hatás következtében (mindhárom szerkezet a haladási sebességnél nagyobb sebességgel tereli hátrafelé a bokrok csúcsait) a bokrokat hátrafelé döntik meg, így megvalósul a felülről lefelé történő átfészülés.

Tisztítószervezetek

A tisztítószervezetek feladata a hüvelyekkel együtt leszakított egyéb növényi részek eltávolítása és a hüvelyfürtök kiválasztása. Ez utóbbiak alatt a közös szárrésszel együtt leszakadt hüvelyeket értjük.

Tisztításra a gépen belül szállító rostaszalagok, szívó és nyomó légáramú ventilátor, valamint fürtkiválasztó, néhány esetben fürtbontó szerkezet szolgál. A rostaszalagok pálcás kivitelűek, a pálcák közötti rés 5 mm körüli. Feladatuk a fészülődob által esetleg felhordott föld kirostálása. A szívó és nyomó légáramú ventilátorok a fészülőujjak által leszakított levél- és hajtásrészeket távolítják el. A légsebesség szabályozására minden típusnál lehetőség van. A pontos beállítással elkerülhető, hogy hüvelyeket vagy hüvelyfürtöket is elszívjon a ventilátor.

A gépeken elhelyezett fürtkiválasztó szerkezetek feladata a hüvelyfürtök kiemelése a terméstömegből. A fürtök ugyanis megnehezítik a termény előfeldolgozását (hegyezését). Fürtkiválasztásra döntött helyzetben beépített acéltüskés gumiheveder(ek) szolgál(nak). A teljes lefészült zöldtömeg a fürtkiválasztó szalagra kerül, amely felfelé szállít. Az önálló hüvelyek visszacsúsznak a heveder felületén, míg a fürtök a tüskéken fennakadva jutnak tovább. Ezután vagy a tarlóra esnek, vagy fürtbontóra kerülnek, így nem mennek veszendőbe. A fürtbontó 8–10 cm-es osztású pálcás szalag, amelyen egy részük fennakad. A fenn nem akadt fürtök szintén a tarlóra esnek. A fennakadt fürtöket a pálcás szalag forgó vágószervezethez szállítja, amely szerkezet elvágja azok kocsányait, így szétesnek.

A lefészült hüvelyek gyűjtésére szolgáló szerkezet

A terményt a legtöbb géptípus (350. ábra) saját tartályába gyűjti. A gépen elhelyezett tartályok 2–4 t termés befogadására alkalmasak. Elhelyezésük olyan magasságban történik, hogy onnan közvetlenül szállítójárműre legyen tölthető.

A 350. ábrán látható magajáró betakarítógépek további tartozékai a vezetőállás, a fülke, a hátsó kormányzott és első hajtott kerekek. Magas beszerzési ára miatt csak nagy területen (minimum 300 ha) üzemeltethetők gazdaságosan.

Korszerű magajáró zöldbab-betakarító gépek főbb műszaki adatait tartalmazza a 16. táblázat.

A 17. táblázat szántóföldön termesztett zöldbabfajták betakarítás előtti jellemzőit, valamint a géppel betakarított termés munkaminőségi mutatóit foglalja össze.

16. táblázat. Zöldbab-betakarító gépek főbb műszaki adatai

| Műszaki adatok | Pixall | Ploeger |
|----------------------------------|-------------|-----------|
| Típus | Beanstalker | BP-700 |
| Munkaszélesség | 3,05 m | 3,1 m |
| Sebességtartomány | 0–35 km/h | 0–24 km/h |
| Tömegáram | 6–7 t/h | 6–7 t/h |
| Terménytartály befogadóképessége | 3,6 t | 2,3 t |
| Beépített motor teljesítménye | 106 kW | 157 kW |
| Szerkezeti tömeg | 10,3 t | 10,5 t |

17. táblázat. Szántóföldön termesztett zöldbabfajták és a betakarított termés jellemzői

| Vizsgált jellemző, illetve mutató | Mért érték |
|---|------------|
| Növényzet összes tömege | 30–38 t/ha |
| Becsült terméshozam | 14–21 t/ha |
| Betakarított hozam | 10–14 t/ha |
| Begyűjtött ép termés | 65–80% |
| Enyhén sérült termés | 10–24% |
| Növényi szennyezés a betakarított anyagban | 1M% |
| Talaj, egyéb szennyezés a betakarított anyagban | 0–0,4% |

8.5. A főbb gyümölcsfélék és a dohány betakarításának gépei

A hazánkban termesztett gyümölcsfélék a bogyósok (pl. eper, málna, ribiszke), a csonthéjasok (pl. cseresznye, meggy, szilva, dió, mandula, őszibarack és kajszli) vagy az almatermésűek (alma, körte stb.) csoportjába sorolhatók. A betakarított termés (mintegy 800 000 t) részben friss fogyasztásra, részben hűtő- vagy konzervipari feldolgozásra kerül. A húsos gyümölcsöket – sérülékenyséjük miatt – friss fogyasztásra ma is kézzel szedik, a géppel betakarított terményt rövid időn belül fel kell dolgozni.

A gyümölcsbetakarítás három fázisát, a szedést, a gyűjtést és a szállítást alapul véve

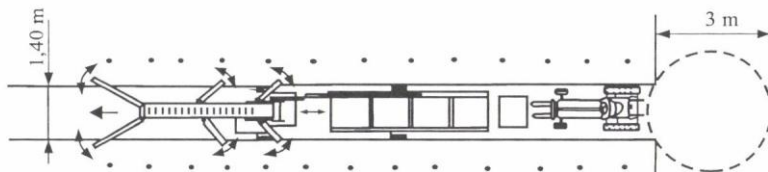
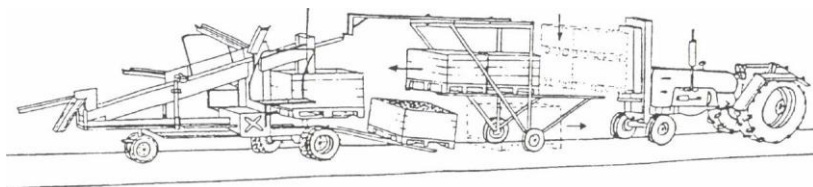
három szint: a segédeszközös, a segédgépés és a betakarítógépés betakarítás különböztethető meg.

Az első esetre a gyűjtőedények, állványok és létrák használata jellemző: itt mindhárom fázis végzése emberi erővel történik.

A segédgépés betakarítást a sorközi szállítójárművek és szedőkocsik alkalmazása jellemzi, a szállítást, egyes esetekben a gyűjtést már gép végzi. A 354. ábrán látható magajáró szedőkocsi hat szabadon mozgatható gyűjtőszalaggal rendelkezik. A szedőmunkások a gép mellett haladnak, vagy a szedőállványon helyezkednek el és a gyűjtőszalagra helyezik a leszedett gyümölcsöt. Innen azok a közepén elhelyezkedő ferde szalagra, majd a ládatöltő berendezésre jutnak. A láda a töltés során függőleges tengelye körül lassan forog. A töltőszalag a ládába nyúlva lefelé szállít. Alsó végénél szintérezelő található, amely a láda töltöttségétől függően ki-be kapcsolja a töltőszalag függőleges mozgatószerkezetét. Ezzel elérhető, hogy a szalag alsó vége a halom tetejéhez közel legyen, így a gyümölcsök nem sérülnek töltés közben.

A betakarítógép használata az emberi erőt teljesen kiküszöböli, a kezelőszemély(ek) feladata csupán a gépek irányítása.

Gépszerkesztői szempontból a betakarítógépek érdemelnek leginkább figyelmet.



354. ábra. Pluck-O-Track magajáró szedőkocsi

A gyümölcsbetakarító gépek csoportosítása

Működés módjuk alapján az ismert gépek a következő csoportokba sorolhatók:

- taroló,
- fészülő,
- cséplő,
- rázó és
- pneumatikus rendszerű gyümölcsbetakarító gépek.

Taroló rendszerű betakarítás

Tarolva takarítható be a földieper, de sikeres kísérletek folynak egy speciális technológiájával termesztett őszibarackkal is (igen nagy hektáronkénti tőszám, kétévenkénti betakarítás). Mindkét esetben a betakarítógép a növényt a talajfelszín felett elvágja és begyűjti. Egyidejűleg megtörténik a száraz és levélrészek nagy részének eltávolítása forgó hengerpárok és légáram segítségével.

Fésülő rendszerű betakarítás

A fésülő rendszerű betakarítás során a fésülőujjak közvetlenül kapcsolatba kerülnek a szedendő gyümölcscsel. Az ujjak olyan sűrűn helyezkednek el egymás mellett, hogy a gyümölcs nem fér át közöttük, így elmozdulásuk hatására leszakad. Földieper és almasövény betakarítására folynak kísérletek fésülő szerkezettel.

Cséplő rendszerű betakarítás

Bogyógyümölcsök betakarítása oly módon is megvalósítható, hogy a cserje gallyaira mért ismételt ütések hatására ébredő tehetetlenségi erő szakítja le a termést. Az ilyen elven működő gépek a gallyakat a cséplés idejére megdöntik, hogy a lehulló szemek felfoghatók legyenek. A cséplés rugalmas, lágy felületű rudakkal történik, a rudak forgó tengelyen sugárirányban helyezkednek el.

Rázó rendszerű betakarítás

A rázógépek a gyümölcsfát vagy cserjét a megfogás helyén periodikus mozgásra kényszerítik, ezzel a növény kisebb-nagyobb részét rezgésbe hozzák. Aszerint, hogy a gerjesztés a növény mely részére hat, gally-, ág- és törzsrázó gépeket különböztethetünk meg.

A rázás a gyümölcsökben tehetetlenségi erőt ébreszt és lengésbe is hozza azokat. Az ismétlődő tehetetlenségi erőhatás, valamint a szár, mint rugalmas ingaszár menti lengés a gyümölcs leszakadását eredményezi. Tapasztalat szerint a rázás frekvenciája és amplitúdója egyaránt befolyásolja a leválasztást, illetve a leszedett gyümölcsök részarányát az összes megtermett mennyiséghez viszonyítva. Ez utóbbi viszonyszámot leválasztási foknak nevezik. Meghatározására *Fridley* az alábbi összefüggést javasolja:

$$L = 100 \cdot (1 - e^{-k \cdot s_2^a \cdot \omega^b}) \quad [\%],$$

ahol:

- s_2 – a vágás vagy fatörzs legnagyobb kitérése a rázás során [mm],
- ω – a rázás körfrekvenciája [1/s],
- a, b, k – empirikus állandók.

Elméleti megfontolásból a gyümölcsfákat saját frekvenciájukon lenne célszerű rázni,

mert az energiateljesítmény így lenne a legalacsonyabb. A fa törzse, ágai, gallyai, vesszői, levélzete és termése, továbbá gyökérzete és az ahhoz kapcsolódó talajtömeg összetett rezgőrendszer alkotnak, mely tömegpontokkal, rugókkal és csillapító elemekkel lenne modellezhető. Egy ilyen rendszernek számtalan saját frekvenciája van, előfordulhat, hogy a törzs számára kedvező rezgés az ágakon, gallyakon lecsillapodva a gyümölcsig alig jut el. A gyümölcsfajonkénti optimális rázási frekvencia- és amplitúdóértékek ezért tapasztalati úton alakultak ki.

A 18. táblázat a fő gyümölcsfajok legkedvezőbb rázási frekvenciáit (ω) és amplitúdóit (s_2) foglalja össze ág- és törzsrázás esetére. A 19. táblázat két gyümölcsfaj a , b és k állandóit tartalmazza. A 355. ábra tájékoztató jelleggel mutatja az optimális rázási frekvencia és löket tartományát. A diagramból kiderül, hogy alacsony löket- és frekvenciaértékek mellett nem kell számolni a növények károsodásával. Mindkét érték növelése fokozza a leválasztási fokot (%), de nő a károsodás (gyökérzet kilazulásának) kockázata is.

A betakarított termény kisebb-nagyobb hányada óhatatlanul sérül. Ennek okai:

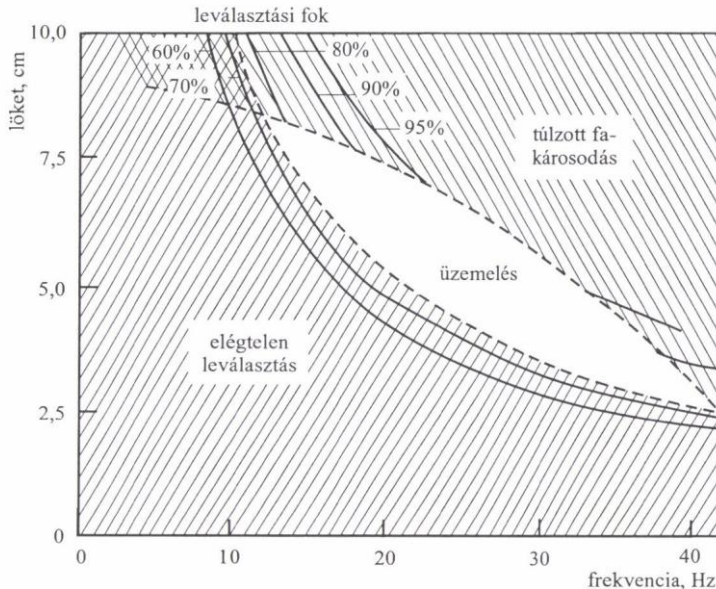
- a rázás miatt lengésbejövő gyümölcsök egymással ütköznek,
- a leszakadt gyümölcsök szabadesésük során a fák, cserjék ágainak, gallyainak ütköznek,
- a gyümölcsök a felfogás helyén (talajon vagy gyűjtőernyőn) a felfogó felületnek vagy egymásnak ütköznek.

18. táblázat. A fő gyümölcsfajok legkedvezőbb rázási frekvenciái és amplitúdói

| Gyümölcsfaj | Rázási mód | Frekvencia (Hz) | Löket (mm) |
|-------------|------------|-----------------|------------|
| Kajszi | törzs | 15–30 | 12–8 |
| | ág | 10–20 | 40–25 |
| Mandula | törzs | 15–25 | 12–8 |
| | ág | 15–20 | 40–25 |
| Alma | törzs | 15–25 | 12–8 |
| | ág | 10–20 | 40–35 |
| Szilva | törzs | 15–25 | 14–10 |
| | ág | 10–20 | 40–25 |
| Dió | törzs | 15–20 | 14–10 |
| | ág | 7–16 | 50–30 |
| Őszibarack | törzs | 15–25 | 16–12 |
| Meggy | ág | 10–15 | 40–30 |
| Cseresznye | törzs | 10–20 | 16–12 |
| | ág | 10–20 | 60–35 |
| Olajbogyó | ág | 20–35 | 75–50 |
| Narancs | törzs | 10–15 | 16–12 |
| | ág | 1,6–6 | 125–100 |

19. táblázat. Két gyümölcsfaj a , b és k állandói

| Gyümölcsfaj | a | b | k |
|-------------|-----|-----|---------------------|
| Cseresznye | 1,2 | 1,0 | $1,3 \cdot 10^{-3}$ |
| Szilva | 1,5 | 1,0 | $6,2 \cdot 10^{-4}$ |



355. ábra. Az optimális rázási frekvencia és löket tartománya

Az első ok kiküszöbölése szinte lehetetlen. Ilyenkor a sérülések ún. tükrönyomás formájában jelentkeznek, ami nem jelenti a héj szakadását. A sérült egyedek részaránya a gyümölcs leszakításának erőszükségletével és a szárhosszal egyenes arányban változik. Almafajtákon végzett vizsgálatok alapján a sérült egyedek a teljes mintában várhatóan (LÁNG nyomán):

$$Y = -65,09 + 3,66 \cdot X_1 + 0,525 \cdot X_2$$

%-ban fordulnak elő, ahol:

X_1 – a fajtára jellemző, a leszakításhoz szükséges átlagos erő [N],

X_2 – a fajtára jellemző átlagos szárhossz [mm],

A második ok megszüntetésére született megoldások közül a legsikeresebbek az olyan támrendszerek, amelyeken egy síkban teremnek a gyümölcsök.

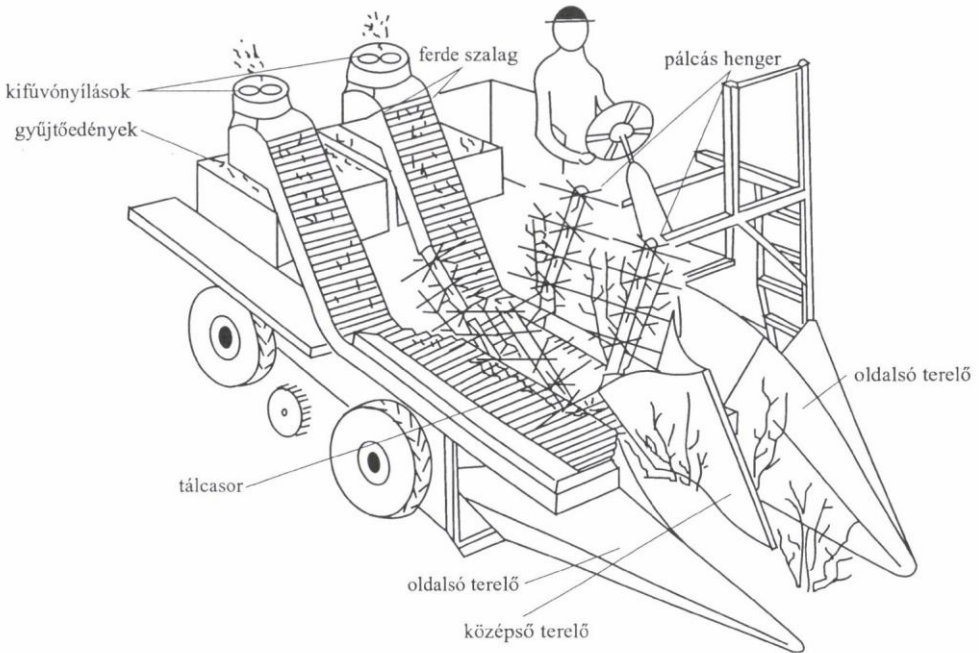
A harmadik ok azáltal küszöbölhető ki, hogy a gyümölcs szabadesésének úthosszát lerövidítik. Erre az említett támrendszer ugyancsak alkalmas.

Gallyrázók

A gallyak rázását elsősorban bogyós gyümölcsök betakarításánál alkalmazzák tengely körüli rezgő mozgású pálcás hengerek segítségével.

Egy jellegzetes betakarítógép felépítésének vázlata a 356. ábrán látható. A gép a növény sor fölött halad, és az állományt kétfelé nyitja. A fél bokorsorokat 2–2 pálcás henger rázza. A leszakadt gyümölcsöket tálcásor gyűjti, majd ferde szalag szállítja a gyűjtőedényekbe. A könnyű szennyeződések légáram távolítja el a gyümölcsök közül. A

tálcasor elemei a haladási sebességgel azonos, de ellentétes irányú mozgásuk következtében „helyben” maradnak és zárják az ágak és a gallyak közötti felületet. Szinkron hajtásukhoz jeladó járókereket alkalmaznak.



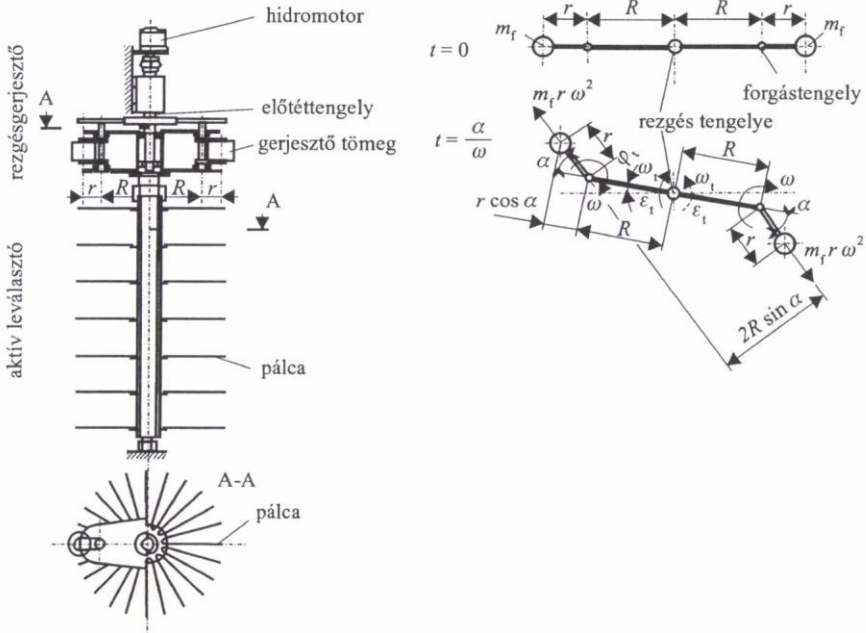
356. ábra. Pálcás-hengeres bogyógyümölcs-betakarító gép

A rezgőmozgást a gyakorlatban kétféle módon: excentrikusan elhelyezett gerjesztő tömegekkel vagy kényszerhajtás útján hozzák létre.

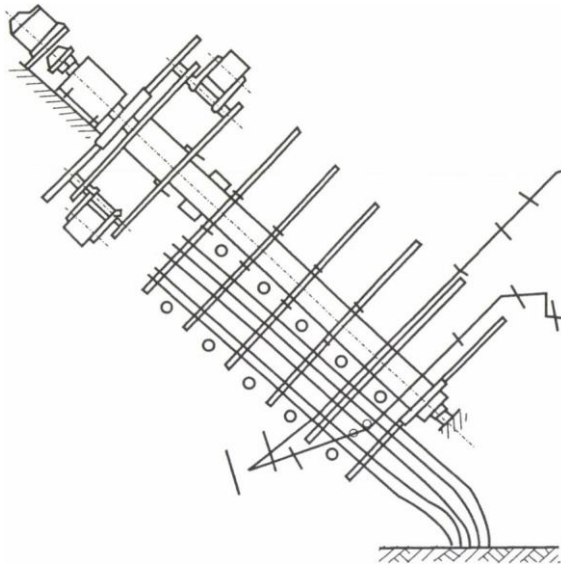
Az excentrikus gerjesztő tömegű rázót és alkalmazott jelöléseket a 357. ábra mutatja. A két tömeget tengelyre ékelt fogaskerék révén egy hidromotor által hajtott harmadik fogaskerék azonos irányú és szögsebességű forgásra kényszeríti. A gerjesztő tömegek tengelyei a pálcás hengerhez kapcsolt keretben vannak csapágyazva. A keret (és a pálcás henger) szabadon elfordulhat, nincs közvetlenül meghajtva.

A három tömeg (a két gerjesztő tömeg és a pálcás henger) együttes forgás-, ill. mozgásmennyisége állandó, vagyis amikor az ábrán jelölt alaphelyzetből a tömegek az óramutató járásával azonos irányba kilendülnek, a pálcás henger ezzel ellentétes irányba fordul el. A tömegek fél fordulatának megtétele után az elfordulás ellentétes irányú lesz. Így jön létre a tengely körüli rezgőmozgása.

A pálcás hengerek a bogyósnövény gallyait a 358. ábra szerinti helyzetben hozzák rezgésbe. A gép eközben a kép síkjára merőlegesen folyamatosan haladhat előre: a pálcás henger rezgőmozgása mellett le is gördül a gallyakon.



357. ábra. Excentrikus gerjesztő tömegű rázó



358. ábra. A pálcás hengerek helyzete a növényisorban

A rezgés tengelyére felírható a nyomatéki egyensúly egyenlete, amelynek bal oldalán a pálcás henger és a forgó gerjesztő tömegek tehetetlenségi nyomatékainak és a forgás

szöggyorsulásának szorzata, jobb oldalán a lengést létrehozó nyomaték áll (HORVÁTH, 1996):

$$\{\Theta_1 + 2[\Theta_f + (R + r \cdot \cos\alpha)^2 \cdot m_f]\} \cdot \varepsilon_t = m_f \cdot r \cdot \omega^2 \cdot 2 \cdot R \cdot \sin\alpha,$$

ahol:

Θ_1 – a pálcás hengernek a lengéstengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka [kgm²],

Θ_2 – a gerjesztő tömeg tehetetlenségi nyomatéka a lengéstengelyre vonatkoztatva [kgm²],

R – a gerjesztő tömeg forgástengelyének távolsága a lengés tengelyétől [m],

M_f – a forgó gerjesztő tömeg [kg],

ε_t – a pálcás henger szöggyorsulása,

r – a gerjesztő tömeg középpontjának távolsága forgástengelyétől [m],

ω – a forgó gerjesztő tömeg szögsebessége [1/s],

Bevezetve a $B = \frac{\Theta_1 + 2\Theta_f}{2 \cdot m_f}$ állandót a pálcás henger szögsebessége:

$$\omega_t = \frac{R \cdot \omega}{\sqrt{B}} \left(\operatorname{arcctg} \frac{R + r \cdot \cos\omega t}{\sqrt{B}} - \operatorname{arcctg} \frac{R}{\sqrt{B}} \right),$$

szögelfordulása pedig:

$$\phi_t = \frac{R \cdot \omega}{\sqrt{B}} \int_{t=0}^t \left(\operatorname{arcctg} \frac{R + r \cdot \cos\omega t}{\sqrt{B}} - \operatorname{arcctg} \frac{R}{\sqrt{B}} \right) dt.$$

A gyakorlatban alkalmazott gerjesztő tömegek 3–5 kg közöttiek, a rezgés (és hajtás) frekvenciája 10–16 Hz.

Az összefüggésből következik, hogy a pálcás henger maximális szögelfordulása a gerjesztő tömeggel lineáris kapcsolatban van, ugyanakkor független a hajtás fordulatszámától. A bogynövényekkel kapcsolatba kerülve azok növelik a pálcás henger tömegét és tehetetlenségi nyomatékát (feltételezhetjük, hogy a gallyak és gyümölcsök a pálcákkal együtt mozdnak el) és az összefüggések értelmében lecsökken a maximális szögelfordulás. Sűrű állományba kerülve tehát a bogyóleválasztás intenzitása csökken.

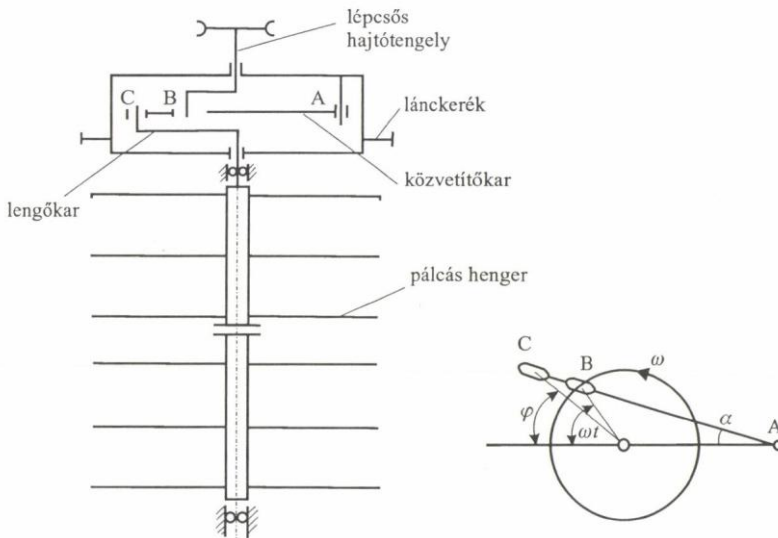
Kényszerhajtású lengésgerjesztő alkalmazásával ez a hátrány kiküszöbölhető, mivel ezek a szerkezetek állománytól függetlenül állandó szögelfordulású lengéseket végeznek. Szerkezeti kialakításuk vázlatát a 359. ábra mutatja. Az állandó fordulatszámú lépcsős hajtótengely B pontja a közvetítő kart az abban kialakított nűton keresztül A pont körüli lengőmozgásra kényszeríti. A haj tő tengellyel egytengelyű lengő kar C pontja szintén nűtba csatlakozik, és a közvetítő kar hatására tengely körüli lengő mozgást végez. A lengő karhoz csatlakozik a pálcás henger, melynek φ szögelfordulása a következő összefüggéssel számítható (LÁNG nyomán):

$$\phi = \arcsin \left[\frac{r}{R} \sin(\omega t - \alpha) \right] + \alpha ,$$

ahol a közvetítő kar szögelfordulása:

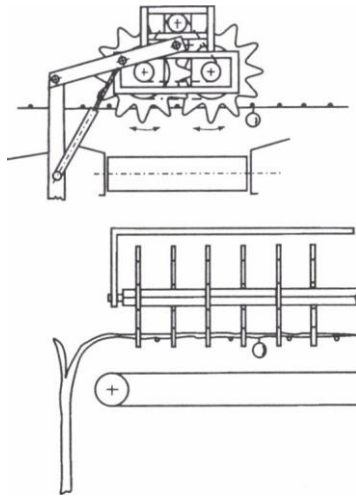
$$\alpha = \arctg \frac{r \cdot \sin \omega t}{a + r \cdot \cos \omega t} .$$

A kényszerhajtású lengésgerjesztőket párosával összekapcsolva, 180 fokban elfordított helyzetben építik be a betakarítógépbe. Az összekapcsolás lánckerekekkel és görgős láncsal történik. Ily módon a forgó és lengő tagok tehetetlenségi nyomatékai kioltják egymást.



359. ábra. Kényszerhajtású lengésgerjesztő működési vázlata

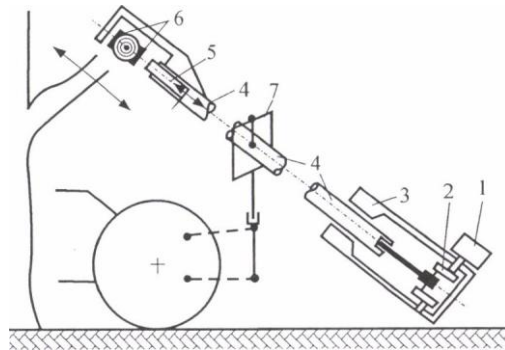
Bogyósok betakarításán kívül sikeresen alkalmaztak ilyen rázószervezetet friss fogyasztásra szánt alma szüretelésére is. A speciális támrendszeren nevelt állomány gallyain, mint fogaslécen gördül le és rezeg saját tengelye körül a két tengelyre ékelt 4-4 db gumifogazású tárcsa (360. ábra). 10 Hz-es rezgésfrekvenciánál és 26 mm-es amplitúdónál (a gumifogak csúcsainál mérve) 97%-os leválasztási fok érhető el alacsony (4-6%-os) sérülési szint mellett.



360. ábra. Friss fogyasztásra szánt alma betakarítására készült rázószerkezet

Ágrázók

A gerjesztést ezek a gépek a fő ágakon, ún. vezérágakon keresztül közvetítik a teljes növényre. Egy fa teljes szüreteléséhez több vezérág egymás utáni rázására is szükség lehet. Általános felépítésű lökőrudas ágrázó gépet mutat a 361. ábra. Három fő része: a gerjesztő szerkezet (1, 2, 3), a lökőrúd (4) és a megfogó szerkezet (5, 6). A gép súlypontjában többsuklós szerkezettel traktorra vagy magajáró betakarítógépre függesztik (7), így gerjesztő szerkezete felőli végét kézzel elmozdítva megfogó szerkezete vázra (esetleg fatörzsre) kapcsolható. A gerjesztő szerkezet többnyire hidromotor hajtású forgattyús hajtómű, amelynek fordulatszama és lökete változtatható.



361. ábra. Ágrázó gép általános felépítése

1, 2, 3 – gerjesztő szerkezet, 4 – lökőrúd, 5, 6 – megfogó szerkezet, 7 – függesztő szerkezet

Az ágrázó gépek – működésmódjukból adódóan – csak rúdirányú erő átadására képesek.

Működésüket jó közelítéssel leírhatjuk a súlypontmegmaradás tételére támaszkodva.

Feltételezhetjük, hogy a rázott fa és a hozzá kapcsolt rázószerkezet zárt rendszert alkotnak, amelyre külső erők nem hatnak, továbbá, hogy a rendszer két tömegből áll: a hidromotor (1), a forgattyús ház (3) és részben a forgattyús tengely alkotják az egyik tömeget (m_1), a fának a megfogás helyére redukált tömege, a lökőrúd és részben a forgattyús tengely a másikat (m_2). A forgattyús tengely (2) a házhoz (3) képest elmozdítja a lökőrudat (4), vagyis az előbb leírt két tömeg egymáshoz képest közeledik vagy távolodik. A súlypontmegmaradás tétele értelmében a két tömeg impulzusa azonos, vagyis:

$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2.$$

Adott időszak alatt a tömegek a sebességekkel arányos utakat tesznek meg:

$$m_1 \cdot s_1 = m_2 \cdot s_2$$

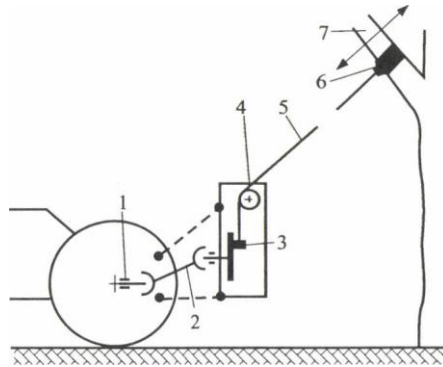
Ha ezek az utak a legnagyobb kitérést jelentik, akkor írható, hogy azok összege éppen a forgattyús hajtómű löketével egyenlő:

$$2r = s_1 + s_2$$

Az előbbi két összefüggésből az ág elmozdulása:

$$s_2 = \frac{2 \cdot r \cdot m_1}{m_1 + m_2}.$$

Látható, hogy az ág kitérését a tömegek arányain kívül a gerjesztés amplitúdója befolyásolja.



362. ábra. Kötél közvetítésű rázógép

1 – TLT, 2 – kardántengely, 3 – excentrikus tárcsa, 4 – lökőrúd, 5 – görgő, 6 – ágmegfogó, 7 – faág

A lökőrudas rázónál egyszerűbb, olcsóbb szerkezetű a kötélen keresztül adódó ággrázó gép (362. ábra). A gerjesztés excentrikus tárcsa segítségével kötélen keresztül adódik át az ágra. A tárcsa hajtását közvetlenül a TLT-ről kapja, ez meghatározza a rázás frekvenciáját is. Az amplitúdót az excentricitás mértéke szabja meg. A rendszer elemei ebben az esetben a traktor a rászertelt gerjesztővel (m_1), valamint a megfogás helyére redukált tömeg (m_2). A tömegarányok miatt s_2 közel azonos $2r$ -rel. A kötélen keresztül történő rázó hátránya, hogy a rázás frekvenciája nem növelhető tetszőlegesen, mert az ág saját frekvenciájával képes csak

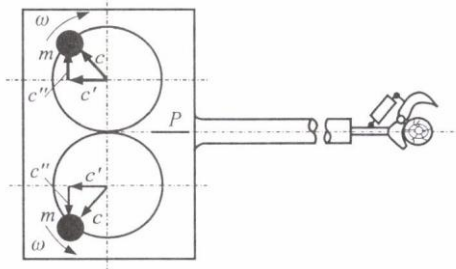
visszatérni kitérített helyzetéből (a kötéllel csak húzni lehet az ágat).

Törzsrázók

Ezek a gépek lényegesen gyorsítják a betakarítás műveletét, mivel a rázóhatást egyetlen ponton, a törzsön keresztül adják át a fára. Egyszeri ráállással akár többirányú rázás is megvalósítható. Alkalmazásuk feltétele a kellő szabad törzsmagasság és a rugalmas törzs. Ez utóbbi hiányában a rázógép tönkretelheti a növény gyökérzetét, így az elpusztul.

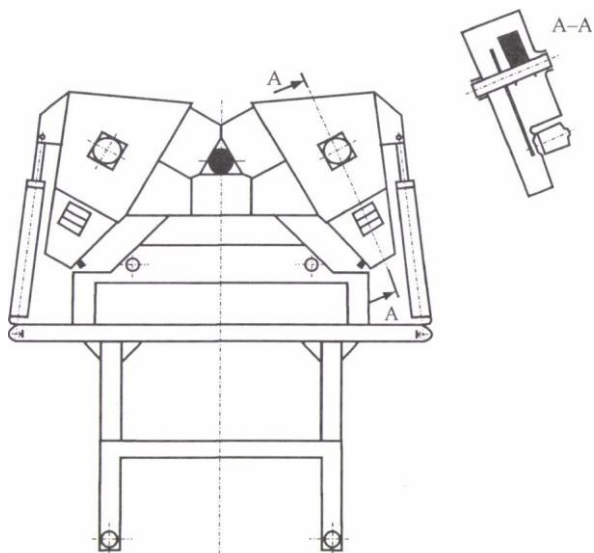
A számos géptípus a rázóhatás alapján három csoportba sorolható. Az elsőbe azok tartoznak, melyek egyirányú kitérést hoznak létre. Ide tartoznak az ágrázók elvén működő gépek, valamint a 363. ábrán bemutatott szerkezet. Az azonos méretű, azonos szögsebességű de ellentétes forgásirányú excentrikus tömegek ugyanazt a hatást fejtik ki, mint az ágrázóknál m_1 . Itt ugyanúgy m_2 a fa redukált tömege és a rázógép együttes tömege a gerjesztő tömegek nélkül.

Kedvezőbb leválasztási fok érhető el, ha a rázás nem egyirányú, hanem pl. körkörös kitéréssel jön létre. Ekkor ugyanis minden egyes gyümölcs azonos feltételek közé kerül a lengés síkját illetően (előfordul a számára legkedvezőbb rázási irány). Ez azáltal érhető el, hogy a 364. ábra tömegei azonos irányban forognak. Ekkor a gerjesztő tömegek hatása minden pillanatban összeadódik, a súlypontmegmaradás tétele értelmében a törzs körpálya mentén tér ki. A szimmetrikus viszonyok feltétele a 364. ábra szerinti elrendezés, vagyis a két tömeg forgástengelye és a fa törzse egy egyenesen van.

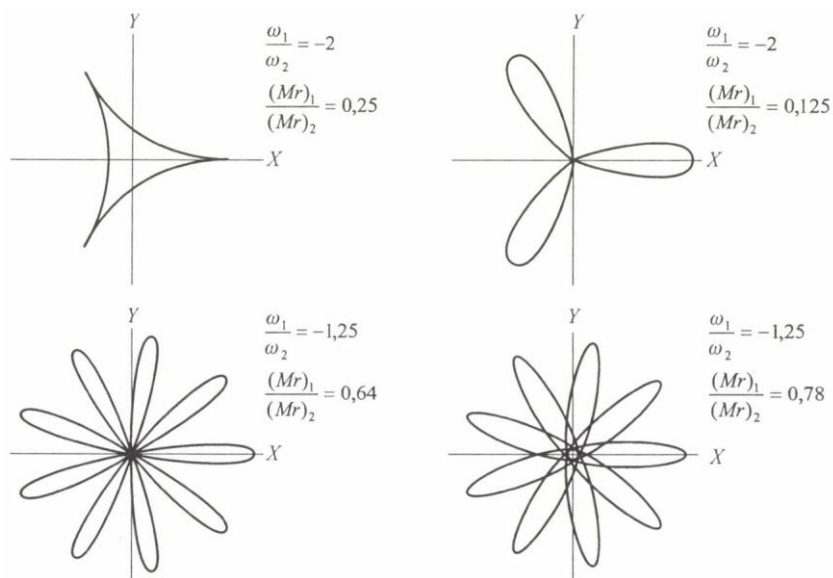


363. ábra. Egyszerű törzsrázó szerkezeti felépítése

Ehhez hasonló, de még intenzívebb tengelyszimmetrikus rázóhatás jön létre akkor, ha a 364. ábra szerinti rázógép gerjesztő tömegeinek nagysága, azok szögsebessége és forgásiránya eltérő. Ekkor a két tömeg együttes hatása pillanatnyi csúcsban jelentkezik, mely csúcs körbe vándorol (365. ábra).



364. ábra. Törzsrázó a megfogó szerkezetben elhelyezett gerjesztő tömegekkel

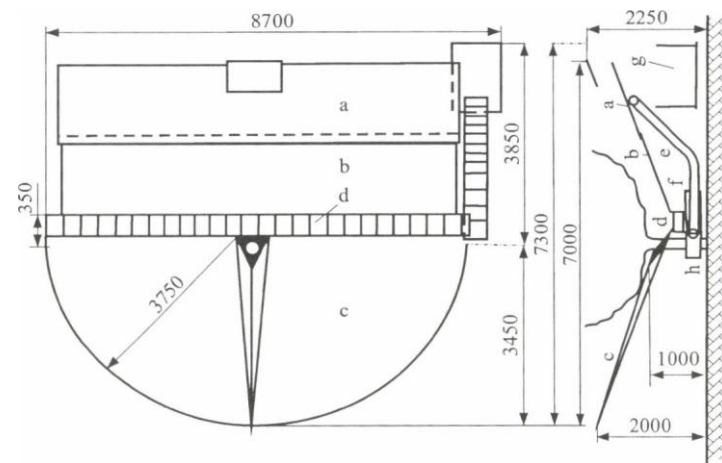


365. ábra. A fatörzs mozgáspályái eltérő gerjesztő tömegeknél és frekvenciáknál

A lerázott gyümölcs gyűjtése

Az ág- és törzsrázók által leszakított gyümölcsök kétféle technológia szerint gyűjthetők.

Az egyik eljárásnál a rázás megkezdése előtt a lombkorona alá felfogóernyőt feszítenek ki vagy terítenek a földre. A felfogóernyő és a rázógép külön egységként vagy egybeépítve lehet kialakítva. A 366. ábra felfogóernyővel egybeépített magajáró törzsrázó gépet mutat. A gyümölcsfelfogó felület gépvázhoz mereven kötött részből (a), saját síkjában eltolható részből (b) és ernyőszerűen nyíló részből (c) áll. Mindhárom felület lejtős kialakítású, a róluk legördülő gyümölcsök a hosszú szállítoszalagon (d) gyűlnek össze. Ehhez ferde szalag (e) csatlakozik, mely a termést ládába (g) tölti. A szalagok átadási pontjában fúvó légáramú ventilátor (f) távolítja el a könnyű szennyeződések. A felfogó ernyő alatt helyezkedik el maga a törzsrázó (h). A hosszú és ferde szalagok, az ernyőszerűen nyíló és az eltolható ernyőfelületek a rázószervezettel együtt 70 cm-nyit visszahúzódnak, így a sorközben haladó gép, miután a kiszemelt gyümölcsfa mellé áll, kitolja az ernyőket és a szalagokat és rákapcsolja a rázógépet a törzsre.



366. ábra. Felfogóernyővel egybeépített magajáró törzsrázó gép
a – merev rész, b – eltolható rész, c – ernyőszerűen nyíló rész,
d – szállítoszalag, e – ferde szalag, f – ventilátor, g – láda, h – törzsrázó

Az óránként lerázható gyümölcsfák száma nagyban függ a gyűjtés időigényétől. Maga a rázás csupán néhány másodpercig tart, az átlagos teljesítményfelvétel eközben 6–15 kW közötti. Legtöbb időt az egyik fáról a másikra történő átállás igényel. Általában elmondható, hogy a rázógéppel egybeépített felfogóernyők esetében az óránként lerázott fák száma a legmagasabb (50–60 db/óra), legtöbb időt pedig a kézzel kiterített gyűjtőfelületek áttelepítése vesz igénybe.

A lerázott gyümölcsök gyűjtésére kialakult másik technológia szerint nem alkalmaznak felfogó felületet, hanem a földre hullott gyümölcsöt speciális géppel szedik fel. Ezt az eljárást vagy nem sérülékeny terményekre (maróni, mandula, dió), vagy lényerésre szánt gyümölcsök esetén ajánlják (pl. alma). A felszedőgépek alkalmazásának előfeltételei az egyenletes talajfelszín és a lombkorona alatti kb. 1 méteres szabad magasság a gép számára. Működési elvüket tekintve mindegyik változatban közös, hogy felszedő-terelő szerkezet révén szállítoszalagra juttatja a gyümölcsöt a talajról. A felszedő-terelő szerkezet gumilapátos motolla, gumitárcsás henger, gumiujjas szalag vagy acéltüskés henger lehet.

A haladási irányra merőleges tengelyű gumilapátos motolla a mögötte elhelyezett ferde felhordószalagra seprí fel a gyümölcsöket. A gumitárcsás henger a fenti motollával azonos helyzetű, a párhuzamos gumitárcsák közé beszoruló gyümölcsöket később egy fésű szabadítja ki és tereli a gyűjtőszalagra. A gumiujjas szalag szintén a haladási irányra merőlegesen helyezkedik el, mögötte sima felületű szalag jár. A kettő együtt ragadja meg a földön levő terményt és emelik fel azt.

A fák és cserjék paraméterei

Az ág elmozdulását leíró összefüggés használatkor feltételeztük, hogy a megfogás helyén a növény egyetlen tömegponttal helyettesíthető. A helyettesítő tömeg meghatározására számos próbálkozás született. A megfogás helyére redukált tömeg nem tekinthető állandó értéknek, azt a gerjesztés frekvenciája befolyásolja.

Jól közelíthetünk annak értékéhez, ha azt az összefüggésből határozzuk meg. Ehhez csupán a gép paramétereit kell ismerni, s_2 pedig mérésrel határozható meg.

Tapasztalati adatok alapján *Fridley* azt javasolja, hogy törzsrázó esetében a fa megfogás helyére redukált tömegét 2 kg/mm törzsméretű, ágrázó esetében 0,2 kg/mm ágátméretű értékkel határozzuk meg. Ez a közelítés különösen kis löketeknél helytálló, mert akkor a rugalmas hatás kevésbé érvényesül.

A 367. ábra olyan modellt mutat, amely a fát tömegponttal, rugóval és csillapítóelemmel helyettesíti. Forgattyús hajtóműves gerjesztésnél a gerjesztő erő a fa tehetetlenségi ereje, csillapító- és rugóereje ellen hat:

$$F(t) = m_2 \cdot \ddot{s}_2 + k \cdot \dot{s}_2 + c \cdot s_2,$$

ahol k a csillapítás, c a rugómerevség.

A forgattyús házra ható reakcióerő:

$$F(t) = m_1 \cdot \ddot{s}_1,$$

és a két elmozdulás együtt:

$$s_1 + s_2 = r \cdot \sin \omega t.$$

Az ábra szerinti forgó tömegű törzsrázóknál a gerjesztőerő a fentivel azonos, csupán m_2 értelmezésében van eltérés. A gerjesztőerő:

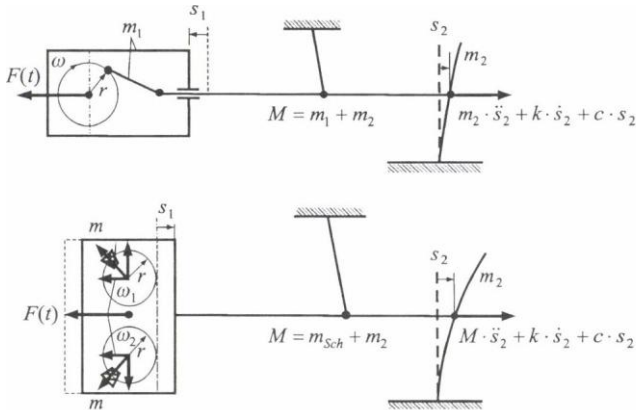
$$F(t) = 2 \cdot m \cdot r \cdot \omega \cdot \cos \omega t,$$

ahol m jelöli a forgó tömegeket. A mozgásegyenletek így ágrázóra és egyszerű törzsrázóra:

$$m_2 \cdot \ddot{s}_2 + k \cdot \dot{s}_2 + c \cdot s_2 - m_1 \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t = 0 \text{ és}$$

$$m_2 \cdot \ddot{s}_2 + k \cdot \dot{s}_2 + c \cdot s_2 - 2 \cdot m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t = 0 .$$

Az egyenlet ismeretlenjei a fa redukált tömege, csillapítása és rugómerevsége, melyek mérésekkel, modellezéssel vagy mozgáselemzéssel (képfeldolgozással) határozhatók meg.



367. ábra. A gyümölcsfa háromelemes modellje

Pneumatikus gyümölcslevásztók

Ezek a gépek a gyümölcsök lengését szaggatott légárammal gerjesztik. A könnyebb leszakadás érdekében az állományt megfelelő vegyszerrel permetezik.

Előnyük a rázógépekkel szemben, hogy

- a betakarítás folyamatos, a gép állandó sebességgel (0,4–0,8 km/h) halad a sorközben,
- a szaggatott légáram egyszerre két gyümölcsfasort érinthet (balra és jobbra),
- a folyamatos haladás és az egyidejű kétoldali betakarítás miatt jelentősen megnő az óránkénti kapacitás (akár 170–180 db fa/óra).
- az eljárás szelektívnek tekinthető, mivel 3–4 alkalommal megismételve érhető el a 90% körüli levásztási fok.

A gerjesztés frekvenciáját nem célszerű a gyümölcs saját lengési frekvenciája fölé emelni, mert az azt nem képes átvenni. Így a gyakorlatban az 1,0–1,5 Hz-es gerjesztést alkalmazzák.

A légáramot a szükséges nagy légsebesség miatt többnyire axiális ventilátorral (ventilátorokkal) állítják elő. A kilépőnyílásnál mért légsebesség az ismert gépeknél 40–80 m/s. A szaggatott légáram a kilépő légcatornába elhelyezett forgó, lengő lamellákkal vagy a ventilátor helyzetének szakaszos változtatásával érhető el.

E gépek hátránya, hogy teljesítményszükségletük igen jelentős: két 1,5 m átmérőjű axiális ventilátorral ellátott gép például mintegy 320 kW teljesítményt vesz fel. További hátrány, hogy a gyümölcs a földre hullik: sérülékeny termés e módszerrel nem

takarítható be.

Dohánybetakarító gépek

A dohánybetakarítás általános jellemzői

A betakarítás idejét a dohánylevelek érettségi állapota alapján lehet meghatározni. A dohánylevelek a növény vegetatív fejlődési fázisában alakulnak ki és a reprodukív fázisban érnek meg. A levelek a szár különböző magasságában nem egyszerre érnek be, ezért a leveleket az érési sorrendnek megfelelően szakaszosan kell törni és betakarítani, alulról felfelé haladva.

A dohánytövön a levelek bizonyos időrendi sorrendben egymás után fejlődnek ki, érésük is ennek megfelelően következik be.

Először a dohánytő alsó törési övezetébe tartozó levelek, az aljlevelek, majd a középső deréklevelek (anyalevelek) és végül a legfelső hegylevelek érnek meg.

A betakarítás szervezésénél arra kell törekedni, hogy a törés, a szárítás előkészítő munkái (fűzés, varrás, tűsorkeretbe rakás), valamint a szárítókapacitás összhangban legyen. Eső vagy öntözés után lehetőleg kerülni kell a dohánytörést. Ilyenkor az érés folyamata megfordul, visszazöldülés tapasztalható, ami jelentősen befolyásolja a szárítás eredményét.

A gépi betakarítás feltételei a következőekben foglalható össze:

- a dohánytábla felszíne lehetőleg sík fekvésű és barázdáktól mentes legyen,
- a tábla mérete olyan legyen, hogy a sorok hossza elérje a 350–400 m-t,
- ennél hosszabb sorokban 350–400 m-enként lerakódóhelyeket kell kialakítani,
- az ültetvény legyen gyommentes, egyöntetű, jól beállott, idejében kacsozott és tetejezett.

A gépi betakarítású dohány sortávolsága 100–120 cm, de alkalmazhatjuk a művelőutas technológiát is. A termesztés lehet sík vagy bakhátas.

Dohánybetakarítási technológiák

Hagyományos kézi törés

A kézzel letört dohányleveleket göngybe rakják, majd ezeket géppel (traktorvontatású pótkocsival) beszállítják a szárítótelepre, ahol a dohányt a göngyökből kiszedik, majd tűsorkeretbe és végül a szárítókamrába rakják.

Törőkocsis betakarítási technológia

A lassan vontatott törőkocsikon ülő dolgozók a szárról letörik a dohányleveleket. A törőkocsik tehát nem szüntetik meg a kézi munkát, csupán kényelmesebbé teszik és egyben meg is gyorsítják.

Hazánkban leginkább a kanadai Balthes gyártmányú gépet alkalmazták. Lényegében egy 16 kW motorteljesítményű, háromkerekű hidas traktor, amelyhez öt szedőkocsit

kapcsolnak. A hátsó három félig függesztett, az első kettő függesztett kivitelű. A dolgozók a tövenként letört három-négy levelet az előttük levő tartályba gyűjtik, amelynek befogadóképessége kb. 40 kg zöld dohány. A törökocsik az érési magasságnak megfelelően állíthatók.

Néhány évvel ezelőtt hazánkban is kifejlesztettek a leírthoz hasonló dohányművelő hidas traktort, melyre szintén lehet törökocsikat szerelni.

Betakarítás túsorkeret-töltő és -szállító kocsival

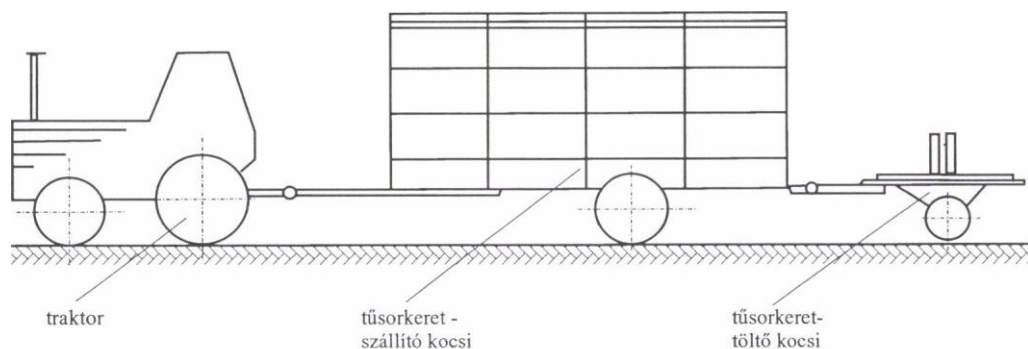
A mai dohánytermelő vállalkozásokban egyre népszerűbb ez a betakarítási módszer, amely ugyan kézi törésre alapozott, de költségtakarékos eljárás.

Ebben az esetben elmarad a dohánylevelek göngyszerbe rakása, majd átrakása túsorkeretbe, mert a dohányleveleket közvetlenül a szántóföldön az oda kiszállított túsorkeretbe lehet rakni, a túsorkeret-töltő kocsi segítségével, majd onnan a speciális szállító kocsival a szárítótelepre szállítani. Ott a megrakott túsorkereteket közvetlenül helyezhetik a szárítókamrákba.

Az új rendszerű betakarítás eszközeit a 368. ábra segítségével szemléltetjük (KEREKES, 1998).

A túsorkeret-szállító kocsi egy egytengelyes pótkocsinak felel meg, amely 2,5–3 t zöld dohány szállítására alkalmas. A szállító kocsi fő méretei a Sirokkó TDO szárítókhöz illeszkednek. Négy sorban lehet berakni a túsorkereteket. Egy túsorkeret-szállító kocsin 42 túsorkeret helyezhető el.

Ezzel a betakarítási módszerrel kb. 40% élőmunka-megtakarítás érhető el.



368. ábra. A gazdaságos dohánytörés eszközei

Betakarítás automata törőgépekkel

A kézi levéltörést megszüntető levéltörő gép üzembe állítása új utat nyitott a dohánybetakarításban. Bevezetésükkel jelentősen nőtt a munkatermelékenység és csökkent a kézimunka-igény, mivel haladási sebességük a törökocsikénak 8–10-szeresét is elérheti.

A hazánkban alkalmazott automata dohánytörő gépek közül a kanadai De Cloet és az USA-ban gyártott Powell 66–2 és Powell 66–2/A gépeket vizsgálták üzemi körülmények között.

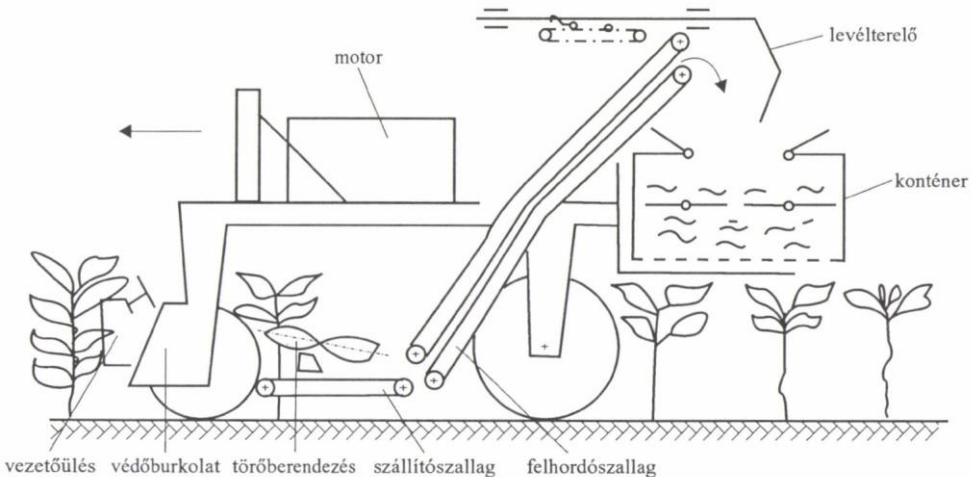
A törőgépekkel végzett munka minőségi mutatói a velük szemben támasztott követelményeket – hazai körülmények között – nem tudták maradéktalanul kielégíteni.

Hazánkban a jelenlegi körülmények között nem alkalmazzák széles körben az automata dohánybetakarító gépeket, de várható a továbbfejlesztett változatok megjelenése.

A jelenlegi gazdasági helyzetben az importból származó gépek megvásárlása nagy terhet jelent az egyes gazdaságok, illetve vállalkozók számára a hosszú megtérülési idő miatt.

Levéltörő gépek (dohánykombájnok)

A dohány kombájnok a bakhátas művelésű levéltermés betakarítására egy- és kétsoros kivitelben készülnek. Az egymással szemben, lefelé forgó gumicsigás törőelemek a szár egy bizonyos sávjárói letört leveleket az oldalra hordó hengerekre dobják, amelyek ezt követően vízszintes és ferdefelhordón át a gyűjtőkonténerbe kerülnek. Ez egyben a szárító egy eleme is.



369. ábra. Mechanikus levélleválasztóval ellátott dohánykombájnok

Az egyenletes elosztás a hossz- és keresztirányban is mozgó etetőberendezés feladata. A 3×2×1 m méretű konténer befogadóképessége kb. 1000 kg zöld dohány. Mivel a konténert a technológia során többször is megfordítják, ezért gondoskodni kell arról, hogy a levelek a szekrény belsejében ne csússzanak össze, különben a meleg levegő nem tud áthatolni rajtuk. A levelek rögzítésére szolgálnak a szekrény belsejében lévő elfordítható felezőrácsok és a 32 darab U alakú rögzítő, amelyekkel három sorban átszűrik a dohányt. Az átszűrést a kombájnról a szállítókoszra átemelt fekvő konténeren végzik. Ennek hátlapja drótháló, lezárható ajtói rácsosak (369. ábra).

A konténereket U alakú farrakodóval ellátott traktor emeli le a szállítókoszról és továbbítja a helyére. A szekrények peremét gumitömítéssel látták el. A felső peremen fölfelé álló bordára akasztják a következő konténert, amely minden különösebb szerelés

nélkül beáll a helyére.

A szárítóberendezés nyolc konténerből rakható össze. A léghevítő alul nyomja a konténerekből összerakott alagútszáritóba a meleg levegőt, amely a dohányrétegen áthaladva felül távozik. A 8–10 t dohány szárítása 120–130 órán át tart.

A következőkben a levéltörő-gyűjtő gép, egyszerűbb nevén a dohánykombájn egyik legfontosabb részegységét, a levéltörő szerkezetét vizsgáljuk meg.

Levéltörő szerkezetek

A kombájnok legfontosabb szerkezeti egysége a levéltörő. Két fő változata a gumicsigás és a forgókéses. A két gumicsigából álló törőszerkezet az alsóbb levelek, a forgókéses a felső levélet leszedésére használatos (370. ábra).

Mindkettő kialakításakor azt a mechanikai alapelvet érvényesítették, hogy a törőszerkezet szárral érintkező pontjának (A pont) eredő sebessége (v_R) függőleges legyen. Ez ugyanis azt eredményezi, hogy a szerkezet a levélet letörése közben függőleges állásban hagyja a szárat. E mechanikai alapelv a haladási sebesség és a törőszerkezet fordulatszámának összehangolásával valósítható meg.

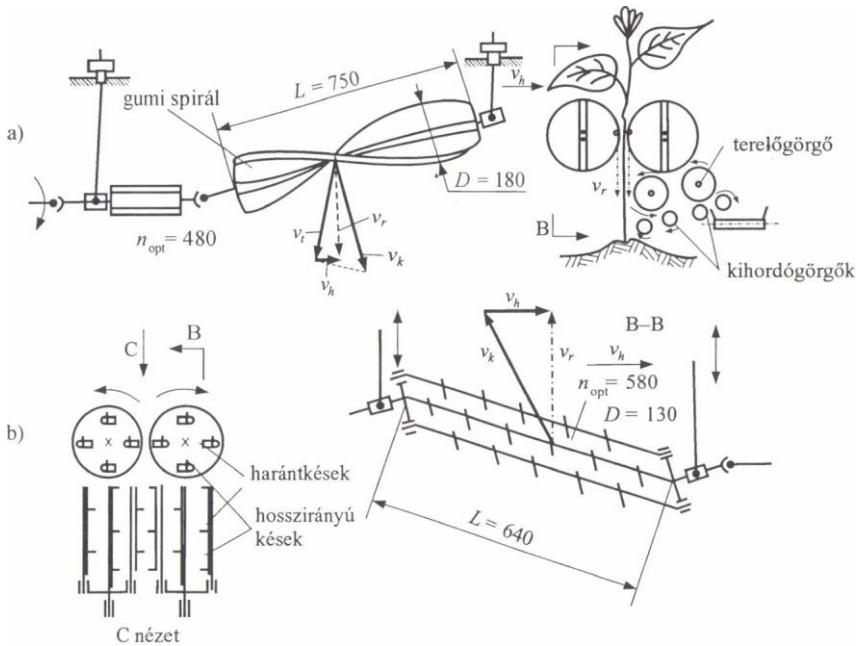
Mindkét szerkezet csak meghatározott fordulatszámon töri hatásosan a dohánylevelet. Ez az optimális fordulatszám a gumicsigás törőszerkezeteken – átlagos körülmények között – 80 1/s (480 1/min), a forgókéses egységen pedig 9,83 1/s (580 1/min). Az előbbiekből nyilvánvaló, hogy a gépet az optimális fordulatszámnak megfelelő haladási sebességgel kell járatni.

A gumicsigát úgy készítik, hogy a csigalevelet alkotó gumilap egyik végét a másikhoz képest 180 °C-kal elcsavarva rögzítik a tengelyére. Következésképpen a törőszerkezet hossza éppen egy fél menetemelkedésnek felel meg. A gumilap két végét ferdén le is vágják, ami az üzemzavarmentes törést könnyíti meg.

Az egymással szembeforgó csigalevelek lesodorják a leveleket a szárról.

A csigás törőszerkezet precíz kialakítása ellenére is jelentkezik a haladási sebesség (v_h) előredöntő hatása, amely a csiga hátrafelé terelő sebességével (v_t) egyenlíthető ki, és a fordulatszámmal változtatható.

A szár igen érzékeny a sebességekre. A helytelen sebességarány szártorlódást, levélsérülést, sőt a szárok kihúzását, elmetzését okozhatja. Ezért a törő- és járószerkezet csak a fokozat nélküli sebességváltást biztosító hidrosztatikus hajtással működtethető.



370. ábra. Gumicsigás (a) és forgókéses (b) levéllevasztó mechanizmusok

A forgókéses törőszerkezet kialakításáról a következőket jegyezzük meg. Késtartói csatlórúdszerű kiképzése következtében paralelogramma vezérlésű. Haránt kései – a sorba benyúlva – a két növény közötti leveleket is levágják. A hosszirányú kések pedig a sorközökbe nyúló leveleket távolítják el.

A törőszerkezet talaj fölötti magassága rendszerint 0,2–1,0 m között állítható. A spirál és a készszerkezet állhat vízszintes is, a száron a függőleges törőzóna ezek szögállásával 15–30 cm között változtatható.

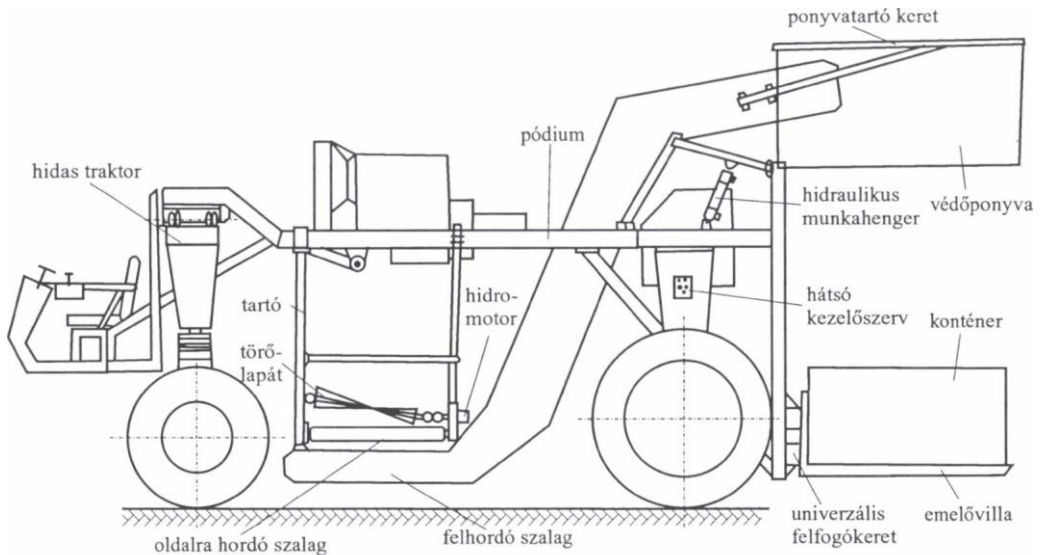
A letört levélzetet az oldalirányban elhelyezett kihordószerkezet továbbítja a gyűjtőasztalra. A kihordók napjainkig kialakult két változatát az alábbiakban ismertetjük.

Az egyik esetben a letört leveleket a láncjal hajtott pálcás oldalkihordó, az ugyancsak pálcás vízszintes gyűjtőasztalra továbbítja, amely átadja a felhordónak. Az elmaradó leveleket gumigyűrűs hengerek törik le, és a pálcáknak szorítva oldalra szállítják.

A másik megoldásnál a letört leveleket jobbra balra öt-öt hajtott henger továbbítja, amit a terelőlapátok is segítenek. A száron maradt leveleket a törőspirál tengelyvonalában elhelyezett rövid gumilapátok törik le és terelik oldalra.

Univerzális dohányművelő gép

A Magyarországon 1985-ben kifejlesztett univerzális hidas traktorra a mechanikus levélfosztó egységen kívül felszerelhető a dohányültető adapter, a csillagkeres bakhátművelő egység, a szántóföldi permetezőgép, illetve a dohánytetejező berendezés.



371. ábra. Az univerzális dohányművelő gép felépítése

A dohánybetakarító adapterrel felszerelt gép szerkezeti elemeit a 371. ábra szemlélteti (KEREKES, 1998).

A hidás traktorra szerelhető automata dohánybetakarító gép a leveleket a szárról az érési övezetnek megfelelően fosztja le. Munkaszélessége 117 cm sortávolság esetén 2,34 m (2 sor). Két fő szerkezeti egységből áll: a törő- és a levélgyűjtő elemekből.

A betakarítógép meghajtása és erőátviteli rendszere hidraulikus. A munkavégző részek fordulatszáma a rendszerbe iktatott szabályozószelepekkel fokozatmentesen állítható.

A törőegység a törőlapátokból, a ferde elhelyezésű kihordó szalagokból és ezek tartószerkezetéből áll.

A törőlapátok gumiszalagokból állnak, melyeket lemezcsíkok merevítének. Meghajtásukat hidromotor végzi kardáncsuklón keresztül. Ez biztosítja a lapátok szögben való állítását és ezzel a törési sáv szélességét.

A törőelemek felfüggesztése csapokon keresztül történik, így lehetőség van oldalirányú elmozdulásra, ezáltal a sor követésére. Magasságirányú állítása hidraulikus munkahengerekkel végezhető.

A felhordószerkezet feladata a letört dohánylevelek konténerbe juttatása.

A törőegység alatt egy vízszintes szalag helyezkedik el, amely a ferde felhordóhoz továbbítja a dohányleveleket. A ferde felhordó két egymással szemben forgó szállítószalag, melyek szorító hatásával jutnak fel a levelek a konténerbe. A szalagok meghajtását hidromotor végzi, kardántengelyek és lánchajtás közbeiktatásával.

A betakarítógép emelőszerkezetére két konténert lehet helyezni. Rögzítését L alakú szorítólemez végzi.

A komplex gép újszerű konstrukciós megoldásai

- A hidraulikus kormányzás és az elektromos vezérlés, ami lehetővé teszi a vezetőülés gyors átszerelését egy alacsonyabb pozícióból egy magasabbba, ami az egyes technológiai műveletek végrehajtása során szükségessé válhat (pl. az övezetenkénti törésnél az ülés az alsó helyzetben van az adapterre való jobb rálátás miatt, míg tetejezésnél, vagy kukorica címerezésnél a felső helyzetben).
- A hidrosztatikus erőátvitel, illetve a tömlők alkalmazása leegyszerűsíti a nyomtáv állítását, biztosítható a 2–20 km/h közötti fokozatmentes sebesség. Az elektromos vezérlés és a hidrosztatikus hajtás lehetővé teszi a vezetőülésen kívüli hátsó kezelést, mellyel a gép lassú előre-hátra menetét, illetve kormányzását lehet elvégezni. (Erre a megtöltött dohánykonténerek rakodásakor van szükség.)
- Az erős vázkonstrukció, és a hátsó teheremelő lift lehetővé teszi a dohányművelésben használatos adaptereken kívül más munkagépek felszerelését is (pl. villás emelőként használható).
- A gép rendelkezik rugóerőtárolós fékkel, mely az eddigi megoldásokon nem volt megtalálható. Ez a fék rögzítő funkciót lát el és egy esetleges csőszakadásnál biztonsági fékként működik. Az elektromos kapcsolás olyan reteszeltet biztosít, amely lehetetlenné teszi a behúzott fékkel való elindulást.

Az új konstrukció előnyei

A fentiekben vázolt hidas traktor az adapterekkel együtt elsősorban a dohányművelés gépi munkáit oldja meg, de az eddig ismert és a gyakorlatban bevezetett gépekhez képest eltérően. A korábban külföldről behozott gépeknél egy hidas traktorra szerelt adapter végezte a dohánypalántázást, tetejezést és külön gép az övezetenkénti törést. Ennek következtében a dohányművelés gépsorához két hidas traktor tartozott.

Ezt a hátrányt küszöböli ki ez a műszaki megoldás, amelyben az a nem várt felismerés, hogy max. 180 cm magasságú, különböző sortávolságú növényi kultúrákban is alkalmazható a gép különböző adapterek felszerelésével, továbbá a dohányban a nagy teljesítményű és erős konstrukció révén az ültetéssel kezdődően a betakarításig az összes növényvédelmi és növényápolási munkát el tudja végezni.

8.6. Len- és kenderbetakarító gépek

A len (*Linum usitatissimum*) mérsékelt égövi, rostjáért és magjáért termesztett, kék virágú, lágyszárú növény. Az áztatás műveletével a szárról leválasztott rostot textíliák előállítására, a lenmagból nyert olajat a festégyártásban használják. A lenolaj gyorsan szárad. A kiperéselt lenmagból készült pogácsa takarmányként értékesíthető. A lenmagból őrölt lisztet puhító borogatások készítésére használják. A rostlen jelentősége az EU országaiban az utóbbi években ismét növekedett, mert ez a növény is az ún. alternatív növények közé tartozik. Ez azt jelenti, hogy az élelmiszer-túltermelés miatt kényszerűségből pihentetett területeken termesztendő. A len rostszála (nagy nyomást és

hőmérsékletet alkalmazó technológiák révén) lemezek, térbeli alakzatok (pl. gépjármű-műszerfal) készítésére használhatók.

A kendert (*Cannabis sativa*) szintén a rostjéért és olajtartalmú magjéért termesztik. Kis-Azsiából származó növény. Már a honfoglalás előtt ismerték. Rostjából vásznat, kötelet készítenek, magjából olajat sajtolnak, olajpogácsáját takarmányként hasznosítják. A kender egy változatából állítják elő a hasis és a marihuána kábítószereket. A rostkender hasonlóan a rostlenhez ugyancsak jól használható préselt lemezek, profilanyagok készítésére. A kender feldolgozása során keletkező nagy mennyiségű pozdorjából már korábban is készítettek préselt lemezeket, amelyeket a bútoripar használt.

Kezdetben a lent kézzel nyűtték. A **nyűvés** a talajból kitépést jelent, gyökérrel együtt. A kendert a talaj fölött késsel elvágták. Mind a kétféle művelet, a kis napi területteljesítmény ellenére igen fárasztó munka volt. Hazánkban a két világháború között a meglehetősen kis területen termesztett lent szinte teljes egészében kézzel nyűtték.

A lennyűvő gép kb. 70 ember munkáját helyettesíti. Az első lennyűvő gépet Angliában alkalmazták az 1930-as évek elején, majd a gépek elterjedtek a kontinens lentermelő országaiban (Belgium, Franciaország, Szovjetunió, Csehszlovákia, Lengyelország). Hazánkban 1950 óta használnak lennyűvő gépeket.

A rostlent azért nyűvik, hogy minél hosszabb rostszalakat nyerjenek. A rostlent nem szabad kaszálni, mert a kaszált len a tarlómagassággal és a gyökérral megrövidült rostszalak miatt már csak másodosztályú áruként értékesíthető.

Fontos agrotechnikai követelmény, hogy a gép a lenszalakat ne szakítsa és ne mángorolja; a kinyűtt szálak a haladásra merőlegesen kerüljenek a talajra, ami fontos a rendfeszítő és a forgatógépek zavarmentes üzemeltetéséhez. A kinyűvetlen szálak száma legfőképpen 2–5% lehet.

Az olajlent, ha csak a magját használják, akkor kaszálják, ha a rostra is szükség van, akkor nyűvik, majd a szárról letépi a gubókat és kicsépelik a bennük lévő magokat. Ugyanígy járnak el a vetőmag céljára termesztett lennél is.

Agrotechnikai követelmények

A nyűvőszerkezetek és egyéb gépek kialakításánál a következő általános agrotechnikai követelményeket kell figyelembe venni:

- a lent a teljes rosttartalom kinyerése végett gyökerestől kell a földből kihúzni (nyűvés),
- a nyűvőszerkezet a szálhosszúság és a dőltség szerint állítható legyen,
- a gépek nyűvő és szállítószalagjai ne okozzanak szárszakadást vagy egyéb sérülést,
- a kinyűtt lenszalakat a gép rendezett formában, a haladásra merőlegesen helyezze a földre,
- a kötözőgépeken a kéve nagysága és tömörsége állítható legyen,
- a kendert nem nyűni, hanem kaszálni kell, amit a betakarító gép végez,
- a rostveszteség csökkentése céljából a vágószerkezet alacsony (6–8 cm) tarlót vágjon.

A lenbetakarító gépek fontosabb változatai

A gépek kiválasztásánál az volt a célunk, hogy bemutathassuk az egyes betakarítógépfajták felépítését és működését, függetlenül attól, hogy a példaként kiragadott gép újabb gyártmányú vagy régebben gyártott. Így az ismertett gépek közül ma már nem mindegyik van forgalomban, azonban jól reprezentálja a saját kategóriáját és egyik-másik gépen igen ötletes konstrukciós megoldások láthatók. Gyakran volt már arra példa, hogy egyes típusok eltűntek a gyakorlatból, majd újra feltűntek.

A len betakarításához a következő gépek alakultak ki:

1. nyüvő-rendrakó,
2. rendfelszedő-forgató-kötöző,
3. rendfelszedő-bálázó,
4. rendfelszedő-gubózó,
5. nyüvő-gubózó.

Megjegyezzük, hogy a hazánkban bevezetett technológiában az 1-es és a 3-as gépeket használják, a 2, 4, és 5 számú gépek nem szerepelnek a technológiában, ugyanis a gubós len további kezelése – gubózás, áztatás stb. – már ipari feladat.

A len felszedésére és bálázására az 1400 mm-nél nem szélesebb bálacsatornával rendelkező, változó présterű hengeres bálázó gépeket alkalmazzák.

Nyüvő-rendrakó gépek

Az első nyüvőgépeknek szalagpáros nyüvőszerkezete volt. Ezeknek a gépeknek közös jellemzője volt a kis területteljesítmény és a nagy géptömeg. E hátrányok miatt ezek a – csak nyüvésre használható – gépek mára már szinte teljesen kiszorultak a gyakorlatból. Korszerűbb konstrukciók kerültek előtérbe. A szalagos nyüvőszerkezet azonban megmaradt a kéthasznú len betakarítására alkalmas nyüvő-gubózó gépeken.

Eddig kétféle nyüvőszerkezet alakult ki: a szalagos és a tárcsás nyüvőszerkezet.

A szalagos nyüvőgép működési vázlata a 372. ábrán látható.

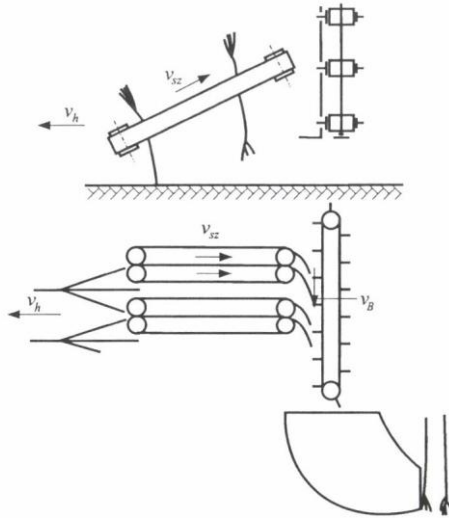
A gép v_h sebességgel halad, miközben a hátrafelé emelkedő szalag a géphez képest v_{sz} sebességgel mozog. A szalag a szálakat hátrafelé húzva, kitépi a földből, majd egy keresztirányban mozgó kaparószalagnak adja át, ahonnan csúszólemezen át, rendezetten a földre hullnak. A lerakott rendben a szálak a menetirányra merőlegesen fekszenek, mert csak így lehet a rendet géppel felszedni. A szabályos rend itt különösen fontos agrotechnikai követelmény.

A nyüvőszalagok elrendezési vázlata a 373. ábrán látható.

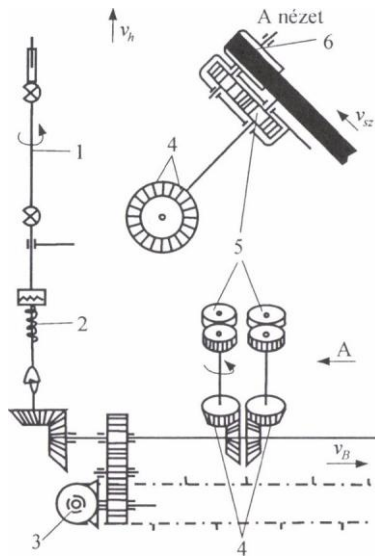
Az együttfutó gumiszalagok egyik ágát szabályozható rugóval terhelt görgők nyomják, a másik ágon az ellentartást fix görgők szolgáltatják.

A szalagos nyüvőgép hajtásvázlatát a 374. ábra szemlélteti. A kardántengelyről jövő hajtás eloszlása az ábrán nyomon követhető.

A lenszálak kihúzását gumi szalagpárok végzik, amelyekhez előrenyúló terelők 35–45 cm széles sávról terelik a szálakat. Az egy időben húzott szálakat a szalagpárnak a legelső pontja fogja meg.

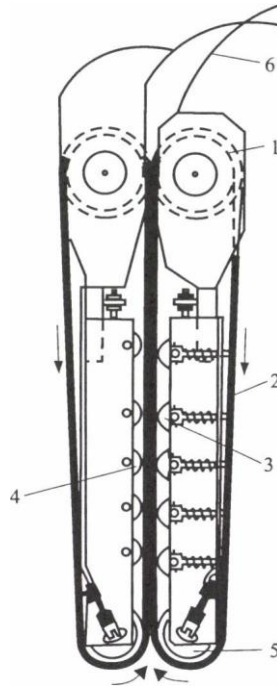


372. ábra. A szalagos nyűvőgép működési vázlatja



374. ábra. A szalagos lennyűvő gép hajtásvázlata

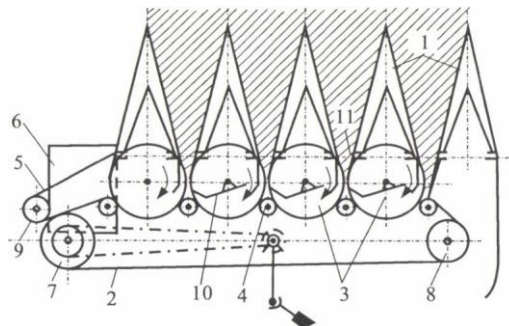
1 – kardántengely, 2 – rugós biztonsági kapcsoló, 3 – keresztirányú kihordószalag,
4 – hajtásátvitel a nyűvőszerkezethez, 5 – homlokkerekek, 6 – szalaghajtó gumírozott görgő



Jellemző értékek: haladási sebesség $v_h = 0,9-1,7$ m/s; szalagsebesség $v_{sz} = 2,5-3$ m/s; a sebességviszony szokásos értéke $v_{sz}/v_h = 1,4-1,9$. A nyüvőszalagoknak a talajjal bezárt szöge $\alpha = 35-45^\circ$ között állítható. Egyes típusoknál az állásszög a 80° -ot is eléri.

Szántóföldi kísérletek alapján a lennyüvők mért fajlagos teljesítményigénye 2–2,5 kW/m.

A frontális függesztésű, tárcsás nyüvőgép működési vázlatát a 375. ábrán látható.



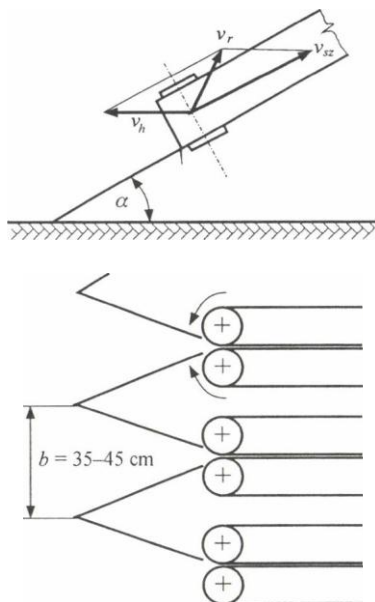
375. ábra. Frontális nyüvő-rendrakó gép működési vázlatát

- 1 – rendváltató, 2 – nyüvő-kitoló heveder, 3 – hajtott nyüvőtárcsák,
 4 – feszítőgörgő, 5 – kihordó heveder, 6 – csúszólemez, 7 – hajtókerék,
 8, 9 – feszítőkerék, 10 – rugós kar, 11 – terelőlap

A gépen vízszintes síkban elhelyezett, gumibevonatú tárcsák vannak. A tárcsák felülről nézve jobbra forognak. A szálakat a forgó tárcsa és a nekinyomott futó gumiszalag fogja közre. A kinyűtt szálak keresztirányban mozgó kihordószalaghoz kerülnek, majd csúszólapon át a földre hullnak. A homloknyűvő gép a kuszáit, dőlt és gyomos lent is megfelelően kinyűvi. A gép munkája csak megfelelően megválasztott haladási sebesség esetén kielégítő

A szalagos nyűvőszerkezet mechanikai elemzése

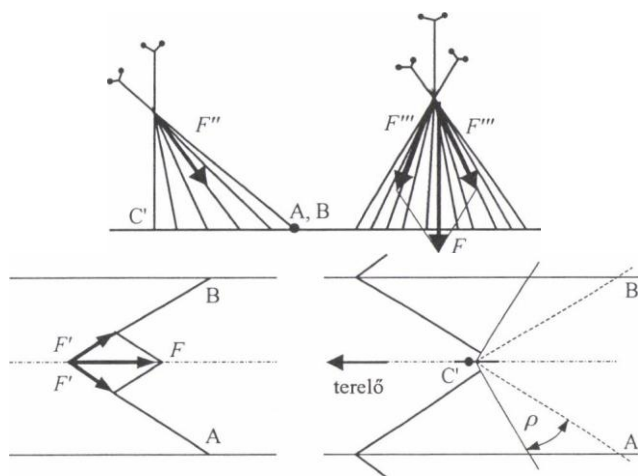
Amint azt az előzőekben láttuk, a lencsázók kihúzását gumi szalagpárok végzik, amelyekhez előrenyúló terelők 35–45 cm széles sávról terelik a szálakat. Az egy időben húzott szálakat a szalagpár a C pontban fogja meg (376. ábra). Itt a szerkezetből csak annyit rajzoltunk meg, amennyi a működés megértéséhez, a mechanikai „modell” elképzeléséhez és elemzéséhez szükséges.



376. ábra. A szalagos nyűvőszerkezet működési vázlatja

Az elemi nyaláb kialakulása

Ahhoz, hogy a nyűvést mechanikailag elemezhessük, meg kell ismernünk az egy időben húzott szálakat, az ún. „elemi nyaláb” kialakulását és annak alakját. A 377. ábra jobb alsó része felülnézetben mutatja a terelőket, amelyek a közéjük került szálakat a C ponthoz terelik. Ha nem lenne súrlódás, akkor a pálcák a szálakat a pálcára merőlegesen terelnék. Mivel a szálak és a pálcák között van súrlódás, ezért a szálterelés iránya a súrlódási szögnek megfelelően eltér a merőlegestől ($C'A$ egyenes).



377. ábra. Az egy időben húzott szálak (elemi nyaláb) és az átlagos húzóerő helyzete

A terelőpálcák által a nyüvörösleg középvonalaéhoz terelt szálakat a szalagpár a talaj fölött a C pontban fogja meg. Ezek a terelők legfelső pontján egy időben lelépő szálak a talajon a $C'A$ és a $C'B$ vonalak mentén helyezkednek el (pontozott vonalak). Ezt nevezik elemi nyalábnak. Az elemi nyaláb alatt az ACC' és a BCC' síkokban lévő szálakat értjük.

Ha a gépen állva menetközben szemléljük a nyüvöszerkezet munkáját, akkor azt látjuk, hogy a szálak az előre felé nyitott V alakban álló terelők között középre sodródnak. Ha a szalagok alá nézünk, akkor azt látjuk, hogy a szalagok alatt a pillanatnyilag egy időben húzott szálak hátrafelé nyitott V alakban feszesen helyezkednek el.

Mivel a nyalábon belül különböző a szálak dőlése, ezért szinte szálanként különbözik a kihúzási erő. Az ábrákon feltüntetett F a közepes húzóerőt jelenti.

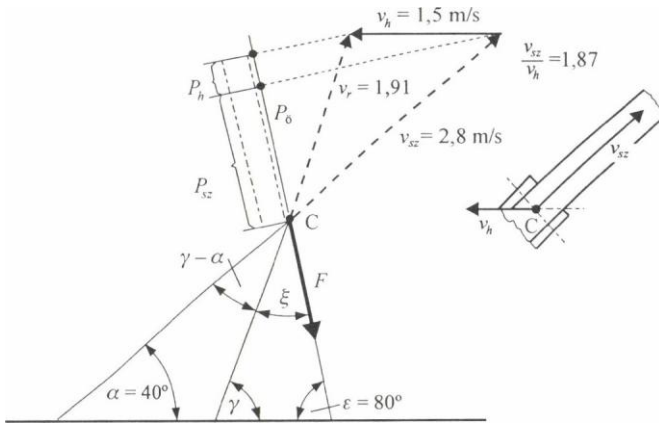
Nemcsak a kihúzási erő, hanem a szál mentén a megfogás helye is változó. Az elemi nyalábban lévő szálak közül a szalag a legmélyebben azokat fogja meg, amelyek a nyütt sáv középvonalaiban, vagy annak közelében, tehát a C' ponthoz közel vannak. A C' -től az A , ill. a B pont felé haladva, a szálak megfogása elcsúszik a végük felé, ahol viszont kisebb a szál szakítószilárdsága, mint a szál alsóbb részein. Ez is példa lehet arra, hogy egy gép szerkesztőjének igen alaposan kell ismernie a feldolgozott anyag fizikai jellemzőit.

A nyüvöszerkezet mechanikai elemzésére alkalmas vázlat a 378. ábrán látható. A nyüvöszalag a C pontban fejti ki a nyüvőerőt. A C pont a géppel együtt menetirányban mozog v_h haladási sebességgel, de a gépen belül ferdén v_{sz} szalagsebességei hátrafelé is mozog. Ennek a két sebességnek az eredője a v_R sebesség.

Mivel itt az F erő és a sebességek nem esnek egy egyenesbe, ezért az egyes sebességirányokba eső teljesítményt, azaz a vonórúdra, ill. a szalagra eső teljesítményt, a sebességek erőirányú vetületével kell kiszámítani. Látható, hogy a haladási sebesség és a szalagsebesség F erő irányába eső vetületei együtt ugyanolyan hosszúak, mint az eredő v_R sebességnek az F erő irányába eső vetülete.

Itt megjegyezzük, hogy a szálak összeszorításának helye, a C pont, a géphez képest a mozgás ellenére is mindig egy helyben marad, ugyanis az a C pont, amelyik kihúzott egy elemi nyalábot, az a szálakat fogó szalaggal együtt ferdén hátrafelé mozog, tehát pillanatról pillanatra újabb és újabb C pontok lépnek működésbe. A szálak megfogása

azonban mindig a legalsó helyzetben történik, ami a két összeszorító görgő tengelyvonalában van (lásd az ábrarészletet). A kinyűtt szálak kihullását a rugóterhelésű görgők szorítása gátolja meg.



378. ábra. A nyűvőerő, a haladási és a szalagsebesség helyzete

Egy nyűvőrészleg teljesítménye a 378. ábra jelöléseivel a következő kifejezésekkel határozható meg:

$$P_{\delta} = F \cdot v_R \cdot \cos \xi .$$

Ebből a szalagokra jut:

$$P_{sz} = F \cdot v_{sz} \cdot \cos(\xi + \gamma - \alpha) .$$

A vonóhorogra esik:

$$P_h = F \cdot v_h \cdot \cos \epsilon .$$

Az összefüggések jobb oldalain az F szorzójaként a sebességeknek az F húzóerő vonalán mutató vetületei szerepelnek, amelyek arányosak a teljesítményekkel. Ez az ábrázolási mód jól áttekinthető képet ad az összteljesítmény megoszlásáról.

A 378. ábrából látható, hogy az összes nyűvési teljesítménynek (P_{δ}) a megoszlása a vonóhorogra (P_h), ill. a szalagra (P_{sz}), s ezen keresztül a kardántengelyre, az átlagos nyűvőerő (F) irányától (ϵ) függ. Az ϵ szög a szálak dőltségétől és a befogási pont (C) talaj fölötti magasságától függően változik.

Normális körülmények között a lenszálak betakarításkor többé-kevésbé függőlegesen állnak, s így a 378. ábrán látható helyzet áll elő, amikor is az F erő hátrafelé mutat, így a vonórúdban húzóerő keletkezik. Abban az esetben amikor a szálak a menetirányban hátrafelé dőlnek, tehát az ϵ nagyobb mint 90° , akkor a szalagok „húzzák” a gépet, s a vonórúdban tolóerő keletkezik. Ilyen állományban a táblavégi forduló után, a visszafelé

menetben a szálak előrefelé dőlnek, ami miatt túl kicsi lesz az ε szög, s ez további zavarok forrása lehet. Ezek alapján látható, hogy a gép normális üzemeléséhez nagyon fontos követelmény, hogy a termés ne legyen megdőlvé.

Az említett „normális” esetben, tehát álló lencsázalok esetén $\varepsilon = 60\text{--}80^\circ$ között van. Az eredő sebesség hátrahajlása $\gamma = 10\text{--}30^\circ$. Egy nyüvörészleg egyidejűleg 30–50 lencszálat húz, a húzóerő átlagos értéke $F = 200\text{--}400\text{ N}$.

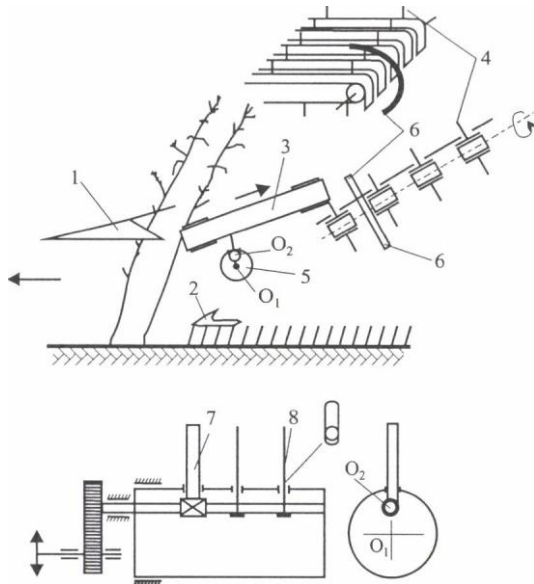
A kender betakarításának gépei

A betakarítás repülőgépről végzett defóliálással (levéltelenítés) kezdődik. Erre a célra speciális vegyszert használnak, ugyanis az egyéb állományokban (pl. napraforgónál) defóliálásra használt Region vagy a Gramoxon a kender defóliálására nem alkalmas, mert perzseli, roncsolja a rostokat.

A defóliálásos permetezést követő 8–12. napon kezdődhet a betakarítás. Ez csak a jelzett vegyszerekre vonatkozik, más vegyszer használata esetén annak használati utasítása adja meg a dózisokat, ill. a szükséges információkat.

A kender aratására vágószerkezettel felszerelt gumiszíjas gépek szolgálnak (379. ábra). A gépek vontatott kivitelűek.

Az 1,5–2,0 méter hosszúra is megnőtt szálakat alternáló kasza vágja le. A kendernél már lehet kaszát alkalmazni, mert elég hosszú a szára, s így a gyökér és a tarlóhosszúság miatt elvesztett rostmennyiség elhanyagolható. A kaszálás azért is szükséges, mert a mélyen gyökerező kendert meglehetősen nehéz kihúzni, így annak gépesítését is körülményes lenne megoldani.



379. ábra. Kenderarató gép működési vázlata
 1 – szálterelő, 2 – vágószerkezet, 3 – szállítóheveder,
 4 – keresztirányú szállítóheveder, 5 – fűleválasztó,
 6 – szártó visszatartó, 7 – hajtófog, 8 – fűleválasztó fogak

A szálterelő hátrafelé mozgó gumiheveder-párok közé vezetik az anyagot. A levágott szálakat a szállító hevederek kb. fél hosszúságuknál fogva ragadják meg. Fölfelé haladás közben a fűleválasztó leválasztja a szálak között lévő fűvet. A fűleválasztó henger fogai excentrikus vezérlésűek, ami a fogakat forgás közben fölül hosszán, alul rövidebben tolja ki a hengerpalástból. Az alul kibújó rövid fogrész így nem tudja újra felkapni a már lehullott fűszálakat. A keresztirányú heveder oldalra hordja a ráfektetett szálakat. A szálak rendezettségét tövisszatartó segíti elő. A szálak ezután a tömörítő szerkezetbe kerülnek. A kellőképpen összetömörített szálakat kötőzszerkezet zsinegnél átköti. A kenderkévék átmérője 20–25 cm. A kenderszálakat „kórónak” is nevezik. A kötözés zsinegigénye hektáronként 6–7 kg. A kővébe kötött kórót rövid időn belül kúpba kell rakni, hogy száradhasson. Amint a kóró víztartalma 16%-ra csökkent, megkezdődhet a kővék bálázása.

9. Termények feldolgozás előtti kezelésének gépei

9.1. Magtisztító gépek

Agrotechnikai követelmények, a magtisztítás módjai

A betakarítással nyert szemes termény még további tisztításra szorul, mert összetétele nem egységes. A termelt kultúrnövény magvain kívül ugyanis idegen anyagok: szerves és szervetlen tisztátalanságok, idegen kultúr- és gyomnövények magvai találhatóak benne. Azt a munkafolyamatot, amellyel a felsorolt idegen anyagokat eltávolítjuk a keverékből, **tisztításnak** nevezzük.

A fajtaazonos magokból álló alapanyag ép és sérült szemekből, növényi részekkel borított és fejletlen, szorult, léha szemekből áll. Azt a munkafolyamatot, amellyel a fajtaazonos alapanyagból kiválasztjuk azokat a magvakat, amelyek fizikai-mechanikai tulajdonságai azonosak, **osztályozásnak** nevezzük.

A magtisztító gépek különféle munkavégző egységeinek működése a magvak fizikai-mechanikai tulajdonságainak különbözőségén alapszik.

A magvak szétválasztására használatos legfontosabb fizikai-mechanikai tulajdonságok a következők:

- a méret (hosszúság, szélesség, vastagság),
- az alak,
- a felületi tulajdonság,
- a sűrűség,
- a rugalmasság,
- a súly,
- a vitorlahatási tényező és
- a szín.

A magvak fizikai-mechanikai tulajdonságai széles határok között változnak és számos tényezőtől függenek. A különböző fizikai-mechanikai sajátosságokon alapuló elválasztási eljárások annál eredményesebbek, minél jobban eltérnek egymástól az elválasztandó magvak tulajdonságai.

Rosták

Szélességük és vastagságuk szerint rostákon és szitákon (sodronyszövet rosta), hosszúságuk és alakjuk szerint triőrökön választhatók szét a magvak.

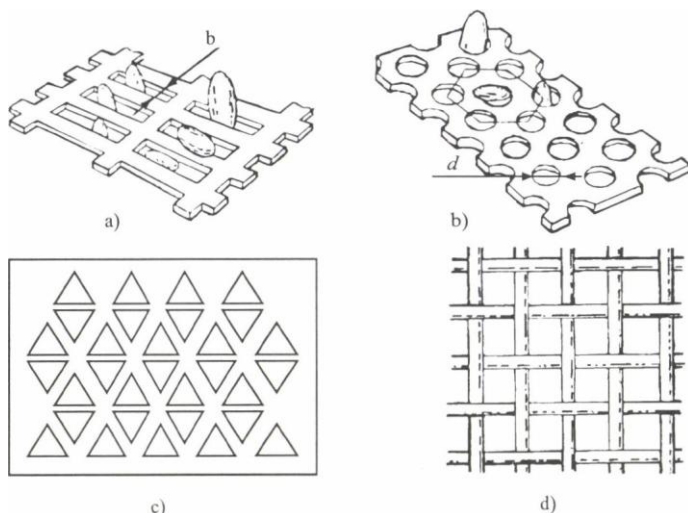
A rosták munkavégző felülete lyuggatott fémlemez, a szitáké pedig fémháló.

Munkájuk szerint megkülönböztetünk fölöző-, finomító- és szemrostát, illetve -szitát.

A **fölözőrosták (kalászrosták)** és -sziták nyílásai átengedik a kultúrnövény minden (vagy majdnem minden) magját. Rendeltetésük a kalászok és egyéb nagyméretű anyagok, rögök kiválasztása.

A **finomító- (fűmag) rosták** és -sziták a magkeverék legkisebb elemeit választják ki. Rendeltetésük az apró magok és járulékos anyagok kiválasztása.

A **szemrosták** és -sziták nyílásmérete a fölöző- és a finomítórostáké közé esik. E nyílások átengedik a tisztítandó magvak több-kevesebb részét, de nem a teljes mennyiséget.



380. ábra. Különböző nyílásokkal ellátott rostalemezek

a) hosszanti nyílású, b) kör alakú, c) háromszög alakú nyílásokkal ellátott rostalemez, d) szövött rosta

Magtisztító gépekhez általában sajtolással lyuggatott lemezrostákat alkalmaznak. Különböző lyukazatú rostalemezeket szemléltet a 380. ábra.

A kör alakú nyílásokkal ellátott rosta szélességük, a hosszanti nyílásokkal lyuggatott vastagságuk, a háromszög alakú pedig alakjuk szerint választja szét a magvakat.

Méret szerinti pontosabb osztályozásra a négyszögletes lyukasztású rosták alkalmasabbak.

A mezőgazdaságban használatos magtisztító gépek általában függőleges felfüggesztőkkel szerelt rostaszekrényekkel üzemelnek (381. ábra). A felfüggesztők fából vagy fémből készült rugós karok, mereven felerősített végekkel. A rosták lejtésszöge 4–

10°.

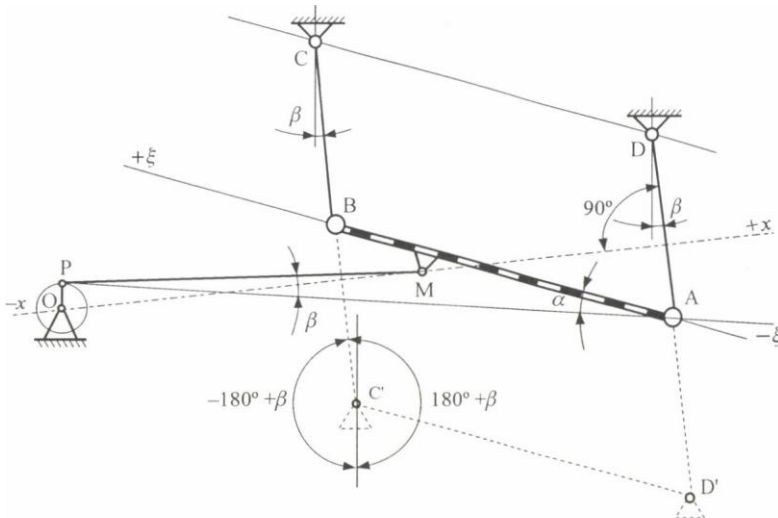
A rostákat általában forgattyús hajtómű mozgatja, amelynek lökete 10–30 mm, fordulatszáma $n = 4,16\text{--}8,33$ 1/s (250–500 1/min).

A kiegyensúlyozást két rostaszekrény ellentétes irányú mozgása hozza létre.

Vibrátorral is működtethetjük a rostákat, amikor a rugós felfüggesztésű rostaszekrényt forgó ellensúly mozgatja.

A hosszúkás magvaknak a hosszanti nyílású, a gömbölyűeknek a kör alakú nyílásokkal ellátott rostafelületen el kell csúszniuk anélkül, hogy az anyag és a rosta közötti kapcsolat megszűnne. A hosszúkás magvaknak a kör alakú nyílásokkal való kiválasztásakor pedig a feldolgozandó anyagnak bizonyos mértékig el kell távolodnia a rosta felületétől. A szétválasztás közben tehát rövid időre megszűnik a kapcsolat a rosta és a mag között.

A rosta optimális munkája tehát csak akkor biztosítható, ha a felöntött anyag viszonylagos mozgásának sebessége és viszonylagos elmozdulása az adott feltételek által teljesen meghatározott értékkel rendelkezik (BÁNHÁZI–KOLTAY–SOÓS, 1984).



381. ábra. Rosták felfüggesztése és hajtása

A rosták munkájának minősége a kiválasztási tényezővel (ε) jellemezhető.

A **kiválasztási tényező** (ε) a rostanyílásokon áthullott magvak tömegének (m) és a szétválasztandó (kiindulási) anyagban lévő, összes nyílásméreten aluli magvak tömegének a viszonya:

$$\varepsilon = \frac{m}{c \cdot Q},$$

ahol:

- c – a nyílásméretnél kisebb magvak viszonylagos mennyisége a kiindulási anyagban,
- Q – a rostára érkező kiindulási anyag tömege.

A kiválasztási tényező a rosta munkájának minőségét jellemzi. Jó minőségű a munka, ha $\varepsilon = 0,8$, közepes, ha $\varepsilon = 0,65$ és gyenge, amikor $\varepsilon = 0,5$.

A vetőmag-előállító rosták méretezésekor $\varepsilon = 0,8$ értéke követelmény.

A síkrosták teljesítőképessége gyakorlatilag arányos a rosta szélességével és hosszúságával. Ebből kiindulva a rosták hossza (l):

$$l = \frac{Q}{B \cdot q_A},$$

ahol:

Q – a rosta teljesítőképessége [kg/h],

B – a rosta szélessége [dm],

q_A – a rosta megengedett fajlagos felületi terhelése [kg/dm²h].

A síkrosták fajlagos terhelése (kg/dm³h) búza előtisztításánál 58–72, utőtisztításakor és osztályozásakor 18–22, kukoricánál 48–60, illetve 13–16.

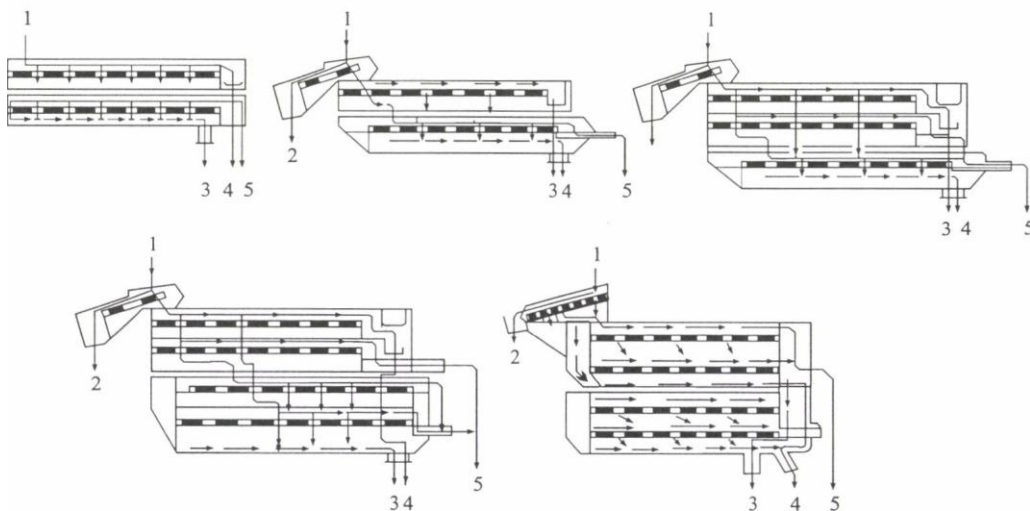
Leggyakrabban a hengeres és a síkrostát alkalmazzák. A hengerrostáknak azonos rostafelület esetén a síkrostákénál kisebb a teljesítőképességük.

A síkrosták soros, párhuzamos, zezugos elrendezésűek lehetnek.

A párhuzamos rosta-elrendezés terjedt el leginkább. A párhuzamos rostán már az első rostán kiválik a rög, és nem szennyezi tovább a magot.

A rostára felöntött magvak egy része áthull a rostán, más része végighalad rajta. Az áthulló magvak átsapattnak, a végigmenőt lecsapattnak nevezzük.

A rosták számát és elhelyezési módját (382. ábra) a magtisztító gép rendeltetése és egyebek között teljesítőképessége határozza meg.



382. ábra. Rostaszekrény-változatok

1 – kiindulási alapanyag, 2, 3 – nagyméretű szennyeződés, 4 – kisméretű frakció, 5 – tiszta mag

Eltömődésük megakadályozására a rostákat tisztítani kell. Ezért a rostákat különböző tisztítószerrel látják el (BÁNHÁZI–KOLTAY–SZENDRŐ–VÉNER, 1978).

Triőrök

A **triőrök munkája** a tisztítandó termény magvainak és a járulékos anyagoknak hosszúságbeli eltérésén alapszik.

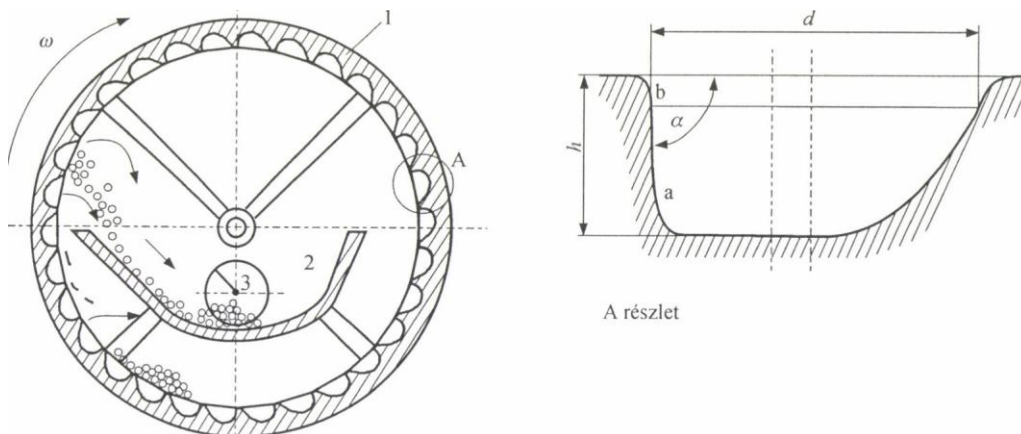
Lehetnek önálló gépegységek vagy a magtisztító gépek részei. Kialakításuk szerint két fő csoportba sorolhatók. Ezek: a hengeres triőrök, és a tárcsás triőrök.

A mezőgazdaságban a **hengeres triőrök** használatosak. Hengerének belsejében (383. ábra) helyezik el a felfogócsatornát vagy -vályút (2). A forgó henger (1) egyik végén beadagolt anyag a másik hengervég irányában mozog a sejtüreges felszínen. Közben azok a magvak, amelyeknek hosszúsága kisebb a sejtüregek átmérőjénél, a hengerrel együtt felemelkednek. A vályú fölé érve a saját súlyuknál fogva kiesnek az üregekből, és a vályúba hullanak, ahonnan csiga (3) vagy más szerkezet üríti ki. A sejtüregekben el nem férő hosszú vagy a belőlük kieső magok a henger ürítónyílásán át távoznak.

A triőrhengereket vízszintesen vagy kismértékű (1–2°) dőléssel működtetik. Minél hosszabb a henger és minél kevésbé folyékony az anyag, annál nagyobb a döntés mértéke.

A korszerű triőrök sajtolt sejtüregei kanál alakúak és a kihullás felőli oldaluk merőleges a triőr felszínére.

Minden vályú tartószerkezete úgy készül, hogy a henger tengelye körül különböző helyzetekbe elfordítható legyen. Ezáltal ugyanis az elválasztóél helyzete az elkülönítéshez a legkedvezőbb állásba kerül.



383. ábra. Hengeres triőr és egy sejtürege
1 – triőrhenger, 2 – felfogóvályú, 3 – kihordócsiga

A triőrök teljesítőképessége:

$$Q = q \cdot A \quad [\text{kg/h}]$$

képlettel számítható, ahol:

A – a triőrhenger sejtüregekkel ellátott felülete [m^2],

Q – a triőr teljesítőképessége [kg/h],

q – a fajlagos terhelés [kg/h m^2].

A fajlagos terhelés optimális értéke például búza tisztításakor 7%-nyi hosszú szennyeződéstartalomig: $q = 6,0\text{--}6,5 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$.

A triórhenger átmérőjét a triór teljesítőképességének függvényében adják meg. A legáltalánosabb belső hengerátmérők: 400, 500, 600 és 800 mm.

A felsorolt átmérőkhöz tartozó maximális teljesítmények (Q): 1200, 2500, 3500, illetve 5000 kg/h.

A triórhenger hossza az alábbi képlettel számítható:

$$L = \frac{Q}{q \cdot D \cdot \pi},$$

ahol:

L – a henger hossza [m],

D – a henger átmérője [m],

A jelenleg használatos hengeres triórok fordulatszáma $n = 0,25\text{--}1,0$ 1/s.

Széltisztítók

A magvak légárral való szétválasztása aerodinamikai tulajdonságaik különbözőségén alapszik. A magvak legfontosabb aerodinamikai jellemzői a kritikus sebesség, az ellenállási és a vitorlahatási tényező.

A **széltisztító rendszerek** a magtisztító gépek részegységei vagy önálló berendezések lehetnek. Rendeltetésük a könnyű anyagok kiválasztása a keverékből. Fő szerkezeti elemek: a ventilátor, a szélsatorna, a leválasztókamra és a porülepítő.

A **szélsatornák** szívó- és nyomószeles rendszerűek lehetnek.

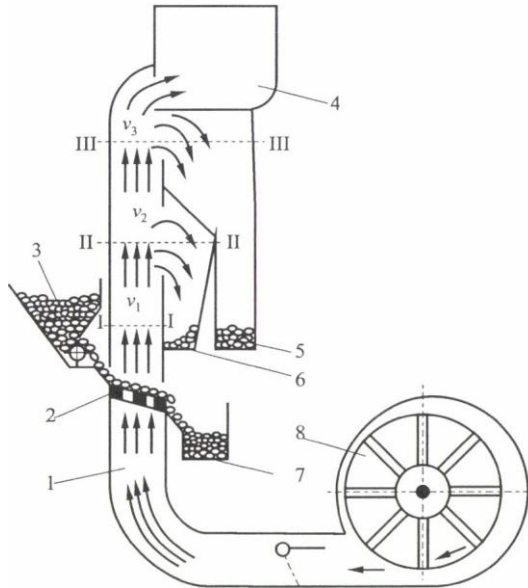
A szélsatorna általában egy téglalap keresztmetszetű függőleges csatorna.

A 384. ábrán egy nyomószéllal működő szelelőrendszert mutatunk be. A berendezésbe egy I–I keresztmetszetű szélsatornát építettek, amelynél a II–II és III–III szinteken kialakított keresztmetszet-változás (növekedés) a légsebesség csökkenését vonja maga után, ugyanis

$$v_1 > v_2 > v_3.$$

A garatból (3) adagolóhenger juttatja a tisztítandó magot a szélsatornában (1) lejtősen elhelyezett terítőrostára (2). A magrétegen áthatol a ventilátor (8) keltette v_1 , sebességű nyomólégáram. Ez a könnyebb tisztátalanságokat, idegen anyagokat, illetve a magvak egy részét megemeli és magával sodorja a II–II keresztmetszethez. A nehéz magvak és szennyeződések, amelyek lebegtetési sebessége v_1 -nél nagyobb, a rostán maradnak és a gépből kijutva az első frakciót képezik (7).

A légárral felemelt anyag a csatorna II–II keresztmetszeténél az eddigénél kisebb sebességű (v_2) légárral kerül. Ez a felemelt anyag egy részét már nem tudja magával sodorni, tehát azok az ülepítőkamrába esnek, és a második frakciót alkotják (6). Ez az első frakciónál könnyebb magvakból és tisztátalanságokból áll.



384. ábra. Függőleges szélcsatorna

1 – szélcsatorna, 2 – terítőrosta, 3 – garat, 4 – kilépőnyílás, 5, 6, 7 – ülepítőkamrák, 8 – ventilátor

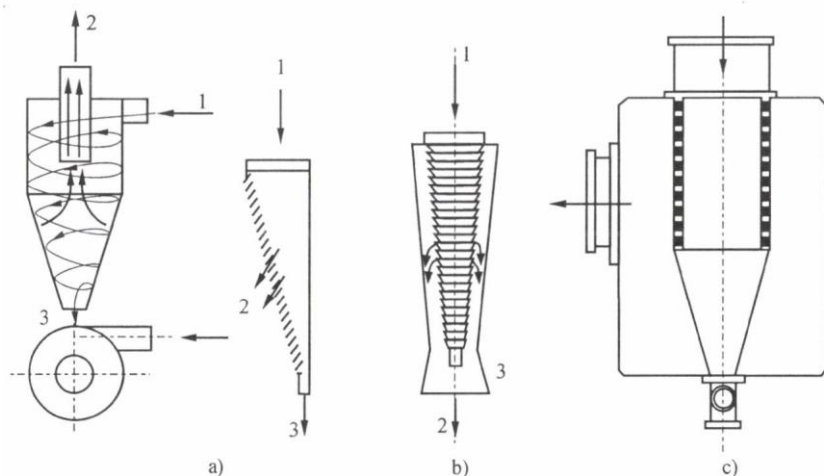
A III–III keresztmetszetenél, mivel $v_3 < v_2$, a v_2 sebességű levegővel szállított anyag ismét két részre különül. A harmadik frakció (5) a felfogóvályúba jut, a negyedik (4), a legkönnyebb anyagokból álló rész pedig távozik a gépből.

Magtisztító gépekhez kis- és közepes nyomású ventilátorok használatosak, amelyek levegőszállítása 5000–20 000 m³/h.

A levegőáramot a szelelőrendszer végén elhelyezett **porleválasztók** tisztítják meg a portól (385. ábra).

A magtisztító gépeken alkalmazott porleválasztó szerkezetek működési elvük szerint:

- centrifugális erő felhasználásával működő porleválasztók (ciklonok),
- ütközéses (zsalus) és
- szűrő típusú leválasztók lehetnek.



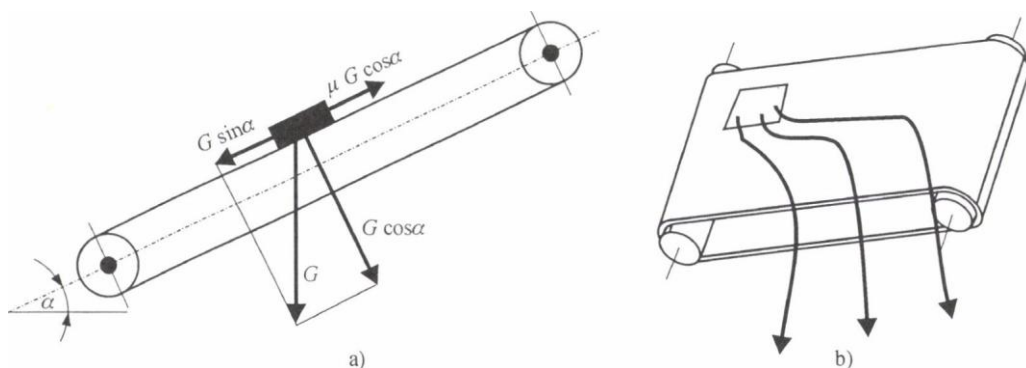
385. ábra. Porleválasztók: a) porülepítő ciklon, b) zsalus porleválasztó, c) porszűrő;
 1 – poros levegő, 2 – tisztított levegő, 3 – por (mellékáram)

Súrlódásos magtisztítók

A **súrlódásos magtisztítók** munkája a magvak eltérő súrlódási tényezőit használítja. Egyik csoportjuk munkavégző felülete áll, a másiké mozog. Mozdulatlan munkavégző szerve a ferdeválogatóknak (a vízszinteshez α szöggel hajló sík lap) és a csigatriőröknek van.

A ferdeválogató különleges változata jön létre, ha a lejtőt síkjában felfelé elmozdítjuk. Ez az eset áll fenn a hosszirányú válogatószalagoknál (386/a ábra).

Ha a szalagra kezdősebesség nélkül juttatjuk a magvakat, felületi állapotuk, vagyis súrlódási tényezőjük szerint vagy felfelé sodródnak a szalaggal, vagy lecsúsznak róla. Így a legérdesebb szemek fent, a simák lent válnak ki.



386. ábra. Hossz- (a) és keresztirányú (b) válogatószalagok

Olyan válogatószalagokat is üzemeltetnek, amelyeken a szalag lejtése merőleges a haladási irányra (386/b ábra). Ezek a keresztirányú válogatószalagok.

Etetőgaratukat a szalag felső sarkában helyezik el.

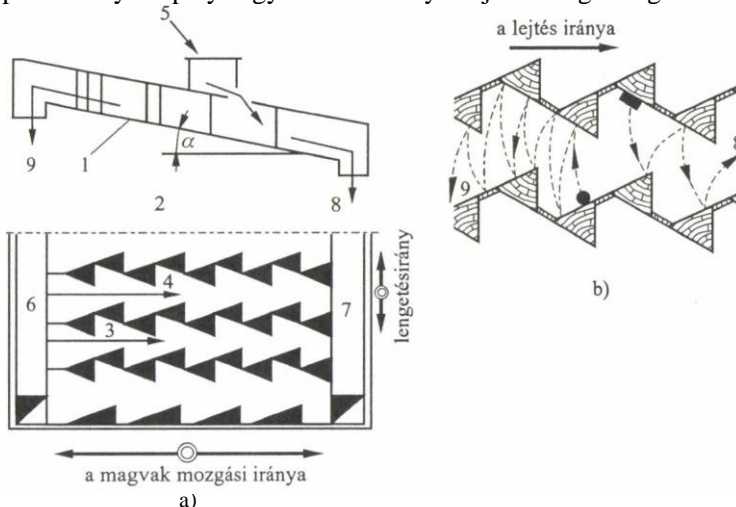
A válogatószalagok teljesítőképessége a kiindulási anyag sajátosságainak megfelelően széles határok között változik.

A hosszirányú válogatószalagok jobban tisztítják a keveréket, de teljesítményük kisebb, és csak két frakcióra bontják a kiindulási anyagot. A keresztirányú válogatószalagokon nem két, hanem több frakcióra válik szét a felöntött anyag. A gördülékenyebb, kisebb súrlódási tényezőjű magvak a leghamarabb kerülnek le a szalagról. A kevésbé gördülékeny, nagyobb súrlódási tényezőjűek tovább tartózkodnak a ponyván, és csak szélének az alsó vége felé vagy a hengereken áthullva távoznak a szalagról.

A magvak rugalmasságkülönbségén alapuló szétválasztás

Az elkülönítés módjának elve az, hogy a válogatószerkezet a magokat az asztal lengetési irányára merőleges kényszerpálya falaihoz ütközteti. Vízszintes és ferde síkú válogatóasztalokat üzemeltetnek.

A **ferde síkú válogatóasztal** lengőmozgást végző lapja a vízszintessel α szöget zár be (387/a ábra). Az α szöggel hajló asztallapon kényszerpályákat (387/b ábra) alakítottak ki. Az asztallap és a kényszerpálya együttesen befolyásolják a mag mozgását.



387. ábra. Paddy-asztal működési vázlata (a) és a magvak mozgása (b)

1 – asztallap, 2 – csatornafal, 3, 4 – csatornák, 5 – adagolócsatorna,

6, 7 – felfogóvályúk, 8 – rugalmatlan, nehéz magvak, 9 – rugalmas, könnyű magvak

A ferde síkú válogatóasztal a magok négyféle fizikai tulajdonságát hasznosítja a

szétválogatásra: a súlyt, az alakot (gördülő vagy csúszó magok), a felületi érdességet (a súrlódási tényezőt) és a rugalmasságot. Az asztallap megfelelő lejtése és a csatornák alkalmas elrendezése révén a rugalmasabb, könnyebb és durvább felületű magvak az asztal felső részén, a többi az alsó részén választódik ki.

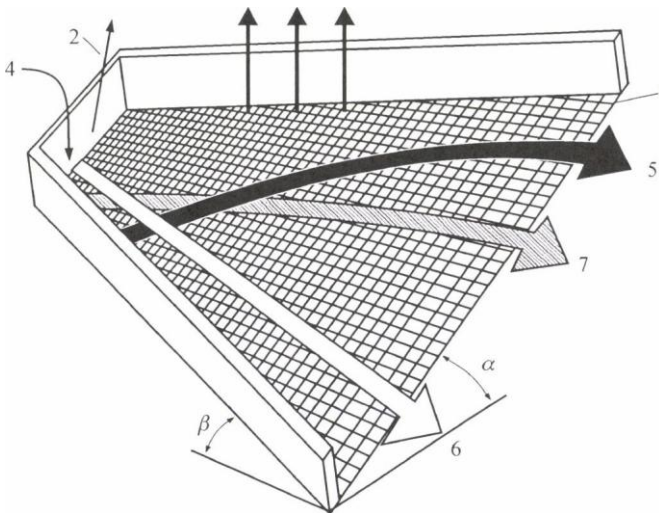
Így például búza-árpa keverékből az árpa (hosszabb, könnyebb, ráncosabb felületű, rugalmasabb, mint a búza) az asztal tetején, a búza az asztal alján gyűlik össze.

A gép teljesítőképességének növelése céljából egy-egy asztallapra egymás mellé több válogatócsatornát helyeznek, amelyek egymástól függetlenül végzik munkájukat. Az így kialakult szétválogatószerkezet, a Paddy-asztal. Csatornáit (3 és 4) rugalmas, zezzug alakú falak (2) határolják. A magot az adagolócsatornákon (5) át juttatjuk a rendszerbe. Az asztal (1) lejtése állítható. Alátámasztását lengőkarokkal, hajtását hajtórúddal kapcsolt excenterrel oldották meg.

Pneumatikus válogatóasztal

A különböző fajlagos súlyú magvak pneumatikus válogatóasztalon (388. ábra) is elkülöníthetők.

A szitaszövettel (1) borított, hosszanti irányban maximum 10° -kal (β), keresztirányban max 5° -kal dőlő (α) asztal síkja nagyfrekvenciájú lengő mozgást (2) végez. A szitaszövetet alulról egy ventilátor nyomólégáramával (3) fúvatják át.



388. ábra. Pneumatikus válogatóasztal

1 – szitaszövet, 2 – lengetési irány, 3 – nyomólégáram, 4 – magadagolás,
5 – legsúlyosabb magvak, 6 – legkönnyebb magvak, 7 – közepes magvak

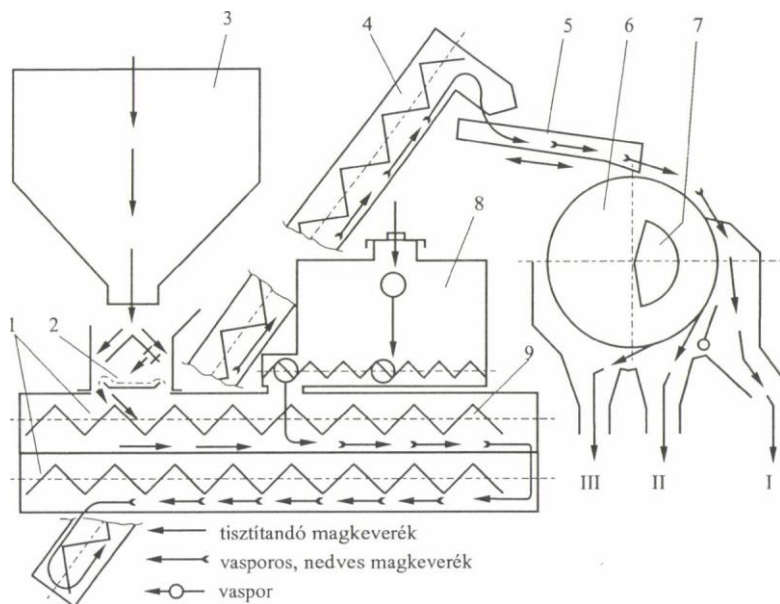
A szétválasztandó magkeveréket a berendezés bal felső szélén (4) adagolják a szítaszövetre. Az asztal gyors lengése és a ventilátor nyomószélének hatására az asztalra juttatott magkeverék az alkotók súlykülönbségének megfelelően rétegződik. A legkisebb súlyú magok a réteg tetején helyezkednek el, és így az adagolás helyéhez közel, már az asztal alsó szélénél (6) lekerülnek a szítafelületről.

A réteg alján elhelyezkedő legnagyobb súlyú magvak végighaladva az asztalon, a felső, jobb oldali végén (5) hagyják el a berendezést. A közepes súlyú magvak az asztal középső részén (7) távoznak a szítafelületről.

A pneumatikus válogatóasztal három, élesen elkülönülő frakcióra bontja a magkeveréket. Segítségével például búzából eredményesen válogatható ki a vadzab, a konkoly, a pohánka, a tarackbúza stb.

Mágneses magtisztító gépek

A **mágneses magtisztító** a magvak felületi érdessége szerint osztályoz. Vannak olyan magvak, amelyeknek a felületi érdességen kívül minden fizikai tulajdonsága csaknem megegyezik, ezért az eddig megismert osztályozási eljárásokkal nem választhatók szét. Ilyenek pl. a teljesen sima lóheremag és az érdes felületű arankamag.



389. ábra. Mágneses magtisztító és működési vázlata

1 – csigák, 2 – adagolószerkezet, 3 – magtartály, 4 – felhordócsiga,

5 – vibrációs adagolóvályú, 6 – dob;

I – tisztított frakció, II – vasporos magvak, III – vaspor, növényi részek

Ahhoz, hogy a mágneses magtisztítás eredményes legyen, az arankával fertőzött,

tisztítandó magkeveréket megfelelően elő kell készíteni. Ez abból áll, hogy a magvakat előzetesen alapos szélisztításnak, majd rostákkal végzett osztályozásnak vetik alá. Csak azután kerülhet sor a mágneses magtisztításra.

A mágneses magtisztító gép (389. ábra) tartályából (3) adagolószerkezet (2) juttatja a magkeveréket a keverődobba (9), ahol a csigák (1) előbb vízzel, majd finom vasporról keverik össze. A vasport a portartályból (8) csiga adagolja a dobba. A vasporról bevont magvakat csigás felhordóval (4) a vibrációs adagolóvályúra (5) juttatják. Innen egy rézhengerre, az úgynevezett dobra (6) kerülnek, amelynek belsejében álló elektromágnessel (7) helyeztek el.

A sima magvak azonnal lehullanak a hengerről. Ezek alkotják a teljes értékű, tisztított frakciót (I). Az érdes magvakat a rájuk ragadt vaspor miatt a hengerfelületen áthaladó mágneses mező a hengerpalásthoz húzza, és mindaddig nem engedi el, amíg a magot fogva tartó hengerrész el nem fordul a mágnes erőteréből. A henger kellő mértékű elfordulása után a vasporos magvak is lehullanak a hengerről (II). A megmaradó vaspor és a hozzátapadt kisebb növényi szárrészek azon a részen hullanak le, ahol a mágneses mező hatása már egyáltalán nem érvényesül (III). A vaspor eltávolítására egyes gépeken lesöpörkefe is használatos.

A szétválasztás hatásosságát több henger sorbakapcsolásával fokozzák.

Elektrosztatikus magszeparátor

Vannak olyan magkeverékek, amelyek méret, alak, sűrűség, felületi érdesség stb. alapján az eddig megismert alapgépek egyikével sem választhatók szét. Ilyen esetekben a magvak eltérő elektromos tulajdonságai jól felhasználhatók a keverék alkotóinak elkülönítésére. A magvak legfontosabb elektromos tulajdonságai a dielektromos állandó, a vezetőképesség, a polarizációs képesség, az elektromos kapacitás stb. Mindezek szorosan összefüggnek a mag fizikai, kémiai, mechanikai és biológiai tulajdonságaival.

Az elektrosztatikus tulajdonságok alapján igen pontos elválasztás érhető el.

Az **elektrosztatikus magszeparátor** (390. ábra) földelt hengere (4) vibrációs vályú adagolja a magvakat, amelyeket egy elektródasor (2) pozitív elektromossággal tölt fel. Következésképpen a magvak a henger felületéhez tapadnak.

A magvakra az elektromos tér térereje, a feltöltött magvak és a dob között fellépő vonzóerő, a súlyerő, valamint a centrifugális erő hat. Az erők eredőjétől függően a magvak egy része azonnal eltávolodik a henger felszínéről, más részük csak valamivel később. A magvak harmadik csoportja csak az elektromos térből kikerülve esik le a hengerről. Vannak olyan magvak is, amelyek annyira rátapadnak a hengerre, hogy arról csak az elektródával ellentétes oldalon elhelyezett kefével söpörhetők le.

A nehéz, nagy nedvességtartalmú magvak hamarabb, a könnyű, száraz magvak később hullanak le.

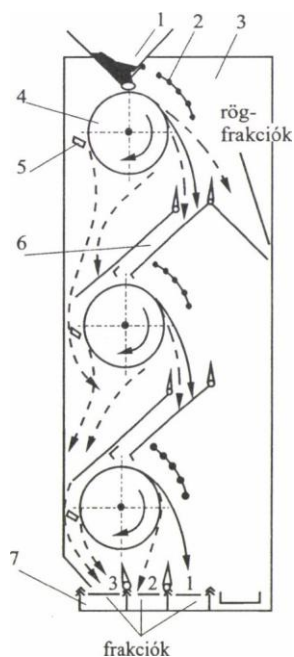
Az egyes szekciók három részre bontják a magkeveréket. A legnagyobb méretű magvak a leghamarabb hullanak le a forgó hengerről, és a jobb oldali magáramot képezik. A középső frakciót a szennyeződésektől már részben megtisztított alapanyag alkotja. A kisméretű magvak és szennyeződések, valamint a sérült szemek és a gyommagvak

alkotják a bal oldali frakciót. A jobb és bal oldali anyagáramot megfelelő vályúk segítségével kivezetik a gépből.

A középső magrugár a 6 jelű csatornán keresztül a második, majd a harmadik szekcióba kerül.

Itt megy végbe az alapanyag utótisztítása és három frakcióra bontása.

A gép üzemeltetése legalább 70 kV feszültséget és 10 mA áramerősséget igényel.



390. ábra. Elektrosztatikus magseparátor technológiai folyamata

1 – adagológarat, 2 – pozitív töltésű elektróda, 3 – szétválasztóegység,
4 – földelt henger, 5 – tisztítószerkezet, 6 – szétválasztócsatornák, 7 – kifolyóvályúk

Szín szerinti elválasztás

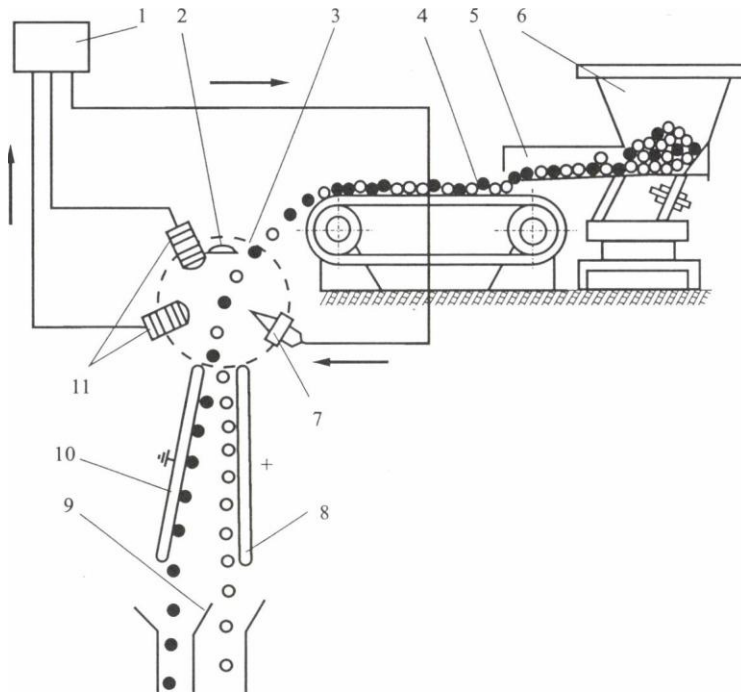
A szín szerinti elválasztás fotoelektromos úton, fotocella vagy katódsugárcső segítségével oldható meg.

Az eddig kialakított berendezések többsége a fényerősség alapján választ el.

A fotocella érzékenysége dönti el, hogy milyen színelkülönbségek választhatók el egymástól. Nagy a színelkülönbség az egyes babfajták között (fehér bab – fekete bab), ezért az első fotocellás válogatás babválogatásra készültek.

Az elektrosztatikus töltéssel kiválasztó fotocellás babválogató gép (391. ábra) a magtartályából (6) a vibrációs vályú (5) segítségével egymás után rendezve szállítja a szemeket a szalagra (4), ahonnan a színérzékelő fejbe (3) kerülnek. Az érzékelőfejben

elhelyezett fényforrás megvilágítja a színetalonokat (2), amelyek színét a magvak többségének a színe – pl. a fehér – szerint választják meg. Ha az etalon és a fotocella közé fehér bab kerül, a fotocella (11) nem jelez. Jelzést ad azonban, ha fekete bab kerül eléje. A jel az erősítőn (1) keresztül működésbe hoz egy kapcsolószerkezet, amelynek segítségével a jelzést adó fekete babszem a kisütőcsúcson (7) keresztül kb. 40 000 V feszültséggel pozitív elektromos töltést kap.



391. ábra. A fotocellás szín szerinti válogatógép működési vázlata

- 1 – erősítő, 2 – színetalon, 3 – színérzékelő fej, 4 – behordószalag, 5 – vibrációs adagolóvályú,
6 – magtartály, 7 – kisütőcsúcs, 8 – kondenzátorlemez, 9 – választófal,
10 – kondenzátorlemez, 11 – fotocella

Az állandó töltésű kondenzátorlemez (8 és 10) között lehulló magáramból a pozitív töltésű fekete szemek a negatív lemezhez közelítve hullanak le, míg a fehér bab változatlan pályán haladva elválnak a feketétől.

A fotocellás gépek elválasztása igen pontos, de súlyukhoz és drága voltukhoz képest kicsi a teljesítményük. Például egy öt kiválasztófejes gép tömege 500–600 kg, teljesítőképessége pedig 150–200 kg/h.

Kombinált magtisztító gépek

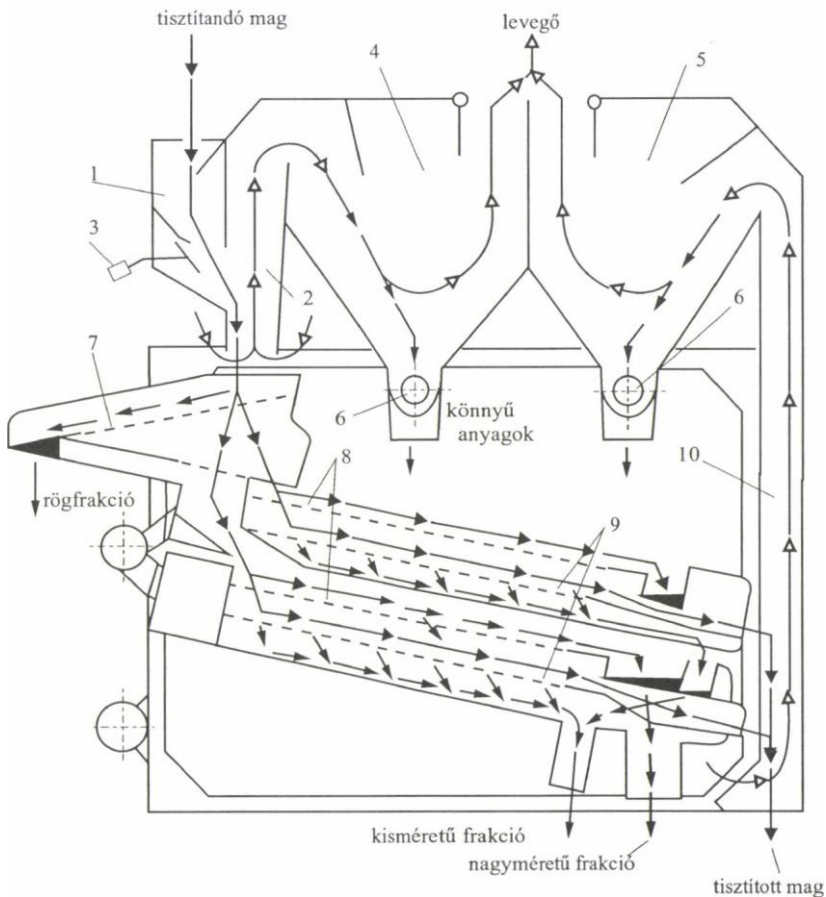
Az előzőekben ismertetett alapgépeket önmagukban ritkán alkalmazzák.

Rendszerint két-három elválasztóberendezést építenek egybe. Ezek eltérő fizikai tulajdonságaik alapján választják szét a magvakat.

Leggyakoribb a rosta és a széltisztító, valamint a rosta, a széltisztító és a hengeres triór összeépítése.

A korszerű magtisztító gépeken elő- és utószéltisztításra is sor kerül. Ilyen rendszerű gépet mutatunk be a 392. ábrán.

A gép ferdén elhelyezett lengőrostákkal, valamint elő- és utószéltisztítással tisztítja a szemet.



392. ábra. Kombinált magtisztító gép működési vázlat

1 - garat, 2 - előszélsatorna, 3 - szabályozólap, 4, 5 - ülepítőkamra,
6 - kihordósígak, 7 - rögrosta, 8 - szemrosta, 9 - porrosta, 10 - utószélsatorna

A keverék a beömlőnyíláson keresztül kerül a garatba (1), ahol a terelőlemezek egyenletesen szétterítik az előszélcsatorna (2) teljes szélességében. A gabona áramlása ellensúlyos szabályozólappal (3) változtatható. Az előszélcsatornában a levegő magával ragadja a könnyű tisztátlanságokat, és az első ülepítőkamrába (4) szállítja, ahonnan a csiga (6) távolítja el őket. Az előszélcsatornából a magvak a 6–8°-os lejtéssel szerelt rögrostára (7) kerülnek. Innen a rög és egyéb durva szennyeződés leválasztása után, két, egyenletes áramra szétosztva a párhuzamosan működő alsó és felső rostaszekrény szemrostájára (8) jutnak. A szemrosta lecsapatát alkotó nagyméretű magvakat vályú vezeti ki a gépből.

A szemrosták nyílásain áthullott anyag (magvak és kisméretű szennyeződések) a porrostákra (9) kerül. E rosták lejtésszöge 11°. A rajtuk végighaladó megrostált magvak az utószélcsatornába (10) jutnak. A benne áramló levegő kiemeli az esetleg visszamaradó port, illetve léhát, és az üllepítőkamrába (5) szállítja. Innen csiga távolítja el azokat a gépből.

A porrostákon áthullott anyag (sérült, fejletlen magok, homok és egyéb kisméretű szennyeződések) a rostafenéken legördülve a keresztirányú kivezetővályúba jut és távozik a gépből.

Az ülepítőkamrákhoz ciklont kell csatlakoztatni.

9.2 Mezőgazdasági termények szárítása

Szemestermény-szárítók

Agrotechnikai és műszaki szempontok

A szárítóberendezések konstrukciós kialakításakor, valamint üzemeltetésekor a szárítandó anyag tulajdonságainak és a szárítmány további felhasználhatósága szempontjait alapvető követelményként kell megfogalmazni. Ehhez a termény anyagi tulajdonságait, az alkalmazható vízelvonó technológiákat, és nem utolsósorban a számításba vehető eljárások megválasztási szempontjait is célszerű megvizsgálni (BEKE, 1997).

A terményszárításban meghatározó az energiaátvitel módja (BEKE, 1999), de a mezőgazdaságban mindenek felett a konvektív eljárás megvalósításához adottak a feltételek.

A szemestermény-szárítás technológiai paramétereit elsősorban az alkalmazott

szárítóközeg sebessége és hőmérséklete határozza meg (BEKE–VAS, 1994). Alapvető kritérium, hogy a maghalmaz közvetlen közelében levő légiáratokban a légsebesség nem érheti el a lebegtetési sebességet. A terményoszlopok sebessége ugyanis a fokozott légáram hatására egyenlőtlené válik. Ez pedig a megengedhetőnél nagyobb inhomogenitást idéz elő mind az anyag hőmérsékletében, mind pedig a kitérőkor mérhető nedvességtartalom-eloszlásban. A nagy légsebesség a torony kilépő oldalán terményboltozódást okoz, majd a sebesség további növelésekor megkezdődik a száradó anyag kihordása a szárítóból. A betárolt termény szennyezettsége az előzőekben leírt kedvezőtlen hatásokat még tovább fokozhatja.

A **szárítóközeg-hőmérséklet** minden szempontból a legnagyobb hatású befolyásoló paraméter. Az ésszerű szárítóközeg-hőmérséklet megválasztásához mindenek előtt a szárítmány további felhasználását kell figyelembe venni (BEKE–VAS–VÁRKONYI, 1985).

A vízelvonáshoz alkalmazható szárítóközeg-hőmérsékletet a termény nedvességtartalma is motiválja. Elvben az volna az ideális, ha a vízelvonás során az anyag igényéhez igazodva úgy változtatnánk meg a szárítás hőfokát, hogy a magvak hőmérséklete a károsodási határgörbe közelében legyen. Az alkalmazható közeghőmérséklet értékét annak relatív nedvességtartalma is befolyásolja. Magas nedvességtartalom esetén magasabb hőfokú levegővel is lehet kíméletes szárítás végezni.

A forszírozott vízelvonás a szem belsejében igen nagy feszültségeket ébreszt, ami az anyag törékenységének fokozódásához vezet. A mechanikai ellenálló képesség hiánya a szárítás után megnövekedett törtszemek arányával mérhető. Az alkalmazott szárítási technológia kiválasztásánál tehát azoknak az anyagjellemzőknek a változását kell elsősorban szem előtt tartani, amelyek a további felhasználás eredményességét számottevően befolyásolják (BEKE et al., 1997).

A szemestermény-szárítók tervezésénél a következő főbb szempontokat kell érvényesíteni:

- **Funkcionális megfelelés.** Olyan technológia megvalósítására legyen képes, amely során a tárolási, illetve tovább feldolgozási kritériumok teljesítése mellett a szárítmány biológiai értéke is megőrizhető. A szárítóközeg egyenletes hőmérséklete és sebessége segíti a homogén anyagáram alakulását, s ezzel a száradás egyenletességét is. A jobb hő- és anyagátvitel eléréséhez turbulens áramlást kell biztosítani.
- **Univerzalitásra törekvés.** A konstrukció minél többféle kultúra szárítására legyen alkalmas. E tekintetben figyelemmel kell lenni az egyes funkcionális egységek teljesítményére. Az energiaforrás beépített teljesítményét pl. célszerű a kukorica igényeihez igazítani, míg az anyagmozgató berendezések kapacitását a kalászos gabonák elérendő tömegárama határozza meg.
- **Konstrukciós egyszerűség.** Figyelemmel az üzemeltetés infrastrukturális körülményeire az üzembiztonságot az ésszerűen egyszerű konstrukció nagymértékben javítja és ez egyben költségkímélő is. Például a légorlasztásos égőt mátrixégővel helyettesítve a nagy helyigényű tüztér elhagyható. Ugyancsak szerkezeti egyszerűsítéssel jár, ha a cellás kitérőt billenőtálcással váltjuk fel.
- **Energiatakarékosság.** A szemestermény-szárítás energiaigényes művelet, már néhány %-os megtakarítás is jelentős költségcsökkenéssel jár. A hűtőközeg visszavezetése 5–7%, a szárítóközegé mintegy 20–25% hőmegtakarítást

- eredményezhet. A meleglevegő-kamra felületi hőszigetelése 3–5% nyereséget ígér. Célszerű szem előtt tartani, hogy a többszörös légátvezetés relatív teljesítménycsökkenéssel jár.
- **Biztonságtechnikai szempontok.** A szárítás veszélyes üzem, amely konstrukciós megoldásokkal mérsékelhető. A szokásos hőfokhatárolók, tűzjelző berendezések és villamos reteszelvek mellett könnyen tisztítható szerkezeteket célszerű használni. Kerülni kell a porlerakódási helyeket, ezzel csökkenthető a porrobbanás veszélye. A recirkulációs üzemmódban a visszakevert levegő tisztaságára is ügyelni kell. A lebegő szennyeződés közel kétharmada a szárítózóna alsó 25 és a hűtőzóna felső 30%-ából kilépő közeggel távozik. Tűz esetén alapvető a gyors leürítés lehetősége. Ez nagy teljesítményű kítároló berendezéssel vagy a kítárolókúp nyitható oldalfalai révén oldható meg. Hasznos lehet a szárítót beépített vízvezetékkel is ellátni.
 - **Környezetvédelem.** Szárítóknál elsősorban a por, illetve a lebegő szennyeződések emissziója és a zajhatás jöhet szóba. A zaj legfőbb forrása a ventilátor. A szárító kompakt felépítése erre megoldást adhat. Az anyagemisszió csökkenthető, ha a kilépő szárítóközeget porkamrába vezetjük és a szabadba vezető keresztmetszeteket a kítárolási ciklusokban lezárjuk. A kilépő közeg megtisztítására cyclophan típusú ventilátorok is alkalmazhatók
 - **Korrózióvédelem.** A szárítók mostoha körülmények közt üzemelnek. A felületek festése csak rövid távú védelmet nyújt. Célszerű tűzi horganyozású lemezeket használni. A korrózió nagymértékben rontja a berendezés szilárdsági tulajdonságait is.

A szárítóberendezések szerkezeti felépítése

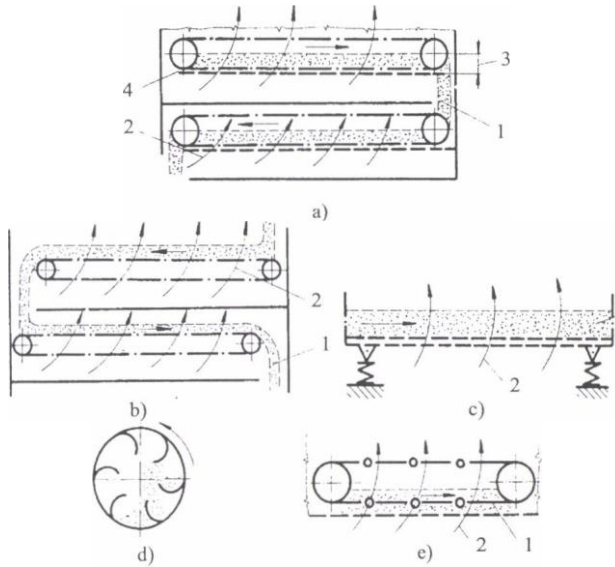
A szárítóberendezés lényegi része egy vagy több szárítózóonából állhat, amelyek szerkezeti kialakítása adott berendezésben – függetlenül a szárítózóonák számától – azonosak (többszintes tálcás szárítótér, légvezeték sorokkal ellátott toronyszárító stb.). Konstruktív szempontból az igen sokféle szerkezeti kialakítású szárítók három nagy csoportot képeznek: a kényszer anyagmozgatású berendezések a gravitációs anyagtovábbítású toronyszárítók és a vastagrétegű szárítók.

Kényszer anyagtovábbítású szemestermény-szárítók

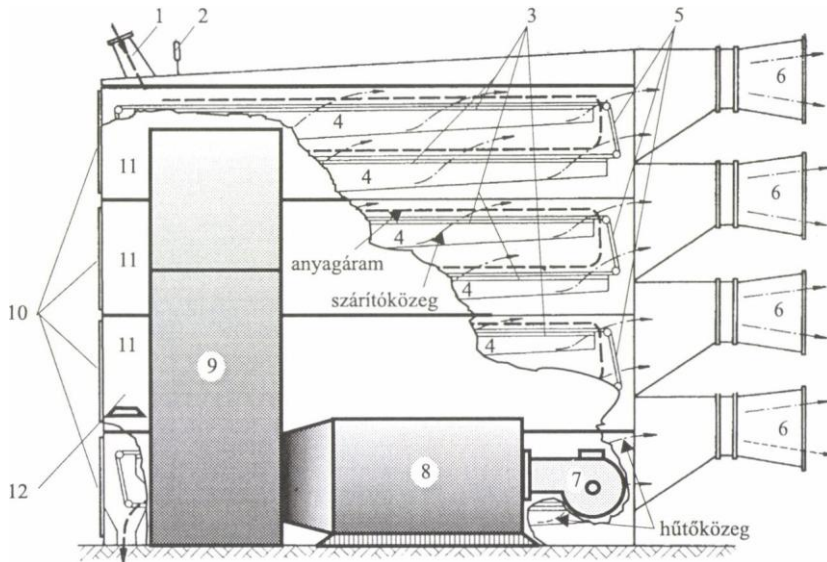
A kényszer anyagmozgatású szárítók közös jellemzője, hogy a terményt a vízszintes elrendezésű perforált szárító- és hűtőfelületen (tálcákon, szalagon stb.) villanymotorral hajtott anyagmozgató szerkezettel továbbítják végig a berendezésben (393. ábra). A száradás folyamatát az anyagmozgató berendezések haladási sebességének, a termény rétegvastagságának, valamint az egyes tálcákon átáramoltatott szárítóközeg hőmérsékletének változtatásával szabályozzák.

A **tálcás-kaparóláncos terményszárító** berendezések lényegi működése és főbb szerkezeti egységei a 394. ábrán láthatók. A szárítandó anyag a garaton (1) keresztül a rostákra (3) jut. Az anyag rétegvastagsága állítható terelőlemezzel (2) szabályozható, mozgatását kaparóláncos anyagtovábbító szerkezet (3) végzi, amely hajtóműve (12) révén

folyamatos és szakaszos üzemre is képes. Az anyagmozgás sebessége a lánc haladási sebességével állítható. A szárított termény az ürítőcsiga segítségével hagyja el a berendezést. A tálcák (rosták) alatt meleglevető-csatornákat (4) alakítottak ki. A legalsó rosta (tálca) alatt található a hűtőzóna. Ez utóbbi száma egyes konstrukcióknál növelhető.



393. ábra. A kényszer anyagtovábbítású szárítók belsőteri kialakításai
a) kaparólánccos-tálcás, *b)* szalagszáritó, *c)* vibrációs szárító, *d)* dobszáritó, *e)* kaparólánccos
 1 – száradó anyag, 2 – szárítóközeg, 3 – rétegvastagság, 4 – rostalemez



394. ábra. A kényszertovábbítású szárítók működési elve 1 – garat, 2 – rétegvastagság-állító, 3 – rosták, 4 –

légcsatornák, 5 – anyagmozgató szerkezet, 6 – ventilátorok, 7 – égő, 8 – tüztér, 9 – meleglevegő-kamra, 10 – nyílászárók, 11 – szárítószekrények, 12 – az anyagmozgató szerkezet hajtóműve

A szárítóberendezések rendszerint szögvas keretre erősített, acéllemezrel körülhatárolt szekrényekből (11) állnak. A szárítózónát általában 3–4 szárítószekrény alkotja. A tálcák alatti hőlégtérrel szekrényenként egy-egy axiálventilátor (6) szívja át a terményrétegen a szárítóközeget. A ventilátorlapátok szögállása változtatható, ezzel a légszállítási teljesítmény szabályozható. A szárító egyik vagy mindkét oldalán a hőlégtérrel (9), ill. a szabadba vezető nyílások (8) vannak. A szabadba torkolló nyílások változtatásával a levegőbeömlési keresztmetszet szabályozható. A megfelelően beállított szabályozóelemekkel egy-egy szekrényben lényegesen eltérő klimatikus állapotok valósíthatók meg.

A tálcás-kaparólánccal berendezések hőellátó egysége általában légmentes olaj- vagy gázégőre (7) épül. Az égés tüzálló acéllemezről készült hengerben történik. Az égőteret egy második lemez henger, majd egy külső lemezburkolat (8) veszi körül. A leírt módon üzemelő fűtőegység esetén a szárítóközeg füstgáz-levegő keverék. Kívánságra a gyártó hőcserélővel is felszereli a szárítót, ebben az esetben a szárítóközeget tiszta levegő alkotja.

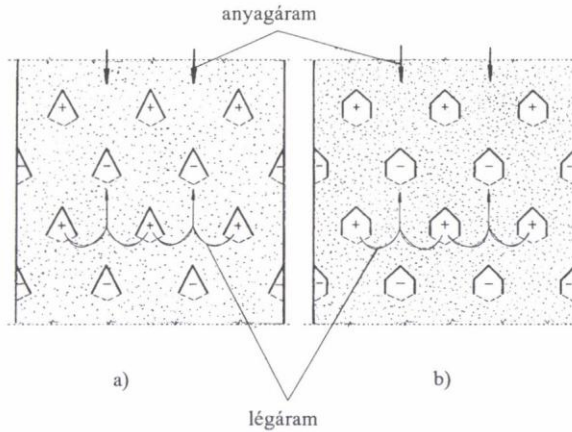
A berendezés funkcionális egységeinek beállítása, illetve kívánság szerinti működtetése a vezérlőszekrénybe épített szabályozó berendezések segítségével oldható meg. Tálcás berendezéseknél a szabályzási lehetőség elég szerény, rendszerint a szárítóközeg-hőmérséklet, az anyagtovábbító lánc sebességének állítására, illetve az indítás és a leállítás megoldhatóságára korlátozódik. A tálcás rendszerű berendezések hazai gyártása már megszűnt, de még jelentős számban üzemelnek (BEKE–VAS–VÁRKONYI, 1985).

Gravitációs rendszerű szárítók

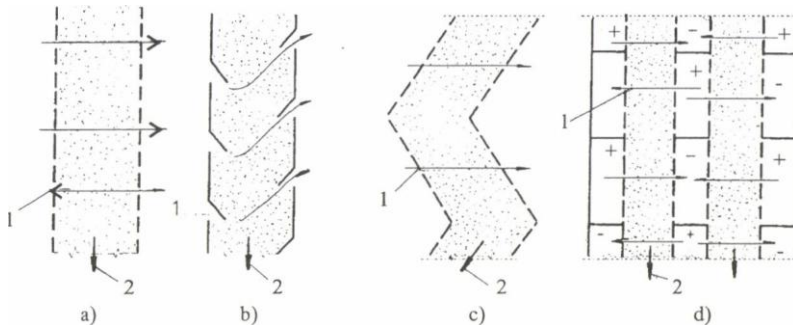
A gravitációs anyagmozgatású toronyszárítók működésének alapelve, hogy a torony felső részén betáplált termény saját súlyánál fogva, szakaszos vagy folyamatos mozgással halad egészen a hűtőzóna után elhelyezkedő kitérő szerkezetig. A toronyban a szárítóközeg elosztását és a nedves terményen való átvezetését a legtöbb típusban adott osztású, sakktabla elrendezésű, soronként elhelyezkedő légvezeték tesz lehetővé. Belső kialakításuktól függően aknás, vagy csörgedezettő (395. ábra), illetve terményoszlopos (396. ábra) berendezések különíthetők el.

A nyolcvanas évek elejéig egyeduralkodó **gravitációs szemestermény-szárító általános felépítése** a 397. ábrán látható. A szárítóhoz érkező nedves termény a serleges felvonó (1) és az ejtőcső segítségével jut az előtároló tartályba (2). Az előtároló kettős funkciót lát el. Részben biztosítja a szárítótorny folyamatos feltöltését, részben pedig megakadályozza a szárítóközeg eltávozását a torony tetején. A csörgedezettő rendszerű szárítótornyban alulról nyitott, három- vagy ötszög keresztmetszetű, keresztirányú légcsatornák találhatók. A meleglevegő-kamrához (12) csatlakoznak a belépő légcsatornák (a), kilépő oldali végük zárt. A kilépő légcsatornák (c) a környezettel közlekednek és a belépő oldali végük fedett. Egyes típusoknál a kiáramló keresztmetszetüket libegő ajtókkal

szerelik fel. A zsákszerűen kialakított légjártok a belépő szárítóközeget (e) a terményrétegen keresztülkényszerítik, majd a kilépő légcsatornán át a szabadba juttatják. Szárítás közben a termény függőleges irányban lefelé halad. Sebességét általában szakaszos üzemű kiadagoló beállításával lehet szabályozni. A kitárolási ciklusok időtartama változtatható.



395. ábra. Gravitációs anyagáramú aknás, vagy csörgedezettő szárítótér kiképzés, három- (a) és ötszög (b) alakú légcsatornákkal

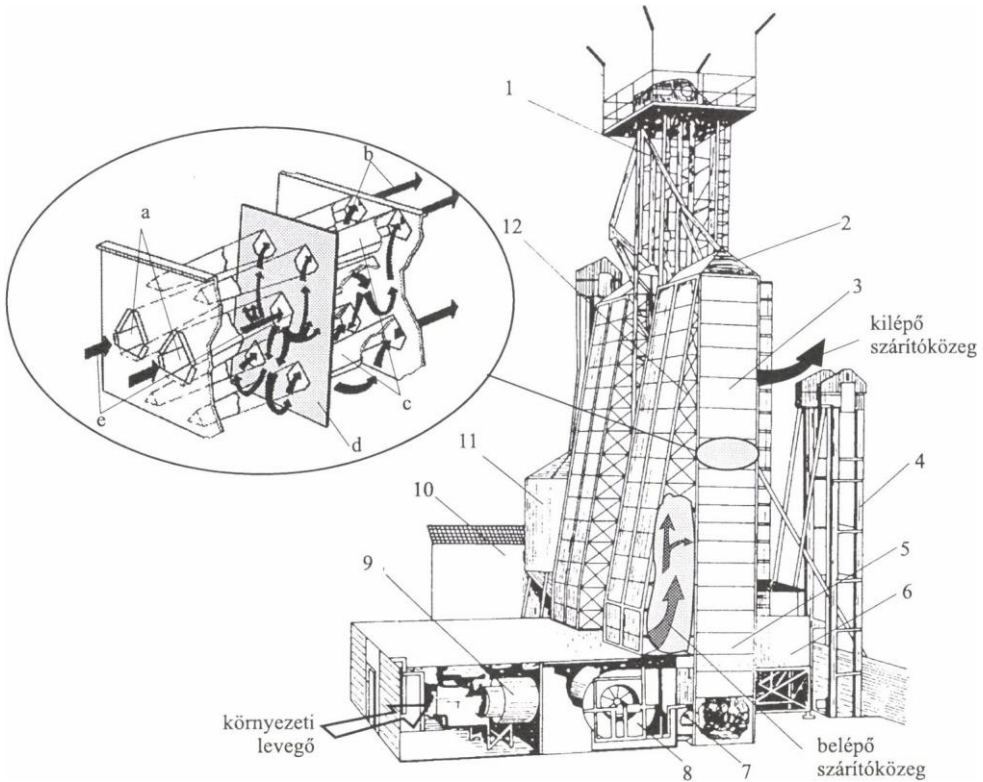


396. ábra. Gravitációs anyagmozgatású terményszlopok szárítótér kialakítások
a) perforált lemezzel határolt oszlop, b) zsalunyílással ellátott oszlop, c) cikcakkban vezetett oszlop,
d) váltakozó légátvezetésű oszlop (1 – légáram, 2 – anyagáram)

A hűtőzóna (5) szerkezetiileg nincs elválasztva a szárítózónától, de a légcsatornák kiképzése, továbbá az a tény, hogy mindkét zóna nyomott rendszerű, nem teszi lehetővé a hűtő- és szárítóközegek számottevő keveredését. A meleglevegő-ventilátor (8) a tüzelőegységből (9) szívott közeget a meleglevegő-kamrába (12) juttatja. A hűtőközegek áramlási iránya a meleg levegőével egyező, mozgatása leggyakrabban radiálventilátor(ok) (7) segítségével történik.

A tüzelőberendezés általában légorlasztásos olaj- vagy gázégőből, hengeres tüztérből

áll, amely általában zárt térben helyezkedik el. A tér égő felőli oldala zsalus kiképzésű, nyitott felület. Ezen keresztül szívja a melegítésre váró környezeti levegőt a főventilátor.



397. ábra. A gravitációs szemestermény-szárító főbb szerkezeti egységei (ikertelepítés)

- 1 – felhordó, betároló, 2 – előtároló, 3 – szárítózóna, 4 – serleges felhordó, 5 – hűtőzóna, 6 – tisztító,
7 – hűtőlevegő-ventilátor, 8 – meleglevegő-ventilátor, 9 – tüztér,
10 – kezelőtér, 11 – tranzittartály, 12 – meleglevegő-kamra

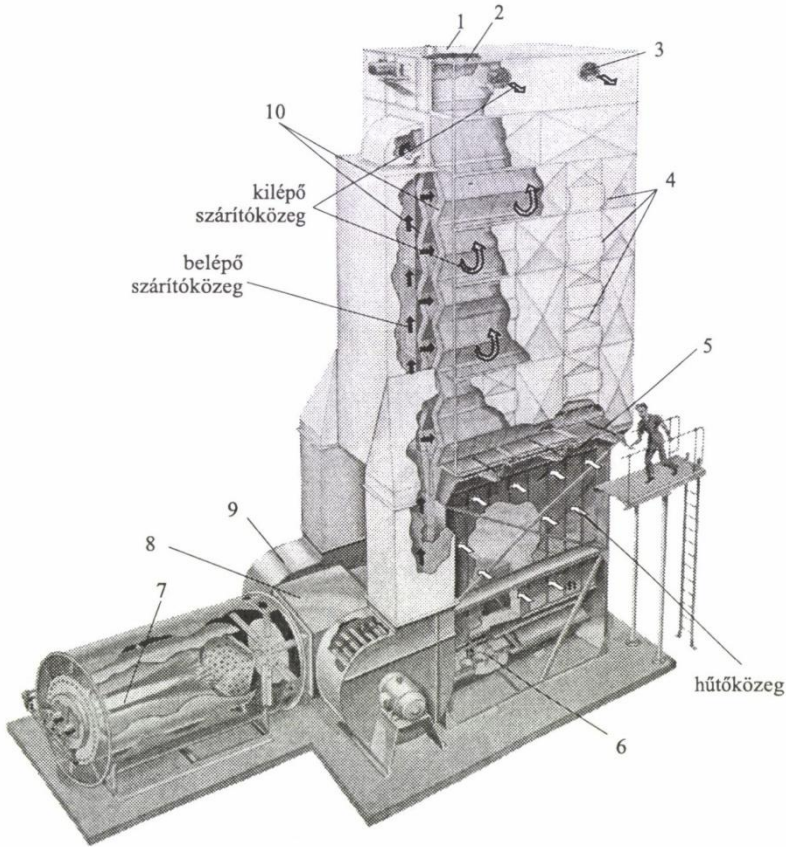
A berendezés automatikája az égők szabályozó rendszerét, a villamos egységek reteszelését, a belépő szárítóközeg, illetve a szárítózóna végén az anyag hőmérsékletét mérő távhőmérőket, a léghiány-kapcsolót és a hővédelem-, valamint leürülésjelzőt foglalja magában. A felsorolt beavatkozó egységek kezelőszervei a legtöbb esetben önálló kezelőtérben (10) helyezkednek el.

Az energiaárak emelkedésével előtérbe kerültek azok az irányzatok, amelyek az energiacsökkenést és a szárítmány beltartalmi értékét fogadták el a szárítófejlesztés alapparamétereinek. A megváltozott konstrukciós törekvések egyik eredményeként sok száz energiatakarékos átalakítás valósult meg (BEKE-VAS, 1983).

A terményszopos toronyszárítók egyik jellegzetes konstrukciós kialakítását mutatja a 398. ábra. A tulajdonképpeni előszárító alsó részénél, a gép teljesítményétől függően, a termény 2–8 terményszopra (10) oszlik. A fűtőegységben előállított meleg levegőt

meleglevegő-ventilátor (9) nyomja a terményszloppárok közötti térbe.

A ventilátor szívóoldalán egyes típusoknál keverőtér (8) van. Ide kerül az égőtérből (7) a forró füstgáz-levegő keverék, és ebben az esetben lehetőség van a felmelegedett hűtőközeg bevezetésére is. Ennek mennyisége rendszerint szabályozható, szükség szerint esetleg nullára csökkenthető. Típustól függően vagy a hűtőzónában (5), vagy a kitérő berendezésben a szárítótér terményszloppai újra egyesülnek.



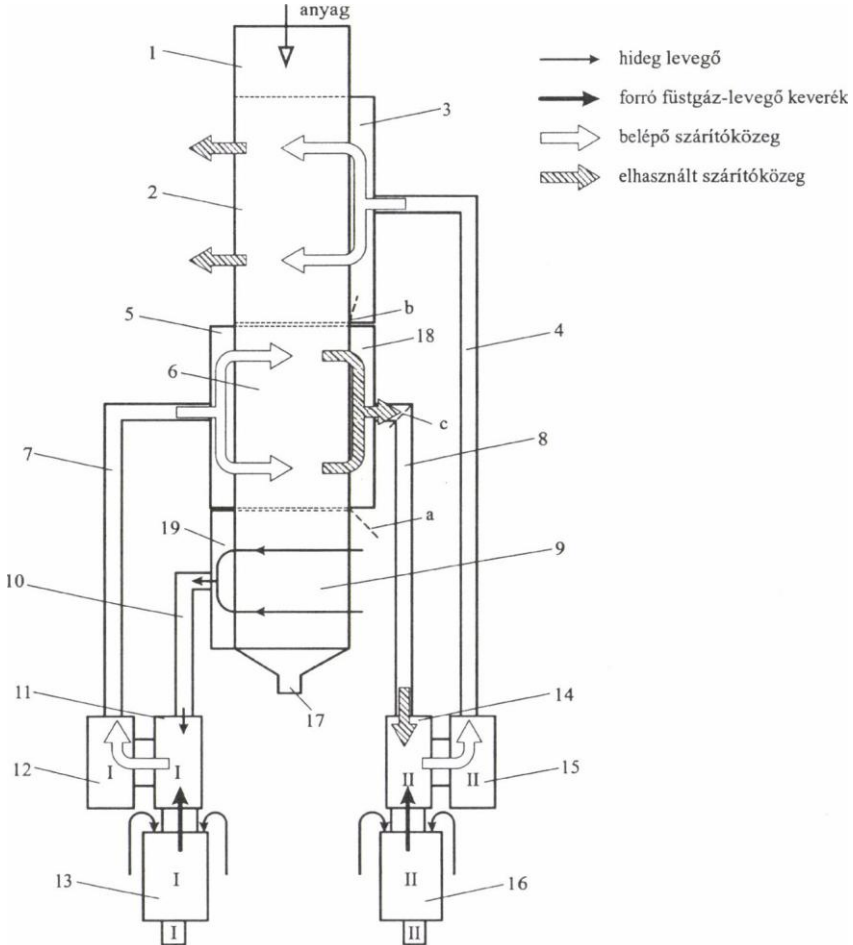
398. ábra. A terményszloppos toronyszárítók szerkezeti felépítése

1 – előtároló, 2 – garat, kilépő levegő ventilátora, 4 – szárítókamrák, 5 – hűtőzóna,
6 – kitérő, 7 – tüztér, 8 – keverőkammera, 9 – meleglevegő-ventilátor, 10 – terményszloppok

A 398. ábrán látható szárítónak csigás kitérő szerkezete (6) van, de hasonlóképpen elterjedt a cellakeres kivitel is. A kitérő aktív elemének fordulatszáma szabályozható, ami által a száradó terményszlop haladási sebessége változtatható. A kitérő folyamatos vagy szakaszos üzemi lehet. A szakaszos üzemi különösen nagyobb nedvességtartalmú anyagok szárításakor előnyös, mivel a terményszlop dinamikusabb mozgású, ami

csökkenti a boltozódás, illetve az egyenetlen anyagsebesség kialakulásának lehetőségét.

Az energiatakarékos szárítók kifejlesztésére irányuló törekvések első sorban a légvezetési megoldásokban rejlő lehetőségeket használják ki. Ugyanakkor a hagyományos szerkezeti elemek konstrukciós módosításával a berendezések többfunkcióssá válnak. Az **univerzális szárítóberendezések** megvalósíthatóságára mutat példát a 399. ábra.



399. ábra. Univerzális csörgedezettő szemestermény-szárító felépítése

- 1 – előtároló, 2 – I. szárítókamra, 3 – felső légeosztó kamra, 4, 7 – szárítóközeg-bevezető csatorna,
 5 – alsó légeosztó kamra, 6 – II. szárítózóna, 8 – szárítóközeg-visszafordító csatorna, 9 – hűtőzóna,
 10 – hűtőlevegő-csatoma, 11, 14 – keverőtér, 12, 15 – ventilátor, 13, 16 – égőtér,
 17 – kitérő, 18, 19 – gyűjtőkamra

A torony belsőteri kialakítása aknás csörgedezettő rendszerű, függőleges irányban funkcionálisan három részre osztott (két szárító- és egy hűtőzónára). A hűtőzóna alján helyezkedik el a kitérő berendezés (17). Az égőtér (13,16) kettős henger, a hengerek között légjárat van a környezetből szívott közeg előmelegítésére. A ventilátor (12) a forró

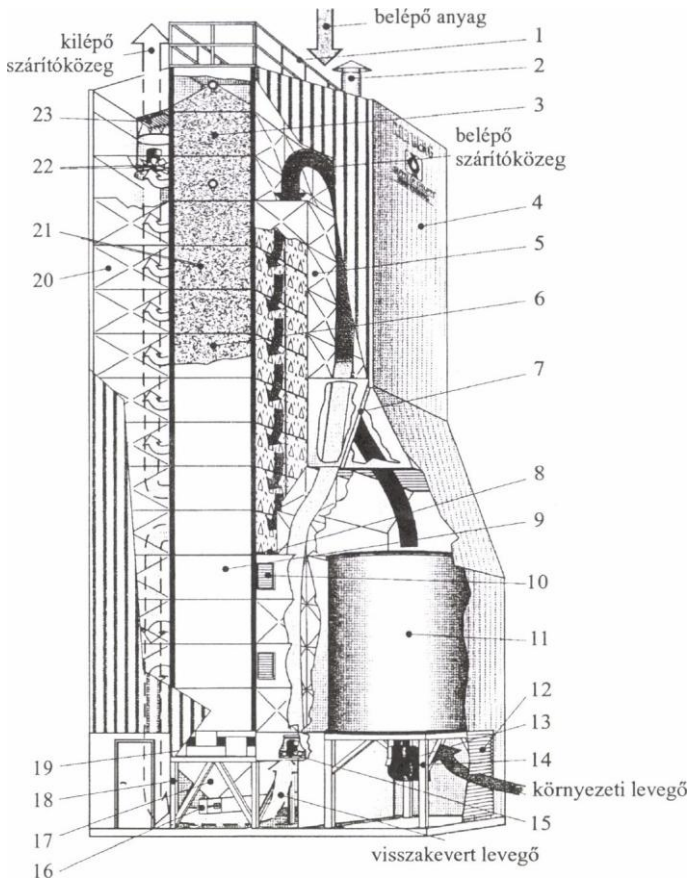
füstgáz-levegő keveréket a keverőtérbe (11) szívja. A keverőtér a hűtőzónával (9) is csatlakozásban van, amelyből a hűtőközeg áramlik be és keveredik a forró közeggel. Az így kialakult szárítóközeget a ventilátor (12) a légkamrába (5) nyomja, ahonnan az a szárítózónába (6) jut. A terményréteget elhagyva a közeg egy gyűjtőkamrába (18) kerül, amit légvezeték (8) köt össze a keverőtérrel (14). A keverőtéri légmozgást a ventilátor (15) szívóhatása irányítja. Az utószárítóból kilépett szárítóközeghez a tűztéren (16) átszívott felhígított füstgáz kerül, aminek hatására az egyszer már elhasznált szárítóközeget regenerálódik. Ezt a meleg levegőt nyomja a ventilátor (15) a légszűrőn (4) és az elosztókamrán (3) keresztül a szárítózónába (2), ahonnan az a szabadba távozik. A szárító működésének az előbbieken ismertetett alaphelyzetében tehát ún. regenerációs üzemmódot valósít meg, de ezen túlmenően például a következő lehetőségek is fennállnak:

- Az a csappantyú nyitásával differenciált szárítás valósítható meg, az I. és a II. szárítókamra sorba kapcsolt állapotba kerül, egymástól függetlenül hőmérséklettel.
- Az a és c csappantyút zárva, a b-t nyitva többszörös légátvezetés jön létre. Ekkor a II. légttechnikai egység nem üzemel.
- Az a és c csappantyúkat bezárva, a c-t nyitva tartva, továbbá a II. égőt üzemen kívül helyezve lehetőség nyílik arra, hogy a II. szárítókamrát elhagyó szárítóközeghez friss környezeti levegőt keverjünk.

A szárítófejlesztés további tetten érhető irányzata az esztétikai elvárások mind nagyobb mértékű kielégítése, a berendezések kompakt jellegének fokozása és ezzel a gyártási költségek mérséklése, továbbá a környezetvédelmi előírásoknak való megfelelés igénye. Erre mutat egy jellemző példát a 400. ábra. A szárító valamennyi funkcionális eleme egy egységes burkolat mögött helyezkedik el. Ez – az esztétikai előnyökön túl – zaj- és poremisszió-csökkentő hatású is. Mind a visszakeverő (15), mind pedig kilépő szárítóközeget-ventilátor (22) nyomóoldalán egy-egy zsalus szabályozó szerkezet található. Feladata, hogy a terménymozgás (kítárolás) szakaszában lezárja a keresztmetszetet és így megakadályozza lebegő szennyeződésnek a légáramba, illetve a környezetbe jutását.

Vastagrétegű szárítók

A vastagrétegű szárítók alapvető jellemzője, hogy a száradó anyag esetleg több méter vastagságú, így a szárítás ideje sokkal nagyobb, mint akár a kényszertovábbítású, akár a gravitációs anyagmozgatású szárítóknál. A szárító a termény tárolására is szolgálhat. A jelenleg használatos berendezések többsége szakaszos üzemmódban működik, és sorrendben betárolás, az anyagcirkulációs szárítás, a hűtés és a kítárolás műveleteit valósítja meg (BEKE, 1997). A stabil kivitel mellett áttelephető formában is készülnek. Ez esetben a tárolási funkció nem jön számításba.



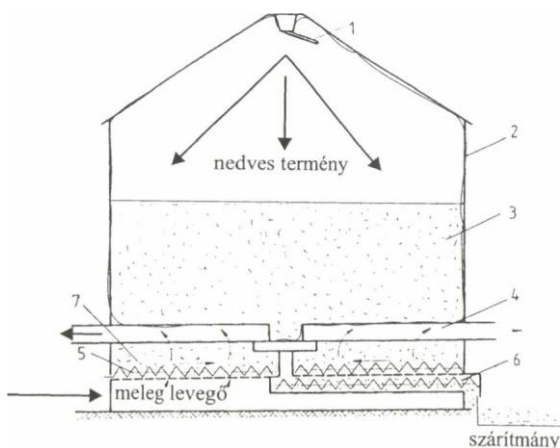
400. ábra. Csörgedezettető rendszerű indirekt kompakt szárító

1 – védőkorlát, 2 – kémény, 3 – előtároló, 4 – lemezborítás, 5 – meleglevegőkamra, 6 – szárítózóna, 7 – keverőtér, 8 – a visszakevert levegő szabályozó csappantyúja, 9 – hűtőelem, 10 – a belépő levegő szabályozó csappantyúja, 11 – kalorifer, 12 – belépő keresztmetszet a környezeti levegőhöz, 13 – égő, 14 – kalorifer állvány, 15 – visszakeverő ventilátor, szabályozó csappantyúval, 16 – szállítószalag, 17 – kitárolókúp, 18 – lábazat, 19 – kitárolószerkezet, 20 – kilépő légkamra, 21 – szárítózóna, 22 – kilépő levegő ventilátor, 23 – szabályozó csappantyú

A tároló-szárítók szakaszos vagy folyamatos üzemű, kettős funkciójú berendezések. Egyrészt vastagrétegű szárítóként, másrészt gabonasilókként használhatók (401. ábra). A bolygó mozgást végző betároló (1) egyenletesen, vastag rétegben elteríti a nedves terményt. A perforált fenéklemezen nyugvó 500–800 mm vastag terményréteg a tulajdonképpeni szárítózóna (7). A berendezés rendszerint tételes, de lehet folyamatos üzemű is, amikor a termény nedvessége által vezérelt összehordó csiga (5) folyamatosan szállítja a középpont felé a szárítmányt, amely a kitárolóegység (6) segítségével a tárolóba jut. Az elhasznált szárítóközeg a sugárszerűen elhelyezett légsatornákon (4) át áramlik a szabadba. A berendezés 401. ábra szerinti kivitelezésének alapvető hibája, hogy az előtárolóban fennáll a visszanedvesedés és a csírázás lehetősége. Ez úgy küszöbölhető ki,

hogy a terményrétegbe **3–5** db, különböző hosszúságú csiga nyúlik be, amelyek forgatása és keringtetése folyamatos keveredésben tartja a száradó anyagot (CSERMELY et ah, **1995**).

Elsősorban kisgazdaságok részére fejlesztették ki az áttelepíthető kivitelű helyváltoztatásra alkalmas, ugyanakkor stabil üzemelésű berendezéseket (402. ábra). A szárítási folyamat anyagcirkulációs jellegű. A berendezés főbb részei a tandem tengelyes vontatható kivitelű alapszerkezet, a TLT, illetve villamos motor meghajtású hajtószerkezet, a hengeres perforált oldallemezes szárítótartály, a terménybehordó csigaszerkezet, a függőleges terményszállító csiga, a tüzelőberendezés (olaj vagy gázégővel) és a ventilátor.



401. ábra. A tároló szárítók működési elve

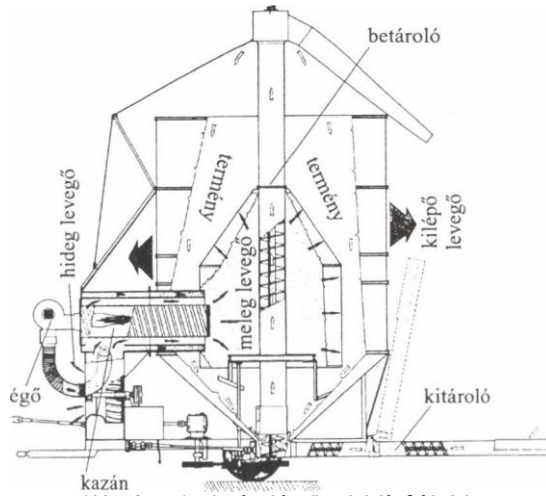
1 – betároló, 2 – szárítókamra, 3 – előtároló zóna, 4 – légszűrő és távozó szárítóközegnek, 5 – összehordó csiga, 6 – kitaró, 7 – szárítózóna

A szárítóberendezés szakaszos üzemmódban működik; betárolás, anyagcirkulációs szárítás, hűtés és kitarolás a műveleti sorrend.

A termény keverését az anyag függőleges mozgásán kívül a tartály alján elhelyezett keverőlapátok biztosítják. A szárítótartály felső része a termény pihentetését, a kéméletes szárítást szolgálja. A szárítóban a kevert anyagáram folyamatos mozgásban van, így a mintavevő segítségével a termény szárítási folyamata figyelemmel kísérhető. A legtöbb konstrukciónál a szárítás automatikus üzemmódban végezhető, amikor is a tüzelőberendezés a beállított szárítóközeg-hőmérsékletnek megfelelően biztosítja a kívánt értéket. A mérőegység regisztrálja és kijelzi a szárítóból kilépő levegő hőmérsékletét is, amely mint látszólagos maghőmérséklet vezérlőjelként szolgál. A megengedett maximális hőmérséklet elérésekor a tüzelőberendezés automatikusan kikapcsol.

A szárítási folyamat végén, a tüzelőberendezés kézi vagy automatikus kikapcsolása után, lehetővé válik a termény lehűtése is.

A felsorolt berendezések kívül még számos, működésében és kialakításában hasonló szárítót gyártanak szerte a világon (BEKE–VAS–VÁRKONYI, **1985**, CSERMELY et ah, **1995**, BEKE, **1997**).



402. ábra. Az áttelepíthető szárítók felépítése

Dohányszárítók

A dohányaszárítás általános jellemzői

A szántóföldről begyűjtött zöld dohánylevelek sokoldalú folyamaton haladnak át, amíg élvezeti célokra alkalmassá válnak. Ennek első és legfontosabb fázisa a szárítás.

A zöld dohány érett állapotban is 80–90% nedvességet tartalmaz, amelyet a szárítással 10% alá kell csökkentenünk az eltarthatóság érdekében.

A dohányaszárítás lényegesen eltér az összes többi termény vízelvonással való tartósításától. Jelen esetben a nedvességtartalom nagymértékű lecsökkentésén kívül rendkívül bonyolult fizikokémiai s biokémiai folyamatok komplex mechanizmusával állunk szemben. Gyakorlati szempontból a legfontosabb jellemző, hogy a dohány színesedése, kiszáradása és a harmonikus béltartalom-átalakulás kíméletes és hosszú folyamat, mintegy 120–140 óra.

A **dohány szárítása** a fajtától függően lehet **természetes** (az ún. nagylevelű, barna dohányok), illetve **mesterséges** (Virginia típusú dohányok). Mindkét esetben a szárítóközeg szerepét a levegő tölti be. A folyamatban a vízeltávolítás adiabatikus folyamat, mivel a párolgáshoz szükséges hő csak a környező levegőből származik, kivéve az első fázist (színesítés), amikor is a biológiai átalakulások kezdetén ún. kvázi-fermentáció játszódik le, és jelentős hő szabadul fel a dohányból. A dohány tehát gyakorlatilag tisztán konvekciós módszerrel szárítható. Számos próbálkozás történt az egyéb úton való szárításra, de ezek minden esetben a minőség romlásához vezettek (FÁBRY, 1995).

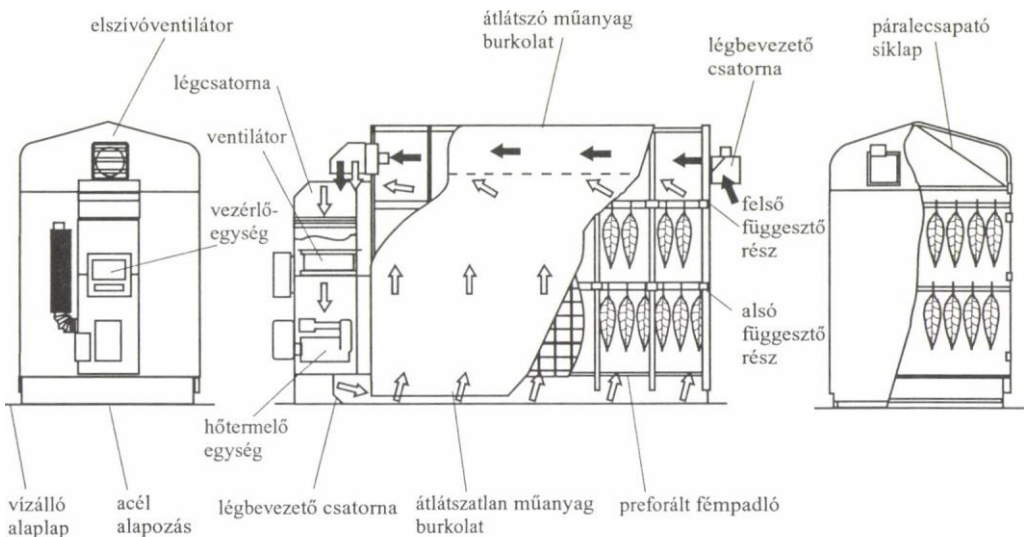
A természetes szárítás berendezései

Természetes dohány szárításánál a dohánylevelek nem kerülnek szigorúan szabályozott hőmérsékleti és nedvességi viszonyok közé, mert e tényezőket a külső levegő paraméterei határozzák meg. A természetes szárítóokban szellőztetők alkalmazásával csak a levegő mozgását és kisebb mértékben a nedvességtartalmát tudjuk szabályozni.

A természetes szárítók a legkülönbözőbb méretben és anyagból készülhetnek, valamint eltérő építésűek lehetnek. A szükséges szárítótér megállapításához irányszámként vehető figyelembe az, hogy a szárító hasznos terét számítva leveles dohányból $15\text{--}20\text{ kg/m}^3$, tövesdohányból $30\text{--}45\text{ kg/m}^3$ a beraktható zöld dohány mennyisége.

A természetes szárítók hazánkban alkalmazott megoldásai a műanyag oldalú és fedésű szárítók, az akácfa oldalfal-burkolatú és nádfedésű szárítók, illetve a fóliasátor alatt kiegészítő fűtéssel üzemeltethető szárítók.

A hagyományos hazai kialakításokhoz némileg hasonló, de attól műszaki szempontból fejlettebb berendezést állítottak elő Japánban, amelyet elsősorban a Burley típusú dohányokhoz használnak. A szárítókamra felépítését a 403. ábra szemlélteti.



403. ábra. Műanyag burkolatú univerzális szárítókamra

A berendezést egy klimatizáló egységgel is ellátták, melyet akkor működtetnek, amikor a természetes szárítás körülményei eltérnek az optimálistól.

Az átlátszó (színtelen) műanyag tetőburkolat biztosítja a napenergia hasznosítását. Az ábrából az is látható, hogy természetes körülmények között megfordul a légáramlás iránya, a felülről lefelé való légcirkuláció elősegíti az egyenletes száradást. Ez a dohány szárító berendezés univerzálisnak tekinthető, hisz csekély módosítással a Virginia típusú dohányok mesterséges szárítására is felhasználható.

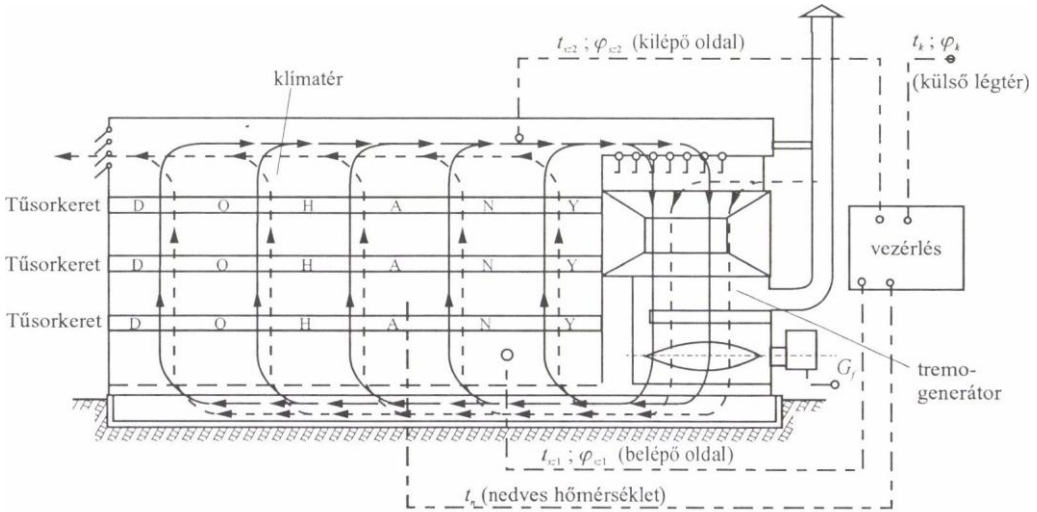
A fogyasztói szokások változása és a korszerűbb gyártástechnológiák következtében az utóbbi évtizedekben a dohány mesterséges szárításának van nagyobb jelentősége, az alkalmas fajták térhódításával. Ebben az esetben a dohány viselkedéséhez jól igazodó,

mesterségesen szabályozott konvekciós kezelést alkalmazunk.

A mesterséges szárítás berendezései

A mesterséges dohány szárítás négy, egymástól élesen el nem választható szakaszra bontható: színesítés, színrögzítés, levéllemez-szárítás, főerszárítás.

Több évtizedes tapasztalat, hogy a dohány a legjobb minőségben az ún. **tűsorkeretes klímaberendezésekben** szárítható. Tipikus dohány szárító konstrukció látható a 404. ábrán. A berendezés klímaterében három sorban helyezik el az előzőleg rendezetten, tűsorkeretbe berakott dohányt. Jól hőszigetelt, zárt térben a technológia szerinti levegőparamétereket a berendezés végén elhelyezett termogenerátor (tüzelőberendezés hőcserélővel és ventilátorral) állítja elő. A szárítás teljesen automatizálható folyamatszabályozó készülékkel. Az ábra a szárítólevegő jellemző paramétereinek mérési pontjait is feltünteti.



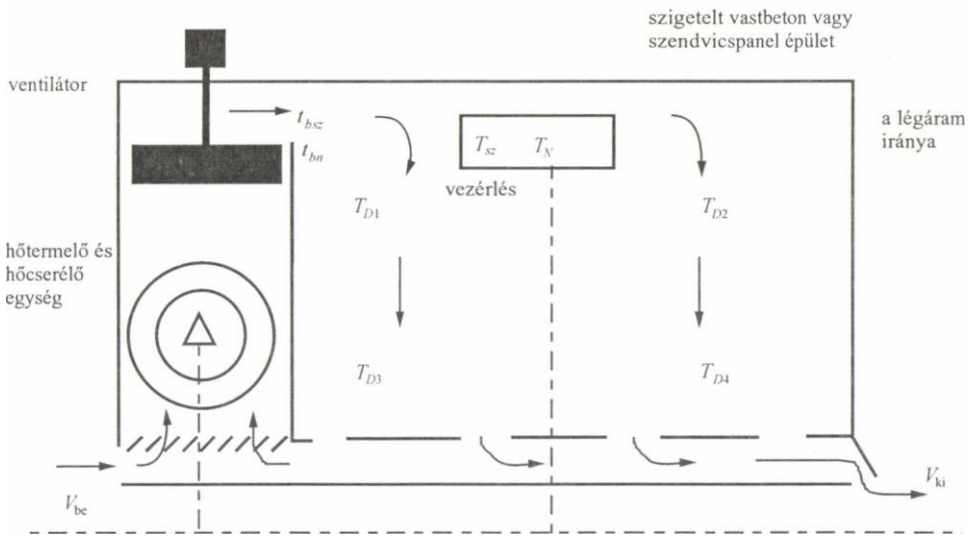
404. ábra. Tűsorkeretes berendezés a dohány mesterséges szárításra

A dohány szárításakor a szárítóközeg hőmérsékletének meghatározott ütemű gyorsítása mellett a jó színesedéshez és a biológiai átalakulások maradéktalan teljesítéséhez kiemelt jelentőségű az optimális relatív páratartalom, amelyet a légszappantyúk automatikus mozgatásával célszerű beállítani. Az utóbbi évtizedben a dohány mesterséges szárításakor is előtérbe került az energiafelhasználás csökkentése és a minőség javítása. Ezen célokat jól szolgálják a gyakorlatban is kipróbált és alkalmazott – az újabb kutatási eredményekre alapozott – korszerű szárítástechnológiák és berendezések (BEKE, 1997).

A tűsorkeretes szárítóberendezések között különleges helyet foglal el az a modulrendszerű, energiatakarékos megoldás, amelynél a légáram iránya ellentétes a hagyományoshoz képest, vagyis nem alulról felfelé, hanem felülről lefelé cirkulál a szárítólevegő.

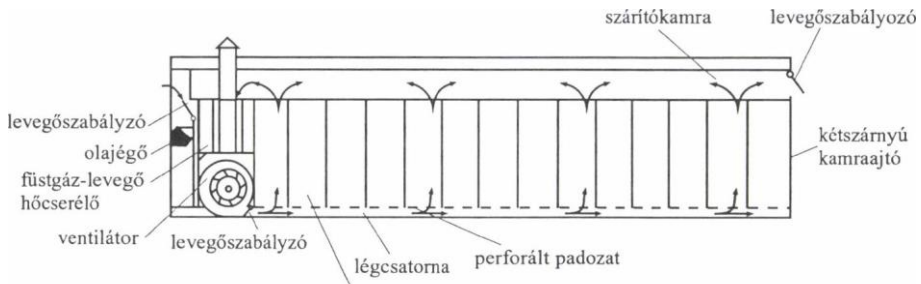
Ebben a szárítóban egyenletesebben szárad a dohány és kedvezőbb a fajlagos energiafelhasználás is. Ez azzal magyarázható, hogy a túsorkeretben minden dohánylevél a főbordával felfelé van elhelyezve, így itt a szárazabb meleg levegő először a nehezebben száradó kocsányrésszel érintkezik, másrészt így a szorosan egymáshoz tapadó levelek a levegő által könnyebben átjárhatóak. A magyar szabadalom vázlatrajzát a 405. ábra szemlélteti.

Európában szinte kizárólag túsorkeretes szárítókat használnak ma is, míg a tengerentúlon kisebb mértékben konténeres szárítókat is alkalmaznak, melyeket az automata dohánytörő kombájnokhoz illesztve fejlesztettek ki.



405. ábra. Modul rendszerű energiatakarékos dohányszárító

A dohánytörő gép közvetlenül a konténerbe juttatja rendezetlenül a dohányleveleket, amikor is jelentős a kézimunkaerő-megtakarítás. A módszer elterjedését akadályozza, hogy az így szárított dohány minősége rosszabb a klasszikus módszerhez képest. A Powell Maxi Miser (USA) típusú konténeres szárító kialakítását a 406. ábrán tanulmányozhatjuk.



406. ábra. A konténeres dohányszárító felépítése

A szárítóberendezéshez kereken mozgatható konténerek tartoznak. A dohánylevelekkel megtöltött konténereket a szárítókamra elé tett vezetősínekre helyezik, erről a konténerek kézzel betolhatók a kamra perforált padozatára. A konténerek a betakarítógépre helyezve géppel, ezen kívül kézzel is tölthetők.

10. Mezőgazdasági termények tárolása

A mezőgazdasági termelés alapvető célja a lakosság étel- és táplálék-szükségletének biztosítása. Az étel- és táplálék lehet közvetlen hasznosítású növénytermesztési, kertészeti termék vagy pedig az állattartás takarmány-igényének kielégítésén keresztül közvetett hasznosítású. A növénytermesztés és a kertészet termékei tehát nélkülözhetetlenek az emberiség létfenntartó tevékenységében.

A termékek egy része betakarításkor nagy nedvességtartalommal rendelkeznek. A 70% feletti víz, illetve a vízben oldott szárazanyag a tárolás és a minőségmegőrzés szempontjából nehezebb feladat, mint a kis víztartalmú szemes termények tárolása. A szemes termények nedvességtartalma mesterséges szárítással a tartós tárolás szintjére csökkenthető és ezt az állapotot egyszerűbb fenntartani. A fejezetben mindkét tárolási feladattal foglalkozunk.

10.1. Agrotechnikai követelmények

A mezőgazdasági termények tárolásánál a legfontosabb agrotechnikai követelmény a betakarítás idejére jellemző minőség lehetőség szerinti megőrzése, illetve a minőségkárosodás mértékének minimalizálása. A zöldségfélék, a hagyma és a burgonya – de ugyanúgy a gyümölcsfélék tárolása során elkerülhetetlen a súlycsökkenés, az apadás, de ennek mértéke a tárolási technológia pontos betartásával korlátok között tartható.

A tárolás jelentős anyagmozgatási feladattal párosul. Az itt alkalmazott gépek és berendezések nem okozhatnak sérülést sem a be-, sem pedig a kitérítés során. Romlás még göcökben sem engedhető meg. A termények szellőztetéses tárolása során igen fontos paraméter a légcsereszám, azaz az egységnyi térfogatú vagy tömegű termény biztonságos szellőztetéséhez szükséges légmennyiség m^3/h értékben.

A tárolás során megváltozhat a termények íze, aromája. A megszokott, jellemző ízek megőrzése igen fontos követelmény. A nagy nedvességtartalmú terményeknél jellegzetes élettévesztés a légzés. Ez a tárolás során is folytatódik és cukor-, valamint szén-savvesztést okoz. A légzés során hőenergia szabadul fel, ami a szellőztetéssel

eltávolítandó. Az ellenőrizetlen melegedés befűledéshez vezethet. Az alacsony hőmérsékleten a légzés és az egyéb biológiai folyamatok lelassulnak, és így viszonylag hosszú tárolási időtartam érhető el. A hőmérséklet hatása a mikroorganizmusok tevékenységét is befolyásolja. A legtöbb kertészeti termény – beleértve a burgonyát is – 0–4 °C közötti hőmérsékleten biztonságosan tárolhatók. Fontos követelmény a tárolási hőmérséklet gyors elérése, ami hazánkban még ősszel sem könnyű feladat. Meg kell találni a napszakokon belül azokat a szakaszokat, amikor a szellőztetés sikeresen csökkenti a betárolt termény hőmérsékletét. A követelmények között kell megemlíteni a szellőztető levegő relatív páratartalmát. A szellőztető levegő páratartalma legyen nagy – 90% körüli –, de ugyanakkor képes legyen még további vizet felvenni. Az idegen szóval transzspirációnak nevezett párolgás a szellőztető levegő páratartalmával méréselhető.

Egyes terményeket – gyümölcs és zöldségfélék – előnyösen tárolhatunk ún. szabályozott légtérű tárházakban. Ez a környezeti levegő összetételének megváltoztatását jelenti és ez rendszerint az oxigéntartalom csökkentésével jár. Az oxigénszegény légtérben a növények lassabban érnek, csökken a savvesztés és a zöld szín átalakulása is lelassul.

10.2. Terménytároló színek

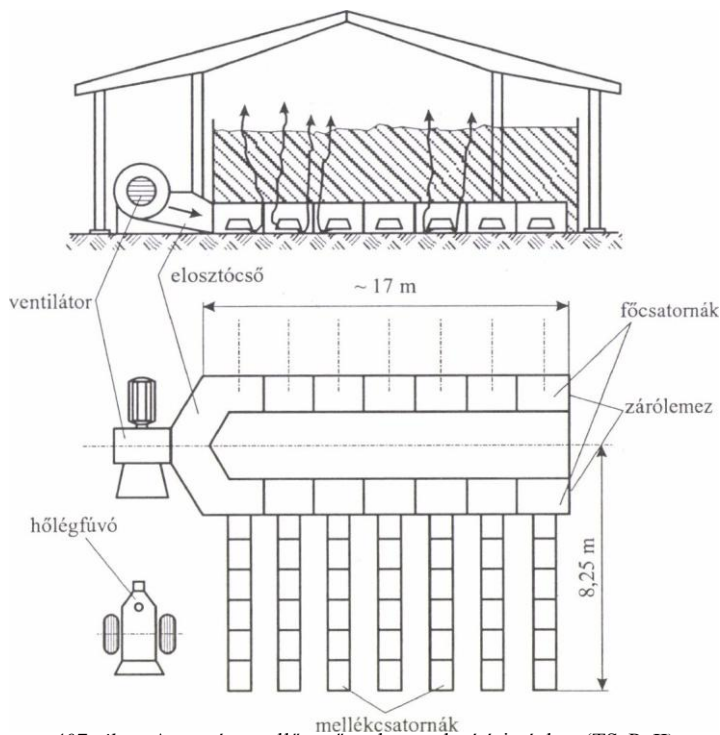
A terménytároló színek egyszintes sátozott építmények. Többnyire könnyű acélszerkezetes kivitelben készülnek, teherbíró oldalfalakkal. A betárolást billenőplátós szállítójárművekkel, a padlón elhelyezett anyagmozgató berendezésekkel végzik. Gazdaságainkban legelterjedtebb a hazai gyártmányú DV típus (Dunai Vasmű 17,2×34,6 = 595,12 m²) és az Agroterv-típus (10×30 = 300 m²). A tárolt gabonaréteg vastagsága a szem nedvességtartalmától függően 2–8 m, befogadóképessége eléri a 2000 tonnát.

A tárolószínből tárolt szemes terményt időnként szellőztetni kell. Erre a célra szolgálnak a különböző átrakóberendezések, amelyek folyamatos vagy szakaszos előremozgás közben végzik a munkát. A gabonaréteg átrakása ezekkel a gépekkel csak kis teljesítménnyel végezhető, ezért nagyon időigényes a folyamat. A szellőztetéssel járó átrakás és kitarolás megkönnyítésére a vízszintes terménytárolókban szellőztetőrendszert építenek be.

A hazai tárolószínekben háromféle **padozatos szellőztetőrendszert** alkalmaznak:

- a padlószint fölött elhelyezett telepíthető csatornarendszer (TSzP–II típus),
- a padlószint alá épített csatornarendszer, ami csak erre a célra készült épületekben helyezhető el. Ezek nagy előnye, hogy a padló szintjével egyező síkban lévő csatornafedő lemezek nem akadályozzák a járművek és a gépi felszedők mozgását vagy az esetleg szükséges gyalogmunkát.
- az önürítő-szellőztető csatornarendszer, amely a szellőztetésen kívül a légáram segítségével az ürítést is elvégzi (SzLB–I és SzLB–II).

A TSzP–II típusú terményszárító és szellőztető berendezés telepítési vázlatát a 407. ábra szemlélteti.



407. ábra. A terméyszellőztető padozat telepítési vázlatja (TSzP-II)

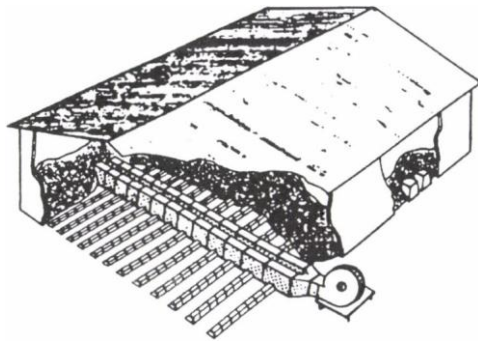
A beépített radiálventilátorhoz kapcsolódó főcsatornák és az ebből kiágazó mellékcatornák vezetik a szellőztetőlevegőt a gabonarétegbe, ami a mellékcatornákat beborítja. Mind a fő-, mind a mellékcatornák idomdarabokból állíthatók össze. A mellékcatornák lefelé fordított U alakú idomainak az alsó részén nyílások vannak, amelyek a levegőt kiengedik, de a szem nem juthat be az idomok belsejébe.

A termés erre a szárítóra zsákolt állapotban is felrakható. Ügyelni kell arra, hogy a rétegvastagság egyenletes, a zsákok illeszkedése pontos legyen, különben a kis ellenállású részekben elszökik a levegő. A hőlégfűvő bekapcsolásával a berendezés magas páratartalmú levegő esetén is üzemeltethető.

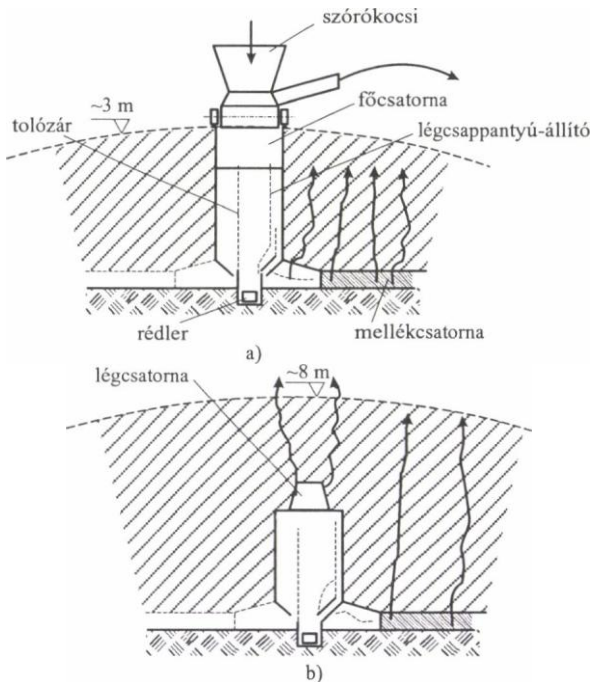
A TSzP-II-vel szemes terményeknél 3–5% vízelvonást lehet elérni. Az 1 tonna terményre eső szárítási költség a forrólevegős szárítás költségeinek csupán 30–50%-át teszi ki.

Ömlesztett szemes terménnyel megrakott TSzP-II szárító nézeti képe a 408. ábrán látható.

Az SzLB típusú **szellőztető-kitárolók** (SzLB-I és SzLB-II) működési vázlatja a 409. ábrán látható. Fő részei: főcsatorna, mellékcatornák és a főcsatornában végighúzódo kitároló rédler.



408. ábra. Szemes terménnyel megrakott TSzP-II szárító nézeti képe



409. ábra. Az SzLB rendszerű terményszellőztetők vázlata a) SzLB-I, b) SzLB-II

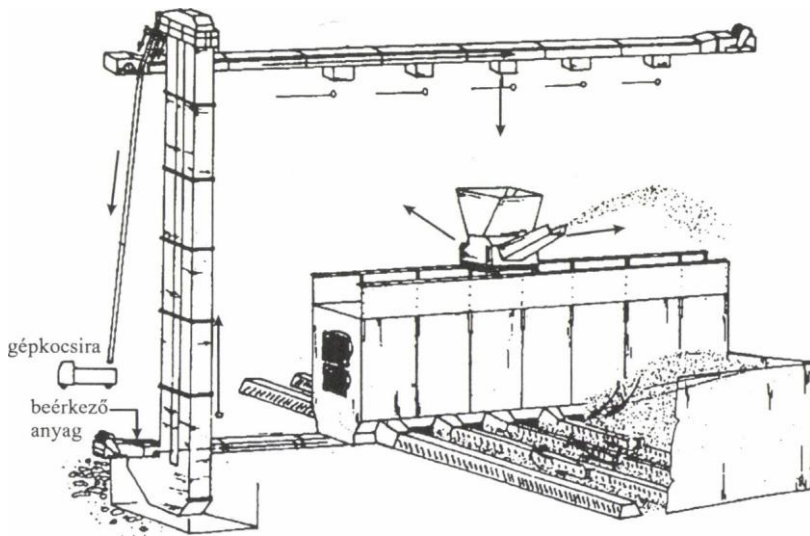
A főcsatornán beáramló levegő állítható légsappantyúkon keresztül a mellékcsatornákba jut, ahonnan ferde hasítékokon, az ún. légkopoltyúkon keresztül a gabonarétegbe áramlik. A színeket felsőpályás betárolóról töltik fel. Az SzLB-I típusnál a szórókocsi innen kapja az anyagot, amit a színben szétterít. A szórókocsi a főcsatorna tetején mozog. Ennél a berendezésnél a rétegvastagság legfeljebb 3 m lehet, míg az SzLB-II típusnál elérheti a 8 métert is. Itt a végelzáró lemezeket a csatorna belsejéből kezelik, a gabona beengedését szabályozó tolózárak szintén innen szabályozhatók. A főcsatorna tetején is van egy levegőztető mellékcsatorna. Állagmegóvó szellőztetéskor 3–4% vízelvonással lehet számolni.

A kitérőt a légsatornák között lévő tolózár felhúzásával végzik. A beömlő gabonát

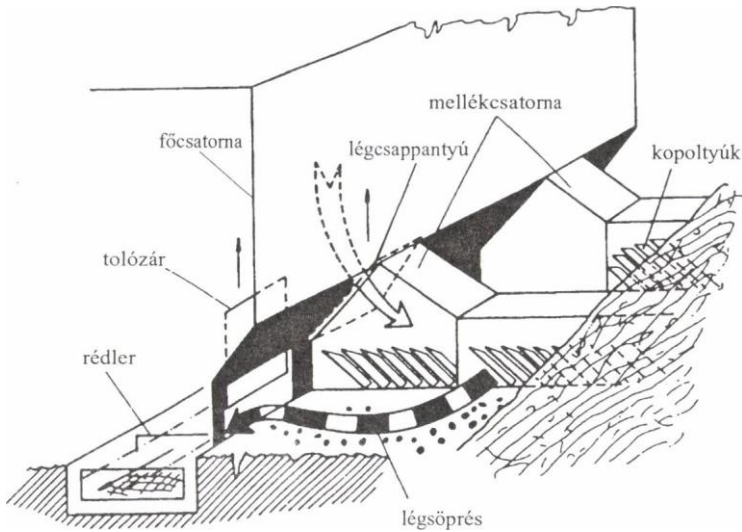
a főcsatorna alján végighúzódnó láncos kaparóberendezés (rédler) viszi ki. A gabonának kb. a fele távozik így gravitációs úton, a maradékot – amikor a beömlőnyílások is szabaddá váltak – a szellőztető mellécsatornákból a kopoltyúkon át kiáramló légárammal söpretek a rédlerhez. Egy időben csak két csatornával söpreznek, különben gyenge lenne a légáram. Nem fontos, hogy a kisőprő két csatorna egymás mellett legyen. A kitárolás átlagos teljesítménye 20 t/h.

Az SzLB–I típusú szárító nézeti képét a 410. ábra, a légkisőprést a 411. ábra szemlélteti.

A légkisőprésre való tekintettel a mellécsatornák a szükséges légsebesség biztosítása céljából lépcsőzetesen szűkítve készülnek. Az SzLB típusú berendezések nemcsak horizontális tárolókba, hanem toronytárolókba is beszerelhetők.



410. ábra. Az SzLB–I szárító nézeti képe



411. ábra. A légiszűrő rendszer működési vázlat (SzLB)

10.3. Szemes termények hűtve tárolása

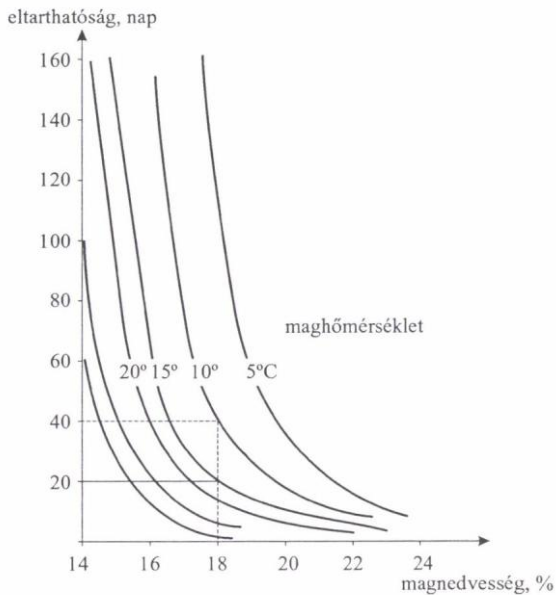
Mindenekelőtt vegyük szemügyre azt a diagrammot, amely a magnedvesség és a tárolási időtartam (eltarthatóság) közötti összefüggést változó maghőfokok mellett ábrázolja (412. ábra).

A diagramban feltüntetett tárolási időtartamon belül még nem következik be a termék minőségi romlása. Az ábrából látható az is, hogy a lehűtött termék tovább eláll. Például a 18% nedvességtartalmú termék $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ maghőmérséklet mellett kb. 22 napig tartható el, de ha lehűtjük a magtömeget $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra, akkor már 40 napig, $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ mellett pedig kb. 120 napig. Mivel a szellőztető padozatok egyúttal hűtenek is, ezért nyilvánvaló ezek nagy gyakorlati jelentősége.

Hűtve tárolásnál a ventilátor nem a környezeti, hanem a hűtőgéppel lehűtött levegővel végzi a magtömeg átszellőztetését. A lehűtött nagy magtömeg sokáig hideg marad, és csak lassan veszi fel a környezetnek megfelelő hőfokot.

Általában naponként $0,1\text{--}0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal emelkedik a mag hőmérséklete. Általános szabályként adható meg, hogy ha a magtömeg hőfoka elérte a $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, meg kell kezdeni az újrahűtést.

Hazai kísérletek adatai szerint egy tonna gabona lehűtéséhez átlagosan $4\text{--}5\text{ kWh}$ szükséges. Költségszámítások alapján a hűtve tárolás kb. 50%-kal olcsóbb, mint a szárítás. Ebben jelentős szerepe van annak, hogy a hűtött termékben kb. 1/10-ére csökkennek a tárolási veszteségekből eredő költségek a szárított termékhez képest. A költségek megtakarítása főleg a minőségjavulásából adódik.



412. ábra. A mag eltarthatósága a szemnedvesség függvényében, változó maghőmérsékletek mellett (Koutny-féle görbe)

A kukorica tárolásánál a következő változatok lehetnek:

- **Szárítás 14–15%-ra**, majd ezt követi a kukorica tárolása. Ha ezt a kukoricát 6 hónapig el akarjuk tartani, akkor a 412. ábra szerint a mag hőfoka nem emelkedhet 10–20 °C fölé. Ezt elérhetjük állagmegóvó szellőztetéssel, átlapátolással.
- **Szárítás 18–20%-ra**, majd ezt követően a maradó nedvességet szellőztető padozaton vonják el. A szellőztető berendezésnél ilyen esetben bekapcsoljuk a fűtőberendezést is. A levegő hőfokát 4–5 °C-kal szabad csak megemelni, különben páralecsapódás áll elő, ami romláshoz vezethet. Ennél a módszernél jelentősen megnő a szárítóberendezés teljesítményigénye, mert kevesebb vizet kell elpárologtatni. Ez az eljárás csökkenti a szárítás költségeit és 10–15% üzemanyag-megtakarítással jár.
- **Szárítás 22–23%-ra**, majd ezt követően a magot lehűtik.

A hűtésnél a következő ajánlásokat célszerű figyelembe venni:

- 16–19%-os nedvességtartalmú kukoricához 8–10 °C maghőmérséklet ajánlható. Az újrahűtést 5–8 °C maghőfok emelkedés esetén meg kell kezdeni.
- 20–24% magnedvesség között az ajánlott hőmérséklet 4–5 °C; ha a visszamelegedés elért 3–4 °C-ot, akkor a magot újra kell hűteni.

Készülnek ventilátorral egybeépített mobil hűtőaggregátok, amelyek az előzőekben ismertetett szellőztető csatornarendszerhez hasonló kivitelű és elrendezésű csőhálózatra kapcsolhatók. Ilyen pl. a Németországban gyártott Granifrigor gabonahűtő.

A Granifrigor kompresszoros hűtőaggregát négyféle nagyságban készül: 30, 60, 110 és 300 t/24 h teljesítménnyel. Az éves kapacitás a névleges teljesítménynek 10–20-szorosa.

A hűtve tárolt gabonánál kb. 1/10-re csökkennek a tárolási veszteségekből eredő költségek a szárított terményhez képest. Így a költségmegtakarítás főleg a minőség javulásából adódik.

A mezőgazdaságban alkalmazott toronytárolók legnagyobb része hazai gyártmányú. Leggyakoribb a 6–8, egyenként 350 vagy 1000 tonna befogadóképességű tornyokból kialakított 2000–10 000 tonna kapacitású telep, amelyeknél a tornyok elhelyezése soros, párhuzamos vagy körkörös lehet.

A szemes termény minőségének megőrzése érdekében a toronytárolóknál terményforgatást és szellőztetést alkalmazhatunk. A forgatáshoz egy tornyot üresen kell hagyni. A forgatás összekapcsolható a torony fertőtlenítésével is.

Két hazai gyártású – KL–11 és BSM–11 jelű – tárolótelep főbb műszaki adatait a 20. táblázat tartalmazza.

20. táblázat. Tárolótelepek főbb műszaki adatai

| | Tárolótelep típusa | |
|---|--------------------|------------|
| | KL–11 | BSM–11 |
| A telep kapacitása, t | 10 000 | 10 000 |
| Névleges anyagmozgatási teljesítmény, t/h | 2×80 | 80 |
| A beépített villamos motorok teljesítménye, kW | 367,6 | 226,2 |
| ebből szellőztetésre tisztításhoz | 220 71,5 | 44 72,9 |
| Névleges légcsereszám 7000 m ³ /h ventilátornál, m ³ /lvt | 14 | 14 |

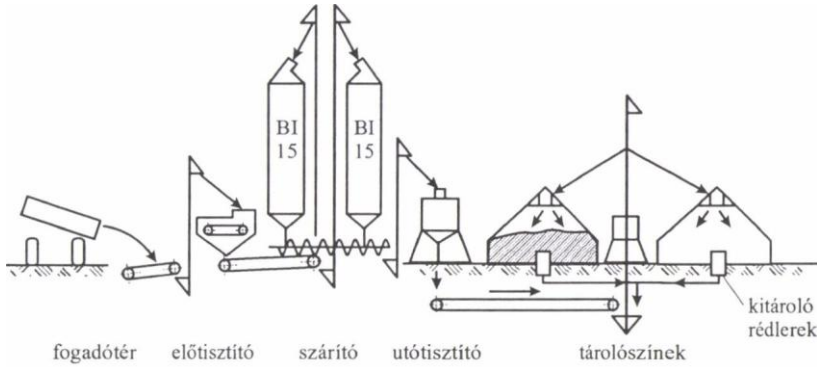
10.5. Szárító-tároló telepek kialakítása

A forgalomban lévő magtisztító gépekkel, szárítóberendezésekkel és tároló létesítményekkel a tárolótelepek többféle változata alakítható ki. A lehetséges megoldások közül az üzem adottságainak és igényeinek legjobban megfelelőt kell kiválasztani és megépíteni. Az eddigi üzemi tapasztalatok alapján kialakultak olyan általános követelmények, amelyeket a szárító-tároló telepek létesítésénél be kell tartani:

- a fogadóegység egyben átmeneti (puffer) tároló is legyen, és a szárító óránkénti teljesítményének legalább a 10-szeresét vagy ennél többet képes legyen befogadni,
- legyen beépítve a szárító teljesítményének megfelelő elő- és utótisztító berendezés,
- az anyagmozgató berendezések a minimális szemtöréssel dolgozzanak,
- a tárolóhely gépesített be- és kitárolóval, valamint szellőztetőberendezéssel legyen ellátva.

A 413. ábrán olyan szárító-tároló telep elrendezési vázlata látható, amely két B1–15-ös

szárítóberendezésből és két horizontális tárolószínből, valamint a szükséges magtisztítókából és kiegészítő berendezésekből áll.



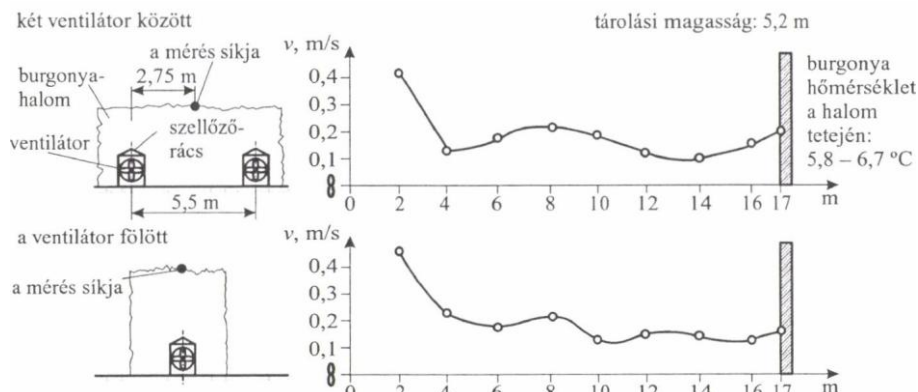
413. ábra. Szemestermény-szárító telep horizontális tárolókkal

A szállítójárművel behordott nedves termény a föld feletti fogadóműre kerül, amelyből szállítószalaggal végzik a kitárolást. Innen a termény a serleges felvonóval kerül az előtisztítóba, majd a szárítóba. A megszáritott termény utőtisztítás után serleges felhordón és felsőpályás betárolón keresztül a színbé vagy közvetlenül a lábakon álló tranzittárolóba kerül, amelyből az aláálló teherautó megtölthető. Kitároláskor a rédlerekről az anyag a serleges felhordóba kerül, majd innen a tranzittároló tartályon át szállítójárműre ömleszthető. Ezzel a berendezéssel megoldható a szárítóból kijövő termény visszatöltése is a szárítótornyba. Ehhez hasonló a technológiai folyamata a toronytárolókkal létesített szárító-tároló telepeknek is.

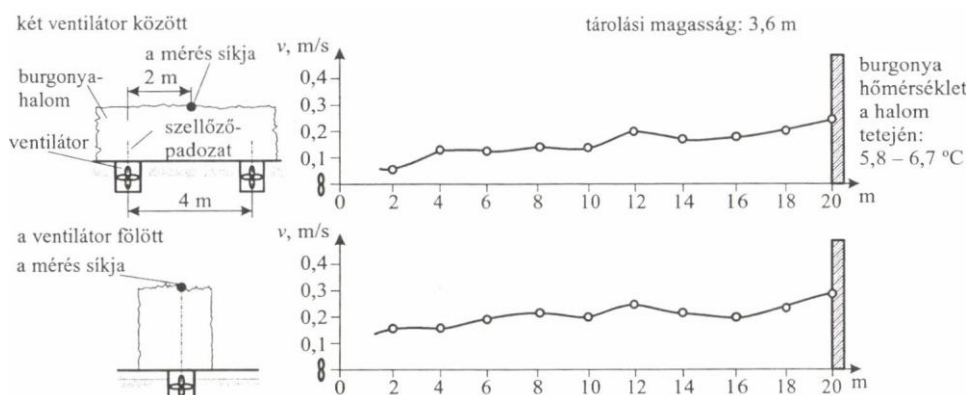
10.6. A burgonya, a hagyma és a zöldségfélék tárolása

Burgonya és hagyma tárolására szigetelt falú, padló alatti csatornával vagy padló feletti szellőztetőráccsal kialakított tárházak szolgálnak. Ilyen tárházak metszetét láthatjuk a 414. és 415. ábrákon.

A burgonya és a hagyma szellőztetésére $100\text{--}150\text{ m}^3/\text{h-t}$ légcseré javasolható.



414. ábra. Padló feletti léghelosztó rács és a légsebesség változása a csatorna mentén



415. ábra. Padló alatti léghelosztó csatorna és a légsebesség változása

21. táblázat. Fontosabb zöldségfélék tárolási alapadatai

| Megnevezés | Fagyási hőmérséklet (°C) | A tárolás optimális | | Eltarthatóság időtartama (hónap) | Víztartalom (%) |
|----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------|
| | | relatív páratartalma (%) | hőmérséklete (°C) | | |
| Hagyma | -1,6 | 70-75 | 0-1 | 6-8 | 87-90 |
| Fokhagyma | -2,4 | 70-75 | 0-1 | 6-7 | 60-62 |
| Sárgarépa | -1,19 | 90-95 | 0-1 | 5-6 | 85-90 |
| Petrezselyem | -1,7 | 90-95 | 0-1 | 8 | 86-89 |
| Zeller | -0,5 | 90-95 | 0-1 | 4-5 | 85-89 |
| Cékla | -1,0 | 90-95 | ±0,5 | 6 | |
| Burgonya | -0,5 | 90-95 | 3-5 | 8 | 72-75 |
| Fejes káposzta | -1,2 | 85-90 | 0,5-1 | 6-7 | 90-92 |
| Kelkáposzta | -0,9 | 90-95 | ±1 | 3-4 | 80-85 |
| Toma | -2,8 | 85-90 | 1-2 | 8 | 73-76 |

A főbb zöldségfélék tárolásával kapcsolatos alapadatokat a 21. táblázat foglalja össze.

Zöldségféléket csak hűtőtárolókban lehet biztonságosan tárolni. A ventilátorok ebben

az esetben a hűtőaggregát által lehűtött levegőt vagy külső környezeti levegőt szállítanak a tárolótérbe. A tárolóberendezések szellőztetési rendszerei a terményre jellemző algoritmusok segítségével automatizálhatók.

11. Az állattartás gépei

11.1. A fejés gépesítése

A gépi fejés élettani alapjai

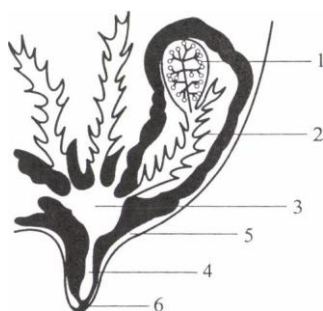
A tej a tőgynegyedekben az epithel-, ún. tejtermelő mirigyhám sejtekben képződik. A mirigy végkamrákból (alveolusok) tej elvezető csatornák erednek, ezek később nagyobb átmérőjű tejutakba, majd a tejutak a tejmedencébe torkollnak. A tejmedence a bimbómedencében és a kisebb átmérőjű bimbócsatornában folytatódik. A bimbócsatorna alsó részén záróizom van, amely összehúzódásával a tej kifolyását megakadályozza.

A két fejés közötti időben folyamatosan képződő tej először a végtömlőket tölti meg, majd egyre nagyobb hányada jut a tároló rendszerbe.

A tejleadás szopásnál vagy fejésnél idegi és hormonális hatásra következik be, amelynek lényegében több szakasza különböztethető meg.

A külső ingerek felvétele: a tőgybimbókra ható mechanikus és hőhatás, látásinger (pl. a fejő fehér köpenyének látása), szag, továbbá hanginger (pl. a fejőedények, a fejőgép zöreje) stb.

Az ingerek idegpályán bejutnak a gerincvelőbe és az agyba. Az agyban (az agyfüggelékben) az ingerület kiváltja az oxitocin hormon beömlését a vérbe. Az oxitocin az inger keletkezésétől számított mintegy 40 másodperc alatt a véráram útján a tőgybe jut.



416. ábra. A tőgynegyed felépítése

1 – alveolus, 2 – tejcatornák, 3 – tőgymedence, 4 – bimbómedence, 5 – bimbóalap (bázis), 6 – bimbócsatorna

Az oxitocin hatására az alveolusokat körülvevő myoepithel sejtek, ún. kosáresejtek és a tőgyben levő simaizomelemek összehúzódásuk révén a tejet a tejmedencébe préselik, ahonnan az kifejhető.

A tej leadási reflex veleszületett, az akaratától 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 tejleadás egyetlen észlelt jelenség vagy több együttes inger hatására is bekövetkezhet.

A tej leadást elősegítő főbb ingerek:

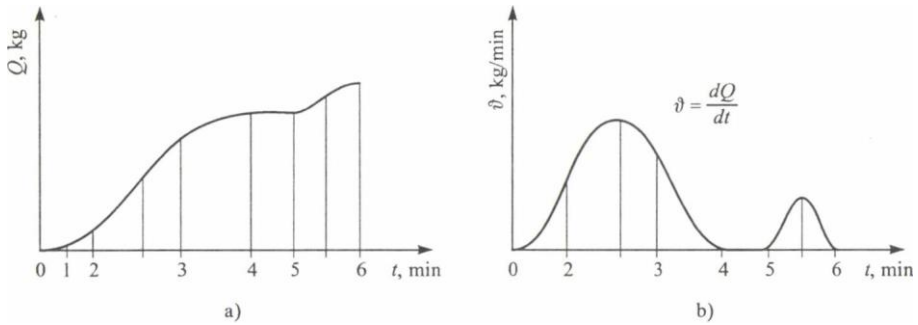
- a fejő megpillantása,
- a fejőgép és a vákuumszivattyú hangjai,
- a fejőgép megpillantása,
- a tőgymosás és masszázis,
- az első tej sugarak kifejése,
- a fejkelyhek felhelyezése.

A tej kifejésének időbeli változása jól követhető a fejési karakterisztika segítségével (417/a ábra). Ez egy 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.

A fejési karakterisztika grafikus differenciálásával nyerhető görbe (417/b ábra) a tejleadási sebesség változását mutatja a fejési idő folyamán. A két görbe egybevetéséből kitévnik, hogy a tej túlnyomó részét viszonylag rövid idő alatt, az intenzív tej leadási szakaszban nyerjük, s a csúcserték szabja meg a fejőgép kívánt áteresztőképességét.



417. ábra. Fejési karakterisztika
a) a regisztrálóműszerrel felvett, *b)* a grafikus differenciálással nyert görbe

A fejőberendezések szerkezeti felépítése

A fejőgép működési elve

A fejőgép működése megközelíti a borjú szopását, de attól sok tekintetben eltér.

A borjú szopás közben a szájában vákuumot létesít, és ugyanakkor a nyelvvel, valamint a szájpaddalásával a bimbóra – a tövétől a végéig – nyomóhatást fejt ki. A gépi fejésnél a vákuum és a fejőgumi nyomkodó hatása a leglényegesebb ingerképző tényező. E két tényező a korszerű fejőberendezéseknél összefügg egymással.

A fejőgépek alapvető egységei:

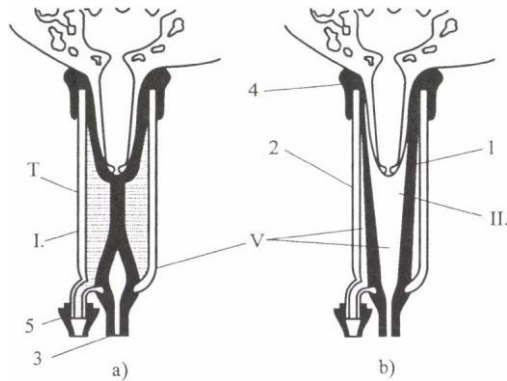
- a fejőkészülék(ek),
- a vákuumszolgáltató gépcsoport (annak vezetékei és szerelvényei).

A mai fejőgépekre jellemző kététerű fejőkelyhek egyik része a tőgybimbóra illeszkedő kehelybe szerelt rugalmas fejőgumi, másik része a fémből vagy műanyagból készült kehely (418. ábra).

A fejőkehelyben két különálló tér van:

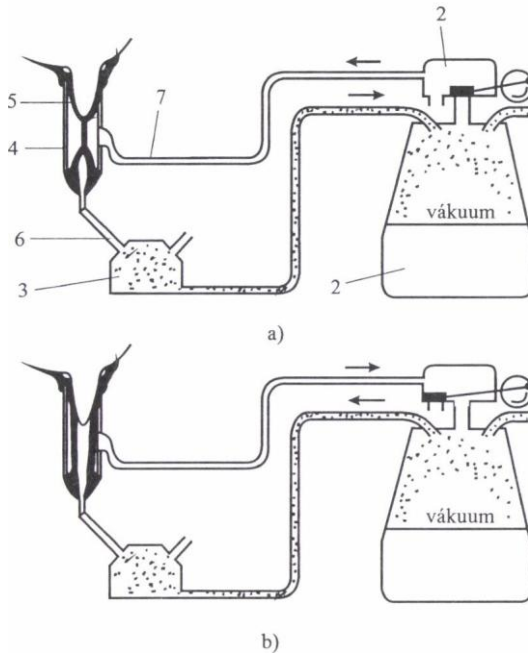
- a fejőgumi belső tere, ahová fejéskor a bimbó kerül (II),
- a fal közötti tér, amelyet a fejőgumi külső fala és a kehely belső fala határol (I).

Mindkét térhez egy-egy kisebb átmérőjű gumitömlő csatlakozik. A belső tér a rövid tejtömlőkön át a tejgyűjtő kollektorral áll kapcsolatban. A fal közötti tértől 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 csővezetéseken át csatlakozik a sajtárhoz (419. ábra). A vákuum nagyságát és közel állandó értékét vákuumszabályozó szelepek biztosítják.



418. ábra. A kéttérű fejőkészülék

a) szorítási ütemrész, b) szívási ütemrész (T – atmoszférikus nyomású levegő, V – vákuum, I – fal közötti vagy változó vákuumú tér, II – belső vagy állandó vákuumú tér, 1 – fejőgumi, 2 – fejőkehely, 3 – rövid tejtömlő, 4 – masszáló fej, 5 – rövid pulzátortömlő)



419. ábra. A kéttérű fejőkészülékkel ellátott sajtáros fejőgép elvi felépítése

a) szorítási ütemrész, b) szívási ütemrész

1 – sajtár, 2 – pulzátor, 3 – kollektor, 4 – fejőkehely, 5 – fejőgumi,
6 – rövid tejtömlő, 7 – pulzátortömlő, 8 – sajtárfedél

A vákuum felnyitja a bimbócsatornákat és a tej a bimbócsatornákból kifolyik a fejőgumik tögybimbó 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.

A pulzátor működése és szerepe

A sematikus 419. ábrán bemutatott kétterű fejtőgépen a pulzátornak három nyílása van.

Az egyik a sajtárhoz, azaz a vákuumtérhez, a másik a fejtőkelyhek 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 fejtőkehely fal közötti terével.

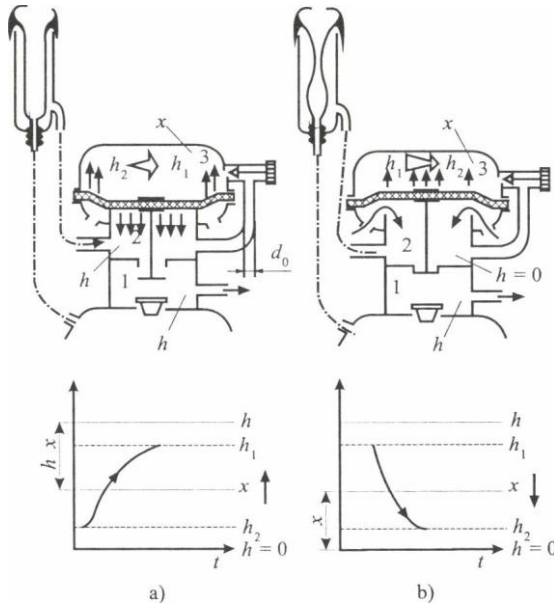
Ha a sajtárhoz, azaz a vákuumhoz vezető nyílás van nyitva, akkor a fal közötti térből kiszívódik a levegő, s mind a fal közötti térben, mind a fejtőgumi belső terében, azaz a fejtőtérben azonos mértékű vákuum jön létre. A fejtőgumi ebben az állapotban hengeres, azaz kifeszített helyzetben van (tekintve, 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 fejtőgumi belső terében állandó a vákuum (általában 40–50 kPa), a fal közötti térben pedig a külső levegővel megegyező atmoszferikus nyomás uralkodik. A két tér között a nyomáskülönbség tehát 40–50 kPa. Mivel a fal közötti térben nagyobb a nyomás, a fejtőgumi laposra összepréselődik. Ezt nevezzük a „szorító”, vagy „nyomó” ütemrésznek. A szívó és szorító ütemrész ad egy teljes pulzáló ütemet, azaz egy fejtési elemi ciklust. A szorítóütemben a fejtőgumi 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 l/min.

A membránpulzátor szívó- és nyomóütemét egyszerűsített vázlat segítségével tanulmányozzuk (420. ábra). Az egyes tereket – számokkal jelölve – a következő elnevezésekkel különböztetjük meg:

1. állandóvákuum-kamra,
2. váltakozóvákuum-kamra,
3. szabályozókamra.

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, illetve a bal oldali csőcsokon (és az itt nem jelzett kollektoron) áttérjed a fejtőcsészék pulzálóterébe. A sajtárban uralkodó vákuum a fejtőgumi belső terében érvényesül.



420. ábra. A membránpulzátor működési vázlat
a) szívási ütemrész, b) szorítási ütemrész

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 nyomáskiegyenlítődé indul meg. A szabályozókamrában uralkodó x vákuum tehát h_2 -ről fokozatosan h_1 -re nő.

A szabályozókamra nyomásviszonyait – vázlatosan – az ábra alsó része szemlélteti. A szabályozókamra pillanatnyi x vákuumát tekintve, a 2. kamra keresztmetszetének megfelelő membránfelületen a nyomáskülönbség $h - x$. A gyakorlatban a szabályozókamrában a vákuum értéke sohasem éri el a $h = 0$, illetve 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 kiegyenlítődében. Ezért a nyomás kiegyenlítődéhez h_2 , illetve h_1 értékű vákuum elegendő.

A nyomáskiegyenlítődé időbeli lefolyását Koroljev 1972-ben a következő egyenlettel írta le:

$$\frac{dx}{dt} = k_1(h - x).$$

Az egyenletet változók szerint szétválasztva, rendezve, majd integrálva (h_2 és h_1 határok között), felírható a szabályozókamrában a nyomáskiegyenlítődé időtartama:

$$t_1 = \frac{1}{k_1} \int_{h_2}^{h_1} \frac{dx}{h-x} = \frac{1}{k_1} \ln \frac{h-h_2}{h-h_1}.$$

Ez egyben a szívóütem időtartama, amely tehát a h hálózati vákuum, a szabályozókamrában előálló h_1 és h_2 vákuum, illetve 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 az 1. kamrában továbbra is állandó vákuum, a 2. kamrában pedig – mivel a membrán megnyitotta a levegő beáramlásának útját – légköri nyomás uralkodik. A d_0 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. Ezt követően a folyamat önműködően ismétlődik.

A szabályozókamrában a szorítóütemre felírható összefüggés:

$$\frac{dx}{dt} = k_2 \cdot x.$$

Rendezés és integrálás után a szorítóütem időigénye:

$$t_2 = \frac{1}{k_2} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}.$$

Koroljev további – a szerkezetre, a kialakításra és az anyagokra vonatkozó – tényezők bevezetésével javította az összefüggés pontosságát:

$$t_1 = \frac{V}{(100-h) k_p} \cdot \ln \left(\psi_1 \frac{h-h_2}{h-h_1} \right),$$

illetve:

$$t_2 = \frac{V}{100 k_p} \cdot \ln \left(\psi_2 \frac{h_1}{h_2} \right),$$

ahol:

V – a szabályozókamra térfogata,

k_p – áramlási ellenállás-tényező (a szelepek és furatok kialakításától függ),

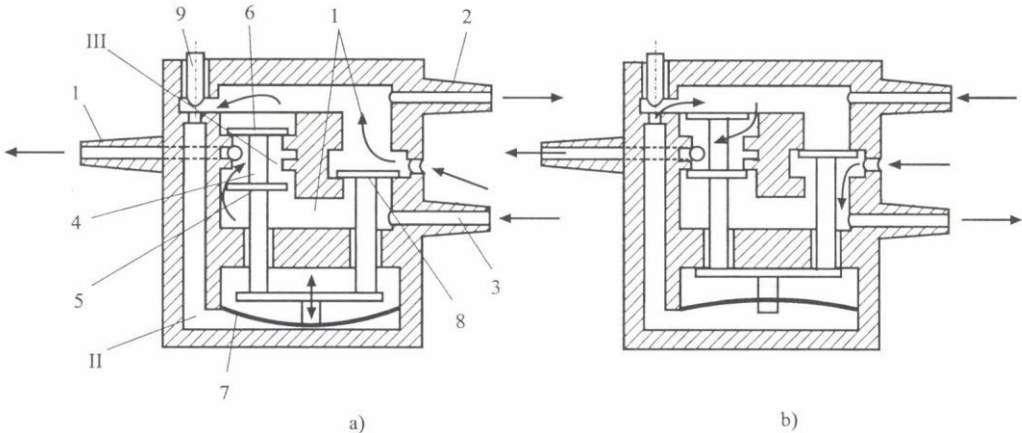
ψ_1, ψ_2 – a membrán rugalmasságától függő együttható.

h_1, h_2 – értékét (kPa) a szelepek felületének egymáshoz való viszonya határozza meg.

A membránpulzátorok szívási és szorítási ütemének arányát tehát számos tényező befolyásolja, közöttük a hálózati vákuum értéke, illetve azok az áramlási viszonyok,

amelyek a kiegyenlítés során fellépnek. A d_0 kiegyenlítő furat keresztmetszetének a kúpos túszeleppel való beállításával a szükséges ütemszám viszonylag egyszerű módon szabályozható.

A fejtés alatt a hálózati vákuum változhat, és 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).



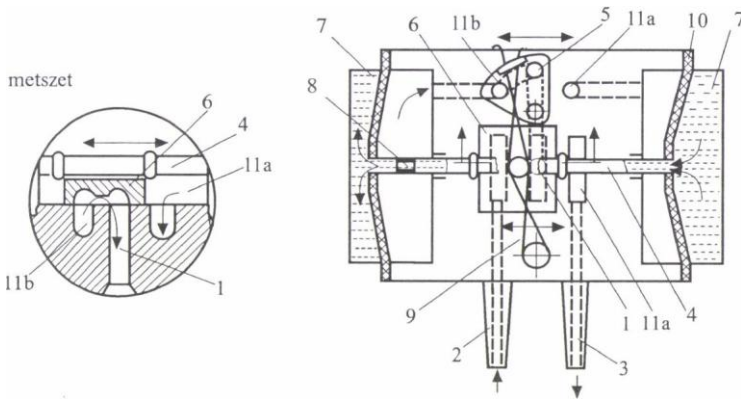
421. ábra. Kettős működésű membránpulzátor

I – változó vákuumé tér, II – szabályzó tér, III – állandó vákuumé tér, *a* és *b* – a membrán két pozíciója, 1 – vákuumhálózat, ill. sajtárcsatlakozó, 2 – jobb oldali hosszé pulzáló tömlő, 3 – bal oldali hosszé pulzáló tömlő, 4 – szelepszár, 5, 6 – szelep, 7 – membrán, 8 – szelep, 9 – szabályozó csavar

Kettős működésű pneumatikus pulzátorok

A fejtőgépek jelentős részénél aszinkron működésű (iker) pulzátorok üzemelnek. Ismétlődően két fejtőcsészében egyidejűleg szívás, a másik kettőben pedig szorítóütem lép fel.

Sajátságos szerkezetű membránpulzátor működési elvét szemlélteti a 422. ábra (ún. hidropulzátor). 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).

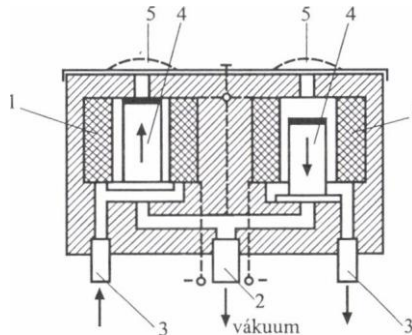


422. ábra. Kettős működésű hidraulikus membránpulzátor

1 – vákuum hálózat, ill. sajtár csatlakozó csöcszok, 2 – jobb oldali hosszú pulzáló tömlő, 3 – bal oldali hosszú pulzáló tömlő, 4 – szelepszár, 5 – rugótartó-váltó nyelv, 6 – csúszo szelep (b), 7 – folyadék, 8 – fojtó furat, 9 – váltó rugó, 10 – membrán, 11a és 11b – a jobb és a bal oldal átömlő csatornái, ill. az atmoszférikus levegő beömlő nyílásai

Elektromágneses pulzátorok

Működésük lényege, hogy a törpefeszültségű (12 V, 24 V) egyenáramú áramforrásról táplált elektromágnes a gerjesztőkor zárásakor felemel, az áramkör megszakításával pedig visszaejt egy lágyvas szelepet (423. ábra). Ezzel szabaddá teszi a nyomáskiegyenlítéshez a megfelelő nyílást. Az ábra szerinti kettős működésű (iker) változatnál az egyik a jobb oldali vagy hátsó, a másik a bal oldali vagy az első tőgynegyedekhez kapcsolódik. Előnye, hogy a szívás és szorítás ütemének aránya és a pulzusszám a villamos vezérlőegységgel tetszőlegesen módosítható (a teljes pulzátor- vagy az egyes oldalak vonatkozásában is). Ennek révén a gép alkalmazkodik, a hátsó tőgynegyedek nagyobb tejmennyiségéhez.



423. ábra. Kettős működésű (iker) villamos pulzátor

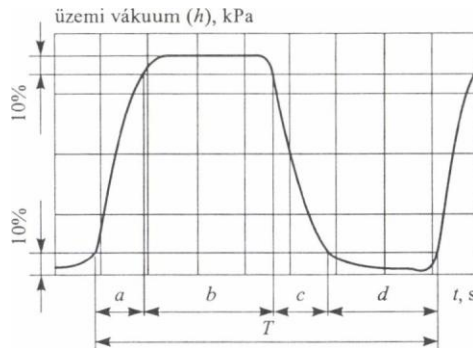
1 – tekercs, 2 – vákuumvezeték, 3 – csatlakozó a fejösszék fal közötti tereihez, 4 – vasmag, ill. szelep, 5 – a beáramló levegő szűrője

A szívási és szorítási időket százalékosan szoktuk kifejezni. A mai pulzátoroknál az 50–75%-os szívási ütemrész jellemző.

Magától értetődik, hogyha a szívási ütemrészt növeljük, akkor a bimbósatorna hosszabb ideig nyitva van, tehát azok a fejtőgépek, melyek szívási ütemrésze hosszabb, gyorsabban fejnek.

A fal közötti térben a pulzátor vezérelte nyomásváltozást megfelelő műszer segítségével regisztrálva a pulzusdiagramhoz jutunk. A görbét szabványban rögzített megállapodás szerint szakaszokra osztják (424. ábra).

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 $\pm 5\%$.



424. ábra. A pulzátor mérésekor ellenőrzött pulzátorjelleggörbe-szakaszok a vákuum nagyságát és a %-os pulzusciklus arányokat tekintve (ISO szerint) a – átmenet szívásra, b – szívás, c – átmenet szorításra, d – szorítás (az értékeket %-osan a szabvány értelmezi)

A pulzátor jelleggörbe jelei, azok értelmezése és értékelése:

A ciklus ideje: $T_c = a + b + c + d$ [s].

A pulzusszám: $f = \frac{60}{T_c}$ [1/min].

A szívási ütem aránya: $M = \frac{a + b}{T_c} 100$ [%].

A két oldal eltérése (limping): $L = M_1 - M_2 = \frac{(a_1 + b_1) - (a_2 + b_2)}{T_c} 100$ [%].

Az atmoszférikus nyomás aránya: $A = \frac{d}{T_c} 100$ [%].

Az L maximális értéke legfeljebb 3% lehet.

A bemutatott metszésekkel a pulzátor jelleggörbék jobban leírhatók, jellemezhetők,

mint az egyszerű szívási-szorítási ütemarány és a pulzusszám megadásával.

A fejési vákuum jelentősége és előállítása

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.

Az egy pulzátorciklus alatt átömlő tejmennyiséget az alábbi általános összefüggés fejezi ki:

$$V = 60 \cdot c \cdot F \cdot M_h \quad [\text{cm}^3/\text{min}],$$

ahol:

V – az időegység alatt átáramló tejmennyiség,

c – a kifolyási sebesség [cm/s],

F – a tőgybimbó nyílásának keresztmetszete [cm²],

M_h – a hatásos szívási idő aránya.

A jelenségek leírására, illetve a kifolyási sebesség (c) meghatározására jellemző az alábbi összefüggés:

$$c = \phi \sqrt{\frac{2(P_T - P_F)}{\rho}} \quad [\text{m/s}],$$

ahol:

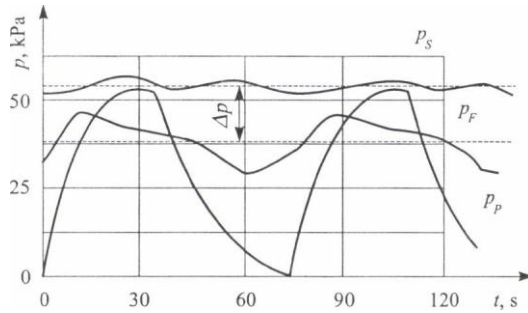
ϕ – a kifolyási együttható,

ρ – a tej sűrűsége [kg/m³],

P_T – nyomás a tőgybimbó gyűjtőterében [N/m²],

P_F – nyomás (vákuum a fejőkehely tejterében a tőgybimbó alatt [N/m²].

A képletek a tej kifolyásának alapjelenségét elméletileg jellemzik. A valóságban azonban a képletben szereplő értékek, a nyomás (P_T és P_F), a kifolyási keresztmetszet (F) és a hatásos szívás aránya (M_h), a kifolyási együttható (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 (425. ábra).



425. ábra. A fejőkehely két terében és a fejősajtárban (TÓTH, 1985)

kialakuló vákuum időbeni változása P_F – tögybimbó alatti belső tér vákuuma, P_p – pulzáló vákuum a fejőgumi és a fejőhüvely közötti térben, P_s – fejősajtár vagy tejvezeték vákuuma, ΔP – a tej áramoltatása hatására bekövetkező átlagos nyomásvesztés

A bimbócsatorna nyitásához szükséges vákuum

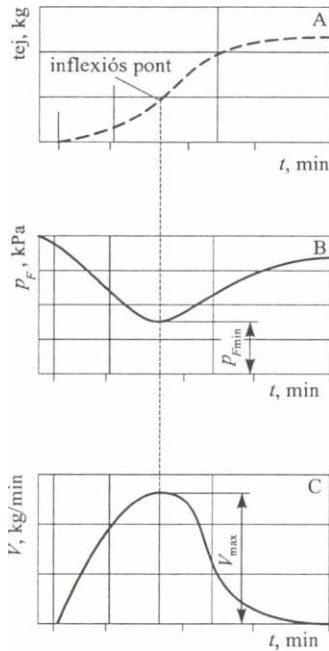
A fejőgumi akkor van nyitott állapotban, ha a P_F értékéhez közelít a fal közötti térben uralkodó vákuum P_p értéke. Nyitott állapotban van tehát a gumi, ha

$$P_F \leq P_p + (\pm P_G),$$

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.

A fejési vákuum és a fejési jelleggörbe együttes ábrázolása (426. ábra) jól érzékelteti a tögybimbók végén mért vákuum, illetve a tejfolyás sebessége közötti kapcsolatot.



426. ábra. A fejési karakterisztika (A), a fejővákuum (P_F) átlagai (B), és a fejési sebesség (C) a teljes fejési periódusban

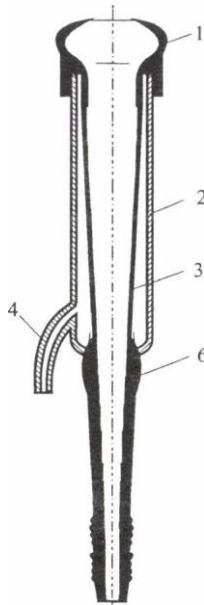
Az ábrából kitűnik, hogy a tőgybimbók végénél teljes értékű vákuum csak a fej és kezdetén és a végén hathat. A vákuum fokozatosan csökken mindaddig, amíg a fejési sebesség nő. A legkisebb fejési vákuum a legnagyobb fejési sebességnél mérhető.

A fejőgumi és szerepe a gépi fejésben

A fejőgumi (427. ábra) leglényegesebb tulajdonságai:

- mérete és alakja,
- rugalmassága,
- keménysége,
- felületének minősége (simasága).

A fejőgumival szemben támasztott további követelmények (a teljesség igénye nélkül): nagy hőtűrés ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$), 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 rajta.



427. ábra. A fejtömlő a fejtömlőhelyben

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 csőcsomkjá, 5 – a rövid tejtömlő (ill. egybevulkanizált, ún. monoblokk fejtömlőknél a fejtömlő) kollektorhoz csatlakozó része, 6 – a csésze és a gumi csatlakozási pontja (két részből álló gumiknál az ellenőrző tölcser helye)

A gumik deformációja statikus állapotban

A gumik deformációjának kezdete jó közelítéssel számítható. Meghatározásához használható összefüggés:

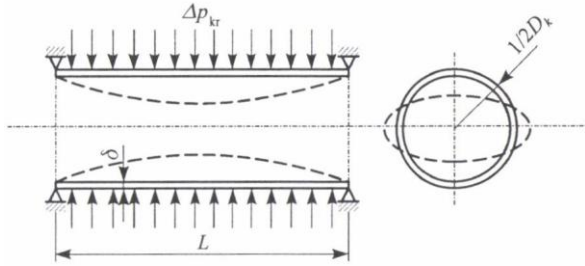
$$\Delta p_{kr} = \frac{E \cdot \delta^3}{4(L - \mu^2) \cdot \frac{D_k^3}{2}} \quad [\text{kPa}],$$

ahol:

- D_k – a gumi középtátmérője [mm],
- E – a rugalmassági modulus [kPa],
- μ – a Poisson-tényező,
- δ – a gumi falvastagsága [mm].

A számításokhoz alkalmazható modell a 428. ábrán látható.

$$\frac{L}{0,5 \cdot D} \geq 8.$$



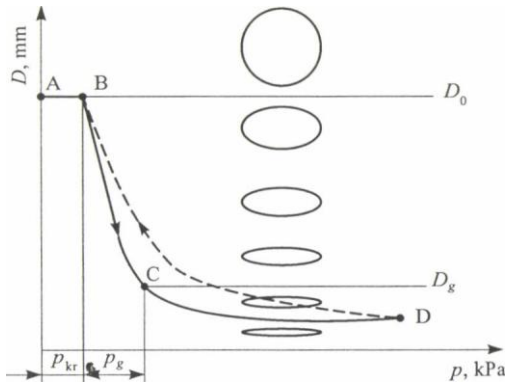
428. ábra. A számításokhoz használt modell (TÓTH, 1985)

A modell alkalmazásának feltételei

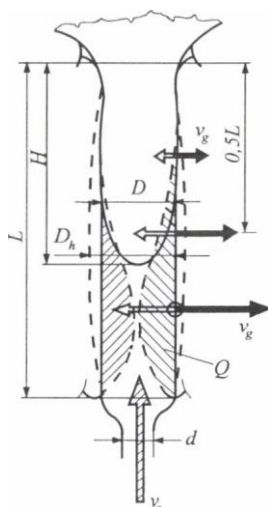
A gumiátmérő deformációját a nyomáskülönbség függvényében a 429. ábra szemlélteti. A kritikus nyomáskülönbség (p_{kr}) eléréséig deformáció nem jön létre. E határérték után a gumi már igen kis nyomáskülönbség-változás hatására is igen nagy sebességgel ellipszis alakúra deformálódik

A D_e érték gyakorlatilag az ellipszis kis átmérőjét jelzi (429. ábra). A D_e és a hozzá tartozó p_e 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 tejkifolyás folyamatában a deformációnak nincs jelentősége, mivel a bimbósatorna lezáródása a rövid meredek szakaszon megtörténik (TÓTH, 1988).

A fejtőgumi kétirányú deformációja során a hiszterézishatás megfigyelhető. A hiszterézishatás a középatmérőnél 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 fejtésre a többi paraméter jóval jelentősebb befolyása miatt elhanyagolható.



429. ábra. Gumideformáció a nyomáskülönbség függvényében (szaggatott vonal a hiszterézist jelzi)



430. ábra. Visszaáramlási jellemzők a fejjöguminál

Fejés közben az átmeneteknél a gumi mozgási ideje igen kicsi, jóval rövidebb, mint a vákuum változás ideje. A gumi teljes deformációja a vékonyfalú gumiknál és a rövid átmeneti szakaszokat indikáló pulzátoroknál gyakran 0,01–0,06 s idő alatt jön létre.

A fertőző anyag visszaáramlás (pl. ködszerű permet vagy aeroszol formájában) a szívási ütemre való átmenetnél jöhet létre, amikor a fejjögumi 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 szorításból szívásra történő átmenetnél v_s sebességű áramlást hoz létre a rövid tejtömlőben, miközben a hengeresre táguló gumi falának v_g sebességgel mozog (430. ábra). A v_g és a v_s sebességértékek között arányos összefüggés van. A sebesség értékére nyilvánvalóan hat a rövid tej tömlő belső átmérője (d), a fejjögumi belső átmérője (D), valamint a tőgybimbó (H) és a fejőkehely (L) hosszának különbségéből adódó (bimbó alatti) légtér mérete.

Az egyes paraméterek várható hatása az aeroszol sebességére (v_s) jó közelítéssel számítható (TÓTH, 1984).

$$v_s = \frac{(L-H) \left[F - D_g \sqrt{\frac{(D-d)^2 \cdot \tau^2}{2}} \right] \phi}{f} \cdot \frac{1}{dt} \quad [\text{mm/s}],$$

ahol:

L – a fejjögumi hossza [mm],

H – a tőgybimbó benyúlása a fejjögumiba [mm],

D_g – a gumi pillanatnyi deformációjának értéke, $D_g = v_g \cdot dt$ [mm],

D – a fejjögumi belső átmérője szívó ütemben, teljesen nyitott állapotban [mm],

- f – a rövid tejtömlő keresztmetszete [mm^2],
 F – a fejőgumi keresztmetszete [mm^2],
 d – a rövid tej tömlő belső átmérője [mm];
 ϕ – áramlási tényező.

A v_s értéke előnyös, ha kicsi. A gyakorlatban 60–120 mm/s a leggyakoribb.

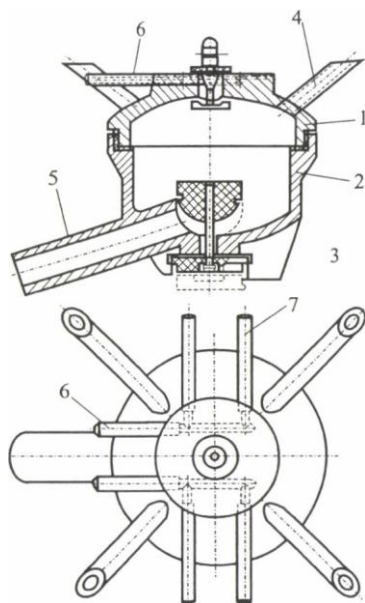
A kollektor

A négy tőgynegyedből fejt tejet a kollektor gyűjti össze (431. ábra). Akkora térfogatúnak kell lennie, hogy a szívási ütemben a négy tőgynegyedből együttesen kifejt tejmenység a kollektorban elférjen, de az ne telítődjön.

A kollektoroknál 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 (431. ábra).



431. ábra. A szelepes kollektor felépítése

1 – kollektor felsőrész, 2 – kollektor alsórész, 3 – kollektorcsap, 4 – rövid tejtömlők csöcsonkjai, 5 – hosszú tejezeték csöcsonkjai, 6 – pulzátor csatlakozó csöcsonkjai, 7 – rövid pulzátortömlők csöcsonkjai

A tehénállományok tejelési és fejési teljesítményének növekedésével együttesen a kollektorok térfogata is jelentősen nagyobbodott. A 8–10 liter/min fejési sebességet produkáló tehének fejéséhez 250–400 cm^3 űrtartalmú kollektorok szükségesek. A kollektor kivitelezésénél alapvető követelmény, hogy belső falai simák legyenek, éles

sarkokat (réseket) ne tartalmazzanak, és az időszakos kézi tisztítás miatt, könnyen szét-, valamint összeszerelhetők legyenek. A kollektor elvezető csonkjának belső átmérője a rövid tejtömlők méretéhez igazodik, általában 13,5–18,0 mm. A kollektorok átlátszó, műanyagból készülő részein a tejfolyás megindulása és csökkenése jól megfigyelhető.

Vákuumszivattyúk

A fejőberendezések légtechnikai jellemzői

Vákuumstabilizáció szempontjából az a fejőberendezés jó, amelyben a vákuumingadozás nem nagyobb 3–4 kPa-nál, az ingadozás ideje pedig nem hosszabb 4 s-nál.

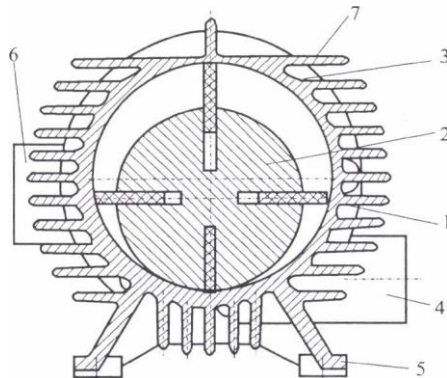
E két tényezővel kapcsolatban a hazai ajánlat – igazodva hasonló külföldi előírásokhoz – a következő:

- maximális vákuumingadozás ± 3 kPa,
- maximális nyomásingadozási idő 4 s.

A fejővákuum előállításához:

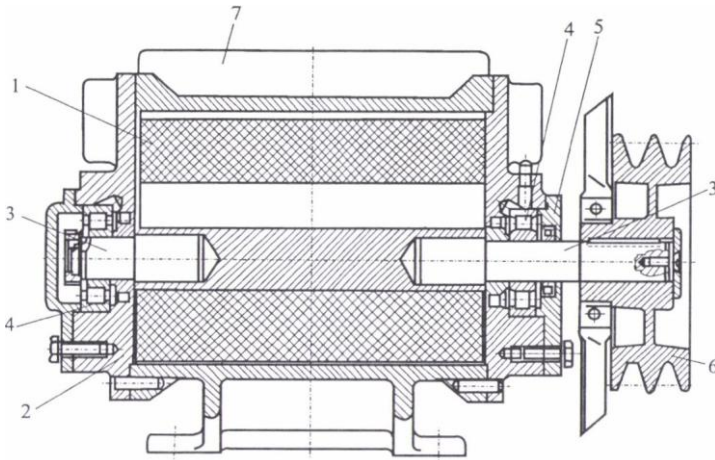
- dugattyús,
- rotációs csúszólapátos (432., 433. ábrák),
- forgódugattyús és
- vízgyűrűs

vákuumszivattyúk használatosak.



432. ábra. Rotációs csúszólapátos vákuumszivattyú felépítése

1 – lapátok, 2 – forgórész, 3 – állórész (ház), 4 – szívóoldal, 5 – rögzítő talpazat, 6 – nyomóoldal, 7 – hűtőbordák

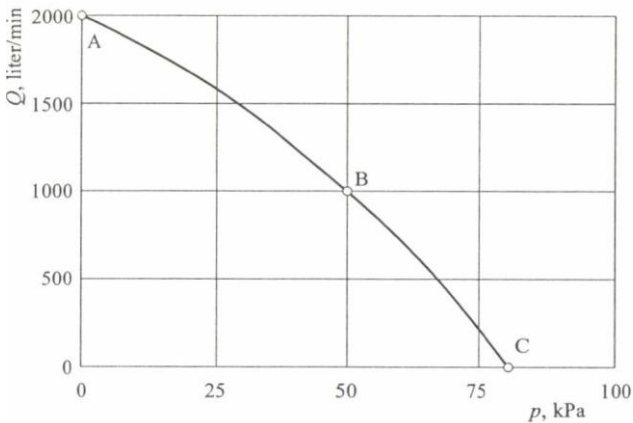


433. ábra. Rotációs csúszólappátos vákuumszivattyú hosszmetsete, csapágyazása
 1 – ház, 2 – zárófedél, egyben csapágyház, 3 – tengelyek, 4 – csapágyak, 5 – csapágyfedél, 6 – ékszíjtárcsa, 7 –
 hűtőlappátok

A rotációs vákuumszivattyú:

- az álló- és
- a forgórészből áll.

Az állórészben a csapágyazott forgórész excentrikus elrendezésű. A forgás következtében a lapátok, valamint a forgó és az álló rész által bezárt térfogat csökken. Az összesűrített levegő a kipufogó oldalán távozik el.



434. ábra. Vákuumszivattyú jelleggörbéje

A – maximális légszállítás, B – légszállítás a munkaponton (üzemi tartományban), C – az elérhető végvákuum

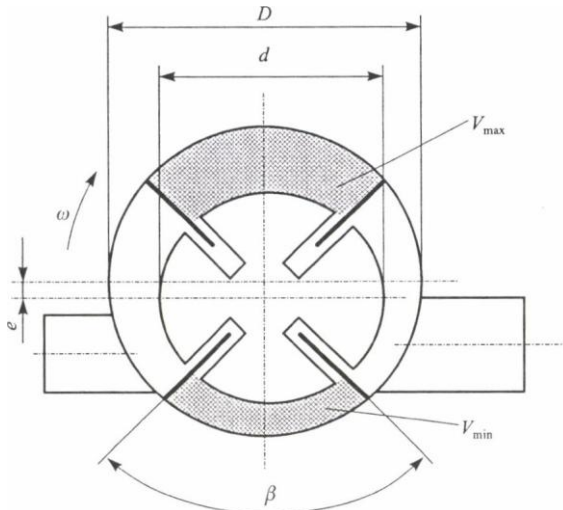
A vákuumszivattyúk légszállító teljesítménye

A vákuumszivattyúk üzemét általában az alábbi kritériumokkal jellemzik (434. ábra):

- a kipufogó oldali nyomással,
- az elérhető végvákuummal,
- az elszívási sebességgel, illetve az üzemi vákuumon szállított légmennyiséggel.

A fejtőberendezések vákuumtechnikai értelemben „durva” vákuumtartományban üzemelnek (50%-os vákuum). A légszállító teljesítményt – az üzemi vákuumon – légköri nyomású levegőre vonatkoztatva adják meg, általában m^3/h -ban vagy l/min -ban.

A fejtőberendezésekhez 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 liter/min levegőt szállít.).



435. ábra. A csúszólapátos vákuumszivattyú jellemző méretei (MIKECZ, 1985)

Csúszólapátos vákuumszivattyú (435. ábra)

A szállított légmennyiség

A 436. ábra szerint a cellatérfogat $V_\phi = A_\phi \cdot z$, ahol az $A_\phi = ABCD$ által bezárt terület.

Kifejtve:

$$ABCD = OBC + OCM - OBM - MAD.$$

A jelzett területeket egyenként kifejezve: $MAD = \frac{r^2 \pi}{z}$; $a \sin \mu = \frac{e \cdot \sin \phi'}{R}$.

$$OCM = \frac{e \cdot R}{2} \sin \delta,$$

$$OBM = \frac{e \cdot R}{2} \sin \gamma,$$

$$OBC = R^2 \pi \frac{\delta - \gamma}{360}.$$

Így a cellatérfogot

$$V_{\varphi} = \left[R^2 \pi \frac{\delta - \gamma}{360} + \frac{e \cdot R}{2} (\sin \delta - \sin \gamma) - \frac{r^2 \pi}{z} \right] b.$$

A maximális cellatérfogot:

$$V_{\varphi \max} = \left[\frac{R^2 \pi}{180} \left(\mu + \frac{\beta}{2} \right) + eR \left(\mu + \frac{\beta}{2} \right) - \frac{r^2 \pi}{z} \right] b.$$

Az ideális légszállítás:

$$V_{id} = V_{\varphi \max} \cdot z \cdot \frac{n}{60} \quad [\text{m}^3/\text{s}].$$

A tényleges légszállítás:

$$V_e = \lambda \cdot V_{id},$$

ahol λ a szállítási fok (0,8–0,85).

A nyomásváltozás lefolyása

A légritkítés mértékét a szívónyílás felső élének elhelyezkedése, az α szög alapvetően meghatározza (437. ábra).

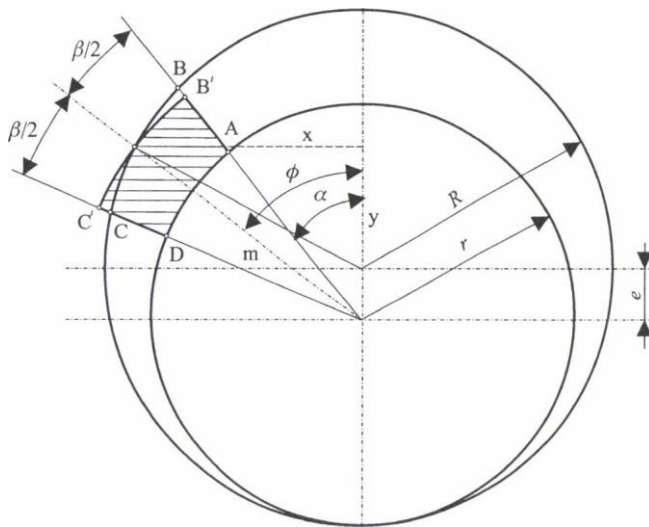
A két lapát által bezárt szög β .

A két lapát által bezárt terület $A_{\varphi} = ABCD$ terület.

E területet jól megközelíti az $A'_{\varphi} = AB'C'D$ terület, ha a lapátok száma $z > 6$.

A terület másképen kifejezve:

$$A'_{\varphi} = (m^2 \pi - r^2 \pi) \frac{\beta}{360}.$$



437. ábra. Vázlat a nyomáslefolyás meghatározásához

$$m^2 = (y - e)^2 + x^2,$$

$$x^2 + y^2 = R^2,$$

$$y = R \cdot \cos \alpha,$$

$$m^2 = 2R \cdot \cos \alpha + R^2 + e^2.$$

Mivel $r = R - e$:

$$V_{\phi} = A'_{\phi} \cdot b = 2R \cdot e (1 + \cos \alpha) \frac{\beta \cdot \pi}{360}.$$

A legnagyobb cellatérfogat ($\alpha = 0$; $\cos \alpha = 1$):

$$V_{\phi \max} = A'_{\phi \max} \cdot b = 4R \cdot e \cdot b \frac{\beta \cdot \pi}{360}.$$

Adott térfogat és a maximális térfogat viszonya:

$$\frac{V_{\phi}}{V_{\phi \max}} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}.$$

Tehát a cellatérfogat változása az α értékétől függ.
A teljesítményfelvétel adiabatikus nyomásváltozás esetén

$$P = \frac{1}{\eta_{ad}} \left\{ \frac{\kappa}{\kappa - 1} P_{sz} \cdot V_e \left[\left(\frac{P_v}{P_{sz}} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right] \right\},$$

ahol η_{ad} az adiabatikus hatásfok (0,6—0,7)

Root-szivattyú (438., 439. ábra)

Elvi légszállítása:

$$V_{id} = 2 \cdot \left(\frac{D^2 \pi}{4} - A \right) \cdot b \cdot \frac{n}{60} \quad [\text{m}^3/\text{s}],$$

ahol:

V_{id} – az egy körfordulás alatt szállított elméleti gázmennyiség [m^3/s],

D – a forgódugattyú átmérője [m],

A – a forgódugattyú keresztmetszete [m^2],

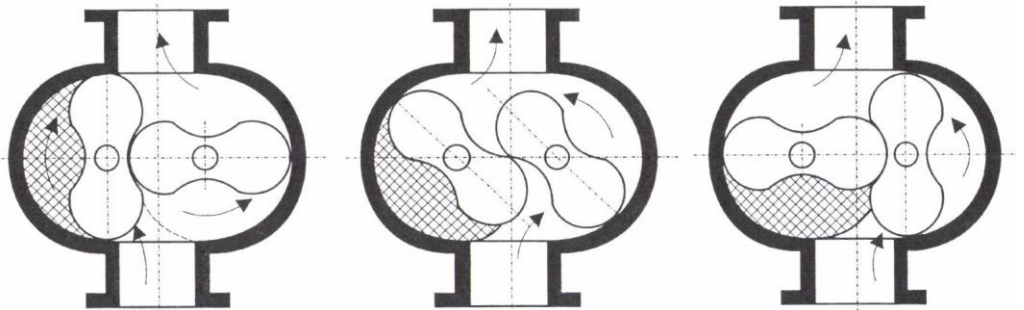
b – a forgódugattyú hossza [m].

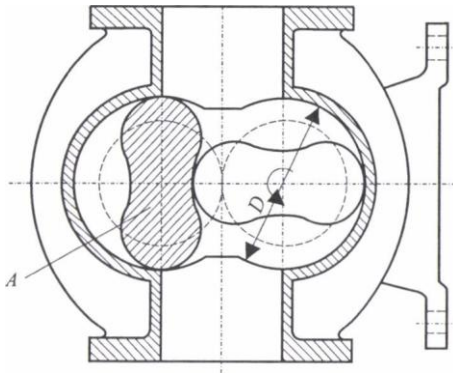
$$V_e = 2 \cdot \left(\frac{D^2 \pi}{4} - A \right) \cdot b \cdot \frac{n}{60} \cdot \lambda \quad [\text{m}^3/\text{s}],$$

V_e – az egy körfordulás alatt szállított effektív gázmennyiség [m^3/s],

λ – szállítási fok (0,5–0,7).

438. ábra. A Root-szivattyú működés fázisai





439. ábra. A Root-szivattyú egyszerűsített keresztmetszete

A hasznos teljesítmény-igény (adiabatikus nyomásváltozás esetén)

$$P = \frac{(p_v - p_{sz}) \cdot V_e}{\eta_m} \quad [\text{W}],$$

ahol η_m a mechanikai hatásfok (0,8–0,95).

Általában: $\frac{b}{D} = 1,5$; T (tengelytáv) = $\frac{D}{2}$.

Vízgyűrűs vákuumszivattyú (440. ábra)

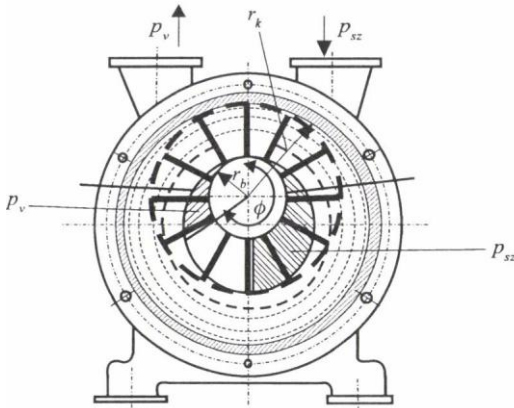
Légszállítása (441. ábra)

Az elméletileg szállított légmennyiség:

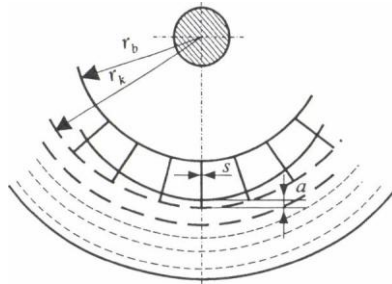
$$V_{\text{elm}} = (r_k^2 \pi - r_b^2 \pi) b \cdot n \quad [\text{m}^3/\text{s}].$$

A működési paraméterekkel kiegészített ideális légszállítás:

$$V_{\text{id}} = \left[\frac{(r_k - a)^2 \pi}{z} - \frac{r_b^2 \pi}{z} - (r_k - r_b - a) s \right] \cdot z \cdot b \cdot \frac{n}{60} \quad [\text{m}^3/\text{s}],$$



440. ábra. A vízgyűrűs vákuumszivattyú vázlatos metszetrajza
 p_v – nyomás a kipufogónyílásban, p_{sz} – nyomás a szívónyílásban



441. ábra. Vázlat a vízgyűrűs vákuumszivattyú légszállításának számításához
 r_k – a rotor külső sugara, r_b – a rotor belső sugara

ahol:

b – a rotor hossza,

z – a lapátok száma,

a – a lapátok bemerülése,

s – a lapátok vastagsága,

n – a rotor fordulatszáma.

A tényleges légszállítás:

$$V_T = V_{id} \cdot \eta_v$$

ahol η_v a volumetrikus hatásfok (0.9–0.95).

Az összesűrített levegő térfogata a nyomásonkban (izotermikus kompresszió):

$$V_{ny} = V_{id} \frac{p_{sz}}{p_{ny}}$$

Fejőberendezések vákuumszivattyúinál a nyomásviszony $(p_{ny} / p_{sz}) = 2$ értékű, a leggyakoribb átmérőviszony $x = r_b / r_k = 0,5$, a φ értéke 230–250°,

A fordulatszám:

$$n = \frac{30}{\pi \cdot r_k \cdot \lambda} \sqrt{\frac{g}{\gamma_v} (3p_v - 2p_{sz})} \quad [1/\text{min}].$$

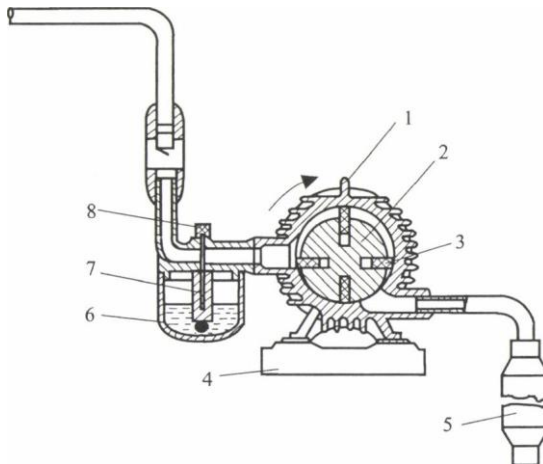
A szükséges teljesítmény:

$$P = \frac{p_{sz} \cdot V_e \cdot \ln \frac{p_v}{p_{sz}}}{\eta_{\delta}} \quad [\text{W}],$$

ahol η_{δ} az összes hatásfok (0,25–0,3).

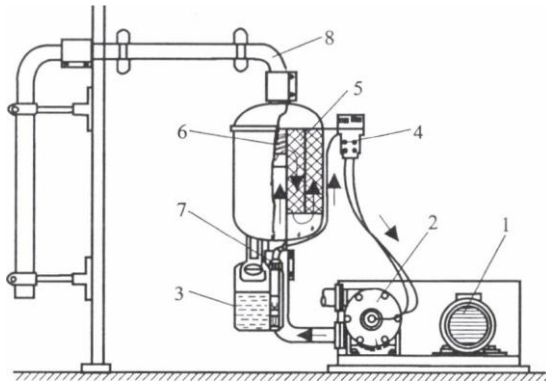
A szivattyúk kenése

A csúszólapátos szivattyúknál a leggyakoribb az injektoros kenés. 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 beszívott 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 (442. ábra)



442. ábra. Injektoros olajozó

1 – vákuumszivattyú (ház), 2 – forgórész, 3 – lapát, 4 – gépalap, 5 – kiömlőoldal, 6 – olajtartály, 7 – olajcső, 8 – szabályozócsavar a tűszeleppel



443. ábra. Olajfelfogó és visszanyerő rendszer

1 – szivattyúmotor, 2 – szivattyú, 3 – olajtároló, 4 – olajozó (cseppképző), 5 – kipufogódob (hangtompító és olajkondenzáló rácsszerkezet), 6 – hangtompító visszacsapó szelep, 7 – a kicsapódott olaj felfogása és visszavezetése az olajtárolóba, 8 – kipufogócső

A kényszerolajozású vákuumszivattyúk olajfelhasználása igen kiszámított és takarékos. A kipufogó oldalon a lecsapódott olajat célszerű felfogni (443. ábra) és szűrés után ismételten felhasználni. A kenőolaj 95–97%-a felfogható és ismét felhasználható

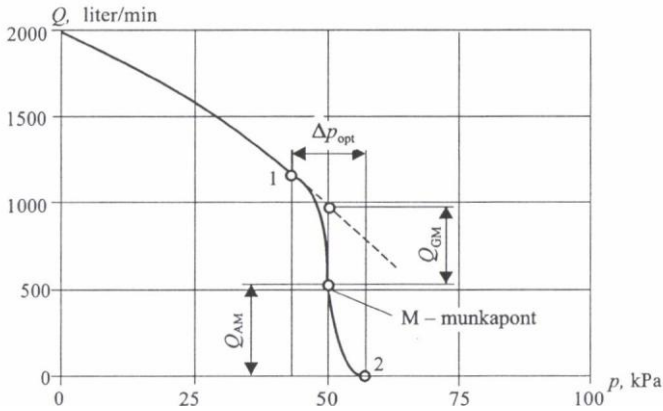
A fejesi rendszer légtechnikai összetevői

A vákuumszivattyúk által szállított légmennyiség az alábbi módon oszlik meg:

$$Q_A = Q_B + Q_C + Q_D + Q_E + \sum_{i=1}^n Q_{EKi} + \sum_{i=1}^n Q_{Fi} + Q_G,$$

ahol:

- Q_A – a vákuumszivattyú összes légszállítása (100%),
- Q_B – a vákuumvezeték résvesztései (csapok, armatúrák, egyéb szerelvények),
- Q_C – a tejlvezetékek résvesztései (csapok, armatúrák, egyéb szerelvények),
- Q_D – a tejlváltató és erősítő pulzátorának légfogyasztása (ha van),
- Q_E – tejszállító levegő,
- $\sum_{i=1}^n Q_{EKi}$ – a fejkészülékek kollektorán át beáramló levegő,
- $\sum_{i=1}^n Q_{Fi}$ – a pulzátorok légfogyasztása,
- Q_G – tartalék, más néven szabályozó levegő,
- i – a működő fejkészülékek száma.



444. ábra. A vákuumszivattyú szabályozott jelleggörbéje

Q_G – a szelepen beáramló levegő, ha a fejőegység a fejesi vákuumon a munkapontban dolgozik, Q_A – a fejőegységből beáramló levegő, ha a fejőegység a fejesi vákuumon a munkapontban dolgozik

Ezen tényezők értékei – tejvezetékes fejőberendezésnél 100 férőhelyes istállóban – általában hibátlanul üzemelő készülékeknel:

- Q_B az összes légszállítás (Q_A) 3–4%-a,
- Q_C az összes légszállítás (Q_A) 3–6%-a.

A vákuumszivattyú és a szabályozószelep mérési adataiból szerkesztett karakterisztikák alapján a szabályozási viszonyok áttekinthetők (444. ábra).

Az ábrán látható, hogy a szabályozási tartomány az 1. és a 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 metszések a fejőkészülékek – és a tömítetlenségek – levegőfogyasztásának (Q_D) és a szabályozási levegő mennyiségének összegét jelentik (Q_G), az adott üzemmódban (TÓTH, 1998).

A szabályozószelepek jellemzői

A légfogyasztásban bekövetkező változás hatását a vákuum változásának mértékére, a szabályozott görbeszakasz, illetve a szelep jelleggörbéjének meredeksége határozza meg. A meredekségnek akkorának kell lennie, hogy a fejes 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 szelepjelleggörbe átlagos meredeksége:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Q_G}{\Delta P_A} \quad [\text{liter/min/kPa}],$$

ahol:

- Q_G – a szelepen átáramló maximális légmennyiség (teljes nyitás) [liter/min],
- ΔP_A – a szabályozási intervallum (3,5 kPa).

A fejőberendezéseknél alkalmazott légüst szerepe kettős:

- a vákuumingadozás csökkentése, ill.
- a tisztítófolyadék felfogása.

A légüst térfogata megszabja az ingadozás mértékét, ami fontos a fejőkészülékek áthelyezésénél, leesésénél vagy a sajtárok leszívásának idején, amikor nagy mennyiségű levegő áramlik a rendszerbe. Az ingadozás időtartama:

$$t = \frac{60(V_1 - V_2) \ln \frac{p_1}{p_2}}{(Q_A - Q_O)} \quad [\text{s}],$$

ahol:

V_1 – a légüst térfogata [liter],

V_2 – a csőhálózat térfogata [liter],

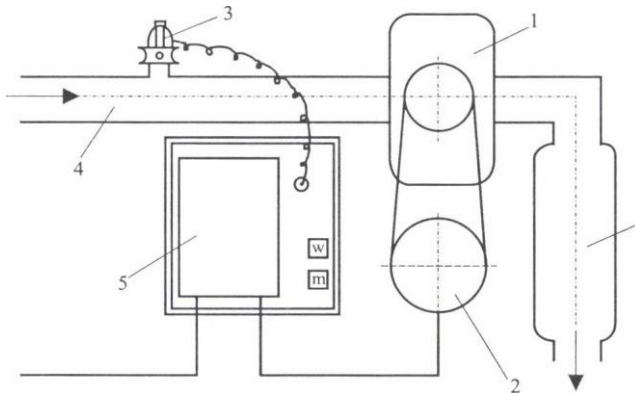
p_1 – a vákuum szabályozás tartományának felső határa [kPa],

p_2 – a vákuumszabályozás tartományának alsó határa [kPa],

Q_N – a vákuumszivattyú légszállítása névleges üzemi vákuumon [liter/min],

Q_O – a különféle részegységek összes légfogyasztása, azaz a szükséges légmennyiség [liter/min].

A vákuumszint szabályozása a meghajtómotor fordulatszámának változtatásával is megoldható, de csak forgódugattyús szivattyúkkal valósítható meg. Nagyobb a kezdeti beruházási költségük, de a beruházás a közel 50%-os energiamegtakarítással 2–3 év alatt megtérül. A Root-szivattyúk élettartama megfelelő és gondos légszűrés esetén 15–20 év (445. ábra).



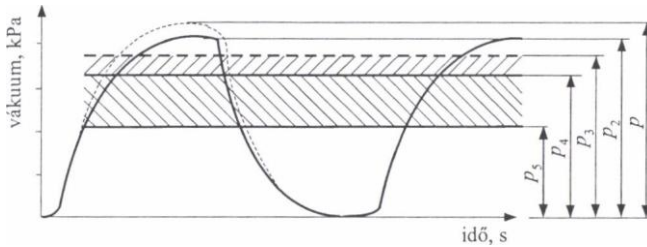
445. ábra. A vákuum szabályozása frekvenciaváltóval
1 – szivattyú, 2 – változtatható fordulatszámú villamos motor, 3 – nyomásérzékelő,
4 – vákuumvezeték, 5 – frekvenciaváltó, 6 – kipufogó

Vákuumcsökkenést okozó tényezők

A tejezetékes fejőberendezéseknél a tejet az istálló fejési helyéről a tejezelő helyiségbe csővezetékben szállítják. A tejezetékek áramlási ellenállásai – a fejőkészülékben

jelentkező vákuumcsökkenésen túl – további vákuumcsökkenést okoznak.

A fejkészülékek kialakításával, a paraméterek helyes megválasztásával és megfelelő szereléssel a veszteségek optimálisra csökkenthetők.



446. ábra. A főbb vákuumvesztések

P = vákuum a szivattyúknál, $P - P_2$ = a vákuumvezeték és szerelvényeinek ellenállási veszteségei (max. megengedett: 1–2 kPa), $P_2 - P_3$ = a tejpgyűjtő vezeték és szerelvényeinek ellenállási veszteségei (max. megengedett: 1–2 kPa), $P_3 - P_4$ = a tej felemeléséből fakadó vákuumvesztés (max. megengedett: 2–4 kPa, az alsó tejelvezetésnél: 0) $P_4 - P_5$ = a kollektor és a rajta bevezetett levegő okozta vákuumcsökkenés, hosszú tejezeték a benne lévő egyéb szerelvények ellenállási veszteségei (max. megengedett: 3–5 kPa), $P - P_4$ = maximálisan megengedett alsó tejelvezetésnél: 7,0 kPa, a hagyományos istállóban a tejezetékes gépeknél: 10–12 kPa

22. táblázat. Korrekciós tényezők a tejpgyűjtő vezetékek szerelvényeinél az egyenértékű csőhosszúságra

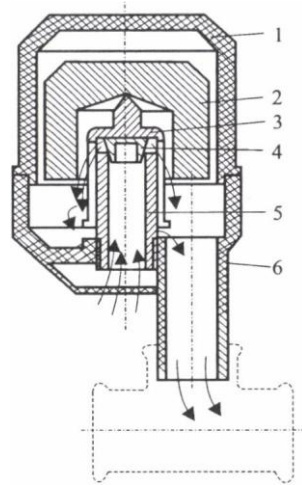
| Szerelvények | Egyenértékű csőhosszúság (m) | | |
|---|------------------------------|----------|------------------|
| | 25 mm | 30–32 mm | 40 mm |
| | belső átmérőjű méreteknél | | |
| 90°-os irányváltozás | 2–2,5 | 1,5–2 | 1–1,5 |
| 40°-os irányváltozás | 1–1,5 | 0,5–1 | 0,5 |
| Emelkedő szakasz, maximálisan 1,3 m-es szintkülönbség | 4–6 | 5–8 | nem alkalmazható |

Megjegyzés: A csővezetékben percnként áramló tejmenyiség 8–12 liter

Szabályozószelepek felépítése

A fejberendezés belső tereiben a vákuum állandó értékét a szabályozószelepek biztosítják. Ezek lehetnek:

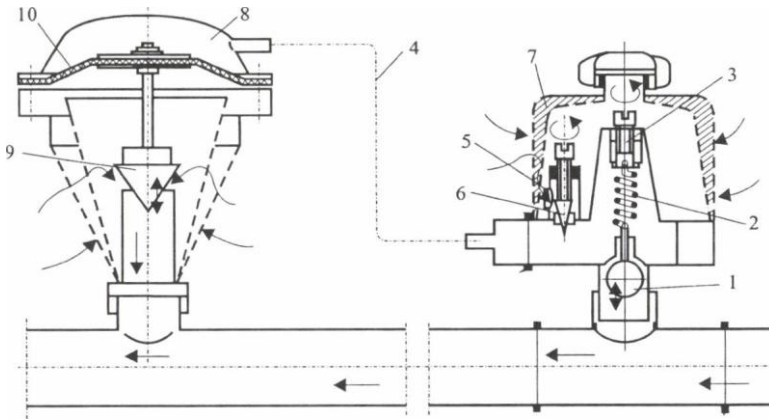
- súlyterhelésű (447. ábra),
- rugóterhelésű és
- szervorendszerű membrános vákuumszabályozó szelepek.



447. ábra. Súlyterhelésű szabályozószelep
 1 – fedél, 2 – súly, 3 – szelepvezető, 4 – szelep, 5 – szeleptülék, 6 – szelepház

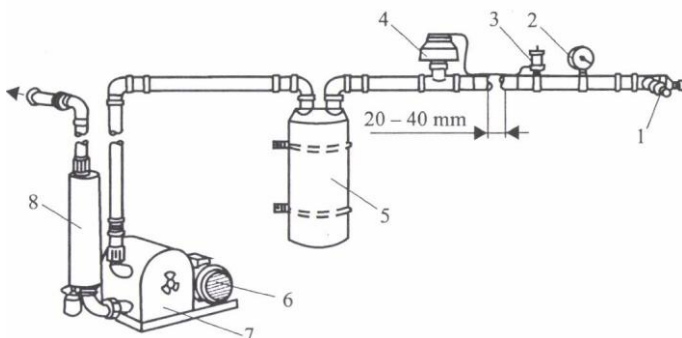
A rugóterhelésű szabályozószelepek szabályozási tartománya a rugó előfeszítésének mértékével változtatható. Erre általában az ellenanyával ellátott szabályozócsavar szolgál.

A szervorendszerű szabályozó érzékelőszelepe a nyomásváltozást a membrános szabályozószelephez közvetíti. Ez a nagyméretű kúpos zárótestet működtetve változtatja a rendszer légszállítását (448. ábra).



448. ábra. Szervorendszerű szabályozószelep

1 – vezérlőszelep, 2 – vezérlőrugó, 3 – vákuumszint állító csavar, 4 – csatlakozó vezeték, 5 – az atmoszférikus (légköri) levegő bevezetése, 6 – túszelep, 7 – levegőszűrő, 8 – vezérlőkamra, 9 – kúpos zárótest vagy szeleptest, 10 – szeleptestet működtető membrán



449. ábra. A vákuumszolgáltató gépegység és tartozékainak a beépítési sorrendje

(a szabályozószelep beépítési helye) az egyszerű kivitelű fejberendezéseknél:

1 – a különféle fogyasztók csatlakozó szerelvényei (pulzátorok, tejlévasztók stb.), 2 – vákuummérő óra, 3 – szabályozóegység érzékelője, 4 – szabályozószelep, 5 – kondenzvíz felfogó-, illetve kiegyenlítő légüst, 6 – meghajtómotor, 7 – szivattyú, 8 – kipufogó és olajfelfogó

A jobb oldali érzékelő vezérlőrugójának feszítésével és a túszeleppel 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 fejőberendezések építésének, beszerelésének, üzembe helyezésének és üzemeltetésének szabályait hazai és nemzetközi ajánlásokban foglalták össze.

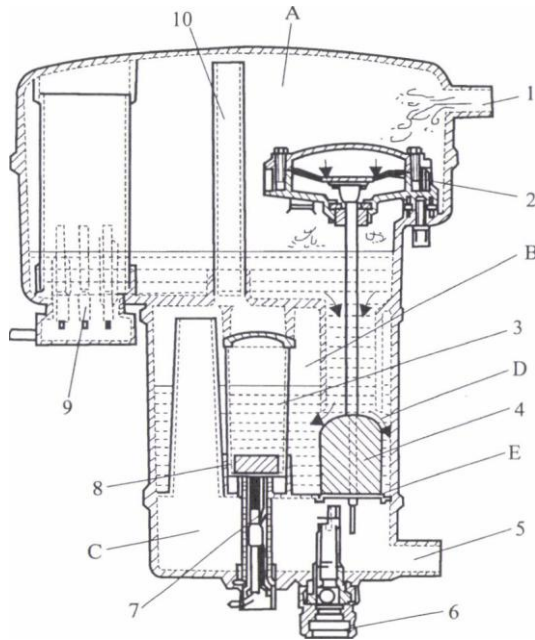
Tejlévasztók

A tejlévasztóban megy végbe a tej és a tejszállító levegő különválasztása. Kétféle tejlévasztó típust különböztetünk meg:

- zsilipes (szelepes) és a
- szivattyús.

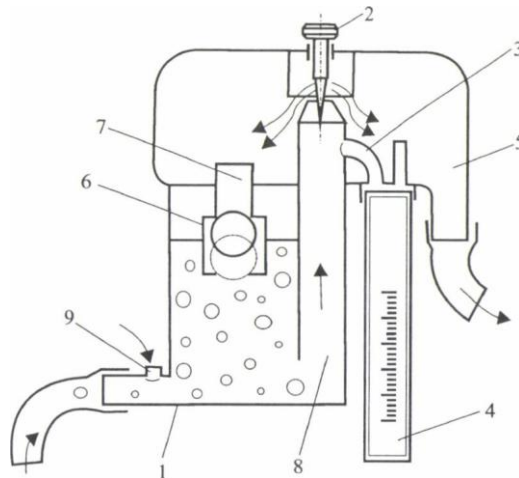
Szivattyús tejlévasztónál az edénybe beérkező tej mennyiségét villamos elektródák vagy más jelfogók (mágnes az úszóban, Reed-relé a tartó csőben stb.) érzékelik. Amikor a tej a legfelső elektródát eléri, a leválasztóedényhez csatlakozó centrifugális rendszerű tejszivattyú bekapcsol és a tejet kiszívja, majd a hűtőtároló edénybe továbbítja (450. ábra). A tej visszaáramlását a szivattyú előtt vagy mögött elhelyezkedő visszacsapó szelep akadályozza meg.

A folyadékleválasztóban rendszerint gömb alakú úszó helyezkedik el. Ha a tejlévasztó megtelik és folyadék áramlik át (akár mosás, akár fejés alatt) a folyadékleválasztókba, a beáramlott folyadék az úszót fölemeli, és mindaddig emeli, amíg a vákuumhálózat csőcsonkját el nem éri és a vákuumhálózatot le nem zárja. Így



451. ábra. Többkamrás úszós tejmérő elvi felépítése

A – felső kamra, B – mérőkamra, C – alsó kamra, D – felső szelepníylás, E – alsó szelepníylás,
 1 – tejfolyás a fejkészülékből, 2 – membrán, 3 – úszó, 4 – szelep, 5 – tej kifolyása a tejezetékbe,
 6 – mintavevő nyílás, 7 – villamos mikrokapcsoló, 8 – állandó mágnes, 9 – érintkezők, 10 – légzőcső



452. ábra. Nyomáskülönbég elvén működő tejmérő működési vázlat

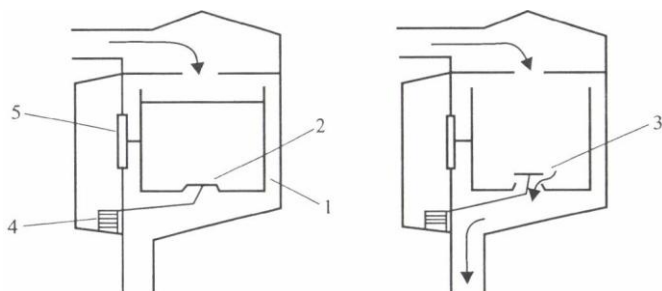
1 – fogadókamra, 2 – állítható tűszelep, 3 – furat, 4 – mérőhenger, 5 – elvezető kamra,
 6 – úszó, 7 – légzőcső, 8 – mérőcső, 9 – légbvezető furat

A nyomáskülönbség alapján működő műszert szemléltet a 452. ábra. 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 csővezeték 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.

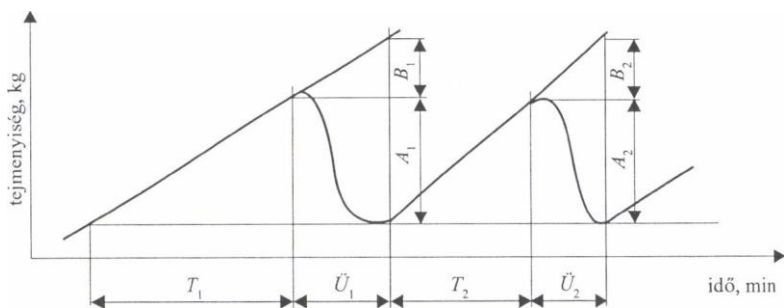
Szakaszos tömegmérés elvén működő mérőkészülék

A legpontosabb mérési eredményeket adják a tömegmérésen alapuló, nyúlásmérő érzékelővel felszerelt mérőballonos (rekorderes) rendszerek. Ezek hiányossága a nagy térfogat miatti nehézkes tisztíthatóság.

Kiseb mérőtér-fogattal szakaszos üzemet valósít meg a 453. ábra szerinti kivitelű kamrás tömegmérő (Alfa Laval).



453. ábra. Kamrás tömegmérés elvén működő tejmérő
1 – kamra, 2 – szelep, 3 – mérőkamra, 4 – szelepműködtető elektromágnes, 5 – nyúlásmérő bélyeg



454. ábra. Mérés folyamata a kamrás tömegmérővel

T_1 és T_2 – a nyúlásmérő működési ideje, \tilde{U}_1 és \tilde{U}_2 – a tej hozzáfolyási, 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 tej vezetékéből érkező tej a mérőcsészébe jut. A mérési periódusban az alsó szelep (2) zárva van. Megfelelő tömeg elérését követően a nyúlásmérő érzékelő jelet szolgáltat a

szelep mágneskapcsolójának 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 alapján, de a fejési intenzitás figyelembe véve (454. ábra).

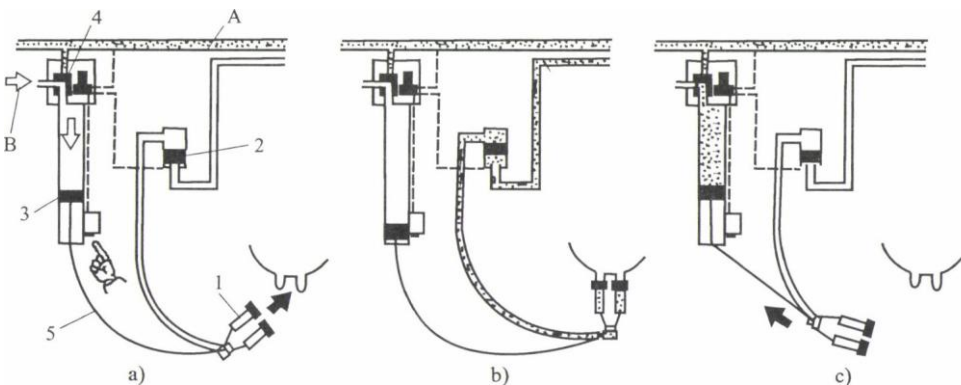
A fejéshez kapcsolódó automatizálás

A fejőtermekben a hosszan tartó vakfejést csak az automaták szüntetik meg, amelyek a csökkenő tejfolyást követően, mintegy 20–30 másodperc múlva automatikusan leveszik a fejőkészüléket a tőgyről.

A fejőkészülék-levevők előnye a vakfejés mérséklése, de a fejőházi fejésnél a készülék-levevőkkel 20–50%-kal nő a fejők teljesítménye.

A fejőkészülék-levevők részei a következők:

- tejfolyásérzékelő,
- készüléktartó kar és/vagy húzókötel,
- fejővákuum elzáró,
- vezérlőegység,
- munkahengerek, és
- mágnesszelepek.

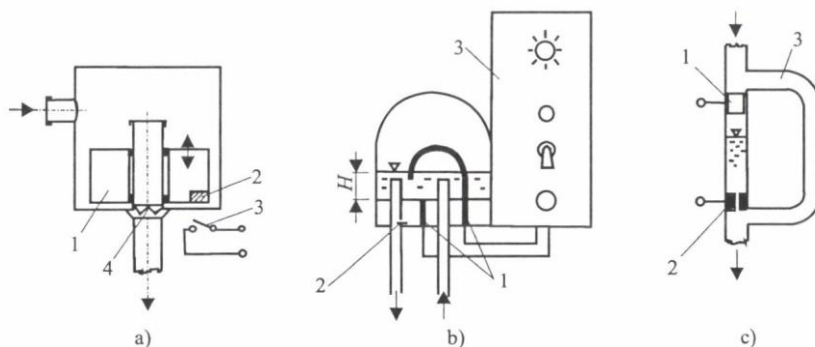


455. ábra. Húzóköteles fejőkészülék-leemelő működési fázisai

a) fejőkészülék felhelyezése, b) fejés, c) a fejőkészülék levétele,

1 – fejőkészülék, 2 – úszós tej folyás-érzékelő, 3 – pneumatikus munkahenger,

4 – villamos légszelep, 5 – húzókötel, A – vákuum, B – légköri levegő



456. ábra. A tejfolyás-érzékelők elvi felépítése

a) úszós tejfolyás-érzékelő elvi felépítése: 1 – úszó, 2 – állandó mágnes, 3 – mágneskapcsoló, 4 – 0,2–0,3 kg/min tej átérésztésére alkalmas furat, b) szintérzékelő elektródás tejfolyás-érzékelő elvi felépítése: 1 – elektródák, 2 – 0,2–0,3 kg/min tej átérésztésére 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 átérésztésére alkalmas furattal, 3 – elkerülő ág

A fejkészülék-levevőket leginkább a halszálkás, a polygon és az autótandem fejőberendezéseknél alkalmazzák.

A tejfolyás-érzékelők érzékenysége: 0,2–0,3 kg/min-os fejési sebesség (456. ábra).

A fejőberendezések tisztítása

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).

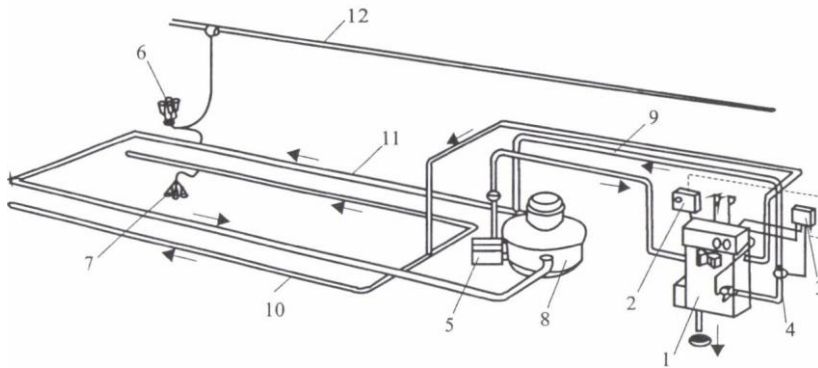
A négy tényező (idő, hőmérséklet, kémiai hatás, mechanikai hatás) egymástól is függ, de a hatékony tisztításhoz mindegyiknek érvényesülni kell.

A fő mosási szakaszban annyi tisztítófolyadék kell, amennyi a tisztítófolyadék folyamatos köráramoltatását biztosítja. Ehhez a mosóvezetéket, a tejvezetéket és a fejkészüléket fel kell tölteni folyadékkal (457. ábra).

A fejóvákuum stabilizálása érdekében egyre nagyobb átmérőjű tej vezetékeket használnak. A túlzottan nagy méret megfontolandó, hiszen az átmérő növelése együtt jár a fajlagos csőtérfogat növelésével.

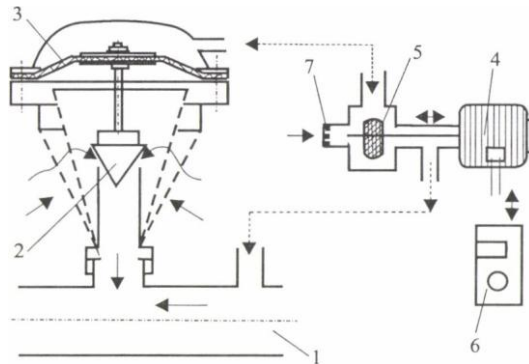
Az újabb vezérlőberendezések bizonyos „intelligenciával” is rendelkeznek. A rendszer négy tényezőt ellenőriz és igyekszik azokat a költségük és a tisztítási hatékonyság szerint optimális szinten tartani. Az intelligenciája abban áll, hogy valamely hatástényező mérsékeltebb jelenléte esetén a rendelkezésre állókat megváltoztatja, hogy a négy tényező

a lehető optimális tisztító hatást biztosítsa.



457. ábra. A fejesi rendszer tisztítása

1 – mosóautomata, 2 – vezérlő, 3 – légadagoló vezérlő, 4 – légadagoló,
5 – fordulatszám szabályozott tej- és mosószerszivattyú, 6 – fejkészülék,
7 – mosófej, 8 – tej- és mosófolyadék leválasztó, 9 – mosófolyadék és levegő,
10 – mosóvezeték, 11 – tejevezeték, 12 – pulzatorvezeték



458. ábra. Légadagoló szelep (TÓTH, 1998)

1 – mosóvezeték, 2 – szelep, 3 – membrán, 4 – mágneskerecs, 5 – szeleptányér,
6 – villamos vezérlőegység, 7 – szűrővel ellátott légbefúvató nyílás

A mosóberendezés két fő részből áll (457. ábra):

- a mikroprocesszort és az elektronikát tartalmazó fővezérlőből, valamint
- az adagoló tömlőszivattyúból.

A fejöberendezés csőrendszerének tisztogatását is a beépítést követően kell beszabályozni. Irányadó mérőszám, fejkészülékenként 4 liter/min áramlási sebesség.

A mosófolyadék mennyisége periodikus légbefúvatással csökkenthető (458. ábra). Periodikus légbefúvatással a csövekben folyadékdugók alakulnak ki, amelyek csúcssebessége eléri az 5–9 m/s értéket is. Az eljárás energiamegtakarítást és a környezetterhelés mérséklését eredményezi. A beszabályozásnál a légbefúvató 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 légbefúvatással jól „formálják” a folyadékdugót, akkor a szükséges mosófolyadék

mennyisége a tej vezeték 100%-os térfogatának megfelelő helyett csupán 50%-nyi lesz (TÓTH–BAK, 1993).

A fejőrobot

A fejőkészülék felhelyezésének robotizálása nem kis feladat. Az iparban használatos robotok működése pontosan körvonalazható. 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 időszakában is mozoghat, amelyet a felhelyezést végző robotnak érzékelni kell, és az elmozduló tőgybimbót követve kell a fejőkészüléket felhelyeznie.

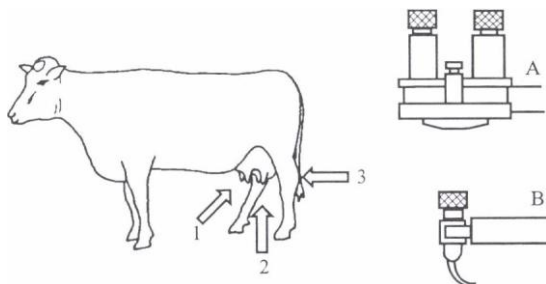
Műszaki értelemben kétféle fejőrobot alakult ki:

- az érzékelőkkel vezérelt,
- az érzékelőkkel vezérelt és az ún. tanulórobot kombináció.

Működésük alapja az elektronikus egyedi állatfelismerés. Ennek alapján a tőgybimbó elhelyezkedésének koordinátáit a központi számítógép tárolja, s azok bármikor lehívhatók. „Korlátozott mértékben” az állat testhelyzete is behatárolható. Ezzel már csupán néhány cm-es keresőtér szükséges a fejőkészüléket tartó és felhelyező karnak. E néhány centiméteres, de háromdimenziójú zónán belül az érzékelő már néhány mm-es pontossággal képes a bimbók csúcsait behatárolni, és a kar a fejőkészülék (kelyhek) felhelyezését elvégezni.

A robotokon többféle szenzort, pl. hőérzékelő diódákat, szilárdtest-érzékelőt, lézert, radart stb. alkalmaznak.

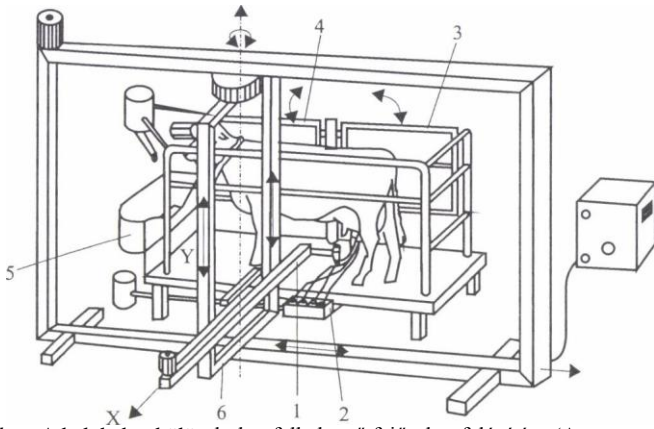
A bimbók érzékelésének módja lehet, hogy a robot infrasarkanarát bocsát ki, s a visszaverődést félvezető jelfogók érzékelik. A visszaverődési fáziseltolódás távolságmérést tesz lehetővé (z koordináta). A síkbeli helyzet (x, y koordináták) a CCD kamera segítségével határozható meg. A robot a négy fejőkelyhet egy időben vagy egymást követően helyezi fel a tőgybimbókra. A manipulálókar a központi számítógéptől megkapja a tőgybimbók „globális” koordinátáit. Ezen koordináták durva megközelítést



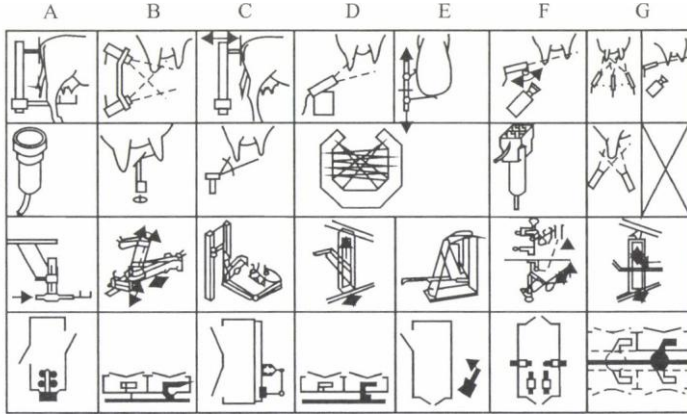
459. ábra. A fejőkészülékek felhelyezése A – egyszerre, B – a kelyheket külön-külön 1, 2, 3 – a pontos helyzet meghatározásához szükséges három koordináta

biztosítanak. Ez a helyzet a robot „emlékezőképessége” alapján jöhet létre, ami úgy alakult ki, hogy a vezérlő a fejőkészülék teljes felhelyezéséig megteendő utat már előzőleg, egy

kézi vezérlés (felrakás) paramétereit szerint rögzíti. A program ez követően már mindig az utolsó mérés koordinátáit rögzíti, s így a laktáció során a tőgy méretváltozásait folyamatosan korrigálja. Végül is a programozás e szakasza úgy megy végbe, hogy az első alkalommal a fejökészülékeket kézzel vezelve „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.



460. ábra. A kelyheket külön-külön felhelyező fejőrobot felépítése (ARTMANN, 1984)
 1 – robotkar, 2 – kehelytartó, 3, 4 – be-, illetve kijáratú ajtó, 5 – etetővályú, 6 – forgókeret



461. ábra. A fejőrobotokon használatos érzékelők (TÓTH, 1998)
 (A 1.. jelzések szerinti magyarázatot lásd a 23. táblázatban)
 23. táblázat. A 461. ábra jelzések szerinti leírása (TÓTH, 1998)

| | | A | B | C | D | E | F | G |
|---|--|---|---|---|--|--|--|--|
| | | A négy készüléket egyszerre | Két álláshelyhez egy robotkar | Álláshelyenként egy robotkar | Két-, vagy három álláshelyhez egy robotkar | Álláshelyenként egy robotkar | Egy álláshelyhez 4 robotkar | Két-, vagy több álláshelyhez 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 ultrahangos távérzékelő, vagy CCD* kamera és lézer diódák |
| 2 | A bimbók finom (pontos) közelítése, pozicionálása | Az előző helyzet megjegyzése, tanulás | Mozgó ultrahangos távolság érzékelő, bimbóként | Mozgó lézernyaláb, bimbóként | Fénydiódák a fejkelyhek felett | Fénydiódák a fejkelyhek felett | Fénydiódák a fejkelyhekben | 2 ultrahangos távérzékelő |
| 3 | A robot kiviteli 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 | Aulról, 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 boksok, ún. fejó konténer | Egyoldalás tandem | Egyoldalás tandem | Egyoldalás tandem | Egyoldalás tandem | Soros, áthajtás | Kétoldalás tandem |

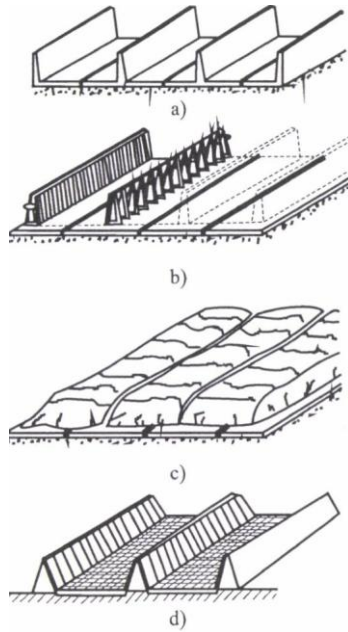
* Megjegyzés: CCD = Charge Coupled Divices (töltéskiegészítő kamera)

11.2. A takarmányok tartósítása erjesztéssel

Erjesztéssel tartósítással elsősorban összetett gyomru állatok tömegtakarmány-igényét elégítjük ki. A legnagyobb volument a silókukorica alapú szilázs (teljes növényzúzalék illetve csőzúzalék) és a szalastakarmány alapú szenázs jelenti.

A tejsavas erjedés lefolyását, illetve a tartósítás eredményességét számos tényező befolyásolja, ezek:

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



462. ábra. A leggyakrabban alkalmazott horizontális silótípusok
a) monolit vasbeton, *b)* támfalás rendszerek, fából vagy előre gyártott betonelemből,
c) halomsiló, fólia zárással, *d)* földtámfalás kivitel betonlap burkolással

Az erjesztett takarmányok készítésénél törekedni kell a levegő minél teljesebb és minél gyorsabb kiszorítására, amelyhez anyagtömörítés szükséges.

A silózás befejezése után az erjesztendő takarmány minél tökéletesebb lég- és vízmentes lezárása szükséges.

Falközi silók

A korszerű tárolók falazatát előre gyártott vasbeton elem vagy helyben készített monolit beton szerkezet alkotja (462. ábra). Az előre gyártott elemekből készülő silók „L” és „T”, valamint „A” szelvényű tartólábakkal készülnek. A legkorszerűbbek a döntött oldalfalú „A” szelvényű tartólábakkal rendelkező három oldalról zárt falközi silók. A magasságuk leginkább 2,5–5 m.

Erjesztéses takarmánytartósítás toronysilóban

A toronytárolási technológiát magasabb szintű gépesítettség, alacsonyabb tárolási

veszteség és kisebb energiárfordítás jellemzi, mint a horizontális tárolókat. Beruházási költségük azonban három-négyszeresen is meghaladja a falközi silók létesítési költségét. Az erjesztéses tartósításra készülő tornyok belső felületének simának és az erjedés során keletkező korrozív anyagokkal – elsősorban a savakkal – szemben ellenállónak kell lenni. Ez megfelelő védőréteg felvitelével, pl. tűzizománc, műanyag bevonat, védőfestés, műanyag bélés elérhető el.

A hengeres siló nyomásviszonyai

A hengeres toronysilókban – magasságuk jóval nagyobb lévén átmérőjükénél – az ömlesztett anyag belső sűrűdése és a falsűrűdés 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 izotrop, 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 silóban tárolt anyag felszínétől h mélységben levő dh elemi rétegre ható erők egyensúlyára a 463. ábra nyomán felírható:

$$A \cdot p_v + \rho \cdot g \cdot A \cdot dh = A(p_v + dp_v) + \mu \cdot K \cdot p_h \cdot dh,$$

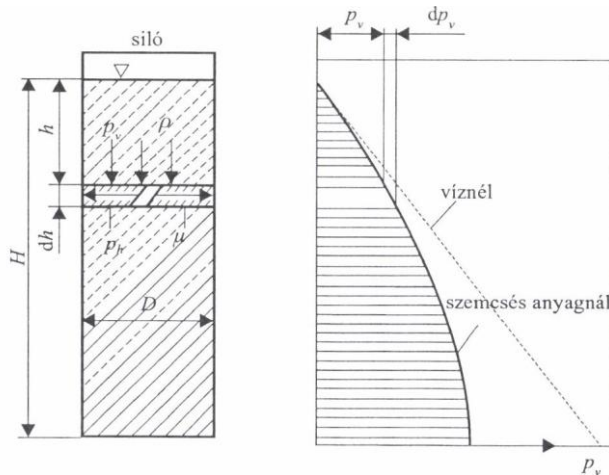
ahol:

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].



463. ábra. Nyomásviszonyok a silóban (MIKECZ, 1985)

Kiinduló és határfeltételek:

- 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 izotrop,
- a siló fala teljesen merev,
- a modellhenger végtelen hosszúságú.

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

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

$$p_h = \frac{\rho \cdot g \cdot R}{\mu} \left(1 - e^{-\frac{\mu \cdot k}{R} h} \right) \quad [\text{N/m}^2].$$

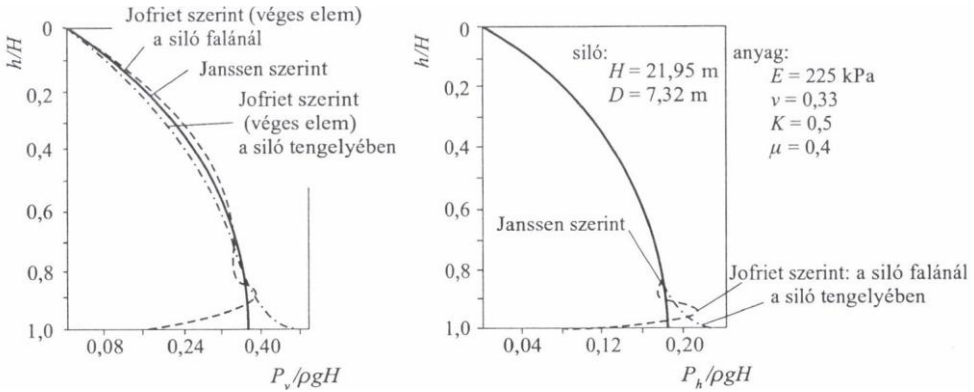
Bevezetve továbbá a $H/D = r_1$ és a $h/D = r_2$ jelöléseket, az előbbi összefüggések a következő alakra hozhatók:

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

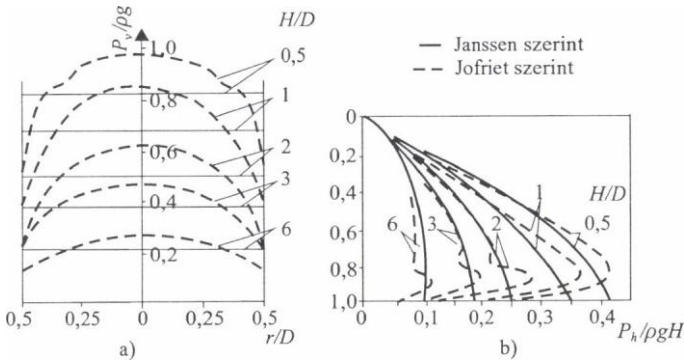
$$\frac{p_h}{\rho \cdot g \cdot H} = \frac{1 - e^{-4\mu \cdot r_1 \cdot r_2}}{4r_1 \cdot \mu}.$$

Az összefüggések statikus terheléskor, főként szemcsés halmaz esetében a gyakorlatban jól használható eredményt ad (*Janssen* szerint). **Szeckázott anyagokban az időfüggő tömörödés miatt a ρ , az erjedési folyamat következtében pedig az anyag mechanikai tulajdonságai jelentősen változnak.** Hasonló okok miatt az előzőekben felsorolt kezdeti feltételek egy része sem teljesül. Ezért a silók belsejében vagy a siló falán ébredő feszültségeket a végeselem-módszerrel, az adott körülményekre jellemző mérési eredmények alapján számítják (*Jofriet* munkája). Ábrázolás után (*464. ábra*) látható, hogy a függőleges nyomás számított értékei (végeselem) a silófenéken jelentősen eltérnek az elméleti összefüggések alapján kapottaktól: p_v a siló tengelyében jóval nagyobb, mint a fal mellett. Az eltérés függ a siló magasságának és átmérőjének arányától (*464/a ábra*). Hasonló eltérést mutatnak az oldalirányú nyomás értékei a H/D arányának függvényében (*464/b ábra*).

A formulával számított értéktől való eltérés nyilvánvalóan annak a következménye, hogy H/D kisebb értékeinél egyre kevésbé teljesül a feltételezés, hogy p_v értékei a vízszintes síkokban állandók (*465. ábra*).



464. ábra. A silóban uralkodó nyomásviszonyok
 a) vertikális, b) horizontális nyomás



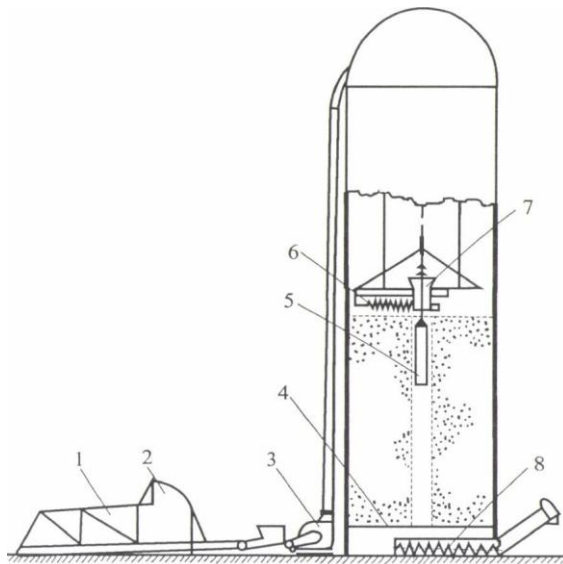
466. ábra. A silófal terhelése

A végeelem-számítások alapján kapott értékek szerint a silófalon ébredő súrlódási erőt (S) mint a tárolt (G) súlyt hordozó erő arányos részét, a H/D függvényében szemléltetjük. Látható, hogy a magas silókban tárolt szilázs-takarmány 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.

Toronsilók gépi berendezései

A toronsilók töltése – az ürítési rendszertől függetlenül – azonos módon felülről történhet. A leggyakrabban alkalmazott technológia a 467. ábrán látható. A szecskázva betakarított és beszállított takarmány fogadó-adagoló asztalra kerül. A takarmányt szállítószalag juttatja a dobóventilátorba, mely az oldalfalhoz rögzített csővezetéken keresztül a kupola felső részén át dobja a tárolóterbe. A csővezeték vége elforgatható, így a torony körkörösén tölthető. A tornyok töltését 4–5 nap alatt be kell fejezni, és azonnal meg kell oldani a légmentes lezárást, hogy megindulhasson az erjedés.

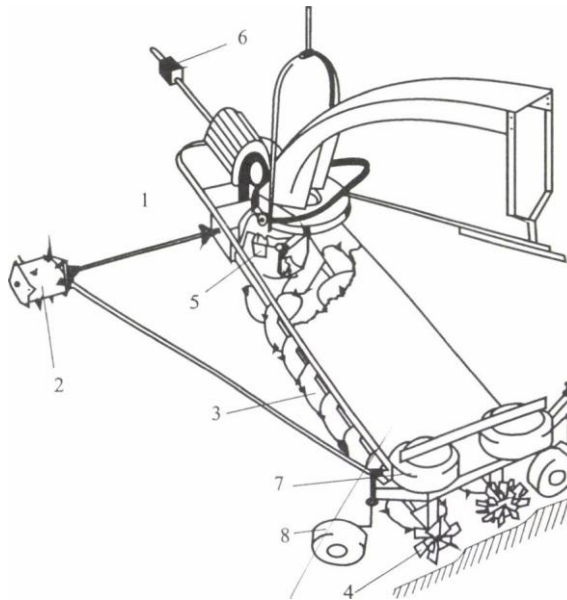
A torony feltöltésére szalagos, kaparóelemes és dobóventilátoros szállítóberendezések is alkalmazhatók. A felső kitermelővel felszerelt tornyoknál: középső ejtőaknás, oldalsó ejtőaknás és felső ürítőnyílású rendszerek ismertek. Az alsó kitermelésű silótornyoknál kivétel nélkül láncos marószervezetet használnak. A középső ejtőaknás kiviteleknel a betároláskor alakítják ki az aknát, a ~80 cm átmérőjű henger felfelé húzásával (467. ábra). Megfelelő „szilárdságú” ejtőakna csak 4–5 cm hosszú szecsckával készíthető. A csigás kitermelőberendezések fölmarják és középre az aknába továbbítják a takarmányt (a fogásmélység 2,5–3,5 cm, a teljesítmény 4,0–5,8 t/h). Az ejtőaknában aláhulló takarmányt a siló alól, az alá benyúló szállítóberendezés (szalag, csiga, kaparólánc) hozza ki. A csigás kitermelőberendezések töltés közben aktív terítőmunkát is végeznek, ezzel egyenletes tömörség érhető el a siló teljes keresztmetszetében. Toronysilókban külön tömörítésre nincs szükség a nagy halmazmagasság miatt. Betároláskor a marókésekkel felszerelt csiga forgásirányát meg kell változtatni, így a közepén elhelyezkedő fogadótölcsértől sugárirányban kifelé szállítják a dobóventilátorral feljuttatott szecsckát.



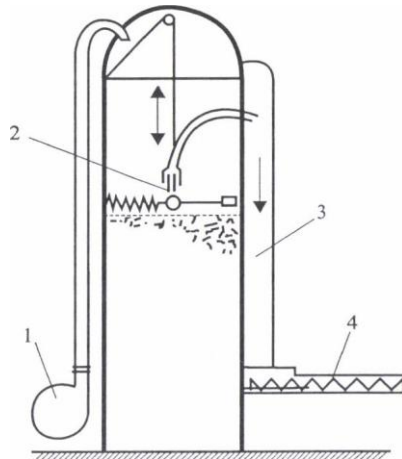
467. ábra. Középső ejtőaknás toronysiló

1 – fogadógarat, 2 – tépő- és adagolószervezet, 3 – dobóventilátor, 4 – fenéklemez, 5 – aknahúzó dugó, 6 – rendező- és kitermelőberendezés, 7 – kitárológarat, 8 – kihordócsiga vagy –szalag

Az oldalsó ejtőcsatornás rendszerű tornyoknál a paláston – egymás fölött légmentesen zárható ajtókkal ellátott – kidobónyílásokat képeznek ki. A szilázs felső részén körbejáró két csigás maróberendezés középre, a dobóventilátorhoz szállítja a takarmányt (468. ábra). A körforgást támasztó- és továbbítóhenger biztosítja. A marószervezettel együtt körforgó dobóventilátor a felmárt takarmányt a kidobónyílásokba továbbítja. A kidobott takarmány az oldalsó ejtőaknában aláhullva jut a szállítószervezetre (469. ábra). Kitermelés során, a szint süllyedésének megfelelően szükséges a soron következő kidobónyílás ajtajának leszerelésére és a kihordócsiga áthelyezésére.



468. ábra. Csigas, dobóventilátoros kitermelőberendezés oldalsó ejtőaknás siló esetén
 1 – vázszerkezet és meghajtóberendezés, 2 – támkerék, 3 – középre hordó csigák, 4 – forgatóegység (csillagkerekek), 5 – dobóventilátor, 6 – állítható ellensúly, 7 – támkerék, 8 – határolókerék a fogásmélység beállításához



469. ábra. Oldalsó ejtőaknás toronysiló
 1 – dobóventilátor a betermelésnél, 2 – dobóventilátoros kitermelő, 3 – ejtőakna, 4 – továbbító csiga

11.3. A takarmányozási munkák gépei

A takarmányozás műveleteinek megbízható és minőségileg is kifogástalan elvégzése – valamennyi állatfajnál – a termelés költségeit döntően meghatározza.

A takarmányozás három alapvető műveletből áll. Ezek:

- kitermelés a tárolótérből,
- szállítás,
- elosztás (kiosztás) az istállókban vagy etetőhelyen.

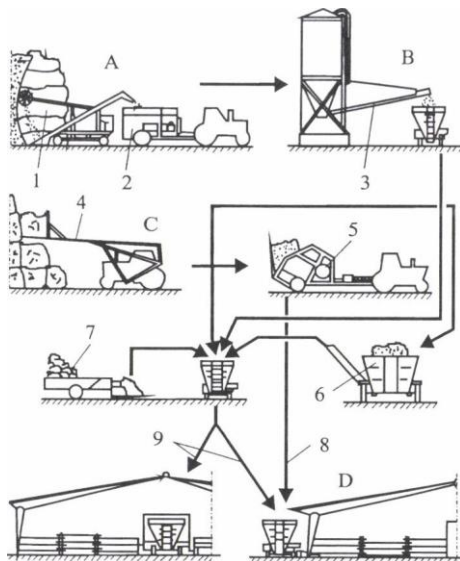
A szállítóberendezések elrendezése és működése szerint a takarmányozástechnológia lehet:

- stabil (beépített gépek),
- mobil (az etetés technológiai rendszerét tekintve a kettő kombinációja is előfordul).

Szarvasmarhák etetése

A mobil technológia fő műveleteit, alapvető gépeit és a műveletek helyszíneit a 470. ábra szemlélteti.

A mobil gépekre alapozott technológiában a szállító- és kiosztójármű (2) – rendszerint keverő kiosztó kocsi – először a silótároló (A) teret keresi fel, ahol a silómaró rakodó (1) feltölti. Ez követően a koncentrálttakarmány-tárolónál (B) betöltik a megfelelő mennyiségű abrakot. A szénatárolón (C) – kazalból vagy pajtában – a traktoros



470. ábra. A mobil gépekre alapozott technológia fő műveletei,

alapvető gépei és a műveletek helyszínei (PATKÓS-TÓTH, 1978): A – silótároló, 1 – silómaró rakodó, 2 – szállító- és kiosztójármű, 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

homlokrakodó a bálát közvetlen a kocsiba rakja, vagy először bálaőrlőbe (7 és 8). A kiosztókocsi ezt követően, a keverőegységét közben működtetve az istállókhoz (D) hajt és megtörténik a takarmány kiosztása a jászlakba vagy az etetőasztalra. A széna kiosztása külön is történhet speciális bálabontó-aprító és kiosztó berendezéssel (5).

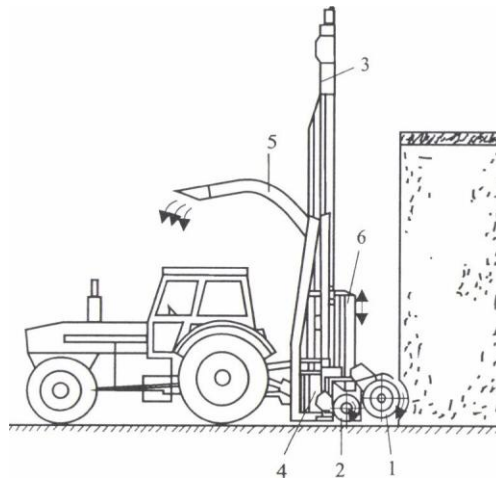
A szilázs kitermelése

A horizontális silókból a szilázs kitermelése külön erre a célra kialakított speciális gépekkel végezhető. A mobil takarmánykiosztó berendezések egyes típusait ellátták a horizontális silókból a szilázs kitermelésére alkalmas munkaeszközzel is (maródob, blokkvágó, vágólap).

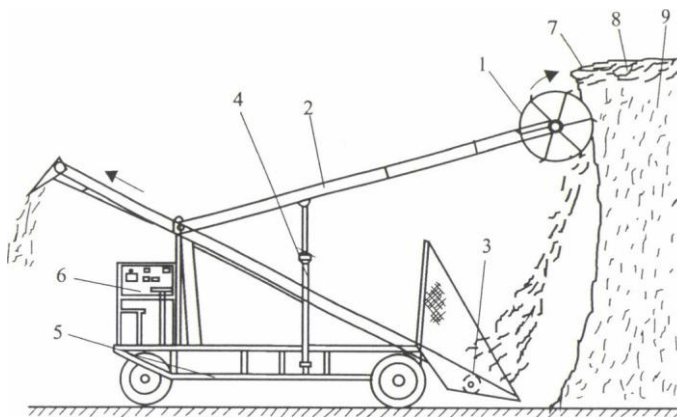
A marószerkezet általában dobos kialakítású, de ismertek csigás és láncos kivitelek is. A forgó szerkezeteken tépőfogak vagy marókécek találhatók.

Az egyenes síkot maró gépeknél a dobos vagy csigás marószerkezet függőleges keretszerkezeten mozdul el (471. ábra) vagy többsuklós mechanizmus vezeti munka közben függőleges irányban, esetleg egy megadott szögben. A lemart takarmányt általában jobb- és balmenet emelkedésű csiga gyűjti össze és tereli a raktérbe juttató szállítóeszközhöz, amely dobóventilátor, szállítószalag, esetleg szállítócsiga lehet. A silómaró-rakodók vontatott, függesztett és magajáró kialakításúak (471., 472. ábra).

Maximális működési magasságuk 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 gépek teljesítőképessége 8–20 t/h.



471. ábra. Függesztett silómaró-rakodó szerkezeti kialakítása 1 – maródob, 2 – gyűjtőcsiga és -tálca, 3 – gémm, 4 – dobóventilátor, 5 – szállítócső, 6 – hidraulikus munkahenger



472. ábra. A villamos hajtású silómaró elvi felépítése
 1 – maródob, 2 – gém, 3 – gyűjtőcsiga és -tálca, 3 – gém, 4 – hidraulikus munkahenger,
 5 – alváz, 6 – vezérlő és villamos biztonsági egységek,
 7 – takarófólia, 8 – szalma, 9 – szilázs

Mobil takarmánykiosztó berendezések (szarvasmarha- és juhtartás)

A takarmánykiosztók általában speciális járművek, amelyek legismertebb változatai az önürítő kiosztó, illetve az önürítő keverő-kiosztó kocsik.

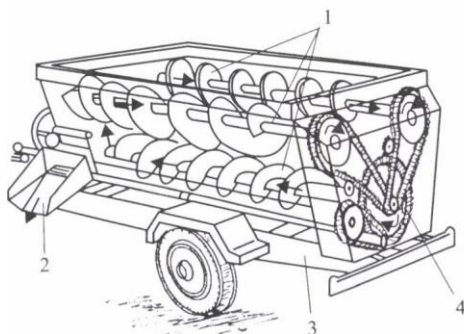
A kérődzők takarmánya általában több komponensből áll, amelyeket elkeverve, azonos összetételben kell kiosztani.

A szilázsfeleségek, az abraktakarmányok összekeverésére és kiosztására kiválóan alkalmazhatók a keverő-kiosztó kocsik. A kocsiba épített mérlegelőberendezés segítségével már a rakodás idején pontosan az előírt arányban állítható össze a kívánt keverék. A kocsi keverőterében a tároló és az istálló közötti szállítás közben (három-öt perc alatt) a csigák a kívánt homogenitású keveréket készítenek.

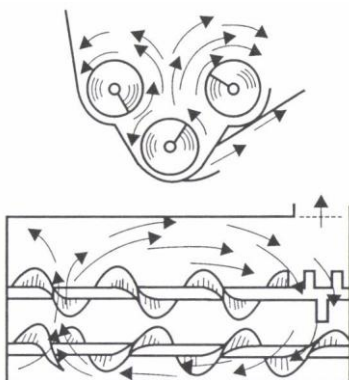
A 473. ábrán a keverő-kiosztó kocsik legelterjedtebb megoldásának csigaelrendezése és a keverő szerkezeti felépítése látható. A keverőcsigákat a hajtóművön keresztül a traktor teljesítmény leadó tengelye működteti. A keverés után a már homogén anyag az adagolónyíláson át szabályozható mennyiségben a jászolba juttatható.

A keverő-kiosztó kocsik kocsiszekrénye három vagy négy ponton elektrozometrikus cellákon 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 (védelmet nyújtó szekrényben lévő) LC vagy LED-diódás displayről ellenőrizhetők. Ezen túl hang- és fényjelzés is figyelmezteti a gépkezelőt, hogy a beállított érték bemérése vagy kiadagolása megtörtént. A berendezések keverő- és szállítószervezetei is nagy változatosságot

mutatnak. A leggyakoribbak a háromcsigás kivitelek (474. ábra). A felső egymás melletti csigák egymással szemben forognak és a szállítási irányuk is eltérő. Az alsó csiga a kihordógarat irányába forog és a szállítási iránya is azzal megegyező. A kiadagológarat előtt kidobópálcák vannak, amelyek a nyílásba kényszerítik az anyagot. Ezen a csigán az utolsó menet ellentétes emelkedésű a csapágyat terhelő axiális erő csökkentése céljából.



473. ábra. A keverő-kiosztó kocsi legelterjedtebb megoldásának szerkezeti felépítése
1 – keverőcsigák, 2 – szabályozható keresztmetszetű kiadagolónyílás, 3 – alváz, 4 – a csigák hajtása



474. ábra. A keverőcsigák munkája

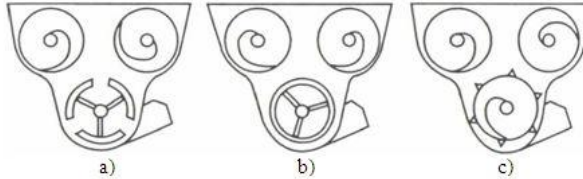
Néhány típus alsó keverőtengelyén speciális profilú lapátok vannak vagy szalagcsiga homogénizálja a takarmányt (475. ábra). Az alsó keverőcsigán a csigalevél külső alkotója mentén elhelyezett különféle profilú kések a berakott szálal anyagok továbbaprítására szolgálnak (475/c ábra). A metszésnél az ellenpenge szerepét a kocsiszekrény oldalfalára erősített hosszanti sima vagy recézett borda látja el (476. 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. A kések egymás részére tömörítik az anyagot.

A vágás, ill. aprítás pengéparjai:

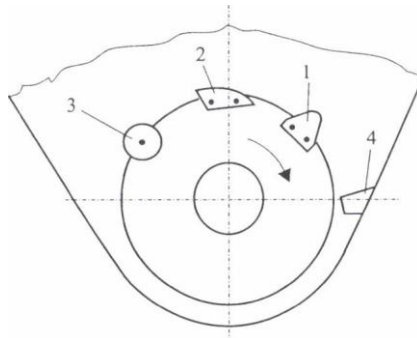
- csigalevélen lévő kések (mozgópengék) és a kocsi házának falán lévő bordák (állópengék),
- az egymással szembeforgó – ellentétes szállítási irányú és/vagy eltérő kerületi

sebességű – csigaleveleken lévő kések (mozgópengék).

Az aprítási folyamatban a vágás és a metszés együttesen jelentkezik. A takarmányszálakat leginkább metszi a csigalevéltre 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 kiviteleknel a hengeres nagybálák egészen a kocsiszekrénybe rakhatók. **Így a bálák felaprítása és a keverés más anyagokkal együtt egy menetben megtörténik.**



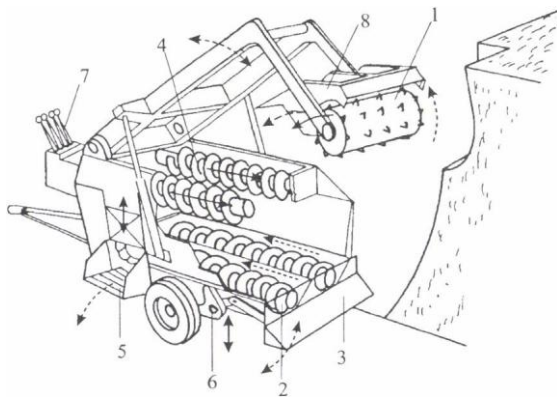
475. ábra. A leggyakrabban alkalmazott csiga kivitelek
a) lapátprofil (csigavonalban), b) szalagcsiga, c) késes zárt csiga



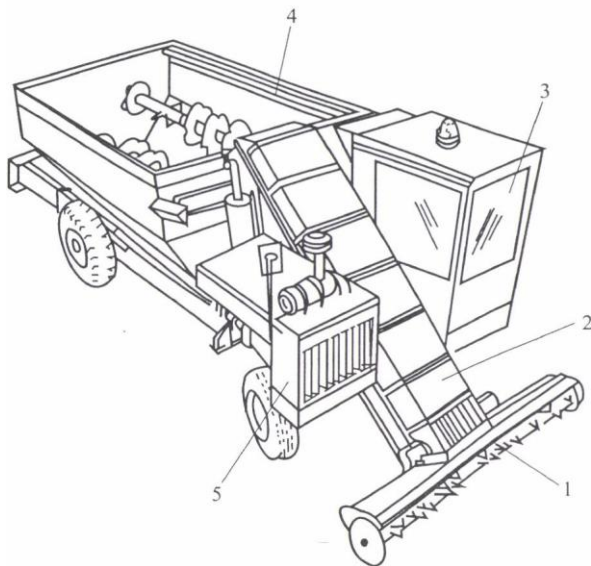
476. ábra. A leggyakrabban alkalmazott késprofilok
1 – a hagyományos alternáló fűkasza mozgópengéje, 2 – íves (spirális) profil,
3 – körkés, 4 – ellenpenge

A tejtermelő tehenészetekben szívesen használják az önrakódós keverő-kiosztó berendezéseket. A rakódóegység lehet merev vágólap is, de a leggyakrabban a vágókésekkel ellátott maródobok. A dobok kialakításától és a vágás sebességétől (fordulatszámától és dobátmérőitől) függ, hogy az egyes szerkezetek milyen anyagfélések rakodására, marására és aprítására alkalmasak. A nagy területi sebességű dobok – rendszerint hidromotorral hajtott kivitelek – spirális késekkel felszerelve kiválóan alkalmasak a bálázott vagy a kazalban tárolt szalma és széna rakodására is (477. ábra).

A kifejezetten nagy telepeken alkalmazzák e kocsik önjáró változatait is 8–10 m³-es raktérrel, leginkább 4 csigás kivitelben (478. ábra).



477. ábra. Négycsigás – vontatott – keverő-kiosztó kocsival egybeépített silómaró szénázs- és szilázs-félék kitermeléséhez 1 – késes maródob, 2 – alsó behordócsigák, 3 – fogadó asztalnál is használható zárólap, 4 – felső keverőcsigák (külön-külön hidromotorral hajtva) 5 – oldalsó kihordólánc és állítható súber, 6 – kocsiszekrény magasságállító mechanizmusa, 7 – a hidraulikus rendszer működtetőkarjai, 8 – állítható terelőlemez



478. ábra. Magajáró keverő-kiosztó kocsival egybeépített silómaró 1 – maródob, 2 – gép, 3 – vezetőfülke, 4 – kocsiszekrény, 5 – hajtómotor

Sertések etetése

A sertéstartás ún. abraktakarmány-igényes ágazat, amelyre a gabona alapanyagú abraktakarmányok felhasználása jellemző.

Etethetjük:

- szárazon,
- nedvesítve vagy
- vízzel keverve, folyékony takarmány gyanánt.

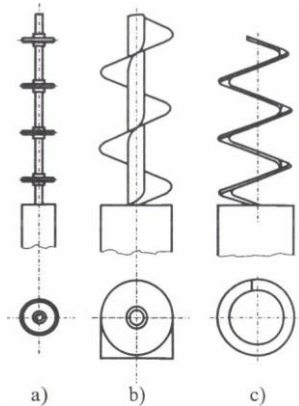
Stabil takarmányszállítók

A dercés vagy pelletált takarmányok szállítására és kiosztására használatos szállítóelemek **a csigák és a láncok, illetve ezek különféle speciális változatai** (479 ábra).

A leggyakoribbak:

- a leveles és a rugós szállítócsigák,
- kaparókorongos szállítók (zárt csőben a lánctagokhoz vagy acél-, ill. sodronykötélhez rögzített kör keresztmetszetű kaparóelemek),
- kaparóláncok (nyitott, U alakú csatornában vezetett speciális szállítóelemes láncok).

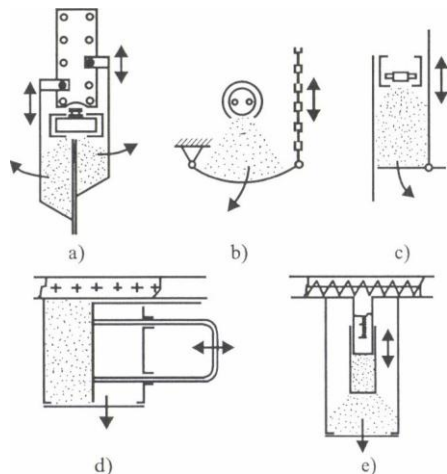
E szállítóegységek maximális beépítési hossza általában: 80–100 m, a csigák fordulatszáma 200–300 1/min, a kaparóelemek haladási sebessége 0,1–0,2 m/s, a szükséges hajtóteljesítmény 0,75–1,5 kW, a szállítóteljesítmény 1,0–2,0 t/h.



479. ábra. A leggyakoribb szállítóelemek
a) korongos lánc vagy kötél, b) leveles csiga, c) rágós csiga

Takarmányok kiadagolása

Az ömlesztett dara vagy pelletált tápok térfogat vagy tömeg szerinti adagolóval oszthatók ki. A tömeg szerint adagolók (480. ábra) nagyobb adagolási pontosságot, tesznek lehetővé, de a kivitelezésük drágább, és a karbantartással szembeni igényük is fokozottabb.



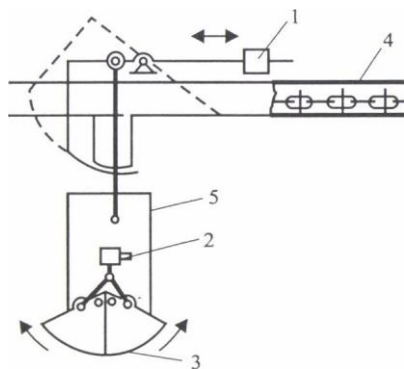
480. ábra. Adagolók

- a) kaparólánccs billenődobozos (Jabelmann) térfogati adagoló,
- b) csigás íves billenőlemez (Renner) térfogati adagoló,
- c) kaparólánccs billenőlemez (Big Dutchman) térfogati adagoló,
- d) kötélszalagossal tolólemez (Bauer) térfogati adagoló,
- e) csigás tolócsőves (teleszkópos, Funki) térfogati adagoló

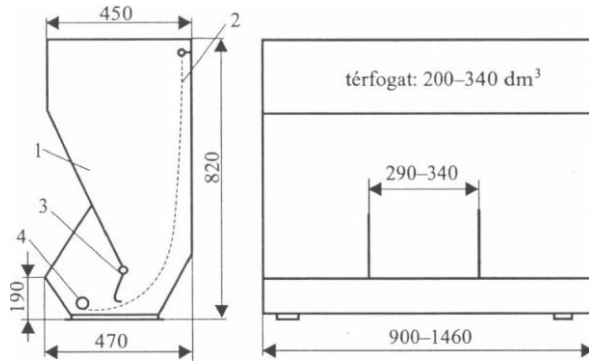
A térfogat szerinti adagolók (480. ábra) a beépített szállítóeszközökhöz csatlakoztathatók. A gyakorlati adagolási pontossági igényeket általában kielégítik. A szállítóberendezéshez szervesen kapcsolódó mérőtartályok térfogata az adagolási igény szerint változtatható, manuálisan vagy géppel – programvezérelten állítható.

Az adagolóterek feltöltődése után a nyitóegységek (eltolható, elforgatható, elbillenthető zárólemezek) rendszerint egyszerre működtethetők, s így az összes adagoló azonos időpontban ürül ki. Az ürítésre használhatók a motorhajtású sodronyhuzalok, elektropneumatikus szervoberendezések stb.

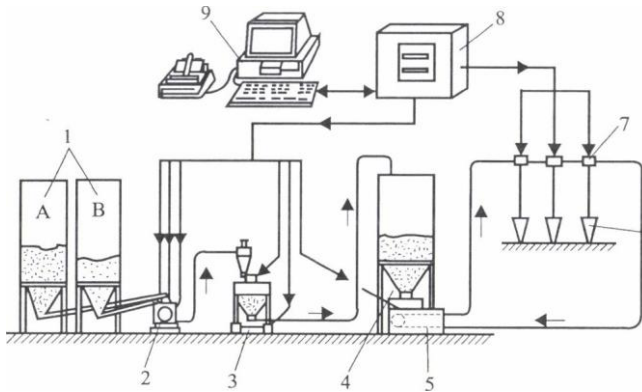
A tömeg szerinti adagolók rendszerint a tömegmérő kiegyenlítődése alapján működnek. Ha a szállítóeszköz a beállított mennyiséggel feltölti az ejtőtartályt – létrejön a tömegmérő kiegyenlítődése – működésbe lép (lezár) az íves zárólap. Ezt követően sodronyköteles húzószerkezettel valamennyi adagolót egyszerre működteti (481. ábra).



481. ábra. Tömeg szerinti adagoló
 1 – állítható kiegyenlítő tömeg, 2 – ürítőhuzal, 3 – ürítőnyílást záró lemezek, 4 – szállítócső, 5 – adagolótartály



482. ábra. Egyszerű egyoldalas önetető és a főbb méretei
 1 – tartály, 2 – boltozódásgátló lánc, 3 – nyílásállító suber, 4 – golyó



483. 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

Önetetők

A garatjaikban több napi takarmány tárolható, s ezáltal a napi takarmányozási munka egyszerűsödik. A tárolóterekben a vályúig nyúló pálcás vagy láncos boltozódásgátlók találhatóak, amelyeket az állatok evés közben mozgatnak. Helyes szerkezeti kialakításukkal a kiszórási veszteségek mérsékelhetők: az etető vályúrész, ill. csésze oldalfalának visszahajló peremezése, vagy függőleges billenő zárólap beépítése. Készülhetnek fából,

acéllemezből (újabban sav- és lúgálló), speciális műanyagból (pl. újrahasznosított) vagy eternitből.

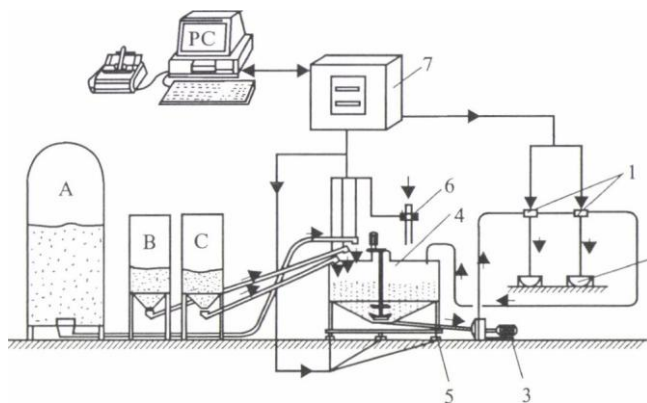
Komplex száraztakarmány-etetési rendszer

A számítógép vezérlésű száraz etetési rendszerben (483. ábra) a szemes takarmányok először a darálóba jutnak. A darálóból kerülnek a ciklonnal ellátott mérőegységre, amely a komponenseket egymás után továbbítja az $A + B$ jelű tárolótartályba. Ehhez csatlakozik az istállóig vezető csigas, szállítókorongos vagy láncos szállítóegység. Az önetetők fölötti nyílászárókat ugyancsak a vezérlő irányítja, időtartam vagy a térfogatáram alapján.

A folyékony takarmányozás

A sertéstartásban a folyékony takarmány a száraz abrak és a víz, valamint a körülményektől függően további egy- vagy többféle, pl. nedvesített, ill. nedvesen tartósított dara, szem-csutka zúzalék (CCM), sovány tej, savó, húspép keveréke stb. A szilárd és folyékony alkotók legfeljebb 1:3 arányúak lehetnek, mivel az ennél sűrűbb takarmány már a csővezetékben csak körülményesen továbbítható, ugyanis a szilárd – nem oldódó – komponensek könnyen ülepednek és dugulásokat okoznak. 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 homogénizáló keverőt. A homogénizáló lehet

- keverőszivattyú vagy
 - propelleres keverő is.
- A keverék elszállítása szivattyúval valósul meg
- körvezetéken vagy
 - szeleppel szakaszolt leágazó vezetékkel.



484. ábra. PC-vel vezérelt folyékony sertéstakarmányozási rendszer elvi felépítése
1 – az elektropneumatikus működésű adagolószelepek, 2 – ványúk,
3 – takarmányszivattyúk, 4 – keverőtartály, 5 – tenzometrikus mérőelemek,
6 – vízadagoló, 7 – vezérlőegység, A, B, C – különféle takarmányok

A kiadagolószелеpek általában kézi vagy elektronikus programkapcsolóval működő szervó kivitelek. A szervoszелеpeket törpefeszültségű elektropneumatikus munkahengerek működtetik.

A vezérlő számítógéphez csatlakoznak a takarmánytárolók, az adagolók, a keverőberendezések és az adagolószivattyúk. A keverőberendezés elektrotenzometrikus mérlegben nyugszik. A program ismeri a meghatározott életkorú és testtömegű sertéscsoportok részére bekeverendő takarmányok mennyiségét. Az adagolóvezérlő irányítja az A, B és C takarmányfélések beadagolását a keverőegységbe, és gondoskodik a megfelelő mennyiségű víz hozzáadagolásáról is. A program szerint – megfelelő keverési idő után – lép működésbe a szállítószivattyú, amely az istállóban kiépített csővezetékben cirkuláltatja az elkészített takarmányt.

A kiépített csővezeték nyomásvesztesége, ill. a kiépíthető csőhosszúság:

$$\Delta p_{v\bar{o}} = \lambda \frac{\sum l + \sum l' \frac{v^2 \rho}{2}}{d},$$

ahol:

$l' = \zeta \frac{d}{\lambda}$ – a szerelvények egyenértékű csőhosszúsága, ha a csősúrlódási tényező:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}'_n},$$

és a Reynolds-szám:

$$\text{Re}'_n = \frac{d^n \cdot v^{2-n} \rho \cdot 8}{k \left(\frac{6n+2}{n} \right)},$$

ahol:

l – a csővezeték hossza,

l' – a szerelvények egyenértékű csőhosszúsága,

d – csőátmérő,

ζ – veszteségtényező,

k – az anyag állagától függő tényező (5–95),

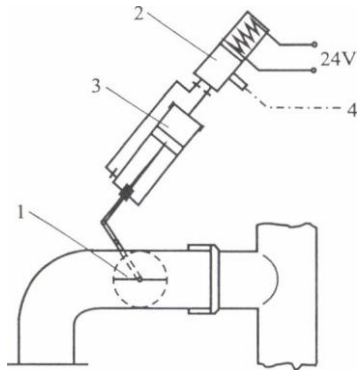
n – folyékonysági tényező (0,2–0,5),

λ – a csősúrlódási tényező,

ρ – az anyag sűrűsége (moslék szerű szuszpenziókra 1020–1090 kg/m³),

v – az anyagáram sebessége.

Az egyes tényezőkre vonatkozó adatokat lásd bővebben: SITKÉI, 1997b és MIKECZ, 1985.



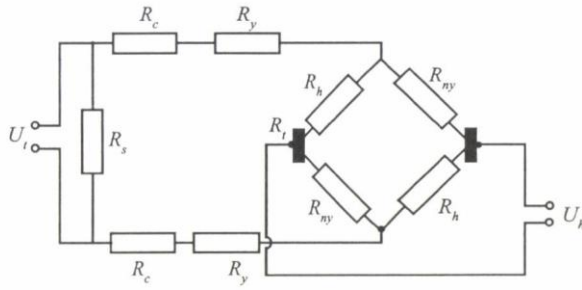
485. ábra. Elektropneumatikus működésű adagolószelep

1 – elektromágnes, 2 – vezérlő pneumatikus szelep, 3 – munkahenger, 4 – elzárószelep

A csővezetéken az igen számottevő csőellenállást jelentő leágazó szelepek a vezérlést a központi PC egységtől kapják. A szelepek a volumetrikus anyagáram és a sűrűség ismeretében működhetnek időtartam, illetve az átfolyó takarmány tömegének meghatározása alapján.

A központi processzor 20–200 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.

Ha a takarmányozást a PC-én optimalizálják, a kiadott adagok adatai visszacsatolhatók a további adagok esetlegesen módosítása céljából. Ez főként a tartály alá helyezett mérőcellák elektronikus tömegmérésével valósítható meg. Az erőmérő cellákban a terhelőerő hatására bekövetkező deformáció mérésén alapszik a tartály tömegváltozásának meghatározása. A cellákban kialakított deformálódó felületekre nyúlásmérő bélyegeket ragasztottak, 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, amelynek a kimenetén már az eredmény bináris formában jelenik meg, amelyet a PC már fogadni képes.



| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| R_{ny} = bélyeg, nyomott | R_y = Young-modulus, |
| R_h = bélyeg, húzott | hőkompenzáló, állítható |
| R_n = nullpont kiegyenlítő | R_s = sönt |
| R_c = cellatényező, állítható | U_h^j = híd feszültség |
| R_t = hőkompenzáló, állítható | U_i = tápfeszültség |

486. ábra. Hídkapcsolás a kompenzálásokkal

Baromfiak elhelyezése és takarmányozása

A baromfitartási és -nevelési módszerek közül (mind az árutermelő-, mind a tenyészállomány előállításban) két alapvető forma terjedt el:

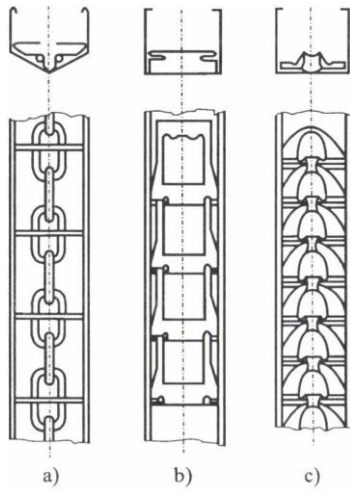
- a mélyalmos és
- a ketreces.

A mélyalmos tartásnál a gépi működésű etetőberendezések két csoportba sorolhatók:

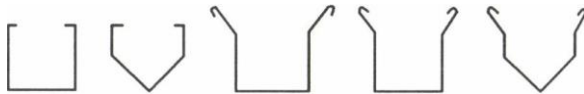
- a láncos-vályús és
- a zárt szállítócsöves kivitelek.

A **láncos-vályús etetőberendezéseknél** a takarmány szállító szerkezetek az etetővályúkban vannak elhelyezve.

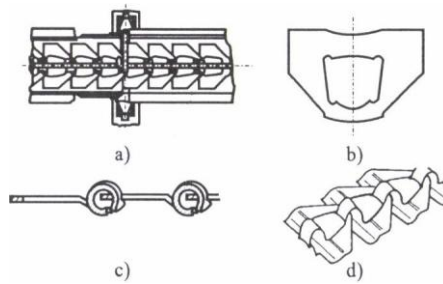
A szállítószervezet szemes- vagy sajtolt láncból készül. A 3–6 m/min sebességgel haladó lánc tömege 0,8–1,3 kg/fm. A 487. ábra a „láncos-vályús” etetőberendezés elterjedtebb szállítóelemeit mutatja (CSOMA, 1977).



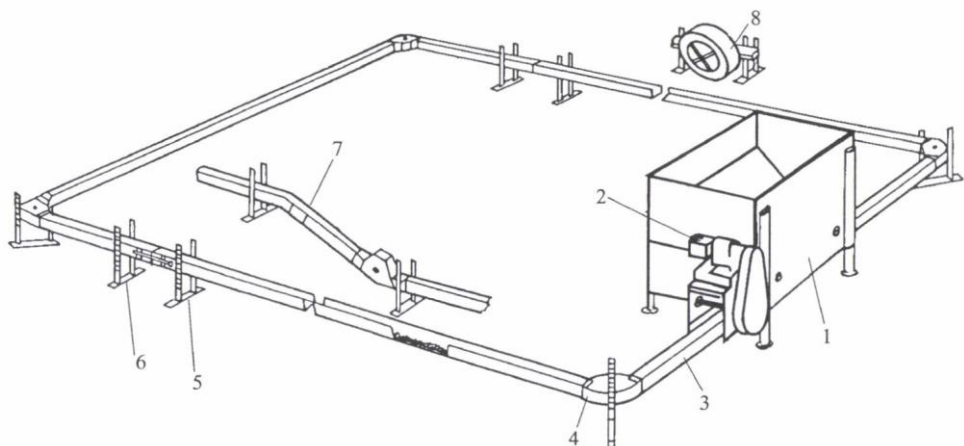
487. ábra. Etetővályúban elhelyezett szállítólánckok
a) Lohmann, b) SB, c) BD



488. ábra. Etetővályúk keresztmetszeti kialakítása



489. ábra. A sajtolt lánc szerkezeti felépítése
a) a vályúszakaszok összeillesztése, b) láncelem felülnézetben,
c) a láncelemek egymásba fűzése, d) az összeszerelt lánc



490. ábra. Vályús etetőberendezés elrendezése

1 – töltőgarat, 2 – adagoló a hajtómotorral, 3 – vályú, 4 – fordítókorong,
5 – magasságállító, 6 – vályúelemek csatlakoztatása, 7 – szintbeni áthidaláshoz láncterelő

Az etetővályú acéllemezből készül, horganyzott kivitelben. A vályútagok lábakkal ellátott patent elemekkel csatlakoznak egymáshoz. Az etetővályú magassága állítható. Az acéllemezből sajtolt takarmányszállító lánc az etetővályúban haladva a fenékrészt egyenletes rétegvastagságban feltölti. A láncok már a sajtolásukkor egymásba kapcsolják (488., 489. ábrák).

Az etetőberendezés sarkain terelőkerék vezetnek a takarmányszállító láncot. A fordulóban a lánc mindkét oldalon vezetőperem alatt halad. A sarokterelők patent elemekkel csatlakoznak az etetővályúhoz.

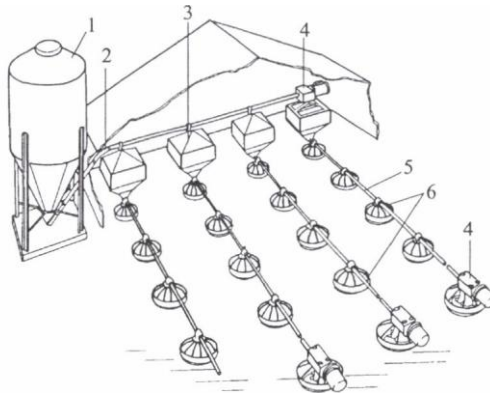
A zártcsöves köretetős etetőberendezéseknél a takarmányszállító elem zárt csőben halad, s a beszállított takarmány vagy az ejtőcsöveken keresztül, vagy közvetlenül a szállító csőre „felfűzött” etetőbe kerül.

A takarmányszállítók lehetnek:

- korongos szemeslánc,
- korongos sodronykötél,
- leveles vagy rugós csigák (lásd sertés- etetőknél).

A köretetők úrtartalma 8–15 liter, az átmérőjük kb. 40 cm, a peremmagasságuk pedig 8–10 cm. A függesztett vagy lábakon álló köretetőknel az állatok tartózkodási szintje és az etető pereme között magasságkülönbség az állatok testméretének megfelelően állítható.

A 10–20 m³ úrtartalmú, fém vagy műanyag takarmány-előtároló tartály alsó, kúpos részéhez csatlakozik a flexibilis takarmányszállító csiga. A csiga meghajtását hajtóműves villamos motor végzi. A szállítócső hossza általában 70–90 m, a cső átmérője 60–70 mm, a szállítócsiga fordulatszáma 150–200 1/min, takarmányszállítási teljesítménye 500–700 kg/h. A szállítás teljesítmény szükséglete 0,4–0,8 kW. A takarmánykiosztó-etetőrész 3 m-es csőszakaszokból áll.



491. ábra. Többsoros rugós csigás takarmányszállító szerkezettel felszerelt 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 szállítócsőre felfűzött köretetők távolsága egymástól 0,75 m, a köretetők átmérője kb. 40, peremmagassága 8–10 cm.

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 tartály feletti elektromágneses pillangószelepet. Így a takarmány tovább halad a következő tartályba. Az utolsó tartály feltöltése után a mérlegen elhelyezett mikrokapcsoló leállítja a szállítóegység villamos motorját.

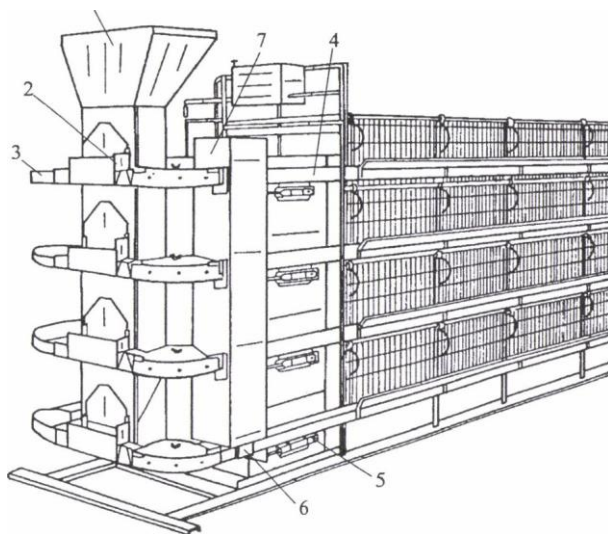
A ketreces tartás

A legjelentősebb ketrecelrendezési formák a következők:

- a lépcsős,
- a piramis formájú,
- az egyszintes, a kétszintes és a többszintes (492. ábra), valamint
- a kompakt ketrecelrendezés.

Tojóketreceknel a takarmánykiosztás kocsis vagy láncos rendszerű. A takarmánykiosztó kocsi a ketrec tetején elhelyezett síneken gördül végig, közben az etető vályúba lenyúló tartályai a vályúkat feltöltik takarmánnyal. E takarmánykiosztó kocsikat általában sodronykötéllal vontatják. A kocsi haladási sebessége általában 4–12 m/min.

A láncos rendszernél az etetővályúban haladó, az előzőekben már részletesen ismertetett végtelenített takarmányszállító lánc szállítja a takarmányt. A takarmánykiosztó berendezés előtároló tartálya és hajtóműve a ketreccsor végén van. A takarmány rétegvastagsága a tartály oldalán lévő retesszel 15–40 mm határok között tetszés szerint beállítható.



492. ábra. Négyzetes ketrec kialakítása és takarmánykiosztási rendszere
 1 – garat, 2 – adagoló, 3, 4 – fordító korongok, 5 – etetőlánc, 6 – etetőcső összekötése, 7 – hatóegységek

11.4. A takarmányok feldolgozása darálással

Célja a fajlagos felület (cm^2/g) növelése az emésztés megkönnyítése, illetve a takarmányhasznosítás javítása érdekében.

Az ipari keveréktakarmány-gyártás szemcsézettségi előírásait TOMAY (1982) foglalta össze (24. táblázat).

A táblázatból az derül ki, hogy a darafinomság függ az állatok korcsoportjától is. Csibe, malac, bárány finomabb darát igényel.

24. táblázat. Magyar szemcseeloszlási követelmények

| Táp megnevezése | Próbaszita szövet | | Átesés | Legnagyobb szemcseméret x_{max} (mm) | |
|---|-------------------|--------------|------------|---|--------------|
| | száma | nyílása (mm) | $D(x)$ (%) | | |
| Baromfiindító, malac-, illetve báránytáp | 16 | 1,4 | >96 | 1,8 | $R(1,8) = 0$ |
| Baromfi-nevelő-, tojó-, süldő-, sertéshizláló és marhatáp | 14 | 1,6 | >96 | 2,0 | $R(2) = 0$ |
| Lótáp | 12 | 2,0 | >96 | 2,5 | $R(2,5) = 0$ |

Ezek után már csak a darafinomság kategóriák értelmezését kell rögzítenünk, ami a szakirodalomban meglehetősen önkényes. RADA (1955) nyomán az alábbi szemcsehatárokat lehet megjelölni:

- por: 0,01–0,1 mm (10–100 μm),
- liszt: 0,1–0,3 mm (100–300 μm),
- finom dara: 0,3–1,0 mm (300–1000 μm),
- közepesen finom dara: 1,0–2,0 mm,
- durva dara: > 2,0 mm.

Megjegyzendő azonban, hogy az aprítás valószínűségi folyamat s a gyakorlatban adott daraminta szemcséinek méretei $x_{\min} < x < x_{\max}$ tartományban helyezkednek el és csonkított lognormális eloszlást követnek (BÖLÖNI, 1989). A szemcseeloszlás legfontosabb, a darafinomságot jellemző statisztikái:

- az átlagszemcseméret: \bar{x}_d [mm],
- az eloszlás szórása: s [mm],
- a variációs együttható: $k = \frac{s}{\bar{x}_d}$ és
- az átlagos fajlagosfelület: \bar{a}_d [cm^2/g].

A darológépek szerkezeti felépítése, főbb szerkezeti egységei

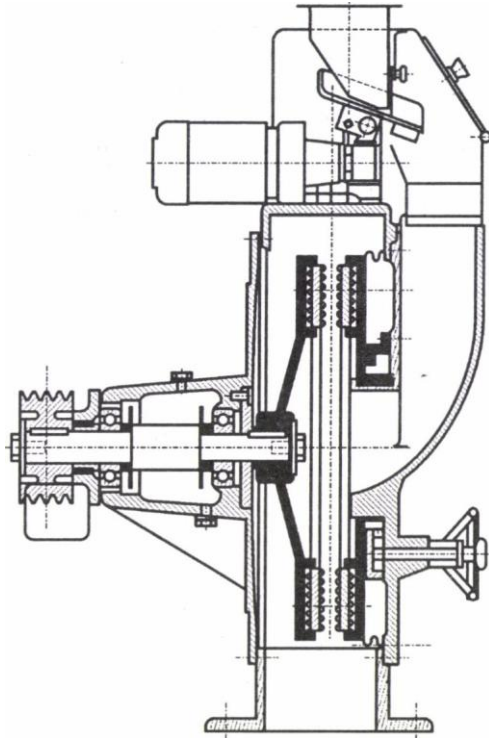
Hengeres szemroppantó daráló

A takarmányfeldolgozási gyakorlatban elterjedt hengeres darálók – más néven szemestermény-roppantó berendezések – a malomipari hengerszékekből (RADA, 1955) leegyszerűsített szerkezettel alakultak ki. Egymással szemben forgó, rovátkolt hengereket, amelyek között nyomással kombinált nyírás révén jön létre az aprítás. A hengerek közötti légrést azok csapágyházainak excenteres állításával (0,2–4,5 mm között) lehet szabályozni. A hajtás villanymotorral, ékszíj- illetve fogaskerék-áttételen keresztül történik. A zúzalék szemcsemérete és tömegaráma a légrés nagyságától függ. A roppantás – gyakorlati tapasztalatok szerint – lisztfrakcióban szegény, durva darát ad, amely különösen borjak takarmányozására alkalmas.

Tárcsás daráló

A tárcsás daráló vázlatos szerkezeti elrendezése a 493. ábrán, míg a különféle tárcsarovátkolások a 494. ábrán láthatók. Itt az aprítás a bal oldali álló, illetve a jobb oldali forgótárcsák között megy végbe. A dara finomságának szabályozása ez esetben a tárcsák közötti hézag nagyságának a változtatásával történik, amely egyidejűleg a tömegáramot is módosítja. Ha a légrés nő, a darafinomság csökken, illetve a tömegáram fokozódik és fordítva.

Mind a hengeres, mind a tárcsás daráló csak szemes termények aprítására használható, ezért alkalmazási területük korlátozott.

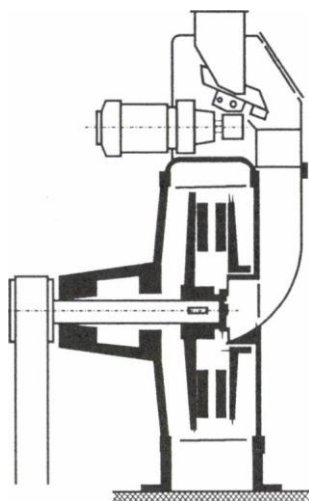


493. ábra. Tárcsás daráló keresztmetszete

Csapos daráló

A csapos daráló szerkezete annyiban hasonlít az előző, tárcsás darálóéra, hogy az aprítás itt is egy „oldalt fogazott”, vízszintes tengely körül forgó rotor és egy szintén „oldalt fogazott” álló ellentárcsa között történik (495. ábra).

A tárcsákból kiálló vízszintes fogak (csapok) koncentrikus körökön helyezkednek el. A dara finomsága a fogak közötti rés nagyságától és a fordulatszámától függ. Lehetséges olyan szerkezeti kialakítás, amelynél mindkét tárcsa – egymással szemben – forog. Ily módon a kívánt relatív ütközési sebesség kisebb fordulatszámmal is elérhető. Más iparágakban az ilyen aprítóberendezést desintegrátornak hívják. Az egyes fogak kerületi sebessége a sugártól is függ. A csapos darálók durva aprításra használatosak. A csapok kör keresztmetszete az ütközés eredményessége szempontjából előnytelen.



495. ábra. Oldalcsapos daráló keresztmetszete

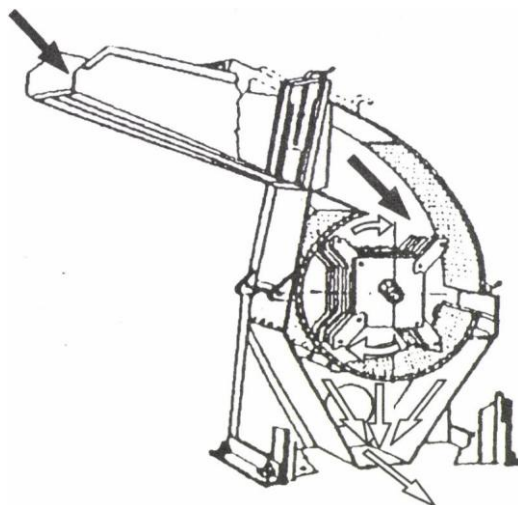
Kalapácsos daráló

A kalapácsos daráló a takarmányfeldolgozás, takarmánygyártás legfontosabb, univerzális eszköze, mely szemes terményt illetve száraz, szálatakarmányt (pl. lucernát, szénát) is képes aprítani. Ezért széles körű elterjedtségnek örvend.

Példaként bemutatjuk a D-24 kalapácsos daráló metszeti ábráját (496. ábra), amelyen a gép működési elve jól megfigyelhető.

A termény a garatból gravitációs úton érkezik az aprítótérbe, majd a 84 m/s kerületi sebességgel mozgó kalapácshegyeknek, illetve a rostának ütközik és néhány másodperc alatt felaprózódik. A kész dara a rotort körülvevő rosta lyukazatán át – jelen esetben pneumatikus elszívással – távozik. Itt jegyezzük meg, hogy az aprítási idő ma már ténylegesen mérhető (BÖLÖNI, 1973). Mint látható a téglatest alakú kalapácsok a rotor vagy a dob kerületén csapokra vannak elfordulhatóan függesztve (lengő kalapács), annak érdekében, hogy akadályba ütközés (kő- vagy fémdarabok) esetén ki tudjanak térni. A dara finomságának szabályozása rostacserével végezhető, melyek lyukátmérője általában 2–12 mm között változik.

A kalapácsos darálók geometriai mérete és hajtóteljesítmény-igénye széles határok között mozog: max. 200 kW-ig! A stabil üzemi darálók hajtása leginkább villanymotorral történik. Újabban pólusszám váltó motorokat is alkalmaznak, amelynek segítségével a fordulatszám felezhető vagy megduplázható (3000–1500 1/min). Ennek révén a kalapács kerületi sebessége a terményfajtának, illetve állapotnak megfelelően változtatható, miközben persze a darafinomság és a tömegáram is módosul. De megváltozik a légsúrlódási hajtóteljesítmény-szükséglet is: a fordulatszámmal hatványozottan fokozódik, s a gép zaj szintje emelkedik, illetve fordítva.

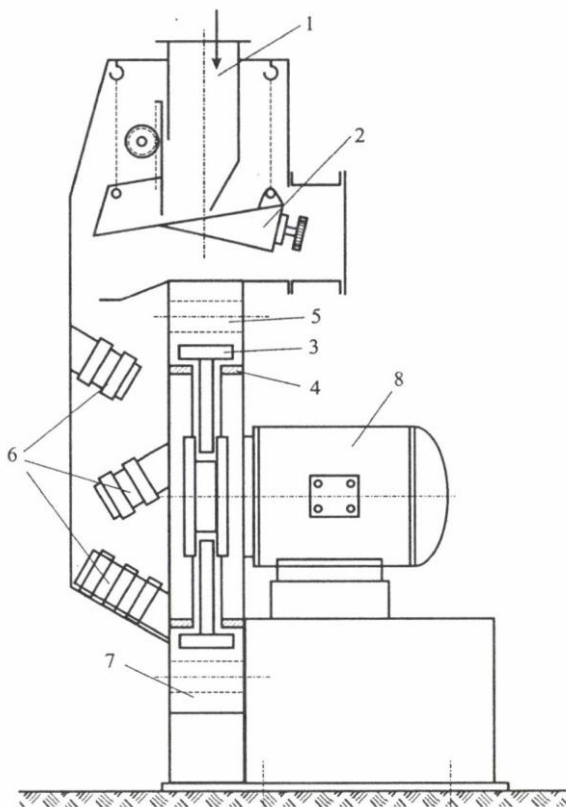


496. ábra. A D-24 kalapácsos daráló „röntgen” metszete

Verőkeresztes daráló

A verőkeresztes daráló tulajdonképpen a kalapácsos darálónak egy olyan változata (497. ábra), amelynél a kalapács nem téglatest (ez egyébként a leggyakoribb), hanem T alakra van formálva. Ezek az ábrán látható módon szintén elfordulhatóan vannak a rotor kerületi csapjain felfűzve.

A dara ez esetben is rostán keresztül távozik, de közben még a köpenyen kiképzett törőbordáknak is ütközik. Függőleges, radiális terménybevezetésnél a kalapácsos, illetve verőkeresztes darálók forgásiránya reverzálható, s ily módon a kopás esetén szükséges kalapácscsereék s leállások száma csökkenthető.



497. ábra. Verőkeresztes daráló

1 – garat, 2 – vibrációs adagoló, 3 – T alakú kalapács, 4 – törőgyűrű,
5 – törőborda, 6 – mágneslap, 7 – rosta, 8 – motor

A darológépek kiegészítő berendezései

A darológépek legfontosabb kiegészítő berendezései a különböző kényszeretetésű terményadagolók, – főleg nagyméretű keveréktakarmányt gyártó gépeken (MIKECZ, 1985). Itt most csak felsorolásszerűen említjük meg a forgó (hengeres, cellás, forgótányéros illetve csigás) adagolókat; a haladó mozgással működő (gumiszalagos, rédler, kaparólapos, lengővályús) etetőberendezéseket, amelyek a tömegáram széles körű szabályozására, Valamint időbeni stabilizálására szolgálnak.

A kiegészítő eszközök másik fontos köre a dara gyors eltávolítását célozza. Persze a dara gravitációs úton is kihull az aprítótérből, ez azonban csak a legegyszerűbb üzemi körülmények között (pl. kisgazdaságokban) fogadható el. Nagyüzemi vagy keveréktakarmány gyári viszonyok között – ismét csak felsorolásszerűen – pneumatikus elszívás, dobóventilátor, kihordószalag, rédler vagy szállítócsiga szükségeltetik.

A darológépek működtetésének automatizálása szempontjából elsősorban

megemlítenő a gépi rostaváltás és a terhelésszabályozás. Előbbinél bonyolult hidraulikus berendezés révén érik el, hogy a félhenger alakú rosták közül az egyiket tengelyirányban kihúzzák az aprítótérből, a másikat pedig betolják (pl. a francia Rouselle). A két rosta lyukazata értelemszerűen eltérő: egyik kisebb, a másik nagyobb, s ily módon a darafinomság – bár kissé költséges úton –, de viszonylag gyorsan változtatható, ha ezt a termény viszonyok vagy a módosult zootechnikai igények szükségessé teszik.

A kalapácsos darálók automatikus terhelésszabályozása (pl. TIR 03: TOMAY, 1982) során a felvett áramerősséget mérik, s annak változása függvényében módosítják a vibrációs adagoló gerjesztőfeszültségét, minek következtében az etetés tömegárama a darálómotor terhelésétől függően szükség szerint csökken vagy növekszik.

Megemlítenő még a kalapácsos darálók műszerezése, amely az etetőgaratban lévő terményszintmagasságának érzékelésére, a csapágyak hőmérsékletének vagy az aprítótér hőmérsékletének mérésére, ellenőrzésére stb. terjedhet ki.

Méretezési összefüggések

A szemes termények törési sebességének ismerete az ütköztetési aprítás esetében nélkülözhetetlen. A szakirodalom a légszáraz szemestakarmányok törési sebességét – cséplési tapasztalatok alapján – 20–40 m/s-ben jelöli meg. Más szerző 100 kalapácsos darálóval végzett statisztikai felmérései (BÖLÖNI, 1996) szerint a biztos aprítás érdekében a kalapácshegyek kerületi sebessége általában 50–120 m/s között változik; közepesen kb. 80 m/s.

Geometriai méretek

A Q daratómegáram és az A_r rostafelület empirikus összefüggése:

$$Q \cong 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot A_r^{3/2},$$

amelyből A_r rostafelület számítható. Itt a jobb oldali együttható mértékegysége: t/h·cm³.

A Q daratómegáram és a V_d dob- vagy rotortérfogat – mint a legfőbb geometriai jellemző méret – kapcsolata:

$$Q \cong 0,043 \cdot V_d$$

ahol:

$$V_d = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} B, \text{ illetve } V_d = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} L.$$

Az összefüggésekben:

- D – a dobátmérő a kalapácshegyeken mérve [dm],
- B – a dobszélesség [dm] vagy
- L – hosszú rotoros gépnél a dobhossz [dm].

A v_k kalapács kerületi sebességét a választott D dobátmérő és az alkalmazni kívánt

villanymotor fordulatszáma (n , 1/min) és az esetleges áttétel határozza meg:

$$v_k = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60}.$$

A B/D , illetve L/D viszony 0,2–1,6 határok között változott (átlagosan 0,5). A leggyakoribb dobátmérő 0,4–0,7 m és dobszélesség 0,1–0,4 m, amely a leginkább tárcsa alakú rotorok alkalmazására utal.

A daráló összes hajtóteljesítmény-szükséglete

Még 50 évvel ezelőtt a legjobb mezőgépész szakemberek is úgy vélekedtek, hogy egy kalapácsra egy lóerőt (0,736 kW) kell számítani. Ez volt az ökölszabály. A fentebb említett statisztikai felmérések szerint (BÖLÖNI, 1996) pedig a megvizsgált 100 gépre vonatkozólag az összes beépített hajtóteljesítmény $P_{\text{öb}}$ (kW) a V_d dobtérfogat függvényében:

$$P_{\text{öb}} \cong 0,35 \cdot V_d,$$

míg a Q daratómegáram kapcsolatában:

$$P_{\text{öb}} \cong 9,5 \cdot Q$$

experimentális összefüggés jelentkezett.

Meglepő, hogy a daratómegáram egyenletét kivéve mindenütt lineáris a kapcsolat, ami arra mutat, hogy a tervezők, a gyárak – jobb híján – a világ minden táján darálóikat a hasonlósági elven építik. Arányosan nagyobb geometriai méretek, arányosan nagyobb tömegáramot, illetve hajtóteljesítmény-szükségletet vonnak maguk után, ami azt jelenti, hogy a gépnek az aprító terében működő belső mechanizmusát még vajmi kevésbé ismerjük.

Újabbán végzett kísérletek során (BÖLÖNI, 1996), amikor az összes hajtóteljesítmény-felhasználást nyolc részre bontottuk, megállapítottuk, hogy egy pneumatikus daraelszívású kalapácsos darálónál (D–24) a komponensek aránya árpa darálásában $\emptyset 4$ mm lyukazatú rostán a tömegáramtól függően:

$$P_{\text{öb}} = P_{df} + P_{ls} + P_{vm} + P_{szl} + P_a + P_{dsz} + P_{\text{mech}} + P_r,$$

$$P_{\text{öb}} = (P_{vm} + P_{\text{mech}} + P_{ls} + P_{dsz}) + (P_{df} + P_{szl} + P_r + P_a),$$

végül is

$$P_{\text{öb}} = \sum P_{\text{külső}} + \sum P_{\text{belső}}.$$

Tehát az összes hajtóteljesítmény-felvételt két fő részre osztjuk, amelyek közül az aprítási folyamat szempontjából fontosabb a

$$\sum P_{\text{belső}} = P_d,$$

ami nem más, mint a gabonaszemekre, illetve -részecskékre ütközéssel átadott teljesítmény. Ez határozza meg u_i az e_d kWh/t tiszta darálási energiaszükségletet, vagy más szóval a „fajlagos ütőmunkát”. A maradék tagot kivéve a veszteségkomponensek a megfelelő villamos, mechanikai, illetve hőtani mérési módszerekkel állapíthatók meg.

25. táblázat. A daráló hajtóteljesítmény-szükséglete

| Megnevezés | Q kicsi (%) | Q nagy (%) |
|---|---------------|--------------|
| P_{df} – darafelmelegedés | 29,8 | 43,0 |
| P_{ls} – üresjárás – légsúrlódás | 31,8 | 20,1 |
| P_{vm} – villamos veszteség | 16,7 | 16,2 |
| P_{szl} – szellőző levegő felmelegítése | 10,3 | 4,3 |
| P_a – fajlagos felület növelése (mint maradéktag = aprítás) | 1,2 | 4,4 |
| P_{dsz} – pneumatikus szállítás | 3,3 | 4,1 |
| P_{mech} – erőátviteli veszteség (ékszij) | 2,7 | 4,7 |
| P_r – darálóház radiációs hőkiszugárzása | 4,2 | 3,2 |

A legnagyobb összetevőből a várható tényleges darafelmelegedés is számítható, amennyiben a termény fajhőjét c_p [kJ/kg · °C] és a tiszta fajlagos darálási energiaszükségletet e_d [kWh/kg] ismerjük:

$$\Delta T = \frac{e_d \cdot 3600}{c_p}.$$

Az üresjárású légsúrlódási hajtóteljesítmény-felvétel a tárcsásúrlódás analógiájára vezethető le (BÖLÖNI, 1962):

$$P_{ls} = 1,44 \cdot 10^{-6} \cdot k_e \cdot \rho_{lev} \cdot n^3 \cdot r_k^5,$$

ahol:

k_e – légellenállási tényező, értéke a Reynolds-számtól függően ($Re = 2,2-3,3 \cdot 10^6$) 0,019–0,034,

ρ_{lev} – a levegő sűrűsége [1,24 kg/m³],

n – dobfordulatszám [1/min],

r_k – a kalapácshegyek sugara [m].

A villamos veszteséget a motor hatásfoka határozza meg. A szellőző levegő felmelegedési, illetve darálóház hőkiszugárzási tagot a dara felmelegedése determinálja, és értékük a hőmérsékletek és hőlépcsők ismerete mellett a vonatkozó hőtani összefüggésekből számítható. A pneumatikus daraszállítás fajlagos energiaszükségletét külön kísérletsorozat (BÖLÖNI, 1963) tisztázta, és az jó közelítéssel állandónak bizonyult:

$$e_{pdsz} \cong 0,9 \quad [\text{kWh/t}].$$

A tényleges darafelület-növelési teljesítmény (a maradék tag) a darahőmérsékletmérés nehézségei miatt meglehetősen széles határok között mozog (1,2–4,4%). Ezek az adatok

azt mutatják, hogy a kalapácsos daráló elméleti aprítási (valódi felületnövelési) hatásfoka igen kicsi. Ily módon az összes bevezetett teljesítmény 95,6–98,8%-a az aprítási folyamat során teljes egészében hővé alakul és a környezetben szétszóródik. Mindemellett beszélhetünk még a daráló ún. technikai hatásfokáról, amely alatt a gabonaszemeknek és részecskéiknek ténylegesen átadott teljesítmény és az összes bevezetett teljesítmény arányát értjük. Ez esetünkben

$$\eta_{\text{tech}} = 46,5 - 55,4\%$$

volt a daratómegáramtól függően.

A kalapácsos daráló hajtóteljesítmény-szükségletét a tiszta fajlagos darálási energiafogyasztásból kiindulva lehet meghatározni, amely egészen extrém esetektől eltekintve a terményfajtától, annak állapotától, a darafinomságtól és a gép típusától függően (BÖLÖNI, 1962):

$$e_d = 0,2 - 16 \text{ [kWh/t]},$$

Az összes fajlagos darálási energiaigény – a konstrukciótól függően – ennek durván a másfél-kétszerese: $e_{\delta} = 0,4-32 \text{ kWh/t}$. A külső teljesítmény veszteségeket az általános mezőgépezés-gyakorlatnak megfelelően lehet megállapítani. Megjegyezzük, hogy a kalapácsos daralók daratómegáramát légszárász árpa darálására vonatkoztatva szokás megadni kb. 1,0 mm átlagos daraszemcseméret mellett, amely rendszerint $\emptyset 3 \text{ mm}$ lyukazatú rosta alkalmazása esetén várható, mikor a tapasztalatok szerint a tiszta fajlagos darálási energiafogyasztás kb. $e_d = 8-10 \text{ kWh/t}$.

Gépüzemeltani összefüggések

A darálási hajtóteljesítmény-szükséglet és a fajlagos darálási energiaigény

A Rittinger-féle fajlagos felülettel arányos energiaszükségleti modelltől (BEKE, 1963) kiindulva a gabonaszemeknek és részecskéiknek átadott P_d ütközési teljesítmény stacionér üzemi állapotban a hajtóteljesítmény-szükséglet egyenletei szerint:

$$P_d = P_{\text{belső}} = P_{df} + P_{szl} + P_r + P_a,$$

amely az újonnan feltárt összefüggés szerint más formában (BÖLÖNI, 1996):

$$P_d = 10^6 \cdot e_f \cdot Q_d \cdot \Delta a_d,$$

ahol:

Q_d – a daratömegáram [t/h],

Δa_d – a fajlagos felületnövekedés, mint az \bar{a}_d dara átlagos fajlagos felületének és az egész gabonaszemek \bar{a}_{ag} átlagos fajlagos felületének különbsége ($\Delta a_d = \bar{a}_d - \bar{a}_{ag}$) [cm^2/g],

e_f – tiszta fajlagos felületi darálási energiaszükséglet [kWh/cm^2], amely a termény fajtájától, állapotától és a daratömegáramtól függ. Értéke méréseink szerint légszáras árpa darálása esetén $e_f = 0,7-3,6 \cdot 10^{-7} \text{ kWh}/\text{cm}^2$ s egyes anyagok aprítása során a tömegárammal növekvő tendenciát mutat.

Az előző egyenletből a tiszta fajlagos darálási energiafogyasztás:

$$e_d = \frac{P}{Q_d} = 10^6 \cdot e_f \cdot \Delta a_d,$$

amely összefüggés (498. ábra) közvetve azt is szemlélteti, hogy a Rittinger-féle első fokú hiperbola, vagyis az $e_d(\bar{x}_d)$ fajlagos darálási energiaszükséglet – átlagos daraszemcseméret-reláció (BEKE, 1963) csakis akkor igaz, ha e_f (kWh/cm^2) fajlagos darálási felületi energiafogyasztás állandó (BÖLÖNI-BELLUS, 1997)! Ez azonban sajnos csak az esetek kis százalékában áll fenn.

A egyenletből az egyedi daraszemcsék gömb vagy inkább kocka alakúságának feltételezésével, amikor is:

$$\bar{a}_d = \frac{6 \cdot (c.o.)}{\rho \cdot \bar{x}_d},$$

ahol:

ρ – a termény sűrűsége [g/cm³],

\bar{x}_d – az átlagos élhossz, mint szemcseméret [cm] és

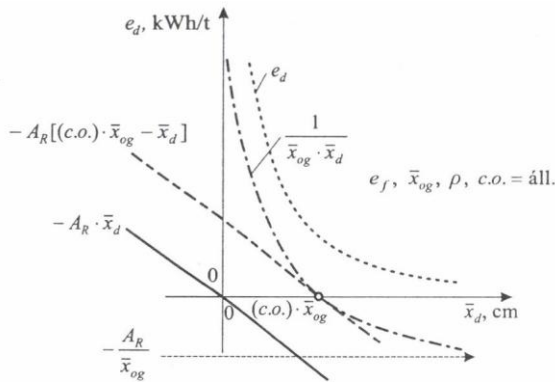
(c.o.) – a daraszemcse-eloszlás ferdeségi tényezője > 1,0 [de egész gabonaszemekre még (c.o.) = 1,0], levezethető az e_d és \bar{x}_d átlagos daraszemcseméret továbbfejlesztett, pontosított összefüggése:

$$e_d = \frac{6 \cdot 10^6}{\rho} \cdot e_f \cdot \left[\frac{c.o.}{\bar{x}_d} - \frac{1}{\bar{x}_{og}} \right],$$

ahol:

\bar{x}_d – a dara átlag szemcsemérete [cm],

x_{og} – az egész gabonaszemek átlagmérete aprítás előtt [cm].



498. ábra. A fajlagos darálási energiafogyasztás (e_d)

és a dara átlagos szemcseméretének (\bar{x}_d) kapcsolata, ha e_f, ρ és (c.o.), ill. x_{og} = állandó

A darálás felületárama

A ún. új felületáram:

$$dA/dt = 10^6 \cdot Q_d \cdot \Delta a_d,$$

amely a térben kétváltozós függvényként ábrázolva hiperbolikus paraboloid. Konkrét rostákra vonatkozólag a karakterisztikák – pl. a D–24 daráló árpaaprítás esetére – a 499. ábrán láthatók. Δa_d = állandó, elméleti esetben a dA/dt felületére a Q_d daratómegáram függvényében lineáris. Az egyenestől való eltérés pedig a daradurulás mértékét jelzi.

A darafelületáram részletesebb vizsgálata szerint tranziens üzemi állapotban, amikor $Q_d \neq$ állandó:

$$dA/dt = 10^6 \cdot T \cdot \Delta a_d/dt ,$$

ahol:

T – a darálótérben momentán aprítás alatt álló terménymennyiség, a „töltet” [kg],

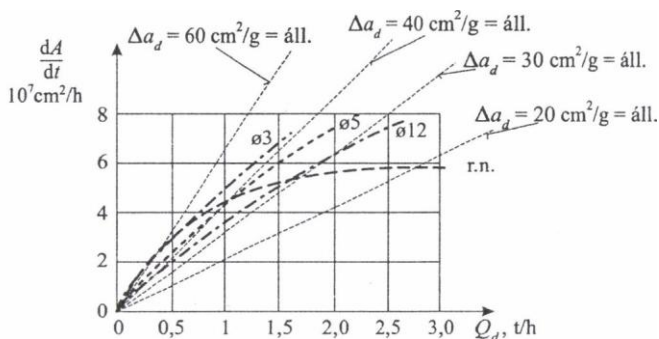
$da_d/dt = c_a$ – az „aprítási sebesség” – a töltet fajlagos felületének időbeni növekedése ($\text{cm}^2/\text{g} \cdot \text{s}$); ma már utóbbi mennyiségek is mérhetők.

Egyébként a daratómegáram és a töltetnagyság között stacionárius üzemben t_a az aprítási, illetve ún. „benntartózkodási” idő teremt egyszerű kapcsolatot (500. ábra) (BÖLÖNI, 1972):

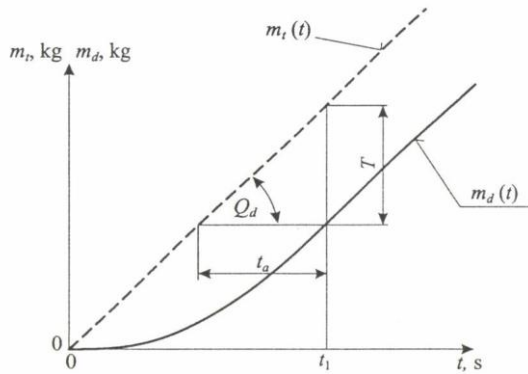
$$Q_d = \frac{T}{t_a} ,$$

miközben még t_a aprítási idő is pozitív összefüggésben áll a töltetnagysággal. Emellett ismerünk egy olyan relációt is (501. ábra), miszerint adott rostalyukazatnál első közelítésben:

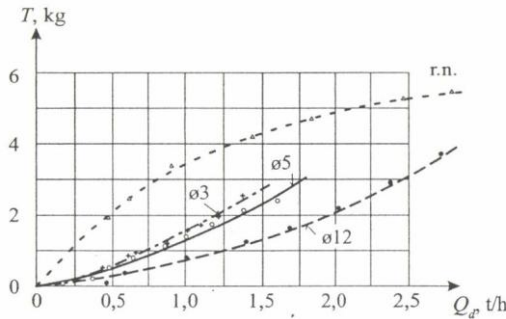
$$T = \alpha \cdot Q_d^n .$$



499. ábra. A dA/dt új felületáram és Q daratómegáram összefüggése különböző rosták használata, illetve rosta nélküli üzemmód (r.n.) esetén



500. ábra. A T töltet, Q_d daratömegáram és t_a aprítási idő alakulása az idő függvényében



501. ábra. A T töltetmagasság és Q_d daratömegáram kapcsolata különböző rosták használata esetén, illetve rosta nélküli (r.n.) üzemben

Itt $1 < n < 2$ (tehát hatványfüggvényről van szó), és ha Q_d mértékegysége kg/s , akkor $\text{dim} \alpha = \text{kg}^{1-n} \cdot \text{s}^n$. Ekkor kapjuk a töltetet kg -ban. Az n kitevő és a α tényező tulajdonképpen szintén a töltetnek a t_a aprítási idővel való függőségére utal. A kettő között pozitív kapcsolat van.

A darafinomság és a daratömegáram összefüggése

Ez a kalapácsos daráló üzemi állapotának legfontosabb karakterisztikája (BÖLÖNI, 1989). A darafinomságot jellemző fajlagos felület ugyanis a tömegáram növekedésével csökken. Illetve a dara átlagos szemcsemérete értelemszerűen nő. A kapcsolat a legcélszerűbben exponenciális függvénnyel modellezhető:

$$\Delta a_d = \Delta a_{d \max} \cdot e^{-b \cdot Q},$$

ahol:

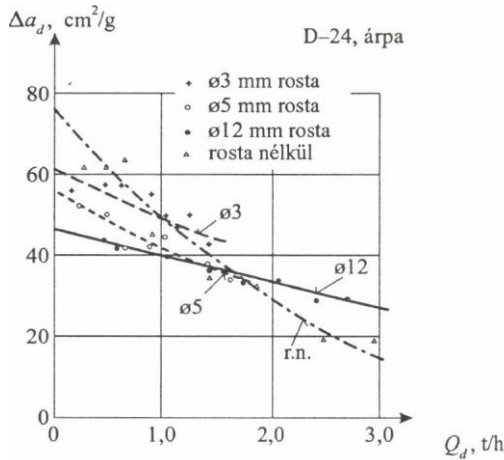
Δa_d – a dara átlagos fajlagos felületnövekedése [cm^2/g],

$\Delta a_{d \max}$ – a dara maximális fajlagos felületnövekedése [cm^2/g], ha a tömegáram zérus ($Q = 0$).

Q – a daratömegáram [kg/h],

b – a terményre, rostára, gépre jellemző paraméter [h/kg], vagyis fajlagos aprítási idő.

Példakénti alakulását – csökkenését, vagyis a dara durvulását a tömegáram függvényében – a D-24 darálónál árpa aprítása esetére az 502. ábra szemlélteti.



502. ábra. A Δa_d fajlagos felületnövekedés és a Q_d daratömegáram összefüggése

Az egyenlethől a dara fajlagos felülete a tömegáram függvényében

$$\bar{a}_d = \Delta a_{d \max} \cdot e^{-b \cdot Q} + \bar{a}_{og},$$

amely az átlag szemcsemérettel áll kapcsolatban. Ennek és az előző reláció összevetéséből kapjuk az átlagos szemcseméretnek a daratömegárammal való összefüggését.

$$\bar{x}_d = \frac{6 \cdot (c.o.)}{\rho \cdot (\Delta a_{d \max} \cdot e^{-b \cdot Q} + \bar{a}_{og})}$$

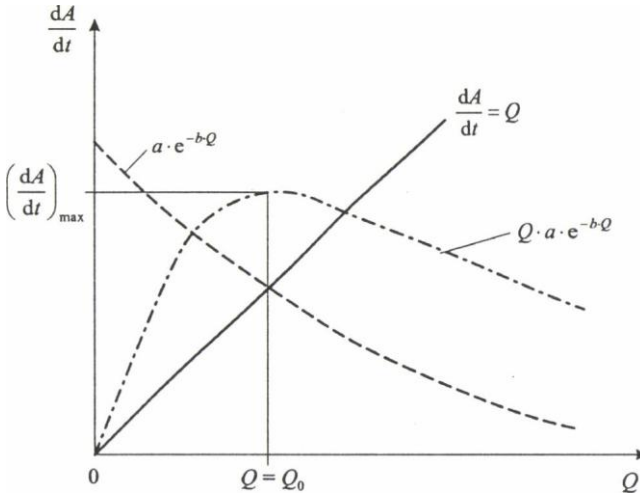
Míthogy az átlagos szemcseméret és a fajlagos felület egymással reciprok kapcsolatban áll, az átlagos szemcseméret a tömegáram növekedésével pozitív, növekvő összefüggésben van.

Visszatérve a darálás új felületáramára kapjuk, hogy:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{10^6 \cdot Q_d}{\Delta a_{d \max}} e^{-b \cdot Q},$$

amelynek alakulása elvi vázlatban az 503. ábrán követhető.

Meglepő, hogy ebben a megvilágításban egy maximummal rendelkező görbét látunk, amely kijelöli e tömegáramnak azt a $Q = Q_0$ kritikus értékét, amelynél adott rostán, adott terménynél a maximális új felületáram érhető el.

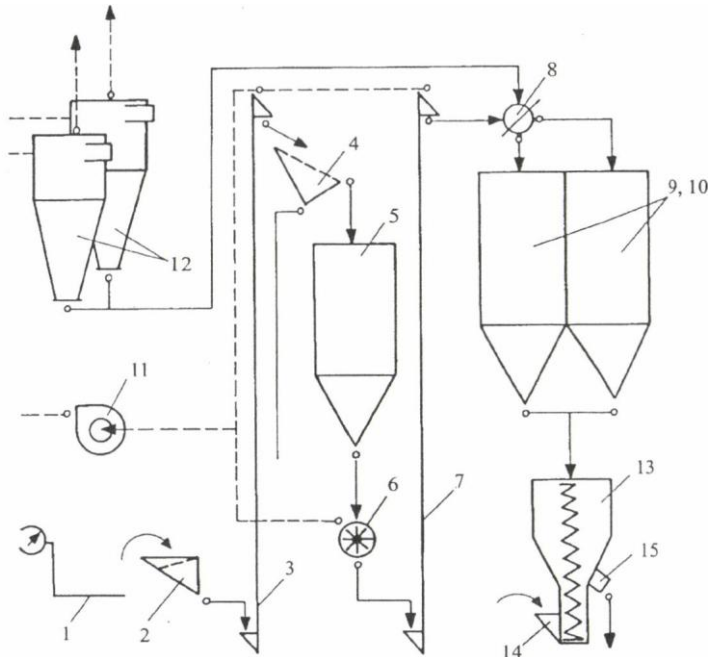


503. ábra. A dA/dt új felületáram és a Q daratömegáram elvi összefüggésének leszámraztatása exponenciális közelítés mellett

11.5. Keveréktakarmány-gyártás

A keveréktakarmány lényege: az állat optimális termeléséhez szükséges takarmánykomponensek befoglalása („bezárása”) az etetési adagba, ipari értelemben és minőségben alkalmazott technológiával, amelyet meghatároznak a tárolás, a szállítás, az adagolás stb. műszaki feltételei is. A gazdasági állatok mellett más állatfajok, illetve tartási célok (versenyállat, 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, növekedésserkentők stb. bevitelével) szolgálják. A megfelelően előkészített (szemes, szálas, darabos stb.) alapanyagokat, komponenseket aprítják, bemérik a keverőgépre, amelyből a kész tápokot nyerik.

Egyszerű keveréktakarmány-gyártó folyamat vázlatát mutatjuk be a 504. ábrán.



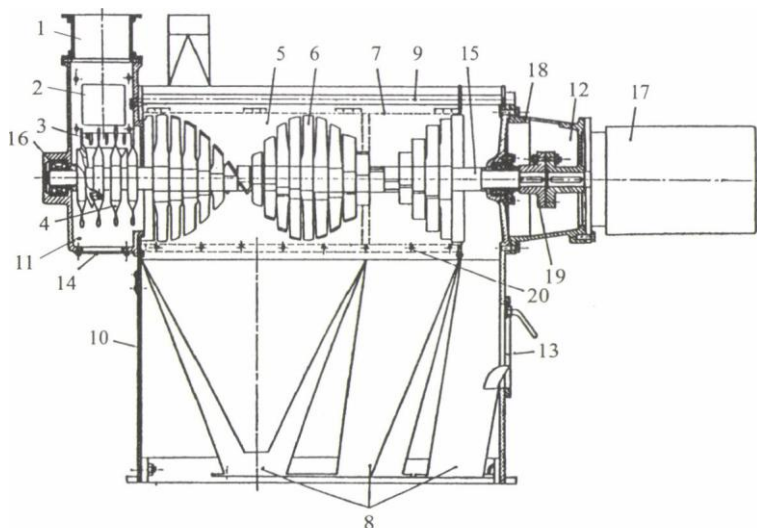
504. ábra. Egyszerű keverékgyártó folyamat vázlata

1 – mérleg; 2 – garat; 3 – serleges felvonó; 4 – rosta; 5 – előtároló cella; 6 – aprítógép; 7 – serleges felvonó; 8 – irányváltó szekrény; 9, 10 – komponenscellák; 11 – az elszívó rendszer ventilátora; 12 – porciklon; 13 – keverőgép; 14 – a keverő garatja az alsó feladáshoz; 15 – a keverő üritőcsonkja

A feldolgozásra kerülő alapanyagok (pl. szemes gabonafélék, extrahált darák, darabos vagy szálas komponensek stb.) illetve azoknak a vonalra érkező termékei nem mindig megfelelő állapotúak, ezért a gyártáshoz előkészítő műveleteket (illetve azok gépeit) kell a technológiai sorba beiktatnunk (ilyen pl. az aprítás, előtörés, felbontás stb.).

Osztályozók, felbontó és ellenőrző sziták

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 bemutatott felbontó szitában (505. ábra) a fogadórostély hézagaiba benyúló forgó tüskék törik a feladott anyagot, illetve segítik az átömlést. 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.



505. ábra. Felbontó – ellenőrző szita

1 – ellenőrző üvegsőtoldal; 2 – előtörő; 3 – rács; 4 – törőlapátok; 5 – felbontódob; 6 – forgó lapátok spirális elrendezésben; 7 – perforált lemezköpeny (osztott szita, kopásálló anyagból, pl. Ø300 mm méretű, 500 mm hosszon Ø3 mm-es, a további 200 mm-es hosszon 8 × 20 mm lyukazattal, továbbá üres áteső felülettel); 8 – kiömlő garatok (frakciók szerint: átmenet, visszavezetés aprításra, hulladék); 9 – vonó(összekötő)rudak; 10 – ürítőgaratház; 11 – adagoló; 12 – hajtómű; 13 – ajtó (zárt, tömített); 14 – alsó ürítőnyílás fedele (zárt, tömített); 15 – tengely; 16 – csapágyazás; 17 – villamos motor; 18 – hajtóműház; 19 – tengelykapcsoló; 20 – a köpenyt rögzítő (összefogó) csavarkötés

Keverőgépek, berendezések

A keverőgépek szakaszos (tételes) vagy folyamatos üzeműek.

A működés elve ugyan nem, de a keverés hatásossága, vagyis az elérhető homogenitás függ a keverékbe bemeért komponensek egymáshoz viszonyított arányától, azok eltérő fizikai jellemzőitől stb. A kis- és mikrokomponensek esetében (amelyek a halmazban sokkal kisebb, mint 1%-ban található) célszerű előkeveréket – ún. premixet – készíteni, azaz azokat a keverékben egyébként is szereplő valamelyik nagykomponenssel (pl. búzakorpával vagy mással) felhígítani, s így javítani a bekeverési, eloszlási jellemzőiket.

26. táblázat. A keverők csoportosítása

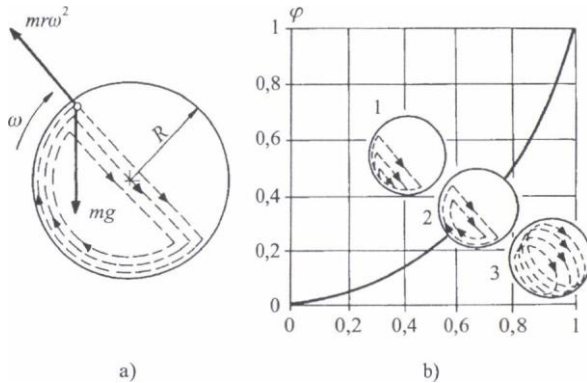
| Megnevezése | Működési elv |
|------------------------------------|--|
| Diffúz keverők (pl. dobkeverők) | Mechanikus. Az elmozduló rétegek (halmazrészek) újjal találkoznak (kaszád mozgás). Nem feltétlenül körhenger, lehet hasáb vagy egyéb poliéder test is, esetleg összetett mozzgatással. |
| Diffúz keverők belső rétegcserével | Mechanikus. A fentiekén túl belső terelő íves lemezek, bordák, stb. irányítják a rétegmozgást. |
| Gravitációs keverők | Mechanikus. Egyszerű tartályok. Az anyag mozzgatása a tartályon kívüli, külön szállítóberendezéssel történik zárt körfolyamban. A keveredés, rétegcserével, az alsó elvételi és a felső beömlési zónában történik. |
| Rétegcserés keverők | Mechanikus. A belső keverőelemek által létrehozott térfogat- illetve rétegcseréjén. |
| Pszudofluid (örvény) keverők | Mechanikus úton létrehozott örvénylő ágyban intenzív anyagátadás. |
| Fluid (pneumatikus) keverők | Anyagátadás fluid állapotú szemcsehalmban, amely intenzitását mechanikus keverőelemek fokozzák vagy irányított pulzáció gyorsít. |

Szakaszos üzemi (tételés) keverők

Az anyag előkészítése, bemérése és bekeverése szakaszosan (adagonként, „tételenként”) történik. A keverőgép minden ciklusban egy tételt, azaz egy adagot vagy receptet készít. A teljes ciklusidőhöz mindenképpen hozzátartozik a betöltés és kiürítés (és tágabban a „kiöblítés”) időtartama is.

Dobkeverők

A dobkeverők (vagy keverődobok) aktív keverőelemet általában nem tartalmaznak, fő részegységük egyszerű kialakítású forgótartály, amely lehet körhenger, hatszöghasáb, tetraéder vagy bonyolultabb alakú doboz. A forgástengely nem feltétlenül esik egybe a tartálytest szimmetriatengelyével, így összetett keverőmozgás is létrehozható. A gép feltöltése és ürítése álló helyzetben történik, bár az egyszerű geometriájú szerkezetekből, megfelelő terelőelemek alkalmazásával folyamatos üzemi berendezés is szerkeszthető. A dobkeverők jól ömleszthető, tapadásra nem hajlamos anyagok keverésére alkalmasak. A diffúz keverők családjába tartoznak.



506. ábra. Jellemző mozgásállapotok a dobkeverőben
 a) kaszkádmozgás, b) a mozgásállapotok határgörbéje

Az 506. ábra a kaszkádmozgás 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:

$$n_{kr} = 60 \sqrt{\frac{g}{4\pi^2 r}} \quad [1/\text{min}],$$

ahol:

g – a gravitációs gyorsulás [m/s^2],

r – a keverődob sugara [m],

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

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

Csigás keverők

A tételes keverők családjában az egyik legrégebbi típus, ma is szívesen alkalmazzák kis- és közepméretű üzemekben, de más iparok kis adagú keverési feladataira is. Úgynevezett rétegcsérés keverőgép, alaptípusa az 507. 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 anyaghalmoz felületére teríti. A halmaztér a lefelé mozgás közben átkényszerül a kúpos

keresztmetszetben, 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 a **szétválási jelenség** (nevezhetjük túlkeverésnek is) 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 a koncentrátumot.

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

$$V = \frac{Q \cdot t_k}{\rho_h \cdot \varphi} \quad [\text{m}^3],$$

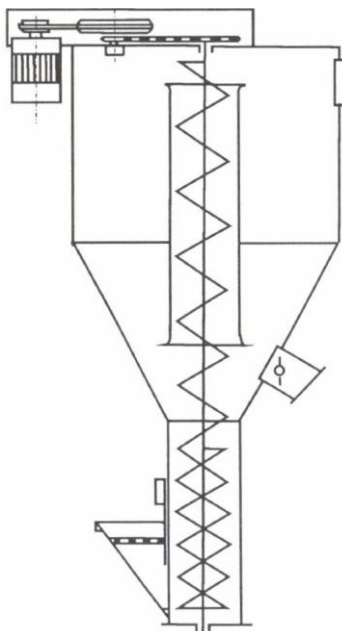
ahol:

Q – az előírt keverési teljesítőképesség [kg/s],

t_k – a keverés ciklusideje [s],

ρ_h – halmazsűrűség [kg/m^3],

φ – töltési fok, itt általában 0,8–0,85 (80–85%).



507. ábra. Fügőleges csigás keverő

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

A keverőcsiga fordulatszámát (fordulatfrekvenciáját) tapasztalati, kísérleti úton határozták meg, értéke általában 200–300 1/min között van. Kisebb fordulatszámon nő a

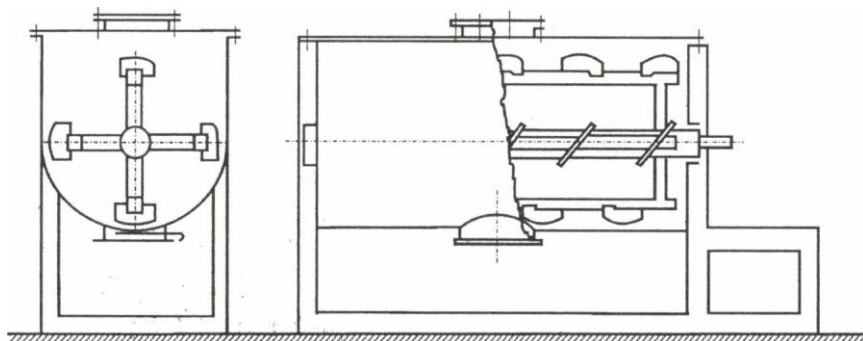
keverési idő, nagyobb fordulatszámon pedig romlik a csiga töltési foka, nő a gép terhelő nyomatéka és teljesítményfelvétele. A gépek térfogata egészen kis értéktől 10 m³-es nagyságrendig változik.

Fekvőhengeres keverők

Felépítésükre jellemző az általában vízszintes elhelyezésű dob tartály 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 az alkalmazásuk. A fekvő henger nem feltétlenül a ház exakt alakjára utal, ugyanis az lehet U alakú tartály is síklemezzel fedve vagy akár (nyilván nedves, ill. nyirkos anyagok esetén) fedél nélkül.

Motollás keverőgépek

Gerendás keverő néven is ismertek (508. ábra). Keverő terük U keresztmetszetű lemeztetknő, amelyben a keverést egy kalickás forgórész, a motolla végzi. Az anyag egyenletes elosztatását a tengely mentén, ill. az intenzív átbolygatást a hossztartókra megfelelő szögben, pozícióban és elrendezésben szerelt (hegesztett) keverőlapok biztosítják, amely megoldás egyúttal a gyors kiürítést is szolgálja. A keverőtengely szokásos fordulatszáma 25–30 1/min, a keverési idő általában 5–6 perc.



508. ábra. Motollás keverő

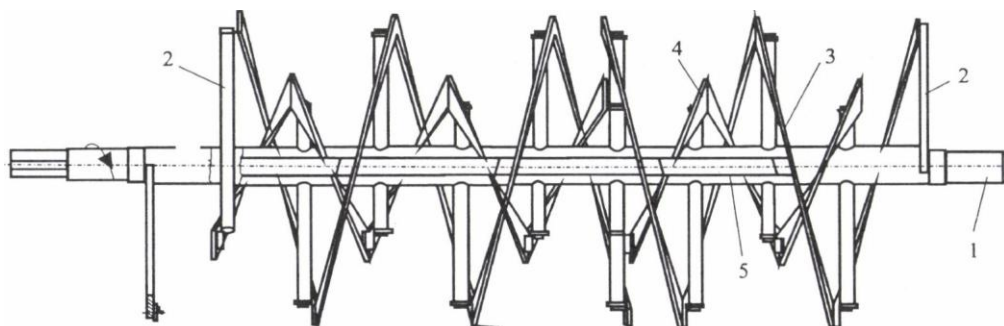
Üzemeltetési szabály, ami egyébként a többi belső, forgó (mozgó) mechanikus keverőelemmel felszerelt gépre is vonatkozik, hogy a töltést és az ürítést csak az üzemi fordulatszámon járó gépen szabad végezni. Feltöltött állapotban indítani vagy újraindítani nem szabad.

Szalagsigás keverők

A fekvő elrendezésű sigás keverők családjába tartoznak. Tulajdonképpen az egyszerű vályús szállítósigák is alkalmasak, hosszuktól függően, durva keverési feladatra

(szakaszos, illetve folyamatos üzemben). Ezt felismerve valóban építettek is ilyen szerkezeteket, természetesen fejlesztéskor a keverésre helyezve a hangsúlyt. 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 kivetelnél csökken a csigák hajtóteljesítményigénye, s ugyanakkor a levélszegmensek, az anyaghalmazt vágva, a nyírással a keverőhatást fokozzák.

A szegmensekre bontás mellett megjelent a szalagprofil alkalmazása, amely hatása hasonló a fent elmondottakhoz, ugyanakkor merőben új konstrukciós megoldásra adott lehetőséget. A szalagcsigás ellenáramos gyorskeverő keverőeleme (509. ábra) 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 magba 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 m/s közötti értékre választják, a tiszta keverési idő 2 perc körül mozog.

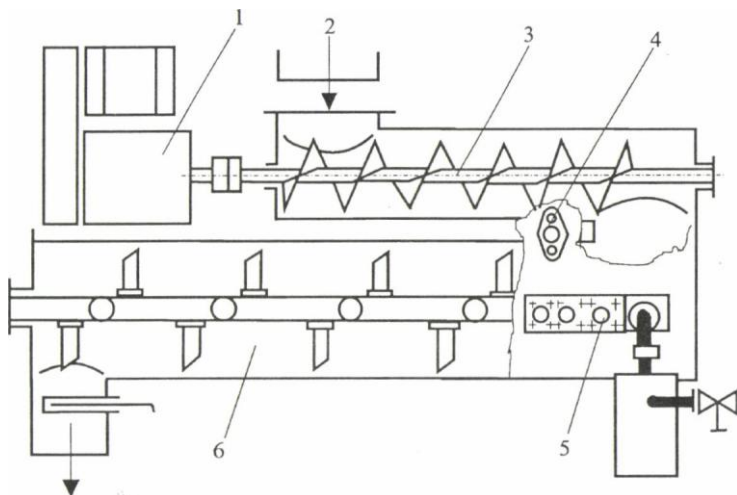


509. ábra. A szalagcsigás keverő forgórésze
1 – tengely; 2 – tartókonzolok; 3 – külső csigaszalag; 4 – belső csigaszalag; 5 – merevítő laposacél

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 préselésre különböző lehetséges folyadékkomponensek (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 energiakonzentráció növelése érdekében történik a zsírbedolgozás, de folyadék állapotú íz- és egyéb anyagokat is ekkor lehet bevinni a keverékbe.

A keverőgép (510. ábra) folyamatos üzemű. A fokozat nélküli hajtóművel (1) hajtott adagolócsiga (3) fogadja az általában szabályozott anyagkeverék-áramot (2), s továbbítja azt a keverő fokozatra (6). A keverőfokozat (a „kondicionáló csiga”) tengelyére spirális elrendezésben szerelt ferde keverőkarok vagy spirálszegmensek a keverésen túl az anyagot továbbítják is. A folyadék- (4), ill. az gőzadagolás csonkjaihoz (5) természetesen megfelelően illesztett adagoló berendezések csatlakoznak, amelyekkel a kívánt keverési arány biztosítható. Ennek megfelelően a kondicionáló csigát meglehetősen precíz és összehangolt adagolórendszerrel kell felszerelni.



510. ábra. Kondicionáló csiga

1 – fokozat nélküli hajtómű, 2 – anyagáram, 3 – adagolócsiga,
4 – folyadékadagoló csonkja, 5 – gőzadagoló csonkja, 6 – keverőtér

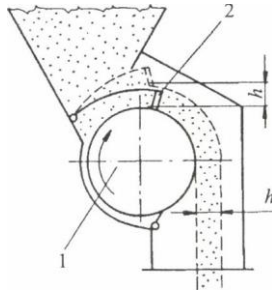
11.6. Adagolók

Térfogat szerinti 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 (511. ábra) álló helyzetben elzáróként működik, forgás közben változtatható rétegvastagság szerint adagolva hordja ki az anyagot. Kerületi sebességét 0,2–1 m/s értékre szokták választani. Főként lisztes komponensek adagolására alkalmas, tapadó anyagokhoz kaparólemezt kell beépíteni a henger felületének letisztításához, illetve az adagolási pontosság megőrzéséhez.



511. ábra. Hengeradagoló 1 – adagolódob, 2 – rétegvastagság-szabályozó

Arányadagoló

Nevezik literosztónak is, szemes, illetve szemcsés anyagok széles tartományban változtatható adagolására szolgál, beépítése megegyezik a fent elmondottakkal. A szerkezet lényegében nem más, mint egy változtatható feltöltésű hatcellás kerék. Erre a célra a cella beömlő keresztmetszetét szűkítő, menet közben is állítható tolólemez szolgál, ugyanakkor az adagoló fordulatszámja is szabályozható. A fordulatszám maximális értékét 12 1/min-re választották. Efölött az adagolás pontossága a bizonytalan feltöltés miatt romlik.

Cellás kerék

Széles körben, eltérő feladatokra alkalmazható egyszerű adagolószerkezet (512. ábra). Az eltérő anyagokhoz megfelelő cellakialakítás tartozik. Az időegység alatt kiadagolt mennyiség elsősorban a cellatérfogattól és a kerék fordulatszámától függ.

Az adagolási tömegáram:

$$Q = z \cdot A \cdot L \cdot \rho \cdot n \cdot \varphi \text{ [kg/s]},$$

ahol:

z – a cellák száma,

A – a cella keresztmetszete [m^2],

L – a cella hossza [m],

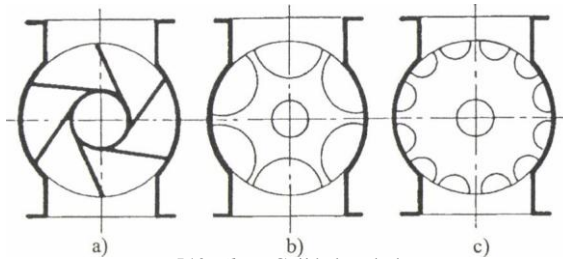
ρ – az anyag sűrűsége [m^3/kg],

n – a cellás kerék fordulatszáma [1/s],

φ – töltési tényező (0,6–0,8).

A berendezés előnye, hogy a rendszert kiporzásmentesen zárja, hátránya viszont a ház,

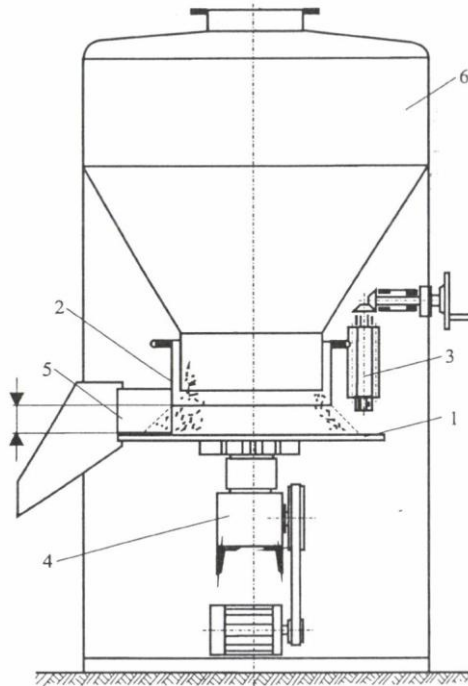
az anyag, ill. a forgórész között fellépő nagyobb súrlódás és nyíróigénybevétel.



512. ábra. Cellás kerekek
a) szemes; b) lisztes; c) tapadó szemcsés anyagokhoz

Forgótányéros adagoló

Működési elve megegyezik a hengeradagolóéval a különbséggel, hogy itt a cellafeneket, ill. a fogadógarat kiömlő nyílását síktárcsa (a forgótányér) zárja le (513. ábra). A fogadótartályból (6) kiömlő anyag a forgótányéron (1) a mechanizmussal (3) állítható teleszkópcsővel (2) megszabott magasságú réteget képez. A tárcsával együtt forgó réteg alakja az anyag rézsűszögének megfelelő csonka kúp, amelyről a terelőlemez (5) a beállításnak megfelelő keresztmetszetű mennyiséget sodor le. A tárcsát a fokozat nélküli hajtóművön (4) keresztül villamos motor hajtja meg. Az adagolás változtatása ennek megfelelően a rétegvastagság, a fordulatszám, ill. a terelőlemez állításával történik. Az adagoló főként porszerű, finom szemcsés anyagokhoz megfelelő. Meg kell jegyeznünk, hogy az adagolt anyagáram elvezetése körülményes szerkezeti megoldást igényel.

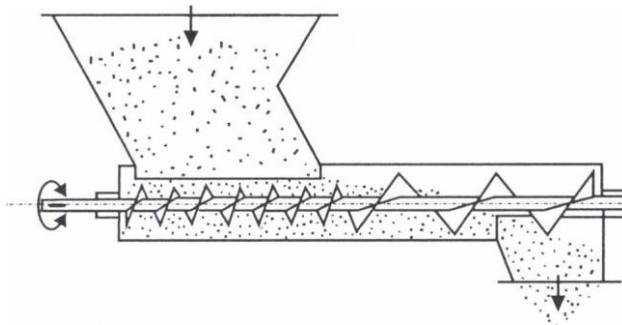


513. ábra. Forgótányéros adagoló
 1 – forgótányér, 2 – teleszkópcső, 3 – állítómechanizmus,
 4 – hajtómű, 5 – terelőlemez, 6 – fogadótartály

Adagolócsigák

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 csigalevelek és a szállított anyag közötti csúszás is befolyásolja az anyagáram sebességét. Ennek megfelelően az adagolócsigákra (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 vezérlőszerkezet 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 vezérlőjel az irányítópultra vihető.

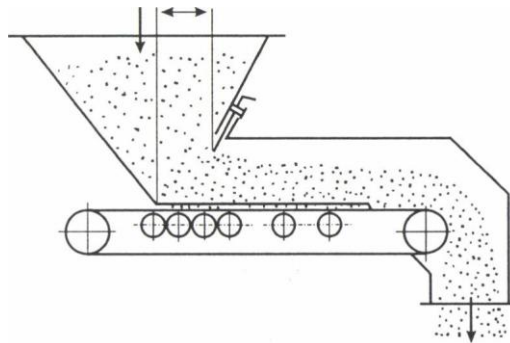


514. ábra. Változó menetemelkedésű csigás adagoló

Az adagolókat általában a komponenscellák kifolyónyílására építik. Az itt fellépő nagy fenéknomás alatt, tömörödött anyagban kell a csigának indulnia, ill. működni. Ezt a terhelést a kifolyónyílás, a fogadógarat, továbbá a csiga megfelelő kialakításával lehet csökkenteni (514. ábra). A bemutatott szerkezetben, a cella kiömlőnyílása alatt, az adagolócsiga kezdő szakasza kisebb átmérőjű és menetemelkedésű, ami a terhelést mérsékli, a második, nagyobb menetemelkedésű és átmérőjű szakasz az anyagot fellazítja, a további feldolgozáshoz (keveréshez) alkalmas állapotban továbbítja.

Szalagos adagolók

Gumihevederes (porszerű anyagokhoz) vagy lemeztagos változatban (erősen koptató hatású komponensekhez) készülnek (515. ábra). A cellafenék szakaszában a támasztógörgők sűrűsége nagyobb, figyelemmel a fenéknomásra, s az esetleg lezuhanó anyagoszlop dinamikai ütésére. Az adagolás a rétegvastagsággal és a szalagsebességgel változtatható. A szokásos szalagsebesség 0,1–1,0 m/s. A szalag elhelyezése nem feltétlenül vízszintes.

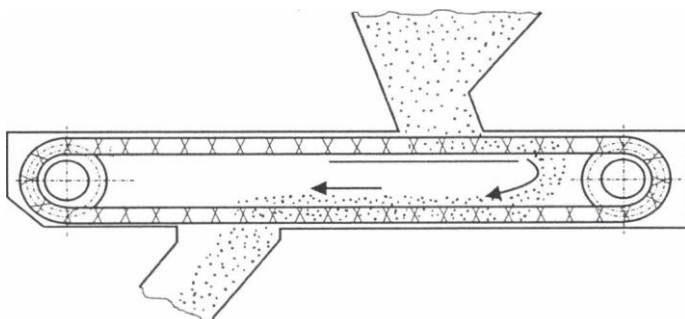


515. ábra. Gumiszalagos adagoló

Rédler (kaparólánccos adagoló)

Különösen porszerű anyagokhoz alkalmas, zárt kivitelű adagolóberendezés (516. ábra). A

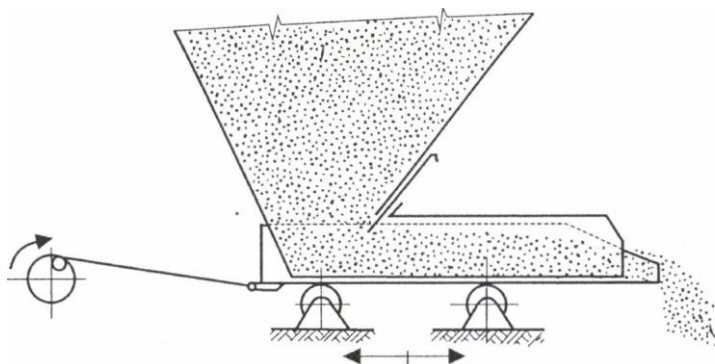
felső futóág fenéklemezzel zárt szakaszára hulló anyag a láncragokon keresztül az alsó ágra ömlik, amely a kiömlőnyíláshoz továbbítja. Az adagolási áram csak a láncsebességgel (fordulatszámmal) vezérelhető.



516. ábra. Rédler

Lengő mozgást végző adagolók

Két fő csoportjukat csak vázlatosan mutatjuk be. A kényszerlökötű rázóvályús adagoló egyik változata az 517. ábrán látható, fordulatszáma 20–80 1/min, lökethossza 50–150 mm a támasztógörgők által megszabott, egyenes vonalú alternáló mozgással. Függesztett kivitelben is létezik, forgattyús hajtóművének fordulatszáma ekkor általában 50–150 1/min, viszont lökethossza csak 5–25 mm, a pálya természetesen nem egyenes vonalú.



517. ábra. Rázóvályús adagoló

A szabadlökötű vibrációs adagolókat elektromágneses vibrátor működteti. Megfelelő villamos vezérlőberendezéssel mind a lökethossz, mind a löketség szám viszonylag nagy tartományban változtatható. Finoman, egyszerűen állítható anyagáram létrehozására alkalmasak, ennek köszönhető széles az alkalmazási körük is (518. ábra). Más geometriai kialakítással, ill. meghajtási móddal (pl. pneumatikus rendszer) is készülnek. Az adagolási tömegáram becslésére alkalmas az alábbi képlet:

$$Q = B \cdot h \cdot n \cdot s \cdot \varphi \cdot \rho \quad [\text{kg/s}],$$

ahol:

B – az adagolóvályú szélessége [m],

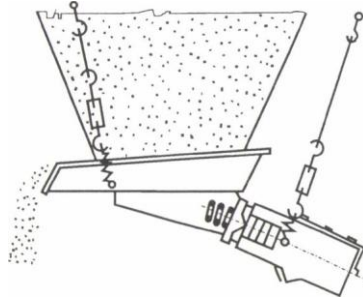
h – a rétegvastagság [m],

n – a löketség [1/s],

s – a lökethossz [m],

φ – a töltési fok,

ρ – az anyag sűrűsége [kg/m^3].



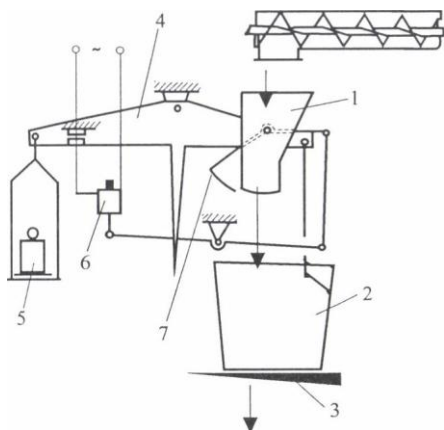
518. ábra. Függesztett vibrációs adagoló

Tömeg szerint adagoló

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

Dercés, 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.



519. ábra. Klasszikus, automatikus, tömeg szerint adagoló

1 – fogadógarat, 2 – mérőtartály, 3 – billenő fenéklap, 4 – mérlegkar, 5 – tartály, 6 – behúzó mágnes, 7 – zárólemez

Az 519. ábrán bemutatott változatot szinkronizált szállítócsiga tölti. A fogadógaraton (1) keresztül az anyag a mérőtartályba (2) ömlik, amely a mérlegkaron (4) függ. A változtatható mérő súly szerint feltöltött tartály (5) elmozdítja a mérlegkarral, a határoló kapcsolóval zárja a behúzó mágnes (6) áramkörét. A behúzó mágnes működteti a fogadógarat kiömlőnyílásának ívelt zárólemezét (7) és vezérli a mérőtartály billenő fenéklapjának (3) nyitását. A mérőtartály kiürítése után a fenéklap visszazár és a garat zárólemeze nyit, a töltési-ürítési ciklus újra kezdődik.

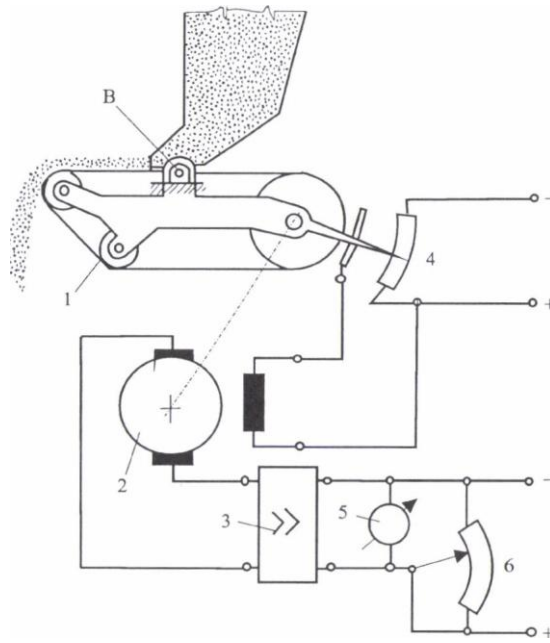
A mérőtartály töltésére a fenti megoldáson kívül szalagos, kaparólánccal szállító, cellás kerék, de könnyen folyó anyagok esetén futócső (surrantó) stb. is alkalmazható.

A mérő szerkezet lehet tisztán mechanikus rendszerű, elektromechanikus (kombinált), ill. elektrotechnikus elven működő. A fejlesztés egyértelműen az utóbbi felé halad, az irányítástechnika (újabbban a számítógépes rendszervezélés) követelményeinek megfelelően.

Folyamatos üzemi, 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 (520. ábra).

Az ábrán bemutatott változaton a szállítószalagot (1) a mellékáramkörű, egyenáramú (tehát változtatható fordulatszámú) motor (2) hajtja meg. A szalag a B csuklópontra függesztve a rajta lévő anyagréteg súlyától függően, mérlegként szabályozza a motor gerjesztését (4) úgy, hogy az adagolási tömegáram állandó legyen. A fő (armatúra) áramkörbe tartozó erősítő (3), ellenőrző műszer (5) és potenciométer (6) a motor alapfordulatszámának, azzal az adagolás tömegáramának beállítására szolgál.



520. ábra. Automatikusan tömeg szerint adagoló szalagmérleg

1 – szállítószalag, 2 – motor, 3 – áramerősítő, 4 – motorgerjesztés, 5 – ellenőrző műszer, 6 – potenciométer

11.7. Préselt abraktakarmányok készítése

A megkevert és a kondicionálóban előkészített dercés abraktakarmány préseléssel pelletté vagy briketté sajtolható. Préselt takarmány készíthető szálas anyagból is, ezt megkülönböztetésül brikettnek vagy pogácsának nevezzük. **A préselvények készítésénél több kifejezést is használunk: granulálás, pelletálás, préselés*, sajtolás, szemcsézés stb.**

A préselés célja a termék felhasználásának javítása és kezelésének megkönnyítése. A módszer előnyei: csökken a porképződés, nagyobb a szemcsesűrűség, egységes összetételű az anyag, gördülékeny és jól adagolható a termék, a levegőátjárhatóság az anyagban javul. **A pelletálás** közbeni magas hőmérséklet jelentősen csökkenti a baktériumok és penészspórák számát a takarmányban (MIKECZ, 1985).

A granulálás eredménye a kiindulópalmaz szemcsézettségétől, különösen a maximális szemcsemérettől és szemcseeloszlástól függ. A préselendő keverékben az 1,6 mm-nél nagyobb méretű frakció aránya általában 4%-nál nem lehet több.

* gyűjtőfogalomként leginkább közismert

A préselés előkészítése

A préselést közvetlenül megelőző művelet a keverék kondicionálása, amelynek célja:

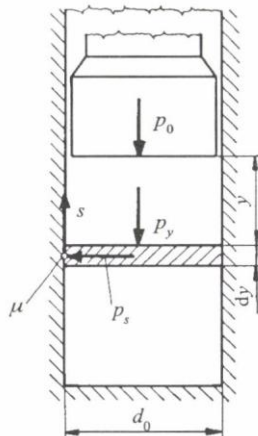
- a szemcsék feltárása gőzzel (1% tömegarányú gőz bevitelével a hőmérsékletet 15–20 °C-kal emeli, összesen kb. 4% gőzbevétel indokolt),
- a kötési szilárdság növelése (melasz, bentonit),
- a szétesés elősegítése emésztéshez (csutkaliszt),
- súrlódáscsökkentés a préségében (talkum),
- tapadáscsökkentés (zsír).

A szemcsék közötti kötés különböző módokon jöhet létre, amelyek között lehetnek a megolvadás, a kristályosodás vagy a megszilárdulás nyomán keletkező szilárd kötőhidak. Szerepet játszanak – a felületi feszültség és a kapilláris szívás jelensége miatt – a mozgó folyadékok, a kötőanyagként viselkedő sűrű folyadékok. Lényegesek a szilárd részecskék közötti molekuláris és elektrosztatikus erők, valamint a részecskék alakjából adódó formakötések (TOMAY, 1982).

A takarmányok préselésével sűrűségüket növeljük. A nyomás és a sűrűség között levő összefüggés a $p = C \cdot \rho^m$ képlettel fejezhető ki, ahol a C és az m a takarmánytól függő tényezők. A préselő tömörítődugattyú alatti térben (521. ábra) a **préscsatorna** falára merőleges (p_s) és a tengelyirányú (p_y) nyomás a falon ébredő súrlódás miatt a nyomóelem távolságától (y), a furat átmérőjétől (d_0), a súrlódási tényezőtől (μ) és a Poisson-tényezőtől (ν) függ (MIKECZ, 1985).

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

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



521. ábra. Nyomásviszonyok a tömörítöhengerben

a megoldás:

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

A takarmány és a préricsatorna fala közötti súrlódási tényező $\mu = 0,2-0,3$, a Poisson-tényező $\nu = 0,35-0,45$, mindkét jellemző a sűrűség, a nedvességtartalom és a nyomás függvénye.

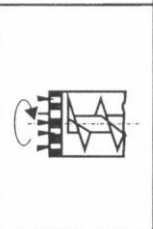

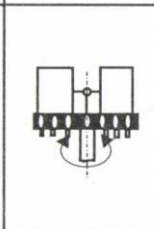
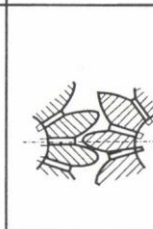

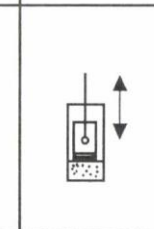
Nyitott végű préricsatornában a p_0 nyomással a csatorna oldal falán fellépő súrlódás tart egyensúlyt, a furathossz (y) ebben lényeges szerepet játszik adott anyagjellemzők és furatátmérő mellett (27. táblázat).

27. táblázat. A nyomás alakulása a préricsatornában ($p_0 = 400$ bar ; $\nu = 0,35$; $\mu = 0,3$)

| Furathossz y (mm) | P_y (bar) | | | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | $d_0 = 6$ mm | $d_0 = 5$ mm | $d_0 = 4$ mm | $d_0 = 3$ mm |
| 60 | 0,62 | 0,17 | 0,03 | 0,001 |
| 50 | 1,83 | 0,62 | 0,12 | 0,008 |
| 40 | 5,38 | 2,28 | 0,62 | 0,07 |
| 30 | 15,81 | 8,29 | 3,14 | 0,62 |
| 20 | 46,41 | 30,17 | 15,81 | 5,38 |
| 10 | 136,26 | 109,85 | 79,52 | 46,41 |
| 5 | 233,46 | 209,62 | 178,35 | 136,25 |

A pelletálás gépeinek szerkezete és üzemeltetése

A préselés különböző módszerekkel történhet. A mezőgazdasági gyakorlatban az ún. szálgranulálás fordul elő a leggyakrabban (522. ábra).

| Préselés | | | | Darabsajtolás | |
|---|---|---|---|---|--|
| csigás | gyűrűs | tárcsás (kotler) | fogaskerekes | brikettálás | tablettázás |
|  |  |  |  |  |  |

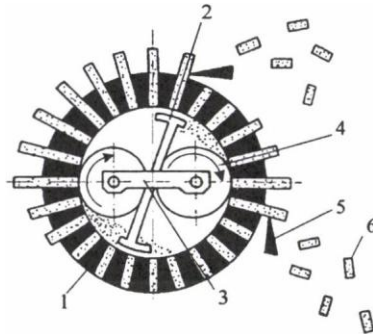
522. ábra. A préselvények előállításának módja

A szálgranulálás esetén a tömörített anyagot furatokon préseli át a nyomást előállító

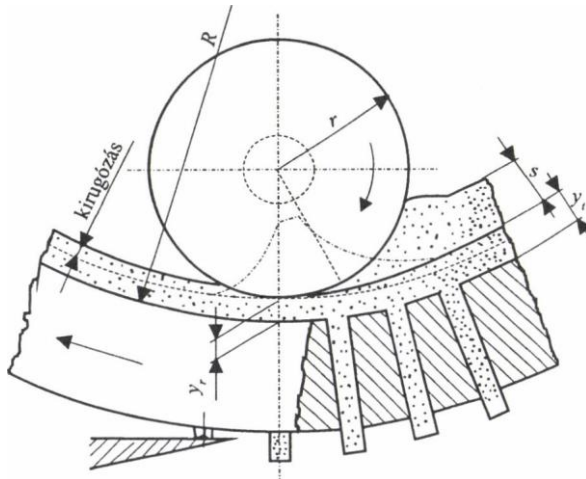
csiga, dugattyú, görgő vagy fogaskerék. A nyomás 10–100 MPa között van. A brikettálás és tablettázás esetén a nyomás 1000 MPa-ig nőhet.

A gyűrűs-matricás préselés gépeivel találkozhatunk a gyakorlatban legtöbbször. A gép működésének elvét az 523. ábrán tanulmányozhatjuk.

A kondicionált anyag a gyűrű belső terébe érkezik, ahol a terelők (2) egyenletes rétegben terítik el. Az álló görgőkereszt (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.



523. ábra. A gyűrűs-matricás gép vázlata
1 – gyűrűs matrica; 2 – terelők; 3 – görgőkereszt; 4 – présgörgő; 5 – kés; 6 – préselvény

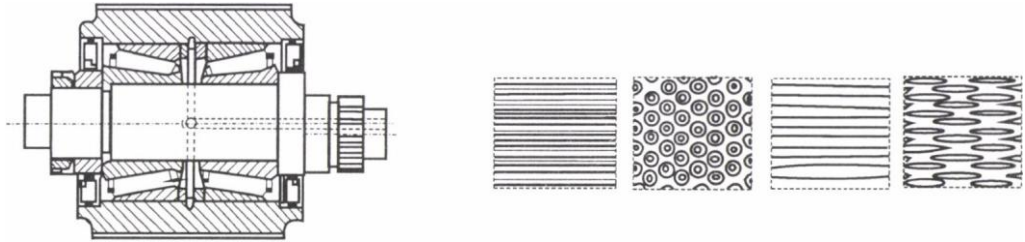


524. ábra. A présgörgő és a matrica munkája

A préselés közbeni folyamatok az 524. ábrán láthatók. A nyomásgörbe utal a görgő alatti nyomásváltozásra. A görgő a matrica felületétől $y_r = 0,25\text{--}0,35$ mm távolságra van, ahhoz nem érhet hozzá. A matrica belső felületén maradt anyag a préselés után kirugózik. Néhány gépnél az y_r értéke üzemeltetés közben is állítható. Az y_r növelésével az anyag átgyúrása fokozható, így egységesebb, magasabb szilárdságú préselvény nyerhető. A kétszeres pelletkészítés során az első présben készült pellet egy második présbe kerül, így kifejezetten kemény termék állítható elő. A nyomáson tartás idejének növelése is

finomabb struktúrát és keményebb préselvényt eredményez.

A présgörgők felülete rovátkolt vagy érdesített (525. ábra). Csapágyainak kenését biztosítani kell. A görgők száma 2 vagy 3. A görgő és a matrica sugarainak viszonya általában $r/R = 0,3-0,4$. A matrica kerületi sebessége 5–7 m/s a görgő oldalon mérve.



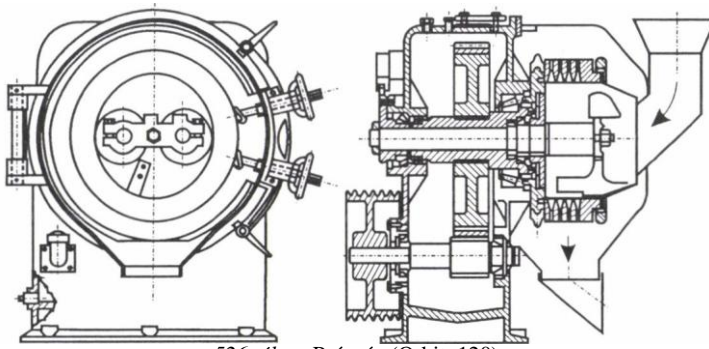
525. ábra. A görgő szerkezete és felületi kialakítása

A matrica furatai gyakran hengerek, de kúpos süllyesztéssel induló furat is lehetséges, ami segíti az anyag bevezetését a furatba. A matrica furatmérete a préselvény átmérőjét meghatározza. A matrica falvastagsága 50–75 mm körül van. Mint nyitott végű préscsatornának, fontos szerepe van a préselési nyomás kialakításában. Az elméletileg szükséges furathossz a préselési nyomás és a pelletátmérő függvényében a 28. táblázatban látható. A furatsűrűségnek a szilárdsági követelmények szabnak határt. A görgő és a matrica között mérettől függően kb. 50–150 kN erőhatás ébred. A furatok összes felülete általában nem éri el a matrica belső palástfelületének felét.

Az 526. ábrán egy gyűrűs matricás granuláló gép látható, amelynél az anyagot kúpos furat vezeti a matricába.

28. táblázat. A matrica elméletileg szükséges furathossza ($\mu = 0,3$; $\nu = 0,35$)

| Préselési nyomás (bar) | Elméleti furathossz | | | |
|------------------------|------------------------|------|------|------|
| | 6 | 5 | 4 | 3 |
| | mm pelletátmérő esetén | | | |
| 600 | 59,2 | 49,5 | 39,6 | 29,6 |
| 500 | 57,7 | 48,1 | 38,5 | 28,8 |
| 400 | 55,6 | 46,4 | 37,1 | 27,8 |
| 300 | 52,9 | 44,2 | 35,3 | 26,5 |



526. ábra. Présgép (Orbit-120)

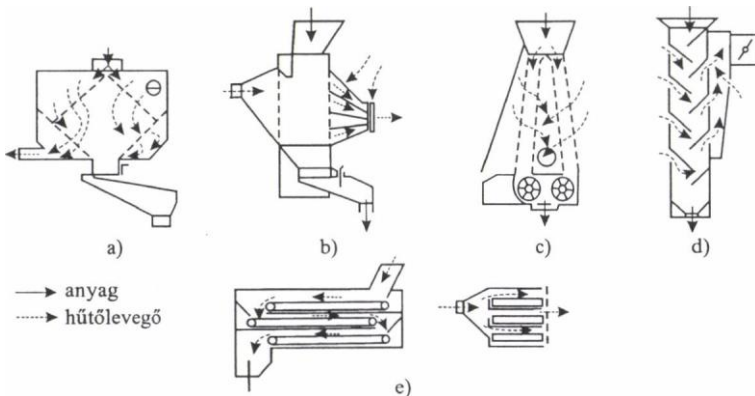
A gyakorlatban a néhány kW meghajtási teljesítményigényű laboratóriumi pelletálótól egészen 500 kW-ig terjed a gépek választéka.

A préselvény minőségének ellenőrzése több nézőpontból is szükséges. Ellenőrizhetjük a pellet méreteit, kopásállóságát, meghatározhatjuk a szemcse sűrűségét és halmazsűrűségét (TÓTH, 1998).

A préselés kiegészítő berendezései

A préselést követő műveletek célja a termék tárolásra és felhasználásra alkalmas állapotba hozása.

A **préselvény hűtésével** a felmelegedett takarmányt környezeti hőmérsékletre hűtjük, ezzel egy időben a nedvességtartalom is lecsökken a megengedett 14% körüli értékre. A préselvényhűtőkben a gravitációsan vagy mesterségesen mozgatott adott rétegvastagságú préselvényen levegőt áramoltatunk át (527. ábra).



527. ábra. Préselvényhűtők

a) dobhűtő, b) egycsatornás, c) kétszatornás, d) kaszkádhűtő, e) háromzónás szalaghűtő

A hűtőberendezés és a présgép teljesítményét össze kell hangolni, a hűtőben csak

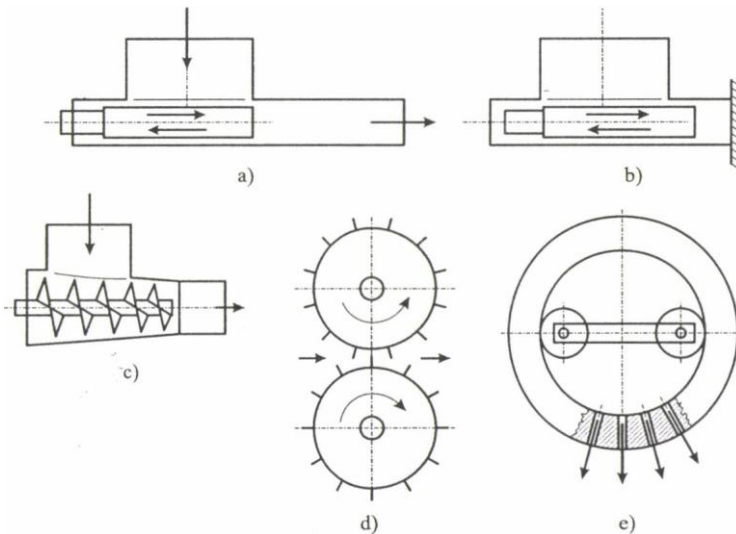
telített anyagrétegen lesz egyenletes a levegő áthaladása. A legtöbb hűtőben a rétegvastagság 150–250 mm. A hűtőben az anyag átlagosan 15–20 percig tartózkodik.

Préselvények előállítása szálatakarmányból

A szecskázott vagy aprítatlan szálatakarmányokból készült préselvényt **brikettnek** vagy **pogácsának** nevezzük, ha mérete 50–80 mm, „cob”-nak, ha mérete 16–25 mm. A pogácsa általában kör keresztmetszetű, a brikett pedig hasáb alakú.

A nagy lignintartalmú anyagokat először lúgos anyagokkal feltárjuk. Ezt követi a briketté sajtolás művelete. Amennyiben aprítva sajtoljuk, úgy az aprítás történhet kalapácsos darálóval is.

A szálatakarmány-préselvények készítésére hasonló eszközöket használunk, mint a pelletálás során. Ezek között a nagyobb préselvényméretek miatt szóba jön a nyitott dugattyús prés (528. 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), illetve a gyűrűs prés (a matricafurat a „cob”-hoz, vagy pogácsához illesztett).



528. ábra. A szálatakarmányok préselésének módszerei
a) nyitott dugattyús prés, b) zárt dugattyús prés, c) csigás prés, d) hengeres prés, e) gyűrűs prés

11.8. Állattartó telepek automatizált irányítása

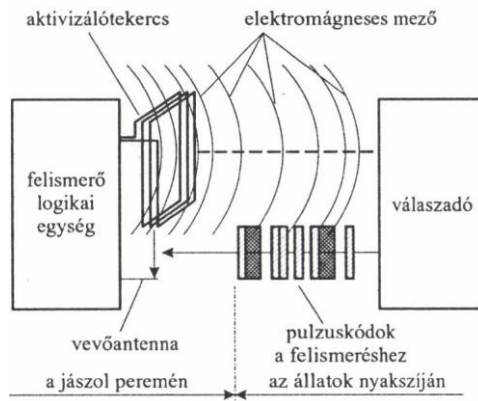
Az állattartó telepeken a termelés során a keletkező nagy mennyiségű információ hosszadalmas kézi rögzítésének elkerülése miatt célszerű az arra alkalmas helyeken adatok bevitelének automatizálása. Ezért is a PC-vel vezérelt telepirányítási rendszerek kulcsfontosságú elemei:

- az állatazonosításban résztvevő egységeket, ún. transzpondereket (jeladók, jelfogók),
- az automatikus abrakadagolókat és
- az állatok egyéb adatait rögzítő jeladók, így a fejt tej mennyisége, a testtömeg, a lépésszám, a testhőmérséklet, a szívritmus stb.

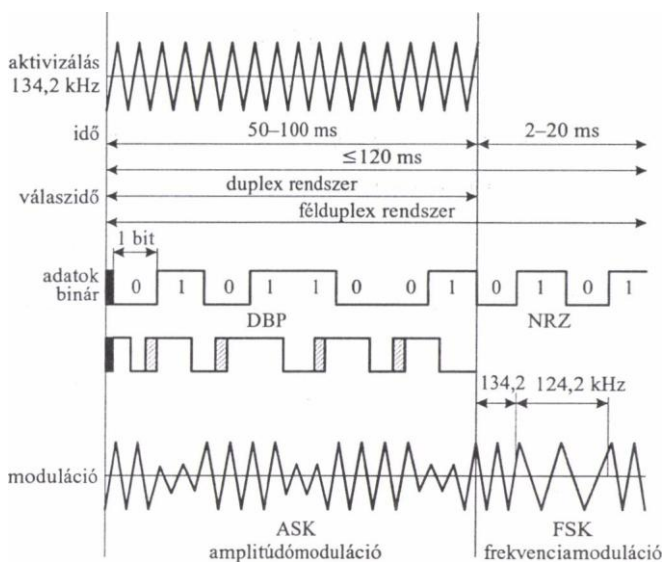
Az állatok egyedi felismerése, azonosítása

Az adó-vevő az azonosítás környezetében olyan elektromágneses mezőt hoz létre, amely a hatósugárba kerülő válaszjeladó (transzponder) aktivizáló tekercsében olyan feszültséget indukál, amely azt működésbe hozza. A transzponder egy modulált frekvenciájú vagy amplitúdójú jelsorozatot küld vissza a felismerő logikai egység vevőantennája (jelfogó) felé, amely elégséges a jelek pontos azonosítására. A rendszer elvét az 529. ábra szemlélteti.

A válaszadókat több szempont szerint lehet csoportosítani: az adatátviteli rendszer szerint ismertek a **duplex** és a **fél-duplex transzponderek**. Ezek elvi működési vázlatát mutatja be az 530. ábra.

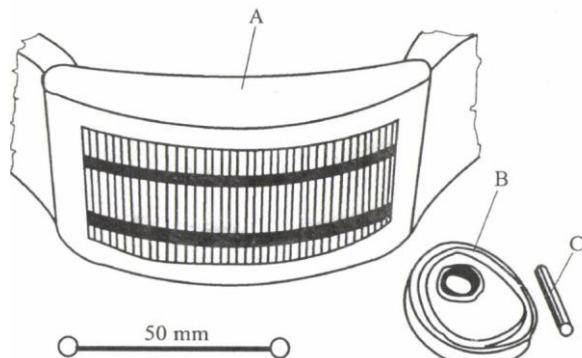


529. ábra. A jelátvitel elvi sémája



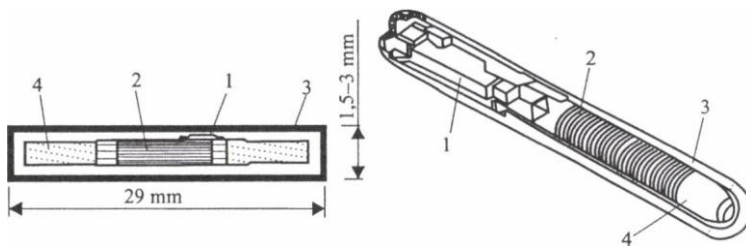
530. ábra. A duplex és a félduplex transzponderek működési elve (ARTMANN, 1988)

Hagyományosnak tekinthetők és a telepírányításban leginkább elterjedtek az **állatok nyakszíjára erősített** ún. nagyméretű transzponderek, mind **passzív**, mind **aktív** (működésük lítiumelemmel támogatott) változatokban. Speciális körülmények között jól alkalmazhatók a fülkrotériába szerelt kisméretű kivitelek. Sok szempontból előnyösek az állatok testébe implantálható passzív egységek, amelyek miniaturizáltak – a transzponder elektronikát egyetlen csipben egyesítették –, és csupán néhány építőelemből állnak (531. ábra).



531. ábra. A transzponderek főbb kiviteli formái (TÓTH, 1998)

A – hagyományos nyakszíjra szerelt kivitel, B – fülkrotériába szerelt, C – implantálható



532. ábra. Az implantálható transzponderek szerkezete

1 – csipbe integrált elektronika, 2 – tekercs, 3 – vasmag, 4 – üveg- vagy műanyag ház

A különféle gyártók által forgalmazott implantálható transzponderek geometriai jellemzőit a 29. táblázat tartalmazza.

29. táblázat. Az injektálható transzponderek főbb jellemzői

| Felhasználás | Átmérő (mm) | Hossz (mm) | Hatótávolság (cm) |
|------------------------------|-------------|------------|-------------------|
| I. (nagytestű állatok) | 3–4 | 28–35 | >50 |
| II. (baromfi, kutya) | 2–3 | 18–25 | >30 |
| III. (madarak, hobbiállatok) | 2–2,5 | 10–12 | >20 |

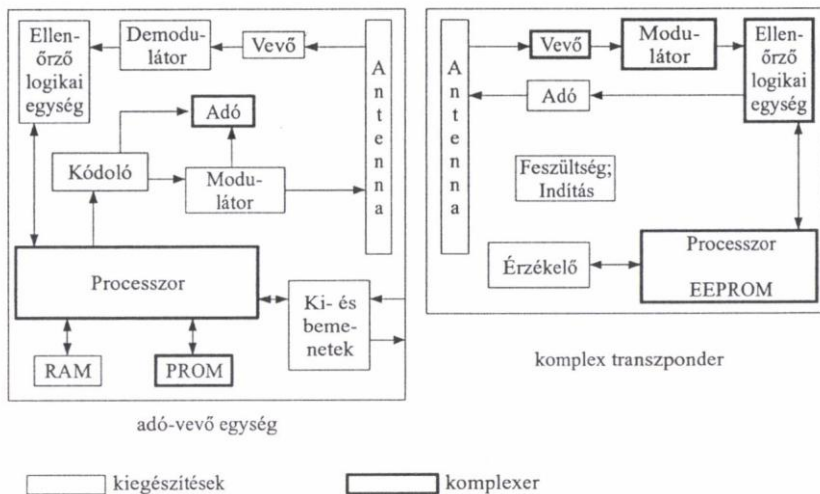
A transzponderek nem csak méretben, hanem villamos kivitelben is eltérnek egymástól. Az Európai Gazdasági Közösség országaiban 1994. év elejére elkészült az **ISO II 804**-es szabvány, amely az alapvető kódolási formát tartalmazza. Mivel a transzponderek a műszaki kivitelüket tekintve duplex és félduplex rendszerben kommunikálnak, a szabványban gondoskodtak arról, hogy a két rendszer összekapcsolható legyen, s az adó-vevő egységek mindegyik rendszernél működjenek. A szabványosítást követően lett kifejleszthető a speciális írható-olvasható és mérési adathordozó, ún. komplex transzponder.

A műszaki előírásaira vonatkozó paramétereket a 30. táblázat tartalmazza.

Az írható és olvasható kiviteleknél a transzponder és az azonosításra vonatkozó kódolás változatlanul a meglévő ISO norma szerint történik, vannak viszont írható, olvasható és törölhető adathelyek is, amelyek a szoftver révén hozhatók létre (például tenyészállatról, védett állatról, rövid tartási idejű haszonállatról szükséges adatok, ill. a jeladóktól érkező információk, amelyek a transzponder felhasználási helyétől függenek).

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 |

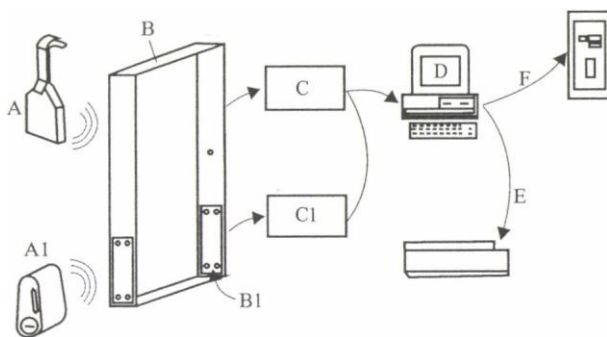


533. ábra. Felismerőegység a komplex transzponderrel

A **komplex transzponderekkel** mint jeladókkal, de egyben adatgyűjtő adó-vevő egységekkel kommunikáló felismerőket ott kell elhelyezni, ahol az állatok azonosítására szükség van, így a fejőterméknél, az abrakadagoló automatáknál és az állatmérlegeknél.

Kedvező, ha az állatok azonosítása a fejőállások bejáratánál történik, nagyméretű adó-vevő antennákkal. A tehének nyakán lévő transzponderek azonosítási ideje rövidebb, mint amennyi idő alatt az állat a kapun áthalad.

A bejárat, azaz portálkapus azonosítási rendszer elvi felépítését az 534. ábra szemlélteti.



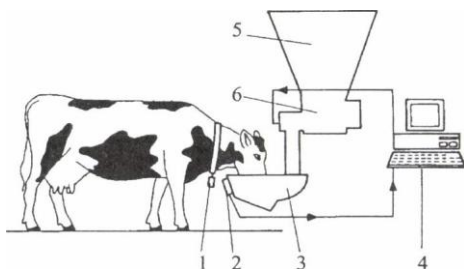
534. ábra. Bejárat azonosítási rendszer elvi felépítése

- A – nyakszjra szerelt transzponder, A1 – bokaszjra szerelt transzponder,
- B – keretantenna, B1 – bokaszjra szerelt transzponderlap antennája és a pedométer kiolvasó,
- C és C1 – adó-vevő vezérlő elektronikák, D – személyi számítógép (PC),
- E – adattároló, F – nyomtató

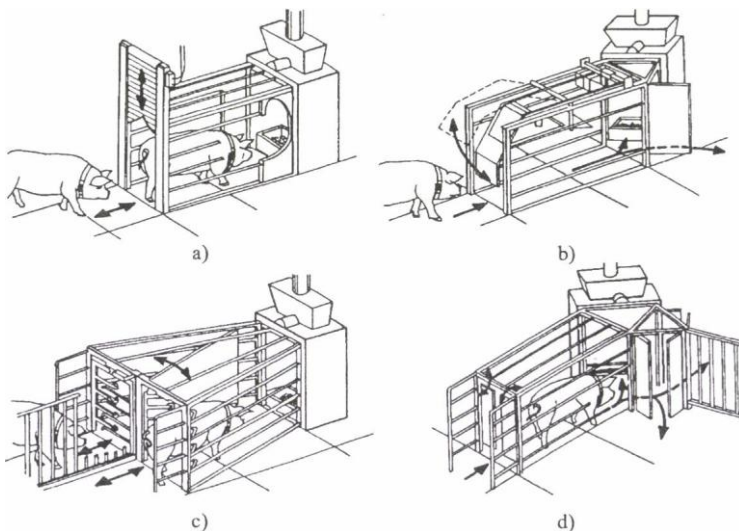
Automatizált egyedi abrakadagolás

Az állatfelismerés alapján lehetőség nyílik az abraktakarmány automatizált kiosztására (535. ábra).

Az állat azonosítása során a vevőegység az egyedre jellemző jelet az erősítőn keresztül továbbítja a vezérlőegységbe, illetve a mikroszámítógépbe. A számítógép a felismert jelekhez hozzárendeli a megfelelő takarmányadagot, majd azt az adagolóberendezés segítségével kiadagolja az állat számára. A számítógéppel nemcsak az egyedenként kiadagolandó takarmány mennyisége, hanem a kiadagolt mennyiség időrendi eloszlása is programozható.



535. 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



536. ábra. Az etetőboksok főbb kiviteli rendszere
a) egyszerű, a koca hátramenetben hagyja el, b) kettős kivitel,
c) oldalt vagy elől hagyja el, d) oldalt és elől is elhagyhatja

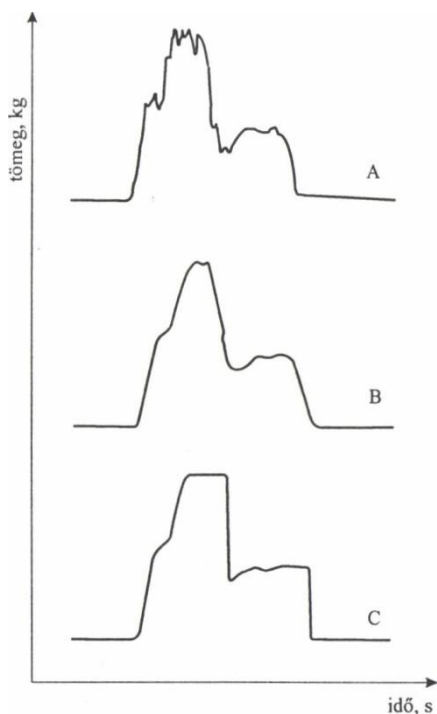
A **kocák azonosításához** a nyakszíjra erősített egyedi számjegykódos adók mellett, a fülükbe helyezett vagy bőrük alá implantált miniatürizált transzpondereket is alkalmaznak.

Az 536. ábrán négy jellemző etetőboksza látható.

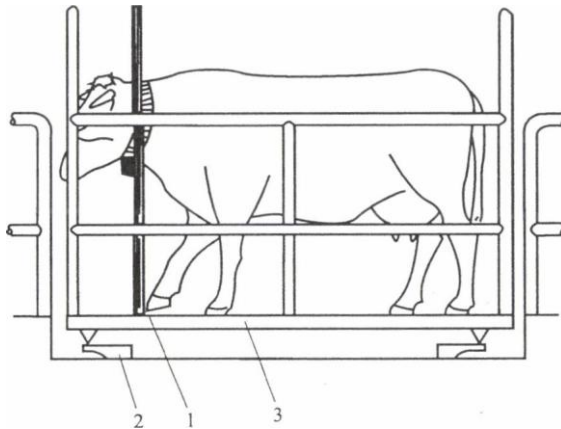
A *c)* és *d)* változatok az etetési funkción túlmenően az állatok válogatására is alkalmasak. A kijáratnál két kapu van és a pneumatikus munkahenger aszerint nyitja ki a kapuk egyikét, hogy az állatot a vezérlőegység melyik kutricába irányítja. A két kijáratral rendelkező etetők fiaztatóketrecekhez kapcsolva is működtethetők.

Automatizált mérlegelés

A szarvasmarhatartó telepek termelés-ellenőrzésének lényeges eleme az állatok testtömegének folyamatos regisztrálása (537. ábra). A testtömeg változásából leginkább a takarmányozási hibákra lehet következtetni. A mérlegek elhelyezhetők az etetőbokszaok padozatára is, de leggyakrabban a fejőtermek visszahajtó folyosóiba építik. Ehhez viszont olyan felhajtófolyosó-rendszer kell, ahol az állatok tömörülése kizárt.



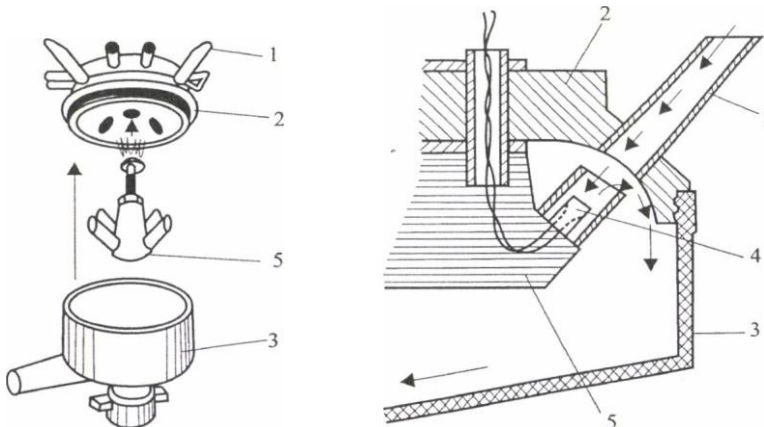
537. ábra. Az áthajtós rendszerű mérlegnél a jelfeldolgozás menete (SCHÖN, 1993)
A – a mérlegről jövő jel; B – a jel szűrés után, C – a mérlegről jövő jel szűrés és feldolgozás után



538. ábra. Az áthajtós rendszerű mérleg a fejőfolyosóban
 1 – körantenna, 2 – mérőcella, 3 – mérlegtalp

A kifejt tej vezetőképességének meghatározása

A kifejt tej fizikai paraméterei összefüggésben vannak az állatok általános fiziológiai állapotával. Az egyik ilyen jellemző a tej villamos vezetőképessége, ami a fejőberendezések kollektorában jól mérhető, sőt az egyes tőgynegyedek közötti összehasonlítás is lehetséges.



539. ábra. A fejőkészülék kollektorába épített vezetőképesség-érzékelő
 1 – a tejtömlő csőcsonkjá, 2 – kollektor felső része, 3 – kollektor alsó része,
 4 – elektródák, 5 – elektródaház

Általában a 6–6,6 mS/cm érték jellemző az egészséges tejre és 6,7–7,5 mS/cm a tőgygyulladásban szenvedő tőgynegyedek tejére.

E méréseknél számításba kell venni, hogy a tej vezetőképessége a laktációs idő folyamán néhány százalékkal változik, és eltérés mutatható ki az első, második vagy annál több laktációt befejezett tehének között.

A referenciaértéket és az értékelő szoftvert annak figyelembevételével kell meghatározni, ill. elkészíteni, hogy a fejés kezdetén és végén az egyes tőgynegyedek tejének a vezetőképessége jelentősen eltérhet egymástól (akár 5–10% is lehet).

11.9. Az állatok itatása

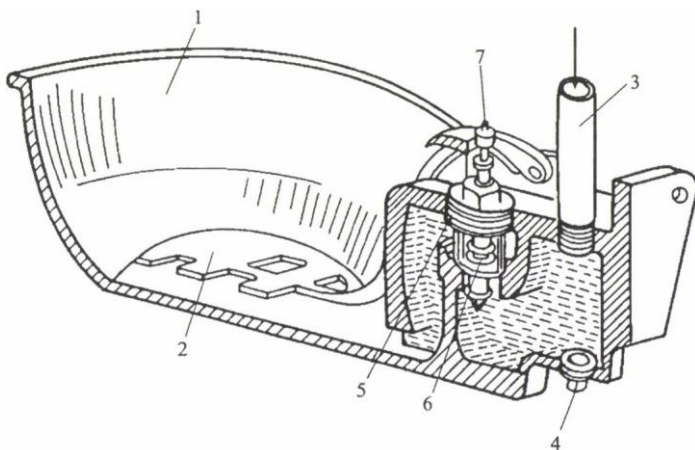
Az önitatóból az állat tetszés szerinti időben és korlátozás nélkül ihatnak.

Az önitatóknak számos változata ismert és használatos az állattartásban. Kialakításukat általában a felhasználási igény szempontjai alapján módosították. E szempontokat meghatározza az állatok faja, kora és a tartástechnológiai rendszer szabta igények. Merőben mások az igények a szarvasmarhatartásban, mint a baromfinevelésben. Ezen túl az állatok kora eredményezhet a méretében, esetleg a szerkezetében is eltérő itatóváltozatokat.

Működési elvük szerint két csoportba sorolhatók:

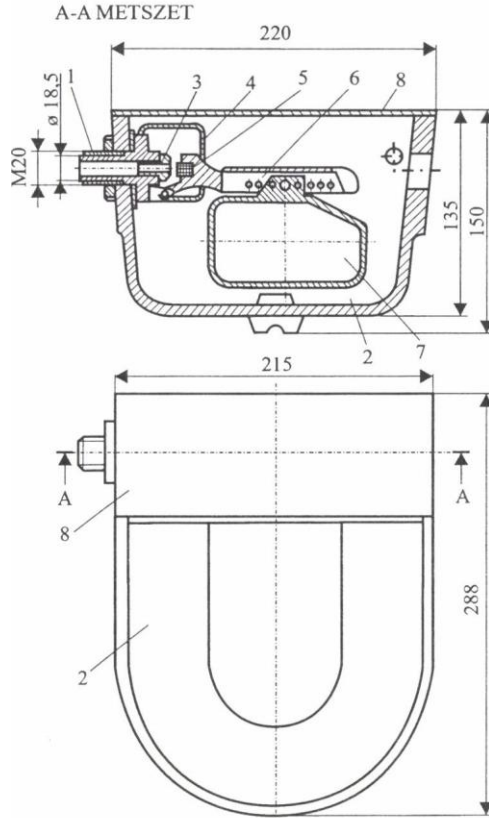
Aktív itatóknál (540. ábra) az itató fedelének felemelésével, a szelep, ill. a szelepnyelv lenyomásával az állat közvetlenül részt vesz az itató működtetésében.

A **passzív itatók** is szelepen keresztül csatlakoznak a vízhálózatra, viszont a szelepet nem közvetlenül az állatok, hanem az itató edényében lévő víz szintjének a változása működteti. Amikor az állatok isznak, a víztükörrel együtt az úszó is süllyed, miközben nyílik a szelep és pótlódik az elfogyasztott víz mennyisége (541. és 545. ábra).

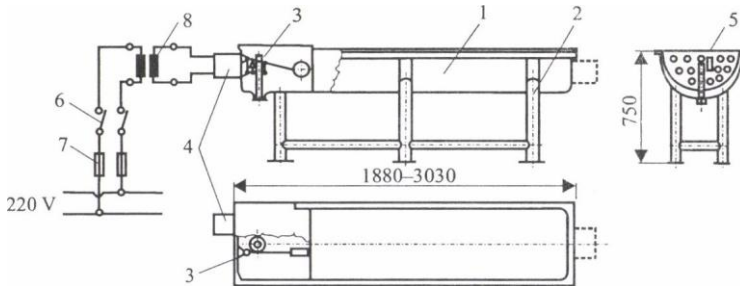


540. ábra. A szelepes önitató felépítése

1 – csésze, 2 – nyomónyelv, 3 – hálózati vezeték, 4 – vízleeresztő csavar,
5 – szelepház a szeleppel, 6 – szeleprugó, 7 – állítócsavar



541. ábra. Egyedi szintszabályozós önitató
 1 – csatlakozócsonk, 2 – csésze, 3 – szelepvülés, 4 – szelepburkolat,
 5 – gumiszelep, 6 – szelepszár, 7 – úszó, 8 – fedél

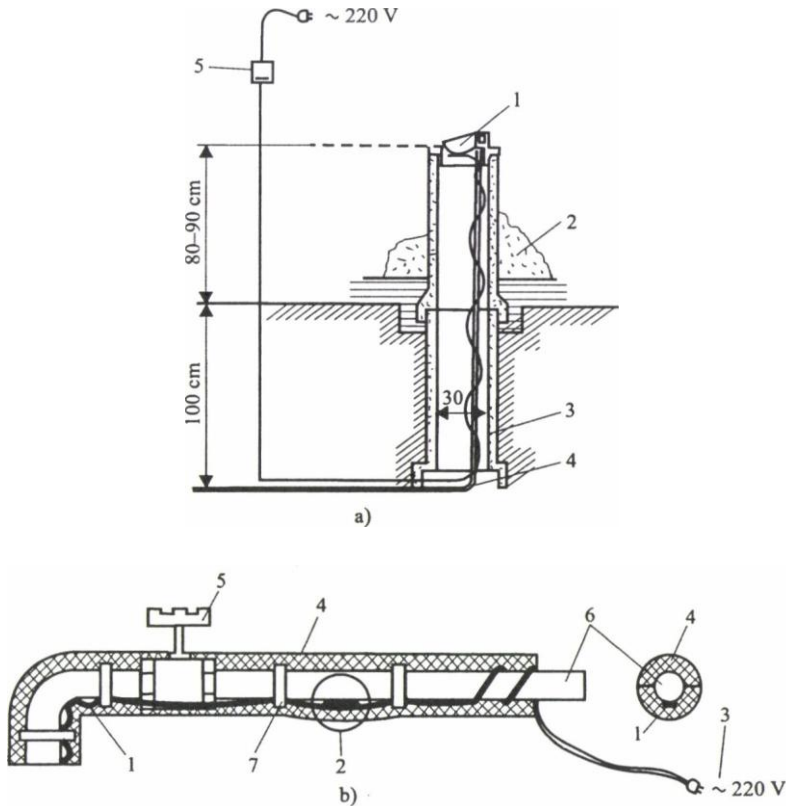


542. ábra. Fagymentesített vízterű önitató
 1 – poliésztervályú fűtőszöveffel, 2 – állvány, 3 – úszószelep,
 4 – villamos csatlakozódoboz, 5 – perforált válaszlemez, 6 – kapcsoló,
 7 – biztosítékok, 8 – transzformátor

Nyitott istállóban vagy karámban a befagyás veszélye miatt gondoskodni kell a fagymentesítésükről (542. ábra).

Az itatókat a mechanikai behatásoktól csőkorláttal célszerű védeni. Szabadtéren az itatókat hőszigeteléssel is el kell látni, ami nyáron a gyors felmelegedéstől, télen a hőveszteségtől véd.

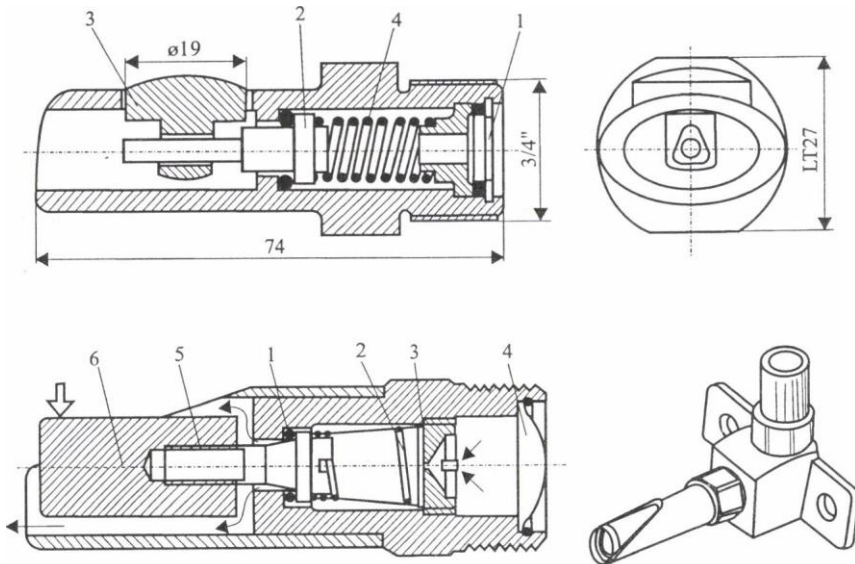
A fűtésre speciális fűtőkábel (543. ábra) is szolgálhat, amely bekötővezetékre csavarható fel. A hőérzékelő automata 5 °C-nál kapcsolja be a fűtést, és 15 °C elérése után kapcsolja ki.



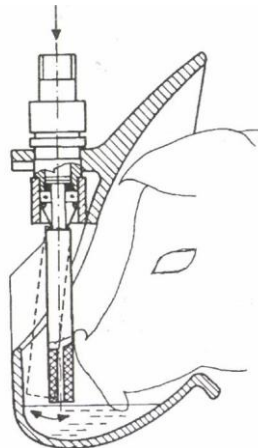
543. ábra. Fűtőkábeles fagyvédelem

Szopókás sertésönitatók

Az állatok a szájukba veszik a szelepet és a szelep nyelvének „összehirapásával” a szeleplék ferde helyzetet vesz fel, s mellette a víz a szopócsőbe áramlik, onnét pedig az állat szájába folyik. A szopókán átáramló víz mennyiségét szűkítőbetéttel lehet módosítani, hogy az állat folyamatosan lenyelhesse (544. ábra).



544. ábra. Szopókás sertésitatók
 1 – tömítőgyűrű, 2 – rugó, 3 – szűkítőbetét, 4 – szűrő, 5 – szelep, 6 – szelepnyelv



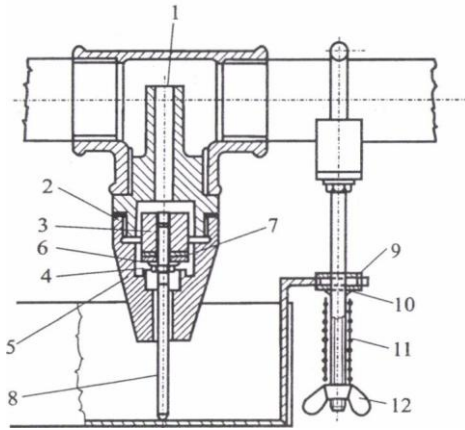
545. ábra. Szelepes sertésönitató

Baromfiitatók

A baromfi napi vízszükségletét jelentősen befolyásolja a napi takarmányfelvétel és a környezeti hőmérséklet.

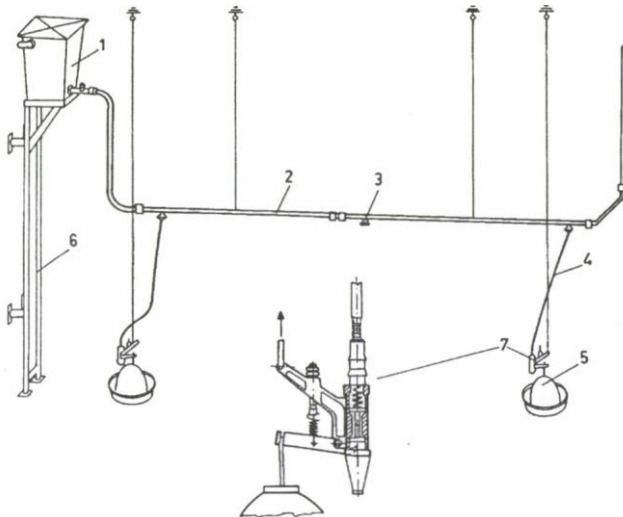
A vákuumos önitatókat főként csibék itására használják, alumíniumból vagy műanyagból készülnek, 2, illetve 6 literes kivitelben.

A vályús itatónál a 4 m hosszúságú lemezvályút rendszerint 1"-os horganyzott vízcsőre, mint tartóra rögzítik. Minden vályúhoz tartozik egy rugós szelep (546. ábra), amely a vályú víznívót automatikusan szabályozza.



546. ábra. A vályús itató szelepe

1 – csatlakozócsonc, 2 – tömítés, 3 – szelepszűly, 4 – hatlapfejű anya, 5 – szelep, 6 – alátét, 7 – tömítés, 8 – szelepszár, 9 – tartó, 10 – alátét, 11 – rugó, 12 – szárnyasanya



547. ábra. Pisztolyszelepes, függesztett kör alakú itató

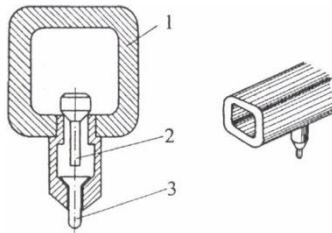
1 – víztartály, 2 – gerincvezeték, 3 – csatlakozó csonc, 4 – PVC tömlő, 5 – körítő, 6 – állvány, 7 – pisztolyszelep

A függesztett kör alakú itató az edényből, a rugós szelepből, a csatlakozó tömlőből és a magasságállítást biztosító függesztőszerkezetből áll. A függesztett rugós szelep működését

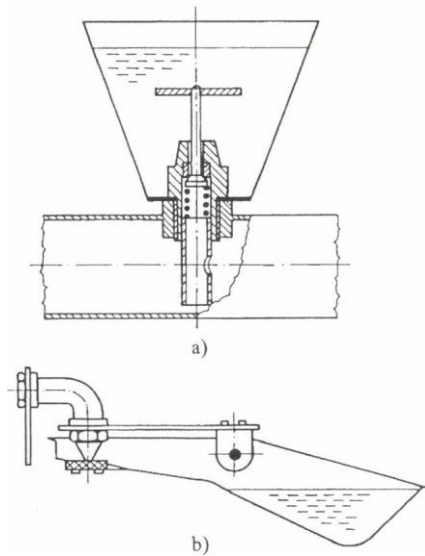
az itatóedény és a rugóerő együttesen vezérli. A szelep kettős működésű, önzáró. Ha az tisztításkor leveszik az emelőkarról az itatóedényt, a felső szelep a hálózati nyomás hatására elzáródik. Az alsó szelepet az edény és a benne lévő víz együttes tömege tartja lezárt helyzetben. A víz csökkenésével a szelep kinyit, majd lezár, ha a vízhiány pótlódott. Az itatóban a vízszint a rugóerő változtatásával állítható.

A nevelőketrecekben a csepegtetős szelepes itatók (548. ábra) a ketrecesoronként végig futó gerincvezetékre csatlakoznak.

A gerincvezeték a szintenként elhelyezett előtétartályról kapja a vizet. Általában 30–40 cm-es vízoszlopnomás a szokásos.



548. ábra. Csepegtetős itató, ketreces tartásnál
1 – műanyag gerincvezeték, 2 – felső szelep, 3 – szeleptű



549. ábra. Csészés baromfiitatók a) nyomószelepes, b) billenőcsészés

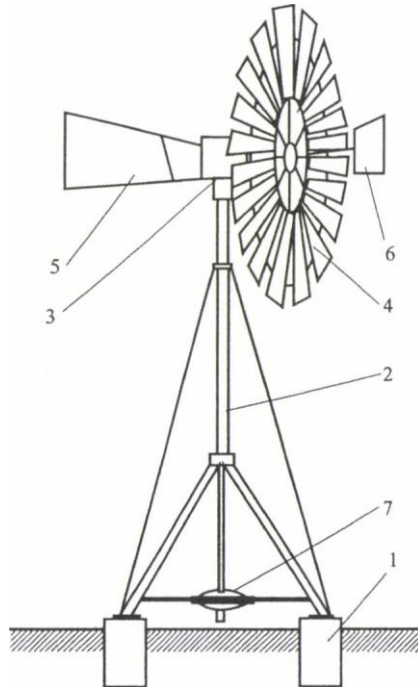
Az egyedi csészés önitatók (549. ábra) szintén nyomáseszkentő táptartályról üzemeltethetők. A műanyag csészék űrtartalma csupán néhány cm³. A baromfi a kúpos csésze szelepeinek lenyomásával juthat a vízhez. A billenőcsésze a vízszintes tengelye körül elfordul, és a befolyt víz tömege révén záródik a szelep.

11.10. Szélmotorok a legelőterületeken

A hazai szélviszonyok mellett lokálisan az ún. sűrűlapátos (vagy amerikai típusú) szélmotorok használata indokolt, ugyanis e konstrukciókkal elfogadható üzemidő-kihasználás érhető el (10–15%).

Általános szerkezeti felépítés

A sűrűlapátos szélmotorok kialakítása igen változatos lehet az egyes fő szerkezeti elemek konstrukciója, elrendezése, anyaga stb. alapján egyaránt. Az 550. ábra egy lehetséges megoldást szemléltet (PATAY, 1987).



550. ábra. Sűrűlapátos szélmotor általános szerkezeti kialakítása

A vasbeton pont- vagy sávalapozásra (1) kerül a torony (2), amelynek leggyakoribb kiviteli alakja az egyenszilárdságú tartó elvén kialakított rácsszerkezet vagy sodronykötéllal stabilizált csőváz. A torony tetején körfordulhatóan helyezik el a hajtóműházat (3), amelynek vízszintes tengelyére kerül a szélkerék (4). A szélirányba

állást a hajtóműházhoz csuklósán kapcsolt kormánylapát (5) biztosítja, a fordulatszám-szabályozást ill. viharvédelmet az erre merőlegesen elhelyezett segédvitorlával (6) oldják meg.

A szélmotor által meghajtott munkagép (7) általában szivattyú, ritkábban kompresszor (pl. mamutszivattyús alkalmazáshoz).

A szélkerekek geometriai és üzemi jellemzői

A szélmotorok energiaátalakító szerkezeti eleme a szélkerék, amely a szél mozgási energiájából biztosít mechanikai (hajtó) energiát.

A szél fajlagos teljesítménye az áramlásra merőleges egységnyi keresztmetszetben:

$$P_f = \frac{\rho}{z} \cdot v^3 \quad [\text{W/m}^2],$$

ahol:

ρ – a levegő sűrűsége [kg/m^3], v – a szélssebesség [m/s].

Ez a teljesítmény csak bizonyos mértékig hasznosítható. Ha P_{fh} a szélkerék tengelyén levett fajlagos hasznos teljesítmény, az alábbiak szerint képezhető az ún. teljesítménytényező:

$$c_p = \frac{P_{fh}}{P_f}.$$

Betz tétele alapján c maximális értéke 0,593, vagyis a szélmotorok elméleti maximális hatásfoka kb. 60%.

A hasznos teljesítmény (P_h) pillanatnyi értéke a szélssebesség mellett döntően a terhelőnyomaték (M_t) nagyságától függ. A szélkerék a legnagyobb nyomatékot (M_{\max}) akkor adja le, ha a tengelye áll. A szélkeréknek három üzemállapota lehetséges:

– $M_t = 0$, terheletlen állapot. Ekkor a szélkerék üresjárat fordulat számmal forog, amely az 551. ábra jelölései szerint:

$$n_{\bar{u}} = \frac{v \cdot \text{tg} \alpha}{D \cdot \pi} \quad [1/\text{s}].$$

– $M_t > M_{\max}$, túlterhelt állapot, a szélkerék nem indul. Az M_{\max} értéke szélssebesség-függő, a szélssebesség négyzetével arányos:

$$M_{\max} = A \cdot \rho \cdot R_s \cdot v^2 \cdot \text{tg} \alpha,$$

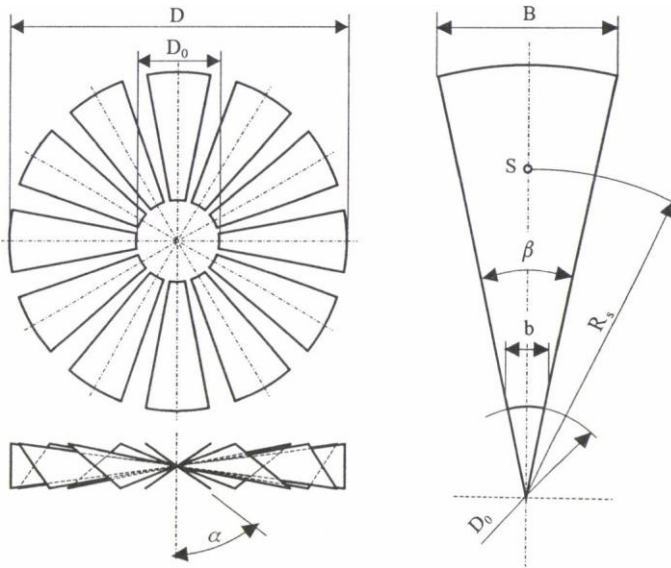
ahol:

A – a lapátok által súrolt keresztmetszet [m^2],

R_s – a lapátok tömegközéppontjának sugara [m],

– $0 < M_t < M_{\max}$, normál üzemi állapot, a szélkerék hasznos teljesítményt szolgáltat.

Ennek maximuma elméletileg az $M_t = \frac{M_{\max}}{2}$ feltétel esetén adódik, ekkor a szélkerék fordulatszámja az adott szélsébséghez tartozó üresjárat fordulat szám fele.



551. ábra. Síklapátózású szélkerék geometriai jellemzői

A szélkerék maximális hasznos teljesítményének szélsébség-függvénye a geometriai jellemzőkkel kifejezve:

$$P_{h_{\max}} = \frac{A \cdot \rho \cdot R_s \cdot v^3 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{4 \cdot D \cdot \pi} \quad [\text{W}].$$

Az összefüggés jól mutatja az egyes geometriai jellemzőknek a teljesítményre gyakorolt hatását. Ezek közül külön ki kell emelni a lapátszöget. A lapátszög növelésének az áramlási veszteségek szabnak határt, vizsgálatok szerint a teljesítménymaximum síklapátoknál 60–65° között adódik. Ívelt lapátok alkalmazása esetén a lapátszög valamelyest növelhető (65–70°), azonban az ívelt lapátózású szélkerék gyártása bonyolultabb.

A teljesítmény- és nyomatékviszonyok leírásához vezessük be a gyorsjárási tényező fogalmát. A gyorsjárási tényező a kerék kerületi sebességének (v_k) és a szélsébségnek a hányadosa:

$$\lambda = \frac{v_k}{v}.$$

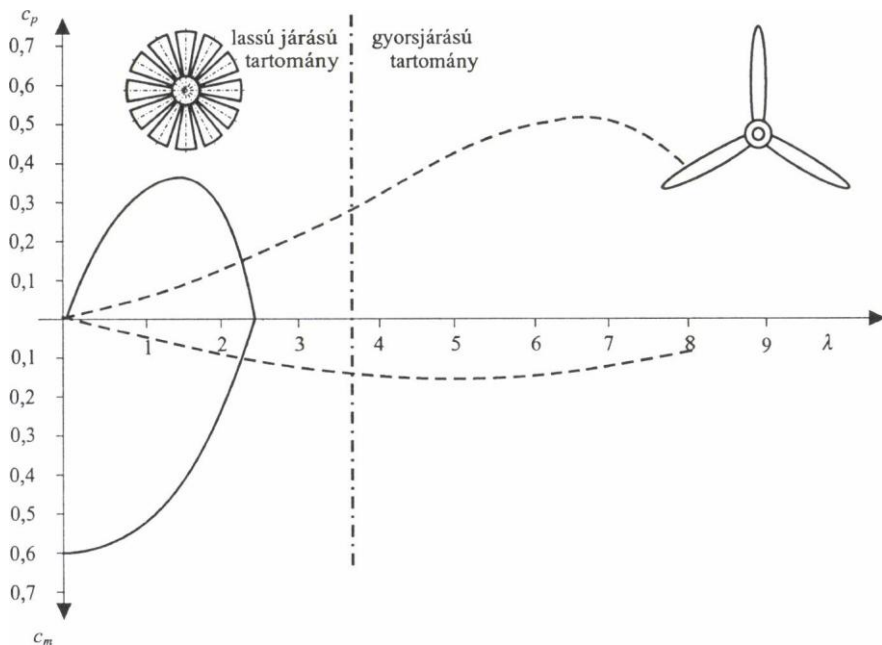
Az üresjárat fordulat számra megadott összefüggés alapján könnyű belátni, hogy a gyorsjárási tényező elméleti maximuma:

$$\lambda_{e_{\max}} = \operatorname{tg} \alpha = 1,7 - 2,7.$$

A gyorsjárású tényező megadható a teljesítmény- és nyomatéktényező (c_m) viszonyaként is:

$$\lambda = \frac{c_p}{c_m}.$$

Az összefüggést a fenti jellemzők között az 552. ábra szemlélteti. Összehasonlításként az ábra tartalmazza a szárnytípusú szélkerekek jelleggörbéit is, amelyeket nagy teljesítményű generátorok hajtására alkalmaznak (szélerőművek).



552. ábra. A teljesítmény- és a nyomatéktényező változása a gyorsjárású tényező függvényében

(Mivel a sűrűlapátos szélkerekek gyorsjárású tényezője erősen korlátozott, gyakran lassújárású szélkerekeknek is nevezik őket.)

A hasznos teljesítményt befolyásoló további fontosabb jellemzők: a lapátalak (R_s) és a lapátszám, illetve beépítési tényező, azaz a hasznos szélkeresztmetszet beépítettségére vonatkozó mutató. Vizsgálatok alapján a síklapátos szélkerekek esetében az optimális beépítettség 60–70% közötti, amelyet a lapátok szélességi méretével, ill. a lapátszámmal lehet beállítani. A lapátszám általában 8–24, a szélkerékátmérő (D) függvényében a szélességi méretek korlátozása miatt növekszik.

Széliránykövetés

A szélmotor akkor tudja leadni a legnagyobb teljesítményt, ha a szélkerék síkja merőleges a mindenkori szélirányra. Ez a legegyszerűbben kormánylapáttal oldható meg: a szélirány megváltozásával a függőleges síkú kormánylapátra ható erő befordítja a szélkereket a szélirányba. Hogy ez megfelelő pontossággal megtörténjék, a kormánylapátot gondosan méretezni kell.

A szélirányba állás bekövetkezik, ha:

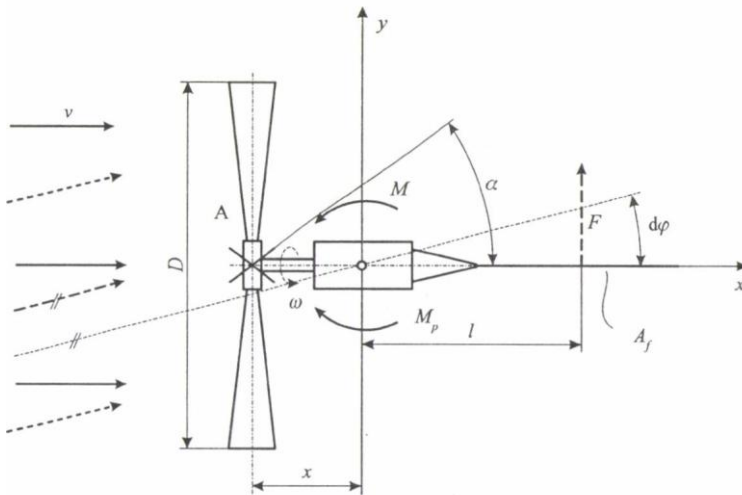
$$M \geq M_p + M_t,$$

ahol:

M – a kormánylapátra ható erő nyomatéka,

M_p – a forgó tömegek precessziós nyomatéka,

M_t – az elforduló tömegek mozgásához szükséges nyomaték.



553. ábra. Vázlat a szél irány követés vizsgálatához (PATAY, 1987)

A $\Delta\varphi$ széliránykövetési pontossághoz a szükséges kormánylapát-felület az alábbi összefüggés alapján számítható:

$$A_k = \frac{4 \cdot \Theta^k \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \omega_c}{\rho \cdot v \cdot e \cdot D \cdot \sin 2\Delta\varphi} \quad [\text{m}^2],$$

ahol:

Θ^k – a szélkerék tehetetlenségi nyomatéka [$\text{m} \cdot \text{kg}$],

ω_c – az elfordulás átlagos szögsebessége [$1/\text{s}$],

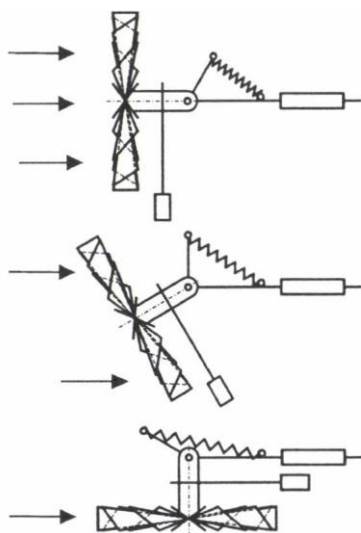
e – a kormánylapát tömegközéppontjának távolsága a forgástengelytől [m].

A széliránykövetés szempontjából a kis tömegű szélkerekek előnyösek, ezért a lapátok anyagát ennek figyelembevételével kell megválasztani.

A szélirányba állás készsége a precessziós nyomaték miatt aszimmetrikus: a szélkerék forgásirányába a beállást a forgó tömegek segítik, ellenkező irányba gátolják. Ezért célszerű a kormánylapát aszimmetrikus elrendezése: a hossz tengelytől $5\text{--}10^\circ$ -os eltérése a szélkerék forgásirányával ellentétesen.

Viharvédelem

Nagy sebességű széllokécek ($v > 12\text{--}20$ m/s) veszélyeztethetik a szélmotoros gépek biztonságát. Legnagyobb veszélyt a szélnyomás és a fordulatszám megszaladása jelenti. A viharvédelem számos szerkezeti megoldása ismert, amelyek közül egyszerűsége miatt a segédlapátos megoldás a gyakoribb (554. ábra).



554. ábra. Segédlapátos viharvédelem

A szélkerék síkjára merőlegesen az árnyékszónából kinyúlva elhelyezett segédlapáttra a szélesebbel arányos erő hat, amelynek egy előfeszített rugó tart ellen. A rugó előfeszítésétől függő szélesebbnél ($10\text{--}15$ m/s) a segédlapát kifordítja a szélkereket a szélirányból, így a torony és a kerék nem sérül meg vihar idején.

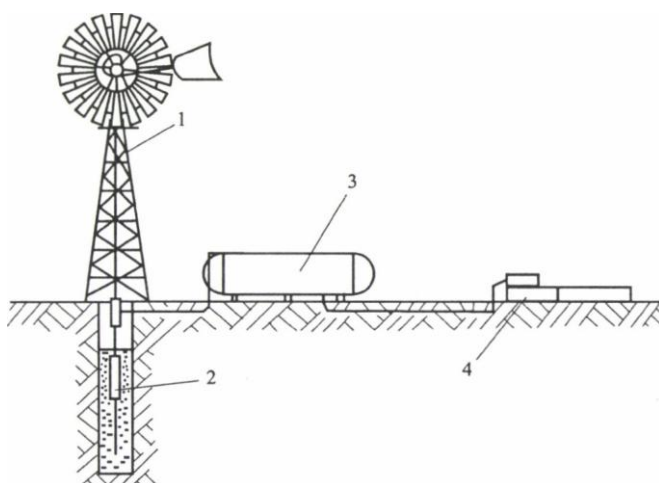
Szélmotoros szivattyúk

A szélmotoros szivattyúk gazdaságosan üzemeltethetők hagyományos energiaforrásoktól távol eső területeken, kis hozamot és nyomást igénylő vízátemelési feladatok ellátására, pl. legelőkön itatóvíz szivattyúzására, halastavak vízpótlására, szellőztetésére stb.

A szélmotoros szivattyúknál a szélkerék forgómozgását kulisszás vagy excentrikus hajtóművek alakítják át egyenes vonalú mozgássá. Nagyobb nyomatékigény esetén (pl. nagyobb emelőmagasságnál) lassító áttételezés szükséges, amely a hajtóműben elhelyezett fogaskerék-hajtással – általában egy fokozattal – megoldható.

Fontos a szélmotor és a szivattyú energetikai illesztése, amely a névleges szélesebesség, a kívánt vízhozam és az emelőmagasság ismeretében elvégezhető. A tervezésnél célszerű a névleges (méretezési) szélesebességet 3–5 m/s között megválasztani és hozzá illeszteni a szivattyújellemzőket (lökettérfogat, löketség, stb.).

Az 555. ábra egy vízhozó szélmotorra alapozott legelői itatóberendezés vázlatát látható. A szélmotor (1) által hajtott szivattyút enyhén negatív kútra célszerű telepíteni a kis szívómagasság vagy a bűvárszivattyúként történő alkalmazhatóság miatt. A szivattyú (2) a vizet állványon elhelyezett tárolótartályba (3) szállítja, ahonnan az itatóvályúk (4) szintszabályozó szelepekkel tölthetők.



555. ábra. Legelői vízellátás szélmotoros szivattyúval
1 – szélmotor, 2 – szivattyú, 3 – víztartály, 4 – itatóvályúk

11.11. Trágyaeltávolítás, -kezelés és -felhasználás

Trágyaeltávolítás az istállóból

A különböző állatfajok ürülékének mennyisége naponta kiteszi saját testtömegük 5–10%-át. 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. A folyamatosan keletkező trágya közvetlenül csak szakaszosan és az év kisebb hányadában hasznosítható a mezőgazdaságban. Ezért a trágya átmeneti tárolásával és viszonylag rövid ideig tartó kiszórhatóságával kell számolni.

A főbb állatfajok ürülékmenyiségéről ad képet a 31. táblázat.

31. táblázat. Napi ürülékmenyiség (bélsár + vizelet)

| Állatfaj | 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 |

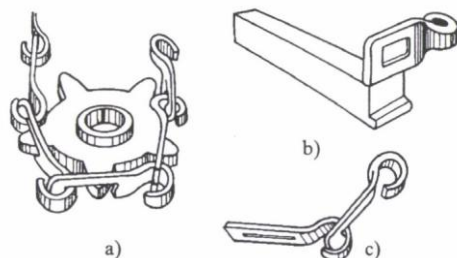
Kaparóláncostrágyaeltávolítók

A berendezés két állássor trágyacsatornájában körbejárva hordja ki a trágyát az istálló végében elhelyezett gyűjtőaknába. Innét ferdefelhordó továbbítja a szállítójárműre. A sarokkerekek által vezetett láncra – különböző osztással – kaparólapokat rögzítettek. Ezek továbbítják a trágyát. A láncemre csavarozott vagy hegesztett kaparólapokat a láncal azonos magasságba, vagy a lánc alá helyezik.

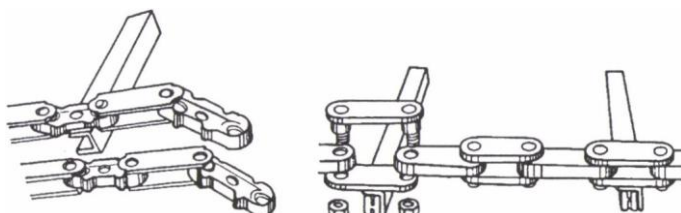
A kaparólapok lánc alá szerelése több előnnyel jár:

- egyszerűbben tisztíthatók,
- a lánc nem sűrűlódik a trágyacsatorna betonfalzatához, a csapfejek nem kopnak le.

Hevederes, szemes és Ewart-láncokat használnak. Láncaik élettartamát és üzembiztosságát az anyagminőségből és a kopásból eredő nyúlékonyságuk határozza meg. Leginkább a mangán ötvözesű öntöttacél láncok felelnek meg a legjobban. Nyúlásuk az anyagminőségen kívül konstrukciójuktól is függ. Ha ugyanis a szemek kis felületen kapcsolódnak egymással, nagy fajlagos felületi nyomások ébrednek, gyorsabban kopnak és nyúlnak.



556. ábra. A trágyakihúzó láncának szerkezeti elemei
a) az összeszerelt lánc a lánckerékkel, *b)* láncszem kaparólappal, *c)* láncszemek



557. ábra. Ewart típusú láncmegoldások

Az 556. ábra igen egyszerű és könnyen szerelhető sajtolt láncot szemléltet.

A sarkokon a vezető láncerekei közül egy (vagy kettő) hajtott, a többi helyzete a láncfeszítés (a nyúlás korrigálása) céljából állítható (557. ábra).

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 teljesítményigénye 4,0–6,0 kW (110–120 m hosszú láncnál).

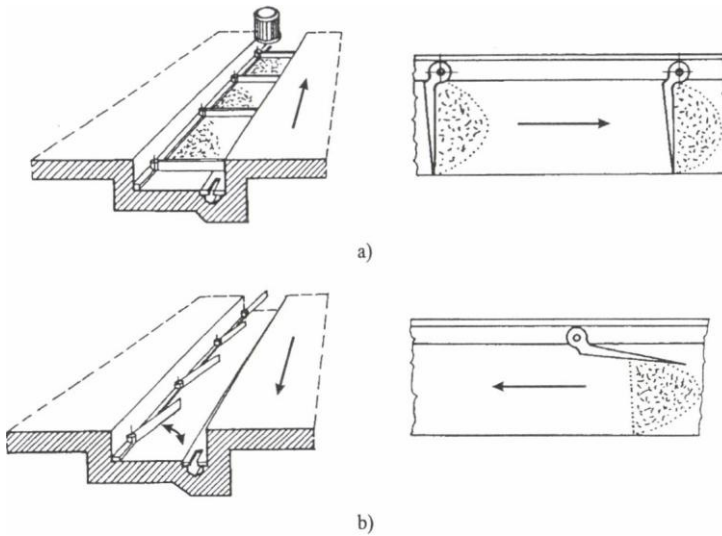
Lengőlapátos trágyaeltávolítók

A trágyát az alternáló mozgású vonórúdon – meghatározott osztásban – elhelyezett lengőlapátok továbbítják. A rudak alternáló mozgását körbejáró, láncos-kulisszás vonófejes hajtóművek, vagy kettős működésű hidraulikus munkahengerek hozzák létre.

Kulisszás vonófeje közvetlenül a lengőlapátok vonórúdjaához is kapcsolódhat, s a vezetését görgők biztosítják.

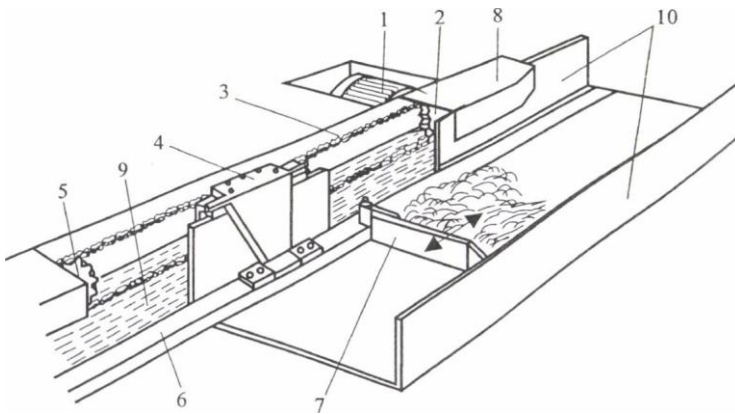
Az idomacél vonórúdra hegesztett csapokon helyezkednek el a lengőlapátok, a vonórúd mozgása közben a csatornához súrlódnak, és a rúd haladási irányának megfelelően vagy a rúddal párhuzamos (visszameneti zárt) vagy a rúdra merőleges szállítási (nyitott) helyzetet vesznek fel (558. ábra).

Egysoros, illetve hurkos, kétsoros berendezéseket is készítenek.



558. ábra. Lengőlapátos trágyakihúzó a) szállítási helyzet, b) üresmenet

Az egysoros kivitel minden sorhoz külön hajtóművet igényel, és ha keresztirányú gyűjtőcsatornát nem alakítottak ki, minden trágyacsatorna végén külön felhordóról kell gondoskodnunk. A gyűjtőcsatorna kiépítése előnyös, mivel egy felhordóval 8–10 trágyacsatorna szolgálható ki. A hurkos kétsoros berendezésekhez is kiépíthető gyűjtőcsatorna. A benne üzemelő szállítóberendezés ugyanolyan lengőlapátos vagy kaparólánccos gép lehet, mint amelyeket istállókban is használnak.



559. 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

Szárnylapátos trágyakihúzó

A szárnylapátokat a trágyacsatornák (nyitott vagy fedett) középtengelyében vezetett vonóelemek működtetik. Ezek alapján:

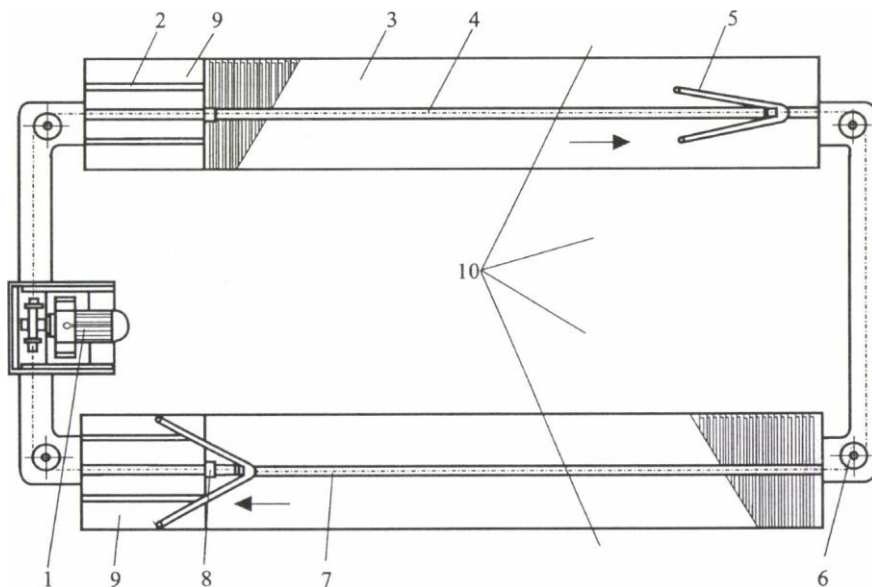
- acélsodrony- és
- műanyagköteles,
- szemesláncos, valamint
- merevrudas kivitelekét különböztetünk meg.

Egy-egy hajtóműve általában két trágyacsatornát szolgál ki, és mindkét csatornában egy-egy szárnylapát van, amelyeket a csatornák ellentétes végeire szerelünk, s így a mozgásuk és a munkahelyzetük is ellentétes (560. ábra).

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 vezetősin, 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 végállaskapcsolók segítségével oldják meg.

Az irányváltó kapcsolókat a lapátok működtetik. A merevrudas vonóelemekkel működő szárnylapátok két változata ismeretes.



560. ábra. Szárnylapátos trágyakihúzó elrendezési vázlata

- 1 – villamos motor, 2 – tartósín, 5 – trágyacsatorna, 4 – vonólánc, 5 – szárnylapát,
6 – sarokkerék, 7 – vezetősin, 8 – végállaskapcsoló szerkezet, 9 – gyűjtőakna

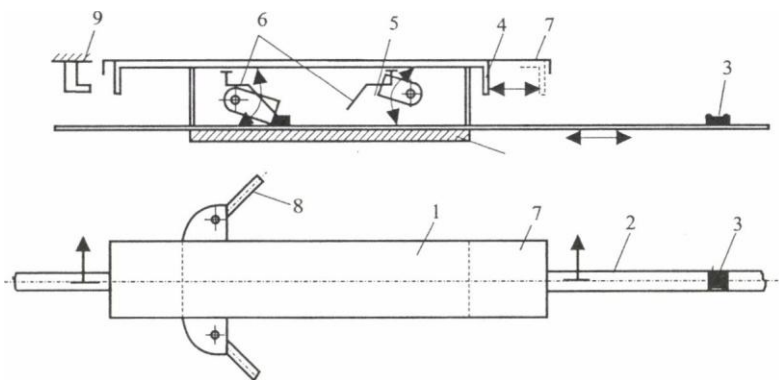
Az alternáló mozgást végző vonórúd lehet bütykös (furatokkal ellátott) vagy sima.

A simarudas kivitelek lapátjának vonófejében lévő görgő a rúd elmozdulása közben – rugóerő hatására – egy ferde pályára fut fel, miközben rászorul a vonórúdra (561. ábra). 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 lévő ferde pályára. Így a lapát haladása ellentétes irányban folytatódik.

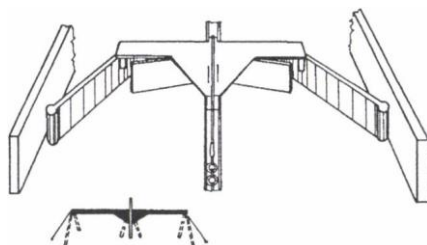
A bütykös változat vonórúdjára bütyköket hegesztenek a hajtómű lökethosszánál 10–20%-kal rövidebb osztással (561. ábra). A vonófejben lévő kilincs beakad a bütyökbe, és magával viszi a szárnylapátot. A kilincs helyzetét – előre és hátra kinyúló – váltókar határozza meg. A csatornák végén levő ütközők ezt elmozdítják, ezáltal a kilincs működési helyzete is változik. Következésképpen a lapát ellentétes irányban mozog.

A szárnylapátokkal kihúzott trágya gyűjtőaknába vagy gyűjtőcsatornába kerül.

A 2 m-nél szélesebb trágyacsatornában az osztott szárnylapát (562. ábra) használata előnyösebb.



561. ábra. Csapos (bütykös) merevrudas szárnyalapát vonófeje (CSOMA, 1977)
 1 – ház, 2 – vonórúd, 3 – vonócsap (-bütyök), 4 – irányváltó lemez, 5 – kilincs,
 6 – kilincsvetésekek, 7 – fedél, 8 – szárnylapát, 9 – irányváltó ütköző



562. ábra. Osztott szárnylapátok

A láncos és a köteles trágyakihúzó hajtóművei a vonóelemeket, a kihúzótestet 0,1–0,15 m/s sebességgel mozgatják. Ráncpadló 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 löketek száma 10–30 1/min.

Súrlódási jellemzők a trágya szállításánál

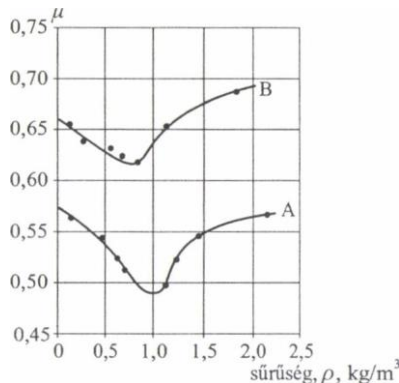
A trágya kiszállítására alkalmas valamennyi berendezés jellemzője, hogy az anyag mozgatása az összegyűjtésére szolgáló felületen megy végbe. A szükséges erőigényt tehát elsősorban a trágya és a felület közötti súrlódás határozza meg. Ehhez járul a berendezés saját ellenállása, amely az erőhatás összértékében 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.

A növekvő nedvességtartalom csökkenti, a növekvő alomtartalom pedig növeli a súrlódási tényezőt. Számszerű hatását 5–10% tömegarányon belül nehéz kimutatni.

A felületi nyomás növekedése csökkenti a súrlódási tényezőt, mivel a trágyalé és a bélsár részbeni kinyomódását okozza, amely „kenőréteget” alkot. Ezért a súrlódás különleges esetével állunk szemben, amely átmenet a félszáras és a 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 (563. ábra).

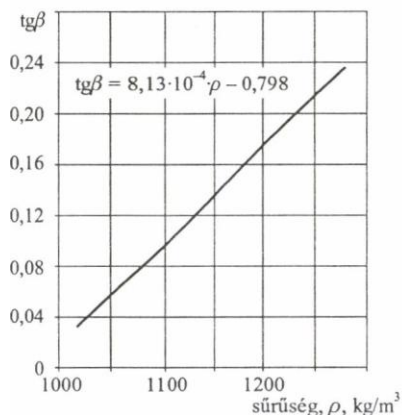
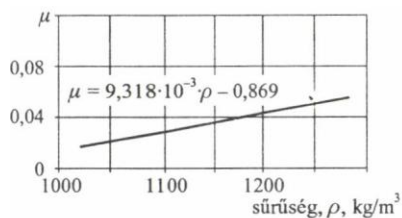


563. ábra. Súrlódási tényező almos trágya és beton között a sebesség függvényében A – érdes, B – sima felületen

A szállítási sebesség hatását úgy jellemezhetjük, hogy meghatározott sebességtartományban a súrlódási tényező értékének minimuma van. A súrlódási tényező főként a trágya szárazanyag-tartalmától függ, amelyre tájékoztató adatokat tartalmaz a 32. táblázat.

32. táblázat. A hígtrágya sűrűdési tényezője betonfelületen

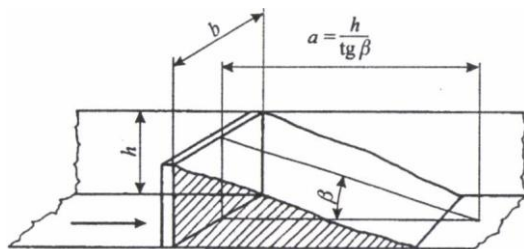
| Szárazanyag-tartalom (%) | Sűrűdési tényező |
|--------------------------|------------------|
| 22,7 | 0,37 |
| 19,5 | 0,23 |
| 17,0 | 0,15 |
| 15,1 | 0,11 |
| 12,4 | 0,05 |



564. ábra. A vonólapátos hígtrágyakihúzásnál a sűrűdés és a rézsű alakulása (MIKECZ, 1985)

Ha hígtrágyát a szárnylapátos kihúzóval szállítjuk, a szárnylapát, a vele együtt mozgó trágya és a csatornafenek, illetve az oldalfalak között jelentős sűrűdési ellenállással jön létre.

Az erőhatás a lapát előtt elhelyezkedő hígtrágyamennyiség súlyával arányos. Ez – folyósságától függően – eltérő hosszúságú, ékszerű test formáját ölti (564. ábra).



565. ábra. A vontatott trágyatest felszínének „rézsűje”

A szállított anyag térfogata:

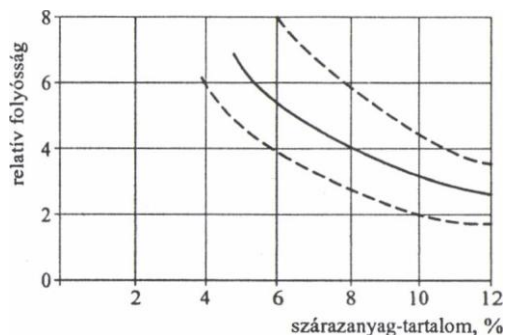
$$V = \frac{h^2 \cdot b}{2 \operatorname{tg} \beta}$$

A vontatott trágyatest felszínének szöge (β) az anyag tulajdonságaitól függ (565. ábra).

A hígtrágya gravitációs szállításakor – az anyag folyási tulajdonságait figyelembe véve – a nehézségi erőt hasznosítjuk. Előfordulhat, hogy hígítás nélkül a sűrűbb trágya nem is vezethető el.

Az anyag folyási tulajdonságai (566. ábra) a víztartalomtól függően változnak, de nem az abszolút víztartalom, hanem a szilárd részek közötti szabad vízmennyiség a meghatározó. A hígtrágyát olyan szuszpenzióknak tekinthetjük, amely szilárd és vízben oldott kolloid anyagokból áll. Tulajdonságait az úgynevezett kvázipasztikus folyási viszonyok jellemzik. E folyási tulajdonságok főként az állatfajtól, a hasznosítási iránytól, a takarmányozástól, az istállóklímától, a trágya biológiai és kémiai állapotától függenek.

A gyakorlatban az állatfaj és a hasznosítási irány, továbbá a takarmány-összetétel a meghatározó.



566. ábra. A hígtrágya relatív folyóssága a szárazanyag-tartalom függvényében

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.

A hígtrágya szállítása csővezetéken

A hígtrágya tehát folyékony, szilárd és kolloid alkotók elegye, úgynevezett kvázi-plasztikus szuszpenzió, amely az μ_{pl} 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:

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2,$$

ahol λ ellenállás-tényező értékét az áramlás jellegétől függően kell figyelembe venni:

lamináris áramlaskor:
$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}_B},$$

turbulens áramlaskor:
$$\lambda = \frac{0,2629}{(\lg \text{Re}_B)^{1,5616}}.$$

Az Re_B (Bingham-plasztikus közegre módosított Reynolds-szám) és a λ közötti kapcsolat jellegét az 567. ábra szemlélteti.

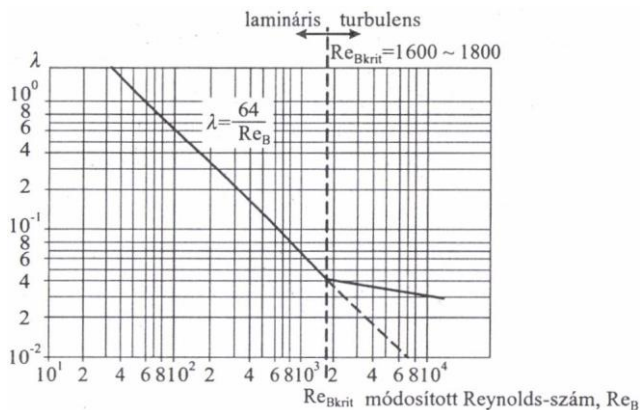
A módosított Reynolds-szám meghatározása Bingham-plasztikus közegre az alábbi összefüggéssel történhet:

$$\text{Re}_B = \frac{1}{\frac{\eta_{pl}}{v \cdot d \cdot \rho} + \frac{\tau_0}{6\rho \cdot v^2}}.$$

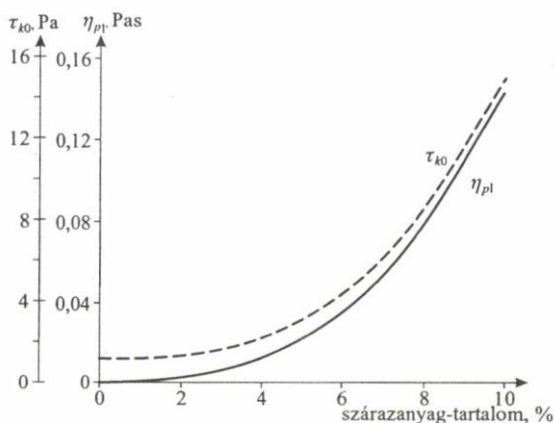
A hígtrágya-suszpenziónál a kritikus Reynolds-szám: $\text{Re}_{B \text{ krit}} = 1600\text{--}1800$, jóval kevesebb, mint víz esetén ($\text{Re}_{\text{krit}} = 2320$). A hígtrágyánál a folyadékban ébredő τ nyírófeszültség, a τ_0 folyási és a τ_v viszkózus feszültségből tevődik össze.

A csővezetékbe iktatott idomdarabok, szerelvények ellenállását az egyenértékű csőhosszal vesszük figyelembe. A gyakorlati számítások céljára megfelelő pontosságot ad, ha a szerelvény l_0 beépítési hosszát figyelembe véve az egyenértékű csőhossz:

$$l_e = 2l_0.$$



567. ábra. Az Re_B és λ összefüggése



568. ábra. A sertés-hígtrágya folyási nyírófeszültsége (τ_{k0}) és plastikus viszkozitás értékei (η_{pl}) a szárazanyag-tartalom függvényében

Az áramlási ellenállás elsősorban a szállítandó anyag jellemzőitől függ, bár a csővezeték belsejének felületi minősége (simasága) és anyaga is befolyásolja.

A hígtrágya kezelése és felhasználása

A hígtrágya mikroorganizmus-, gyógyszermaradék-, fertőtlenítőszer-tartalma miatt az élő szervezetekre is veszélyes. Kezelésénél a szennyvíztisztításra is jellemző technológiai elemeket alkalmazzák, ennek ellenére a hígtrágya nem szennyvíz, a természetes körforgásba való visszavezetésének megoldása a kezelés lényege (CSABA et al., 1978).

A hígtrágyában levő darabos szennyeződések (kő, fa, fém stb.) a kezelés előtt el kell távolítani. Az eltávolítás különböző rácsokkal, gerebekkel történhet. A rácshézag 20–50 mm, amelyet az eldugulási veszély figyelembevételével kell megválasztani. A rácson áthaladó hígtrágya áramlási sebessége kb. 0,5–1 m/s. Az íves rácsokról a szennyeződés forgóvillás, szakaszos működtetésű kotróval vagy végtelenített mozgógereb (láncos szállító) eltávolítható. Gyakori, hogy a hígtrágyában maradó apróbb szilárd szennyeződések aprítóval darabolják, melyek a szivattyúkkal is egybeépíthetők.

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.

Fázisbontás nélküli hígtrágyakezelés

A hígtrágya 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 csatornában és csővezetékben úgy tudjuk biztosítani, hogy az áramlási sebességet 0,5 m/s felett tartjuk.

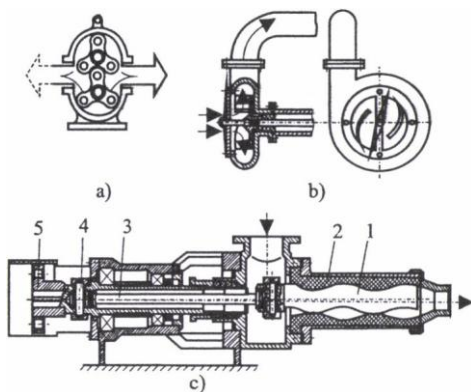
Az állattartó telepen keletkező hígtrágyát ún. gyűjtőtartály vagy gyűjtőakna fogadja be. Térfogata a napi maximális hígtrágya mennyiségéhez igazodik (20–150 m³). A kezelő és tároló térfogatigény a tárolási idő hosszától függ, beszélhetünk rövid (7 nap), közepes (8–30 nap) és hosszú (31–120 nap) tárolási időről. Ilyen módon a tárolótérfogat elérheti a több ezer m³ értéket is (CSABA et al., 1978).

Egyik esetben a homogenizálást **mechanikus** szerkezetek, a tartályba beépített, motollás, csigás, szárnylapátos vagy turbinakeverők végzik, amelyek meghajtása történhet a traktor TLT-ről vagy villanymotorról. Másik megoldás a szivattyúval végzett állandó keverés vagy **hidraulikus homogenizálás**. Ez esetben a traktorral működtetett, vagy villanymotoros szivattyú a keverés mellett a tartály ürítését, és a trágya átemelését is ellátja. Az **aprítóképes szivattyú** a hígtrágyában levő szilárd szennyeződések felaprítja. A csavarszivattyú pedig nagy konzisztenciájú anyagok szállítására is alkalmas. A szivattyúk közül az ún. zagyszivattyúk használhatók eredményesen a hígtrágya szállítására, így a csavarszivattyú is (569. ábra).

A keverésre kerülő hígtrágya mennyiségéhez kell igazítani a keverőszivattyú teljesítményét. Általában annyi ideig kell a tartályban levő mennyiséget keverni, amíg az egyszer átszivattyúzásra kerül. A tároló medencék fenéklapja 5%-os lejtéssel készül.

A **pneumatikus keverés** esetén a tartály fenékrészéből kilépő nyomás alatti levegő végzi a homogenizálást. Újszerű megoldás az **elektrolitikus homogenizálás**, amikor a tartályba nyúló rézelektrodákból az áram hatására rézionok vándorolnak az elektrolitként viselkedő hígtrágyában és megakadályozzák a kiülepedést.

Az intenzív keverést a tárolóval egybeépített vagy elkülönített kis térfogatú homogenizáló aknában valósítják meg, legtöbbször csak a kiszállítás előtt.



569. ábra. Forgódugattyús- (a), centrifugál- (b) és csavarszivattyú (c)
 1 – rotor, 2 – állórész, 3 – tengely, 4 – nyírőszeg, 5 – tengelykapcsoló

A homogenizált hígtrágya kihordása tartálykocsival végezhető el, amely felszívja az anyagot a tárolótartályból, a területre való kiszállítás után a tartályt nyomás alá helyezve a trágyát a talaj felületére vagy a talajba juttatja. A felületi terítést dobólapát, terítőlap vagy szórótányér biztosítja.

Fázisbontásos hígtrágyakezelés

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 meg. 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 alapelveket tekintve két fő csoportba sorolhatók:

- gépi mechanizmusok nélkül működő,
- gépi mechanizmusokkal működő megoldások.

Az első csoportba az **ülepítő**, illetve a kombinált (ülepítő-szűrő) rendszerek tartoznak. Ülepítésnél a kiüledő szemcse sebessége (v_0):

$$v_0 = \sqrt{\frac{1}{\zeta} \cdot \frac{4g}{3} \cdot \frac{(\rho_p - \rho)}{\rho} \cdot d},$$

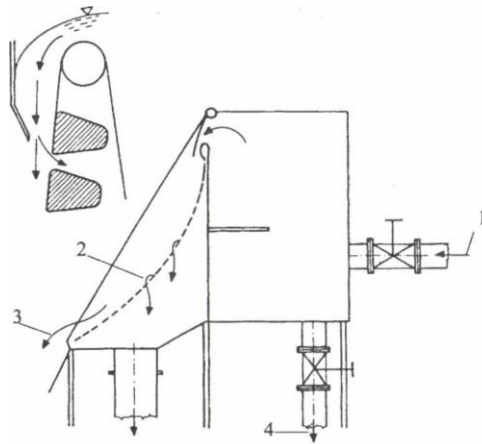
ahol:

- ζ – a szemcse alakjától függő közeg-ellenállási együttható (a viszkozitástól is függ),
- ρ_p – a szemcse sűrűsége, ρ a folyadék sűrűsége,
- d – a szemcse átmérője (FÁBRY, 1995).

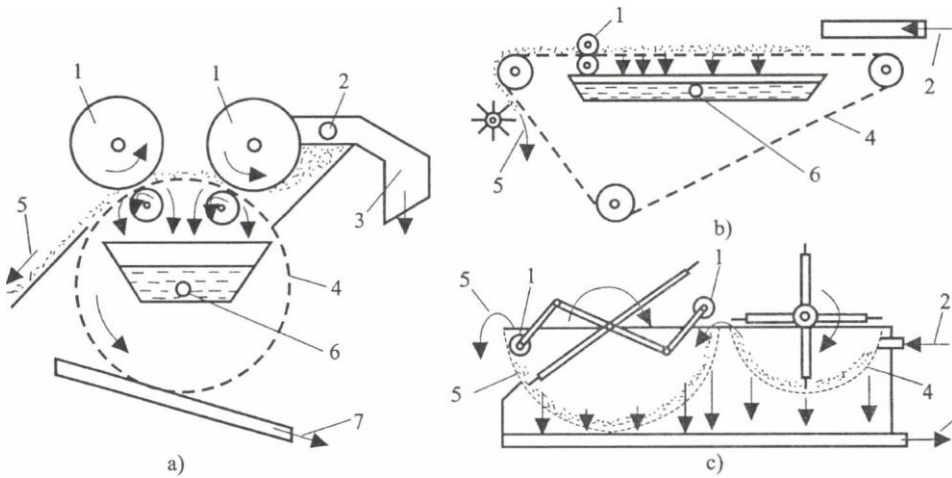
A hígtrágya fázisainak szétválasztására hatékonyak a különböző mechanikai eszközök.

Az ívszítán való szétválasztás során a híg fázis a szitaelemeken áthatol, a sűrű fázis pedig lecsúszik a szítán. A szitaelemek hajlásszöge a függőlegeshez 15° – 45° . Az elemek

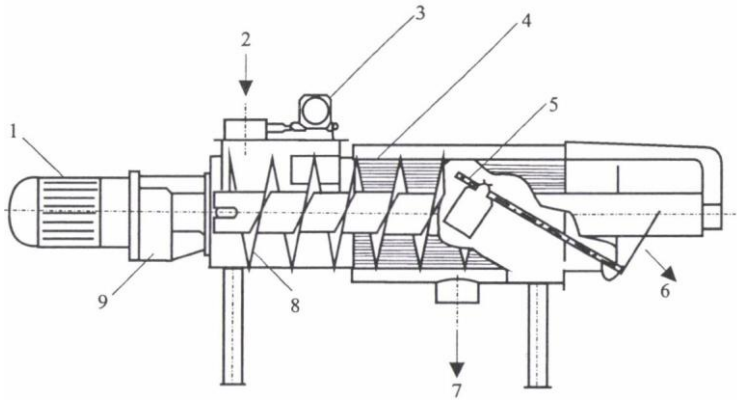
közötti távolság 0,25–1,5 mm. A gyakorlatban használt ívszíták teljesítménye a szitafelületre számítva kb. $300 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Mozgó alkatrészei nincsenek (570. ábra).



570. ábra. Ívszita
1 – homogenizált hígrágya, 2 – szita, 3 – híg fázis, 4 – sűrű fázis



571. ábra. Présszíták a) dobos, b) szalagos, c) íves
1 – fűvott gumihengerek, 2 – beömlőcsok, 3 – túlfolyó, 4 – szűrő,
5 – a szilárd fázis elvezetése, 6 – a híg fázis elvezetése, 7 – a híg fázis túlfolyója



572. ábra. Folyamatos csigás présszűrő
 1 – motor, 2 – hígtrágya, 3 – vibrátor, 4 – szita, 5 – kieresztőlap-szabályzó,
 6 – sűrű fázis, 7 – híg fázis, 8 – csiga, 9 – hajtómű

A különféle **préssziták** (dobos, szalagos, íves) jellegzetessége, hogy a szűrőfelületre a hígtrágyát fúvott gumihengerekkel nyomjuk (571. ábra).

A présszitákat vibrátorral is kombinálhatjuk.

A folyamatos csigás présszűrőben a forgórész nyomására a hígtrágya híg része a szűrőn áthalad, a sűrű rész az állítható nyomású kieresztőlap mellett távozik (572. ábra).

Irodalomjegyzék

- ARTMANN, R. (1984): Erkennungssysteme für Rinderstand und Entwicklungstendenzen. Landtechnik 39, 9, 168–171 p.
- BALÁZS F.–DIMITRIEVIKS GY. (1979): A növényvédelem gépei. 2. kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 199 p.
- BALÁZS F.–DIMITRIEVIKS GY.–RUTTKAY P. (1984): A növényvédő gépek üzemeltetése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 307 p.
- BALOGH J.–GERGELY I. (1988): A csepegtető öntözés alapelvei. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 228 p.
- BÁNHÁZI J. (1990): Növénytermesztés és kertészet gépei I–IV. (Jegyzet) GATE Mezőgazdasági Gépészmérnöki Főiskolai Kar, Mezőtúr
- BÁNHÁZI J.–BÁNYAI ZS.–DEMES GY. (1984): A tápanyag-visszapótlás gépei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BÁNHÁZI J.–FÜLÖP G. (1975): A minimális talajművelés gépei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BÁNHÁZI J.–JÓRI J. I.–SOÓS P. (1984): Középmélylazító szerszámok összehasonlító vizsgálata. Akadémiai Kiadó, Budapest
- BÁNHÁZI-KOLTAY–SOÓS (1984): A szántóföldi munkagépek működésének elméleti alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BÁNHÁZI-KOLTAY–SZENDRŐ–VÉNER (1978): Szántóföldi munkagépek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BÁNYAI (szerk.) (1982): Terménytárolás szellőztetéssel. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BARBARITS L. (1965): A vetés gépesítésének kezdetei és elterjedése Magyarországon. Magyar Mezőgazdasági Múzeum, Budapest
- BAREKZAI, A. (1992): Die Problematik der Gülledüngung in der Landwirtschaft. Naturwissenschaften 79 H. 10, 457–461. p.
- BARTA L.–FÜLÖP G.–JÓRI J. I. (1980): A nagy teljesítményű traktorok talajművelő gépei. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest
- BEKE B. (1963): Aprításméltet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1–151 p.
- BEKE J. (szerk.) (1997): Terményszárítás. Agroinform, Budapest, 347–371 p.
- BEKE J. (1999): A szemeskukorica-szárítás folyamatának elemzése. Akadémiai Kiadó, Budapest
- BEKE J.–VAS A. (1983): Szemestermény-szárítók energiatakarékos átalakítási módjai. Mezőgazdasági Energetikus 1., Budapest, 50 p.
- BEKE, J.–VAS, A. (1994): Testing the Drying Process of Shelled Com on Aspects of Nutritional Quality and Thermal Efficiency. Drying Technology, New York, 5. 1007–1027 p.
- BEKE J.–VAS A.–VÁRKONYI J. (1985): Mezőgazdasági termények szárítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BERNACKI, H. (1972): Bodenbearbeitungsgeräte und -maschinen. VEB Verlag Technik, Berlin
- BERTÓK J. (1979): Tömlős felületi öntözési eljárások műszaki-hidraulikai kérdései. Kandidátusi értekezés, kézirat, Szarvas
- BERTÓK J. (1986): Mezőgazdasági vízgazdálkodás gépei. DATE Mezőgazdasági Főiskolai Kar jegyzetei, Szarvas, 284 p.
- BERTÓK J. (1995): MIDIROT típusú csévéltető esőztető szárnyvezetékek fejlesztésének néhány kérdése. DATE Tudományos Közleményei. Tom. XXXI., Debrecen, 91–100 p.
- BIRKÁS M. (1996): Energiatakarékos talajvédő és kímélő talajművelés (tantárgyi foratókönyv). GATE Környezet- és Tájgazdálkodás, Gödöllő
- BODIN, F. (1984): Kartoffellagerung ohne Qualitätsverluste
- BONDOR A. (1978): Erdészeti talaj-előkészítés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BOROS A. (1978): Villamos mérések a gépészetben. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- BÖLÖNI I. (1972): Kalapácsos darálók üresjárású teljesítményszükséglete, Járművek, Mezőgazdasági Gépek, Budapest, 9. évf. 12. sz. 461–464 pp.

- BÖLÖNI I. (1973): Kalapácsos darálók aprítási mechanizmusa. Doktori értekezés
- BÖLÖNI I. (1989): A kalapácsos daráló aprítási mechanizmusának egyes törvényszer ségei, *Járművek, Mezőgazdasági Gépek*, Budapest, 36. évf. 2. sz. 41–48 p., 3. sz. 88–92 p.
- BÖLÖNI I.–BELLUS, Z. (1997): A kalapácsos daráló fajlagos darálási energiaigényének és a darafinomságnak a kapcsolata: matematikai modellezés, *Járművek, Építőipari és Mezőgazdasági Gépek*, Budapest, 44. évf. 4. sz. 132–134 p.
- BUCKINGHAM, F.–PAULI, A.V. (1993): Tillage. Fundamentals of Machine Operation. John Deere, Moline
- BURD, V. SZ.–KOKÜLKO, B. G. (1965): Graftcseszki raszcsot raszpilitylej centrobezsna va tipa. *Traktori i selhozmasini*, 35, 5., 21–23 p.
- BUREMA, H. J. (1970): Eveness of spread of spinner broadcasters. Research Report 1, Institut of Agricultural Engineering and Rationalization, Wageningen
- CSÁKI F.–BARS R. (1969): Automatika. Tankönyvkiadó, Budapest
- CSERMELY J. (1989): A nedves szemeskukorica-zúzalék tárolásának műszaki és technológiai összefüggései. Doktori értekezés
- CSERMELY J.–BELLUS Z.–HERDOVICS M.–KOMKA Gy.–SAMU M. (1995): Üzemmérethez igazodó szemestermény-szárítási technológiák. FMMI kutatási jelentés, Gödöllő
- CSIZMAZIA Z. (1986): Röpitőtárcsás műtrágyaszóró szerkezet fejlesztése. A mezőgazdaság műszaki fejlesztésének tudományos kérdései sorozat, 66. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest
- CSIZMAZIA Z. (1989): Röpitőtárcsás műtrágyaszóró gépre szerelhető kiegészítő szórószerkezet. *Debreceni ATE Tudományos Közleményei*, XXVIII. k. 289–303 p.
- CSIZMAZIA, Z. (1990): The development of fertilizer spinner for low rate fertilizing. *Hungarian Agricultural Engineering*, Gödöllő, 3. sz. 22–23 p.
- CSIZMAZIA, Z. (1993a): Technical Conditions of Equalized Fertilizer Application. *Hungarian Agricultural Research*. No. 4. p. 16–22.
- CSIZMAZIA Z. (1993b): Vizsgálóbázis fejlesztése műtrágyaszóró gépekhez. *Járművek, Építőipari és Mezőgazdasági Gépek*, 40. évf. 3. sz. 109–112. p.
- CSIZMAZIA Z.–NAGYNÉ P. I. (1997): Röpitőtárcsás műtrágyaszóró gépek néhány tervezési és szabályozási kérdése. *Mezőgazdasági Technika*, 38. évf. 5. sz. 2–4 p.
- CSOMA M. (1977): Sertéstelepek gépei, berendezései. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- DOBLER, K.–FLATOW, J. (1969): Konstruktive Ausbildung der Streuorgane von Schleuderdüngerstreuern zur Erzielung eines optimalen Streubildes. *Grundlagen der Landtechnik*, 19. évf. 2. sz. 55–60. p.
- DOBOS A.–FEKETE I. (1972): Az öntözés mezőgazdasági és műszaki tervezése. Akadémiai Kiadó, Budapest
- FÁBRY Gy. (szerk.) (1995): Élelmiszeripari eljárások és berendezések. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 564–567 p.
- FEKETE A. (1985): Gabonakombájn terhelésszabályozása. Akadémiai Kiadó, Budapest
- FEKETE A. (1990): Traktoros gépcsoport terhelésszabályozása. Akadémiai Kiadó, Budapest
- FEKETE A.–LENÁRD S.–NÉ–FELFÖLDI J. (1996): Méréstechnika és automatizálás az élelmiszergazdaságban. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- FINCK, A. (1992): Dünger und düngung. 2. Auflage, Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft mbH.
- GÁL J.–KÁLDY J. (1977): Erdősítés. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Gyakorlati AGROFÓRUM (Növényvédelmi technikai különszám) VII. évf. 12. sz. 1996, 74 p.
- GYÓRFI GY. (1994): Kisüzemi terményroppantó vizsgálata. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő
- HELLWEG, W. (1977): Verteilgenauigkeit mechanische Düngerstreuer mit zentralem Vorratsbehälter. *KTBL-Schrift* 215.
- HOFTSTEE, J. W. (1995): Handling and Spreading of Fertilizers: Part 4, The Reciprocating Spout Type Fertilizer Spreader. *Journal of Agricultural Engineering Research*, (62) 9–24. p.
- HOLLMANN, W. (1962): Untersuchungen über die Düngerverteilung von Schleuderstreuem. Dissertation, Berlin, 320 p.
- HORÁNSZKY Zs.–GERGELY I.–LIGETVÁRI F. (1980): Gyümölcs és szőlőültetvények csöpögtető öntözése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 201 p.
- HORVÁTH B. (1981): Erdészeti gépek üzemeltetése I. Egyetemi jegyzet, EFE Erdőmérnöki Kar (erdészeti technológus szakmérnöki tagozat), Sopron
- HORVÁTH E. (1985): A bogyósbetakarítók gyümölcsleválasztójának mechanikai elemzése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 74 p.
- HORVÁTH E. (1996): A hazánkban üzemelő gyümölcsfa-törzsrázók mozgáspályájának vizsgálata. *Járművek, Építőipari és Mezőgazdasági Gépek*, 4. 5. 175–182.
- IMELI I.–LÁSZLÓ A.–SVINC SÓK L. (1983): A növényvédelem gépesítése. Egyetemi jegyzet, ATE Keszthely, 140 p.

- IPSITS I. (1982): Villamos automatikaelemek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- JESKE, A. (1978): Pflanzenschutztechnik. Akademie Verlag, Berlin, 428 p.
- JÓRI J. I. (1972): Aktív munkaszerű talajművelőgépek összehasonlító vizsgálata. Mezőgazdasági Gépesítési Tanulmányok XIX. 2. sz. Mezőgazdasági Gépkiértékelési Intézet, Gödöllő
- JÓRI J. I.–SOÓS S. (1985): Új ekemegoldások. Akadémiai Kiadó, Budapest
- KÁLDY J. (1980): Erdészeti géptan I. (Erdőművelés gépei). Egyetemi jegyzet, Sopron
- KARAI J.–MÉSZÁROS F. (1980): Kertészeti betakarító gépek. Egyetemi jegyzet. 240 p.
- KARLINGER J. (szerk.) (1987): Folyékony műtrágyák. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- KEREKES B. (1998): Műszaki ismeretek II. Főiskolai jegyzet, GATE NFK, Nyíregyháza, 280–294 p.
- KEREKES B. (1991): Dohányszárítók légtechnikai jellemzőinek vizsgálata. Energiagazdálkodás 2. 80–81 p.
- KOWALEWSKY, H. H. (1991): Gülle pflanzenrecht und umweltfreundlich ausbringen. Landwirtschaftsblatt Weser-Ems 138 H. 4, 36–42 p.
- KRASZNICSENKO, A. V. (1965): Mezőgazdasági gépszerkesztők kézikönyve. Műszaki Kiadó, Budapest
- KUTZBACH, H. D. (1995): Landmaschinen. Lehrgebiet Landmaschinen an der Universität, Stuttgart
- LAMMEL K. (1963): Eke és szántás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- LÁNG Z. (1982): Termés–szedőujj kölcsönhatás a fészüléses betakarítás során. Jarművek, Mezőgazdasági Gépek, 29 (8) 293–296.
- LÁNG Z. (1984): Szedőszerkezet a paradicsom és zöldpaprika energiatakarékos betakarításához. Kandidátusi értekezés, Akadémiai Könyvtár, 116 p.
- LÁNG Z. (1986a): Főbb elvek a paradicsom fészülő rendszerű leválasztó szerkezetének méretezéséhez. Jarművek, Mezőgazdasági Gépek, 33(2) 41–46.
- LÁNG Z. (1986b): A zöldbab- és zöldborsóhüvely fészüléses leválasztásának közelítő modellje.
- LÁNG, Z. (1989): Lincoln Canopy Apple Harvester Using a continuous Horizontal Shaking Method. Journal of Agricultural Engineering Research. 44. 267–273.
- LÁSZLÓ A. (1984): Folyékony műtrágyázás géprendszerei, alkalmazástechnikai jellemzői, MTA-VEAB Értesítő, Veszprém, 263–267 p.
- LÁSZLÓ A. (1988): Nyomásmentes folyékony műtrágyák tárolásának és kijuttatásának alkalmazástechnikai feladatai. Tápanyaggazdálkodás – Agroinform kiadvány, Budapest, 124–130,
- LÁSZLÓ, A.–LÁSZLÓ, K. (1994): Effect of Material Properties of Suspension Fertilizers on The Characteristics of Working Quality of the Applied Machines. Hungarian Agricultural Research, 3, 2, 38–43 p.
- LELKES J.–LIGETVÁRI F. (1991): Öntözés kisgazdaságokban. Folium Könyvkiadó Kft., Budapest
- LUDERS, W. (1979): Pflanzenschutztechnik Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart, 501 p.
- MÉSZÁROS Cs. (1977): Mezőgazdasági vízellátás, vízhasznosítás. Tervezési segédlet és útmutató. Tankönyvkiadó, Budapest, 508 p.
- MÉSZÁROS F. (1984): A zöldségbetakarítás és -előfeldolgozás gépesítése. Mezőgazdasági Kiadó, 272 p.
- MIKECZ I. (1985): Az állattenyésztés gépei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- MOSER, E. (1984): Verfahrenstechnik Intensivkulturen. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 204 p.
- NYÍRI L. (szerk.) (1996): Földműveléstan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- NYULI Gy.–OROSZLÁNY I.–SZÁSZ J. (1981): Az öntözés gépei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 345 p.
- O'BRIEN, M. et al. (1983): Harvesting and handling fruits and nuts. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut, 635 p.
- PATAY I. (1985): Lassújárású szélmotorok üzemi jellemzői. Jarművek, Mezőgazdasági Gépek, 3. sz. 89–96 p.
- PATAY I. (1987): Optimális energetikai határfokú mezőgazdasági szélmotorok jellemzőinek meghatározása. Kandidátusi értekezés
- PATAY I. (1991): A szél, mint energiaforrás. Mezőgazdasági Technika
- PATKÓS I.–TÓTH L. (1978): A szarvasmarhatartás gépesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- RADA I. T. (1955): Örlő- és hántoló iparok. Tankönyvkiadó, Budapest, 1–575 p.
- RAZSÓ I. (szerk.) (1958): Mezőgazdasági gépek elmélete. Tankönyvkiadó. Budapest
- RUTTKAY P. (1982): A permetezőgépek területteljesítményének és munkaminőségének optimalizálása. Akadémia Kiadó, Budapest, 68 p.
- RÜHLE, K. (1976): Düngerverteilsysteme und die Besonderheiten von pneumatischen Geräten. Landtechnik. 31. évf. 12. sz.
- SAKABE, M. (1996): Plastic curing chamber with intermittent heating and ventilating for Burley tobacco. Bulletin of CORESTA Congress. Yokohama. 187–188 p.
- SCHÖN, H. et al. (1993): Elektronik und Computer in der Landwirtschaft. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- SCHÜNKE, U. (1980): Randzonenprobleme bei der Düngung. Landtechnik. 35. évf. 2. sz. 66–68. p.
- SIGLINGER, M.–MOSER, E. (1983): Maschinelle Steinobsternte – Versuchsergebnisse mit verschiedenen

- Entemasshinen. Landtechnik, 9. 1–5.
- SITKÉI GY. (1967): A mezőgazdasági gépek talajmechanikai problémái. Akadémiai Kiadó, Budapest
- SITKÉI GY. (1981) A mezőgazdasági anyagok mechanikája. Akadémiai Kiadó, Budapest
- SITKÉI, GY. (1985): Basic Regularities of Soil Clod Breakup at the Seed Bed Preparation. Proc. of 1st Int. Conf. on Soil Dynamics, Auburn, 364–376 p.
- SITKÉI GY. (1986a): Mezőgazdasági és erdészeti járművek modellezése. Akadémiai Kiadó, Budapest
- SITKÉI, GY. (1986b): Mechanics of Agricultural Materials. Elsevier Amsterdam, New York
- SITKÉI, GY. (1993): Unconfined Compression of Agricultural Soils with Viscoelastic Behavior. Proc. of 11th ISTVS Conf. Lake Tahoe, 322–331 p.
- SITKÉI, GY. (1994): Non-linear Rheological Method for Describing Compaction Processes. Int. Agrophysics, 137–142 p.
- SITKÉI GY. (szerk.) (1997a): Gyakorlati áramlástan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- SITKÉI, GY. (1997b): A non-linear Viscoelastic-Plastic Model Describing Compaction Processes. Proc. of 2nd IF AC Symp. Budapest, 105–112 p.
- SITKÉI, GY. (1997c): On the Mechanics of Oblique Cutting of Wood. Proc. of 13th IWMS Conf. Vancouver, 469–476 p.
- SITKÉI, GY.–J. CSERMELY (1990): Energiebedarf des Mahlens bei der Nasskonservierung von Körnermais. Proc. of AgEng'90, Berlin
- SITKÉI GY.–J. FEHÉR (1979): A rögzítés törvényszerűségei a magágy-előkészítéskor, Járművek, 407–410 p.
- SOÓS P. (1998): Matematikai és mechanikai módszerek alkalmazása válogatott mezőgazdasági gépszerkezettani problémák megoldásához. GATE jegyzet, Gödöllő
- SÖHNE, W. (1956): Einige Grundlagen für eine landtechnische Bodenmechanik. Grundl. der Landtechnik, Heft 7, S. 11–27.
- STEFANOVITS P. (1992): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- SZALAI GY. (szerk.) (1989): Az öntözés gyakorlati kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- SZENDRŐ P. (szerk.) (1993): Mezőgazdasági géptan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- SZENDRŐ P. (1995): Szálas zöldtakarmányok szecskázása. Akadémiai Kiadó, Budapest
- SZENDRŐ, P.–SZABÓ–NAGY (1997): Development and investigation of vibration chaffing drum Hungarian Agricultural Engineering, 10. 49–51 p.
- SZENDRŐ P.–SZABÓ–NAGY (1998): Vibrációs szecskázás. Járművek, építőipari és mezőgazdasági gépek. 6. 213–218 p.
- SZEPESI L. (1966): Erdőgazdasági gépek jellemzői és használata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- SZÜLE ZS. (1974): A rotációs fűkaszák értékelése. Mezőgazdasági Gépesítési Tanulmányok c. tudományos sorozat 8. sz. Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézet, Gödöllő
- SZÜLE ZS.–FÜZY J.–BUCHERNA N. (1984): Burgonyatermelés és tárolás. MÉM Műszaki Intézet, Gödöllő
- TOMAY T. (1982): Keveréktakarmány-gyártás. Műszaki Kiadó, Budapest
- TÓTH, L. (1985): Faktoren mit Einfluss auf die Zitzengumi-Bewegung und deren Wirkung auf die Effektivität des Melkens. Grundl. Landtechnik Bd. 35., Nr. 2.
- TÓTH L. (1998): Állattartási technika. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 33–46 p.
- TÓTH, L.–BAK, J. (1993): Modernization of washing of milking equipment of the milking parlour Proceeding of 5 the International Symposium of Machine om Small Ruminants, Budapest, 380–384 p.
- TURBA J. (1975): Porlasztók. Műszaki Kiadó, Budapest, 416 p.
- WEILAND, P.–SCHUCHARDT, F.–HAHNE, J. (1994): Neue Verfahren zur Aufbereitung und Verwertung von Gülle. Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 6, Potsdam-Bornim.
- WENNER, H. L. (szerk.) (1994): Angewandte Landtechnik Band, BLV, München
- WETTBERG, Ch. (1992): Equipment and methods for the testing of manure spreaders. AgEng. Uppsala, Mini-meeting 3.
- YATSUK, E. P. et. al. (1981): Rotary Soil Working Machines. USDA and N.S.F. Washington D.C. by Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi

Tárgymutató

| | |
|---|---------------------------------------|
| A | beépített csőhálózat 225 |
| | behúzócsiga napraforgó-adapter 333 |
| adagolók 568, 600 | bejáratú azonosítási rendszer 617 |
| ágrázó gépek 448 | billenőcsapágyas kaszahajtás 294, 343 |
| aktív itatok 621 | billenőmérleges magadagoló 220, 221 |
| állandó présterű korbálázó 377 | boltozódásgátló 149 |
| állatok egyedi felismerése 614 | bolygókeres kaszahajtás 294, 343 |
| – itatása 621 | bolygóvillás rendszőrő 364 |
| állókéses fejezőszerkezet 392 | boronafog alakja 90 |
| alsó vágású kasza 344 | – munkája 92 |
| altalajlazító 105 | boronák 90 |
| alternáló vágószerkezet 342, 357 | borsófejtő gép 415 |
| aprítás általános feltétele 34 | borsókombájú 417 |
| – energiafelvétele 36 | burgonyabetakarító gépek 401 |
| aprítóképes szivattyú 644 | burgonyakiásó szerkezet 403 |
| áramlás középsebessége 227 | burgonyakiszedő szerkezetek 405 |
| áramlási sebesség mérése 49 | burgonyakiszedő-rakodó gép 412 |
| áramlásmérés 48 | burgonyakombájú 412 |
| arányadagoló 600 | burgonyauttató gépek 283 |
| arató-cséplő gép 290 | |
| – jelzőberendezései 320 | C |
| – szállítószervezetei 319 | |
| – szerkezeti részei 291 | |
| aratórész felfüggesztése 301 | Cambridge henger 138 |
| – hajtása 299 | CCM 331 |
| aratószerkezet 290, 293 | cellás adagoló 219, 601 |
| ásóborona 127 | centrifugális maglevalasztó 308 |
| ásórendszerű gyökérzöldség-betakarító gép 424 | centrifugálszivattyú 222, 645 |
| áteresztőképesség 305, 307, 324 | cirkulációs porlasztó 184 |
| átfűvös permetezőgépek 210 | Crosskill-henger 138 |
| automata palántázógép 289 | cukorrépa-batakarítás 391 |
| automatizált egyedi abrakadagolás 618 | |
| – mérlegelés 619 | Cs |
| axiális cséplőszerkezet 292, 308, 309 | |
| | csapos daráló 580 |
| B | csavarlapátos szivattyú 222 |
| | csavarszivattyú 645 |
| bálakötés folyamata 374 | csávázási eljárások 216 |
| bálázógépek 370 | csávázócsiga 217 |
| barázdaszelet geometriai vizsgálata 58 | csávázódob 217 |
| baromfiutatók 624 | csávázógép 216 |

| | |
|--|---|
| csepegtető itató 626 | dohánykombájnok 457 |
| csepegtetőtest 233 | dohányszárítók 498 |
| cséplő rendszerű gyümölcsbetakarítás 441 | Doppler-hatás 45 |
| cséplődob 291,303, 304 | dughagyma-betakarító gépek 423 |
| – morzsolómunkája 327 | duplex transzponder 614 |
| cséplőrész 303 | |
| cséplőrész veszteségei 306 | E |
| cséplőszerkezet 290, 291,302, 339, 418 | |
| – változatai 307 | , |
| cseppfolyós ammónia 145, 168 | egyszerű ékhatás |
| cseppképzés 189 | eke 54 |
| – módja 177 | – részéi 55 |
| csészés baromfiitatók 626 | – vontatási ellenállása 83 |
| csévélhető esőztető szárnyvezeték 237 | ekebiztosítás 69 |
| csigás keverők 595 | ekék csoportosítása 55 |
| – műtrágyaszóró 155, 166 | ekekeret 74 |
| – prészűrő 647 | ekenád 72 |
| csigaszivattyú 161 | eketestek osztástávolsága 74 |
| csigaszivattyús tartálykocsi 176 | eketörzs 69 |
| csillagkeres rendszerű 364 | elektrolitikus homogenizálás 644 |
| csillagrostély 400 | elektromágnes 51 |
| csőkapcsolási elemek 226 | elektromágneses pulzátorok 521 |
| csoroszlya 65 255 | elektromos ultrahangos porlasztók 201 |
| csoroszlya egyensúlya 258 | elektronikus egyedi állatfelismerés 552 |
| csoroszlyakiemelő szerkezet 258 | – mérlegek 47 |
| csősúrlódási tényező 227 | elektropneumatikus működésű adagolószelep 572 |
| csőszerelvényekben fellépő nyomásvesztés 227 | elektrosztatikus magseparátor 482 |
| csőtörő adapter 322 | – porlasztók 200 |
| – – hajtásvázlata 324 | elenállás-hőmérő 49 |
| csővezeték 224 | elméleti szecskahossz 380 |
| csúszócsoroszlya 255 | elmozdulásmérés 41 |
| csúszó dugattyús bálázó teljesítményigénye 374 | előhántó 65 |
| – bálázógép 371 | erdészeti mélylazítók 112 |
| csúszólapátos vákuumszivattyú 531, 532 | erőmérés 46 |
| csúszótalp 72 | esőztető öntözőberendezések 235 |
| csúszóvágás 32 | – – hidraulikai méretezése 242 |
| | – – tervezése 240 |
| | – szárnyvezeték 235 |
| D | Ewart-lánc 634 |
| | excentrikus gerjesztő tömegű rázó 445 |
| darafelmelegedés 585 | |
| darafinomság 590 | F |
| darálás felületárama 588 | |
| darálási hajtóteljesítmény-szükséglet 586 | |
| darológépek 578 | fagymentesített vízterű önitató 622 |
| – kiegészítő berendezései 582 | fajlagos darálási energiaigény 586 |
| daralótárcsák 579 | falközi silók 555 |
| daraszemese-eloszlás ferdeségi tényezője 587 | fatörzs mozgáspályái 451 |
| daratömegáram 584, 587, 590 | |
| díjtális fordulatszámérés 44 | fázisbontásos hígtrágyakezelés 645 |
| direktvető gépek 265 | fejés automatizálása 549 |
| dobhézag 303 | – gépesítése 514 |
| dobkeverők 594 | fejési karakterisztika 515, 525 |
| dobos rendszerű 363 | – rendszer légtechnikai összetevői 540 |
| dobóventilátor 380 | – vákuum 523, 524 |

| | |
|--|----------------------------------|
| dobóventilátoros kitermelőberendezés 560 | fejessaláta-betakarító gépek 425 |
| dohánybetakarítási technológiák 455 | fejzószerkezetek 392 |
| dohánybetakarító gépek 455 | – teljesítménye 397 |
| fejzótárcsa 396 | gallyrázó gépek 443 |

| | |
|--|---------------------------------------|
| fejőberendezések felépítése 516 | Geographic Information System, GIS 42 |
| – légttechnikai jellemzői 530 | gépi fejes élettani alapjai 514 |
| – tisztítása 550 | gereblyés rendszoró 364 |
| fejőgép működési elve 516 | gerendás keverő 597 |
| fejőgumi 525 | Global Positioning System, GPS 42 |
| – deformációja 526 | gömbstüvegtárcsás kiszedő 397 |
| fejőkehely 516 | gördülő esőztető szárnyvezeték 236 |
| fejőkészülékek felhelyezése 552 | granulálás 607 |
| fejőrobot 552 | gravitációs szemestermény-szárító 490 |
| fejőrobotokon használatos érzékelők 553 | gumicsigás törőelemek 457 |
| fejőszerkezet 415 | |
| fekvőhengeres keverők 597 | gumiujjas szalag 409 |
| felfogóernyő 452 | Gy |
| felhordórostély 399 | |
| félíg függesztett eke 81 | gyorsjárás tényező 630 |
| félstabil esőztető öntözőberendezés 235 | gyorsulásmérés 46 |
| ferde felhordó 291, 300 | |
| fesu o rendszerű gyümölcsbetakarítás 441 | gyűrűs henger 138 |
| fésülő szerkezetek 435 | gyűrűs-matricás présgep 610 |
| fésülődob 430, 435 | gyümölcsbetakarítás 440 |
| flexibilis vágószerkezet 336 | gyümölcsfa háromelemes modellje 454 |
| fogas borona 90 | |
| foliadékáramoltatásos tisztítás 550 | |
| folyékony műtrágyák előállítása 156 | H |
| – – jellemzői 145 | |
| – sertéstakarmányozási rendszer 571 | |
| forgó rendszerű szalmaválasztók 316 | hagymakiszedő gép 422 |
| – – szórófej 232 | harántrázó csillag 315 |
| forgóborona 129 | hasábbála-készítő gépek 377 |
| forgódugattyús szivattyú 645 | hāti permetezőgépek 213 |
| forgókéses fejzószerkezet 395 | helyi nyomásvesztés 227 |
| – törőszerkezet 459 | – veszteségtényezők 228 |
| forgórostély 399 | helymeghatározás pontossága 42 |
| forgótányéros adagoló 601 | hengeradagoló 600 |
| forgótárcsás csávázótér 217,218 | hengeres daráló 578 |
| – magadagoló 219 | – siló 556 |
| – szórófej 200 | – szalmaválasztó 316 |
| foldrostálás teljesítményigénye 408 | – triór 475 |
| földözorosták 472 | hibridkukorica 321 |
| frontális nyűvő-rendrakó gép 465 | hidráns 235 |
| fűkasza 342, 361 | hidraulikus cseppképzés 184 |
| furatos csepegtetőtest 233 | – – permetezőgépek 190 |
| fűtőkábeles fagyvédelem 623 | – – szórófejek kialakítása 194 |
| függesztett eke 78 | – homogenizálás 644 |
| – vibrációs adagoló 605 | hidropulzátor 521 |
| függőleges csigás keverő 596 | hígtrágya kezelése 643 |
| – tengelyű rendszoró 364 | – szállítása csővezetéken 642 |
| | hígtrágya-kijuttató gépek 160, 174 |
| G | hőmérsékletmérés 49 |
| | homokválasztó szeparátor 244 |
| gabona művelőnyomos vetése 265 | hordozható csőhálózat 225 |

| | |
|---|--|
| gabonabetakarítás 290 | – esőztető öntözőberendezések 236 |
| gabonakombájn 290 | horizontális silók 555 |
| gabonavető gép 248 | húzóköteles fejkészülék-leemelő 549 |
| I | kiszüemi permetezőgépek 213 |
| | kiszedőszerkezetek 397 |
| ikerserpenyős billenőmérleges magadagoló 220 | – teljesítményigénye 399 |
| indukciós irányítórendszer 240 | kiválasztást tényezőző 473 |
| induktív érzékelő 41 | kőfogó vályú 291 |
| injektoros olajozó 539 | kollektor 529 |
| – réses fűvóka 196 | kombájn 290 |
| inplantálható transzponder 616 | kombinált magtisztító gépek 485 |
| irányítás 39 | kompenzáló bélyeg 47 |
| irányítástechnika 39 | komplex száraztakarmány-etetési rendszer 570 |
| istállótrágyát szállító-szóró gépek 172 | – transzponder 616 |
| ítatóberendezések 621 | kompresszoros tartálykocsi 175 |
| íves lazítószerszámok 98 | kondicionáló csiga 599 |
| ívszita 646 | kormánylemez 61 |
| | kormánylemez típusok 62 |
| | korongos sodronykötél 575 |
| J | – szemeslánc 575 |
| | kosárállító szerkezetek 303 |
| járatos csepegtetőtest 233 | könnyű magágykészítő 113 |
| járvaszecsakázó 380 | körbálázók 376 |
| – etetőszervezete 387 | kötél közvetítésű rázógép 449 |
| | közepes térfogatú szórófej 232 |
| | középmélylazító 105, 108 |
| K | középső ejtőaknás toronysiló 559 |
| | középvágású vágószerkezet 343 |
| kagylódiagram 225 | központi adagolású pneumatikus műtrágyaszóró |
| kalapácsos daráló 34, 580 | 155 166 |
| kamrás tömegmérés elvén működő tejmérő 548 | központi dobos vetőszerkezet 276 |
| kapacitív érzékelő 41 | kukorica 321 |
| kaparókorongos szállító 567 | – csöves betakarítása 329 |
| kaparóláncos adagoló 604 | – morzsolva betakarítása 321 |
| – trágyaeltávolítók 634 | kukoricabetakarítás technológiái 321 |
| káposztabetakarítás 424 | kukoricacsó-törő adapterek 322 |
| káposztabetakarító gép 424 | kukoricánövény főbb jellemzői 321 |
| kasza 542 | kukoricaszár betakarítása 328 |
| kaszahajtások változatai 293 | kulisszas hajtómű 636 |
| kaszálógépek 356 | kultivátorok 94 |
| kefetárcsás poradagoló 220 | – felépítése 105 |
| kenderarató gép 470 | – művelőtagjai 101 |
| kenderbetakarítás | kultivátorszerszámok 95 |
| kényszer anyagmozgatású szárítók 488 | – elrendezése 98 |
| keresztirányú szórás egyenlőtlenesség jellemzői 144 | – szárai 101 |
| kertészeti permetezőgépek 209 | küllős kapa 98 |
| késes csoroszlya 66 | küllős-tárcsás kiszedő 397 |
| kétszárnyú kapák 98 | L |
| kétférfi fejkészülék 516 | |
| kettős működésű (iker) villamos pulzátor 522 | lábszelep 223 |
| – – hidraulikus membránpulzátor 521 | – láncos-vályús etetőberendezés 574 |
| – – membránpulzátor 520 | lazítószerszámok 98 |
| keverékgyártó folyamat 592 | légadagoló szelep 551 |
| keveréktakarmány-gyártás 592 | léggörasztásos permetezőgépek 199, 209 |
| keverőcsigák 565 | lenbetakarítás 461 |
| keverőgépek 594 | lengő altalajlazítók 111 |

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| kézi permetezőgépek 213 | lengőkéses szárzúzógép 402 |
|-------------------------|----------------------------|

| | |
|--|--|
| lengőléces termésleválasztó 429 | N |
| lennyűvő gép 462 | |
| léptetőmotor 52 | nagy térfogataramú szórófej 233 |
| leveles szállítócsiga 567 | nagybálakészítő gépek 374 |
| levéltörő gépek 457 | napraforgó-betakarítás 331 |
| lineár esőztető öntözőberendezés 238 | – veszteségei 335 |
| lineáris hajtómű 53 | napraforgó-betakarító adapterek 332 |
| lökőrudas rázó 450 | navigációs célú távolságmérés 42 |
| | nedvességtartalom 15 |
| M | nehéz magágykészítő 115 |
| | nehézkultivátor 105 |
| magadagoló 219 | – szerkezeti felépítése 106 |
| magágykészítők 112 | normál szántás 61 |
| magajáró szecsakázógép 384 | – vágású vagószerkezet 343 |
| magelevátor 292 | Norton-szekrény 251 |
| mágneses magtisztító 481 | növényvédelmi eljárások 177 |
| – tengelykapcsoló 51 | növényvédő gépek 177 |
| mágneskapcsoló 51 | – – működési elve 184 |
| magtartály 254, 292 | |
| magtisztítás 471 | Ny |
| maró rendszerű fejezőszerkezet 396 | |
| mechanikus cseppképzésű permetezők 200 | nyírószeges biztosítás 70 |
| – – szórófej 200 | nyomás nélküli folyékony műtrágyák 168 |
| – vetőszerkezetek 249, 266, 269 | – nitrogénoldatok 146 |
| mélylazító 105 | nyomáskiegyenlítő csepegetőtest 234 |
| mélytömörítő (Campbell-) henger 138 | nyomáskiegyenlítődécs 519 |
| membránpulzátor 518 | nyomásmérés 47 |
| merev csúszóvágás 386 | nyomás veszteség 226 |
| merevkéses kiszedő 397 | nyomatékmérés 47 |
| merítőkanales burgonyaültető gép 284 | nyomatéktényező 630 |
| – folyadékadagoló 221 | nyomó rendszerű vetőszerkezet 274 |
| – vetőszerkezet 273 | nyúlásmérő bélyeg 47, 573 |
| merítőtárcsás folyadékadagoló 221 | nyűvőheveder 338 |
| mérő-átalakító 41 | nyűvőrendszerű gyökérszőldség-betakarító gép 423 |
| metszés fogalma 384 | nyűvőszalagok 463 |
| mezőgazdasági anyagok aprítása 34 | nyűvőszerkezet 463 |
| – – jellemzői 15 | – mechanikai elemzése 467 |
| – – mechanikai viselkedése 29 | |
| – – tömörítése 37 | O |
| – – vágása 31 | |
| mikrogranulátum-adagoló gépek 215 | |
| mikroöntözés 242 | oldalsó ejtőcsatornás toronysiló 560 |
| mikroöntöző berendezések 242 | optoelektromkai érzékelő 45 |
| mikrovíz-adagoló elemek 231 | oszlatóverő 291 |
| Milik-elven működő csávázótér 217,218 | osztott adagolású pneumatikus műtrágyaszóró 155, |
| | 168 |
| mobil etetési technológia 561 | oxitocin 515 |
| – takarmánykiosztó berendezések 564 | |
| motollás keverőgépek 597 | O |
| műholdas helymeghatározó rendszerek 42 | |
| Multikátor 386 | önetetők 570 |

| | |
|---|-----------------------------------|
| műtrágyaszóró gépek adagolásegyenlőtlensége | öntisztító csepegtetőtest 234 |
| 143 | öntözés 221 |
| -- hosszirányú szórásegyenlőtlensége 144 | öntözőberendezések felépítése 222 |
| -- keresztirányú szórásegyenlőtlenségét 143 | öntözőszivattyú 222 |
| | - energetikai jellemzői 222 |

| | |
|---------------------------------------|---|
| örvényszivattyú 222 | rázógépek 441 |
| összetett ékhatás 58 | rázórostély 407 |
| | rázószekrény 317 |
| P | rázószerkezetek 428 |
| | rázóvályús adagoló 604 |
| | rédler 604 |
| Paddy-asztal 479 | relé 604 |
| palántaültető gépek 287 | |
| paradicsombetakantó gépek 426 | rendsodró gépek 363 |
| paradicsom-előfeldolgozó gépsor 433 | rendváltató 291 |
| paradicsomkombájn 430 | reológiai modellek 29 |
| paralelogrammás fogvezérlés 296, 364 | rétegvastagság mérése 41 |
| passzív italok 621 | rezgő csúszóvágás 387 |
| pasztakeszítő eke | 89 |
| pelletálás 607 | rizsbetakarítás 339 |
| penetrométer 23 | rizskombájn 340 |
| peremcellás vetőszerkezet 271 | Root-szivattyú 536 |
| permetezőgépek 190 | rostaellenrendezések 474 |
| - szórószerkezete 197 | rosták 471 |
| permetlékeverő berendezések 204 | rostaszalag 428 |
| permetlevek jellemzői 178 | rotációs boronák 116, 34 |
| piezoelektromos átalakító 46 | - csúszólapátos vákuumszivattyú 530 |
| - gyorsulásérzékelők 46 | - eke 37 |
| pirométer 50 | - kasza energiaigénye 351 |
| pisztolyszelepes itató 625 | - kasza vágási diagramja 350 |
| plaszticitás 24 | - szerszámok 98 |
| pneumatikus gyümölcsleválasztók 454 | - vágószerkezet 347, 357 |
| - keverés 644 | - vágószerkezetek típusai 348 |
| - porlasztók 199 | rögáprítás 27 |
| - válogatóasztal 480 | - jellemzése 28 |
| - vetőszerkezetek 252, 266, 269, 274 | rögléváltató szerkezet 410, 411 |
| porleválasztók 478 | röpítőtárcsás műtrágyaszóró 151, 163 |
| porozítás 15 | rugós rezgőborona 98 |
| porozógépek 215 | - szállítócsiga 567 |
| potenciométer 41 | |
| pótkocsimérleg 47 | |
| préselt abrakakarmányok készítése 607 | S |
| préselvények előállításának módja 609 | |
| préselvényhűtők 612 | sajtáros fejőgép 517 |
| présgép 612 | salátatárogató fejek 425 |
| présgörgő 610 | saraboló-, gyomirtó szerszámok 95 |
| présszerkezet 371 | sarabolókapa 95 |
| prészíták 646 | sebességmérés 44 |
| pulzátor 517 | síkbeli dekompozíciós modell 381 |
| pulzátor-jelleggörbe 522 | síkpermetező gépek 207 |
| pulzusdiagram 522 | síktárcsapáros vágó-kiemelő szerkezet 427 |
| pulzusszám 522 | silófal terhelése 558 |
| | silók 554 |
| | silómaró gép 563 |

| | |
|--|---|
| R | silómaró-rakodó gép 563 |
| | sima henger 138 |
| radaros sebességmérő 45 | sorbavető gépek 247 |
| radioaktív sugárzásos mérési eljárás 42 | -- vetőszerkezetei 249 |
| rázási frekvencia 443 | soros szójaadapter 338 |
| rázó rendszerű gyümölcsbetakarítás 441 | sörtekefés adagolószerkezet 283 |
| spirálbordás henger 400 | szem-csutka keverék betakarítása 331 |
| stabil esőztető öntözőberendezés 235 | szemenkénti vetőgépek 266 |
| – takarmányszállítók 567 | – felépítése 269 |
| sugárbomlás mechanizmusa 186 | – hajtószerkezete 277 |
| súlyterhelésű szabályozószelep 544 | szemes termények hűtve tárolása 508 |
| sűrűdásos magtisztítók 478 | szemestermény-szárítók 486 |
| sűrűlapátos szélmotorok 627 | szemrosták 472 |
| | szem veszteségjelző berendezés |
| Sz | szervestrágya-szóró gépek 159, 171 |
| | szervorendszerű szabályozószelep 544 |
| | szervoszelep 53 |
| szabályozás 40 | szétválasszó jelenség 596 |
| szakaszos magadagolók 219 | szilárd műtrágyák 141 |
| – üzemi (tétéles) keverők 594 | szín szerinti elválasztás 483 |
| szalagcsigás keverők 598 | szintmérés 43 |
| szalagmérleg 607 | szintszabályozós önitató 622 |
| szalagos adagoló 219, 603 | szívási ütemrész 517 |
| – nyűvőgép 464 | szivattyú 222 |
| – nyűvőszerkezet 466 | – energetikai jellemzői 222 |
| – poradagoló 220 | – hatásfoka 223 |
| – vetőszerkezet 273 | – össznyomása 222 |
| szalastakarmányok betakarítása 340 | – teljesítményigénye 223 |
| szalastakarmány-préselvények készítése 613 | – térfogatárama 222 |
| szállítóelemek 568 | szivattyúállás 224 |
| szállítólevégős permetezőgépek 198, 209 | szivattyús gépegység 223 |
| szalmazlító szerkezetek 315 | – tejlévasztó 546 |
| szalmarázó 291,512 | szívó rendszerű vetőszerkezet 274 |
| – tengelyek 314 | szójabetakarítás 336 |
| szalmatépő berendezés 340 | szopókás sertésönitatók 623 |
| szántás 58 | szórási sugár 229 |
| – mélysége 59 | szorítási üzemrész 5,7 |
| – szélessége 59 | |
| szántóföldi permetezőgépek 207 | szorítóujjas burgonyáültető szerkezet 286 |
| szántóvas 64 | – palántázógép 288 |
| szárelválasztó láncok 409 | szórófej 232 |
| szárítóközeg-hőmérséklet 487 | – intenzitása 229 |
| szárnylapátos szivattyú 222 | – körülfordulási ideje 229 |
| – trágyakihúzó 63 / | szórófejállvány bevonatási sebessége 238 |
| szársértési módok 360 | szórófej-jelleggörbék 230 |
| szársértő hengerek 359 | szórvető gépek felépítése 282 |
| szecskázás erőtanai viszonyai 385 | szögelfordulás mérése 41 |
| szecskázódob 380 384 | szögemelős kaszhajtás 293 |
| szecskázógépek 379 | szöges cséplőszerkezet 302 |
| – csoportosítása 383 | szuszpenziós műtrágyák 146 |
| szecskázószerkezet 383 | T |
| szelepes kollektor 529 | |
| – önitató 621 | takarmányok feldolgozása darálással 577 |
| – sertésönitató 624 | takarmányozás gépi berendezései 561 |

| | |
|---|--|
| szelepjelleggörbe 541 | talajkoprozó automata 301 |
| szélerőgép 627 | talajmaró 116, 131 |
| szélkerék 628 | talajművelő hengerek 116, 135 |
| – geometriai jellemzői 629 | talajok fajlagos felülete 17 |
| szélmotorok 627 | – mechanikai tulajdonságai 19 |
| szélmotoros gépek viharvédelme 632 | – teherbírási tényezője 22 |
| – szivattyúk 633 | tálcás-kaparólánccs terményszárító 488 |
| széltisztítók 476 | tápanyagkijuttató gépek 141 |
| tápkockás palántautletés 289 | Ü |
| tárcsalevél méretei 118 | |
| – mozgása 117 | ültetőgépek 284 |
| tárcsás boronák 116 | ültetvénypermetező gépek 211 |
| – csoroszlya 66, 256 | |
| – daráló 578 | V |
| – ekék 116 | |
| – nyűvőgép 465 | |
| – talajművelő eszközök 116 | vágás fogalma 384 |
| tárcsásborona-kialakítások 125 | vágási ellenállás 347 |
| tárcsatag egyensúlya 124 | vágószerkezet 291, 293, 339, 342 |
| távvezérelt mikroöntöző berendezés 244 | vákuumsökkenést okozó tényezők 543 |
| tejfolyás-érzékelők 550 | vákuumszivattyú 530 |
| tejleadás 514 | – jelleggörbéje 531 |
| tejleválasztó 545 | – szabályozott jelleggörbéje 541 |
| tejmérők 546 | – kenése 539 |
| teljesítménytényező 628 | – légszállító teljesítménye 532 |
| tenderométer 415 | változó menetemelkedésű csigás adagoló 603 |
| térbeli dekompozíciós modell 382 | változó présterű körbálázó 376 |
| terelőcsiga 291, 298, 300 | változtatható forgásszélességű eke 84 |
| térfogat szerinti adagolók 569, 600 | vályús etetőberendezés 575 |
| terményoszlopos torony szántók 492 | – itató 625 |
| terménytároló színek 504 | variátor 310, 311 |
| természetes rezsűszög 141 | verőkeresztes daráló 581 |
| térpermetező gépek 209 | verőléces cséplőszerkezet 302 |
| tisztítószerkezetek 429 438 | vetés jellemzői 246 |
| tőgynegyed felepitése 514 | vetésellenőrző műszerek 281 |
| tolóbütykös vetőszerkezet 250 | vetőgépek 246 |
| tolóhengeres vetőszerkezet 249 | – feltöltőszerkezetei 259 |
| tolózárás magadagoló 219 | – szerkezeti elemei 248 |
| toronysilók 559 | vetőszerkezetek 270 |
| toronytárolók 510 | vezérelt fogú rendfelszedő szerkezet 367 |
| többkamrás úszós tejmérő 546 | vezérlés 40 |
| töltőgetőkapák 98 | vezérlőberendezés szervei 40 |
| tömeg szerinti adagolók 569, 605 | vibrációs adagoló 605 |
| tömörítési munka 38 | vibrációs altalajlazítók 111 |
| tőrekrosta 292, 318 | Vibro-Cut szecsckázó 387 |
| törzsrázó gépek 450, 452 | villamos szervomotor 51 |
| trágyaeltávolítás 634 | villás szalmalazító 315 |
| trágyakihúzó 634 | viszkoelaszticitás 24 |
| transzponderek főbb kiviteli formái 615 | vízadagoló elemek 228 |
| transzponder 614 | – elemek jellemzői 229 |
| triőrök 475 | vízborítás 229 |
| – teljesítőképessége 476 | vízgyűrűs vákuumszivattyú 537 |
| turbinás mérő 48 | vízszintes tengelyű rendszóró 364 |
| turbulens áramlás 226 | vontatott eke 78 |

| | |
|----------------------------------|--|
| tűsorkeretes dohány szárító 500 | |
| tűsorkeret-töltő kocsi 456 | Z |
| tűskés-villás kiszedő 397 | |
| | zagyszivattyús tartálykocsi 175 |
| U | zártcsöves köretetős etetőberendezés 575 |
| | zöldbab-betakarító gép 435 |
| uborkabetakarító gép 421 | zöldborsó betakarítása 414 |
| ultrahang-reflexiós eljárás 41 | zöldborsó-betakarító kombájnok 416 |
| ultrahang-rezonanciás eljárás 41 | zöldborsócséplő szerkezet 418 |



Készült a Grafika-Typopress Nyomdában

1147 Budapest, Kerékgyártó u. 47-49.

Telefon: 251-5335, 251-7700

Felelős vezető a nyomda ügyvezető igazgatója

A nyomda rendelkezik az ISO 9002 minőségbiztosítási tanúsítvánnyal