



VAKOLA

PPA 1
03400 VIHTI
913-46 211

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

Maarit Puumala

JAUHATUSTYÖN JÄRJESTELYJÄ
JA KUSTANNUKSIA

VAKOLAN TIEDOTE 41/87

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
I YLEISTÄ	3
II JAUHATUSJÄRJESTELYJÄ JA NIIDEN KUSTANNUKSIA	3
Esimerkki 1	6
Esimerkki 2	7
Esimerkki 3	8
Esimerkki 4	9
Esimerkki 5	10
Esimerkki 6	11
Esimerkki 7	12
III JAUHATUKSEN PÖLYNTORJUNTA	13

I YLEISTÄ

Kotieläinten ruokinnassa on erilaisten käsittelytapojen vaikutukseen rehun maittavuuteen, sulavuuteen ja hyväksikäyttöön alettu kiinnittää aikaisempaa enemmän huomiota. Viljan jauhatus rehuksi on tarpeellista ainakin nautakarjalle ja sioille. Maatiloilla jauhatukseen käytetään pääasiassa vasaramyllyjä. Valssimyllyjen osuus on noin 20%, näistä pääosa nautakarjatililla.

Rehunvalmistuslaitteita on markkinoilla useanlaisia. Laitteisto tulee valita kunkin tilan tarpeiden mukaan toiminnalliset ja taloudelliset perusteet huomioon ottaen.

Pölyä syntyy jauhatuksessa aina. Sen määrään voidaan vaikuttaa suunnittelemalla ja sijoittamalla laitos oikein. Tutkimusten mukaan valssimylly pölyää vähemmän kuin vasaramylly. Lisäksi kostea vilja pölyää vähemmän kuin kuiva. Tällöin happokäsittely tai kosteana ilmatiiviisti säilötty vilja ovat käyttökelpoisia.

Kaikkea pölyä ei voida koskaan saada pois. Jos pölypitoisuus nousee yli haitalliseksi tunnetun raja-arvon 5 mg/m^3 , on henkilökohtaisten suojainten käyttö suositeltavaa.

Pölyntorjuntatoimenpiteiden kustannukset eivät ole suuria verrattuna koko jauhatuslaitoksen kustannuksiin. Laitos maksaa 20.000-60.000 mk ja kallein kaupallinen pölynsuodatusyksikkö noin 1000 mk.

Tämä tiedote on lyhennelmä Vakolan tutkimusselostuksesta n:o 48. Jauhatuksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. Ko. tutkimusselostus sisältää tässä esitetyn lisäksi tietoja markkinoilla olevista erityyppisistä rehunvalmistuksessa tarvittavista laitteista.

II JAUHATUSJÄRJESTELYJÄ JA NIIDEN KUSTANNUKSIA

Käytännön olosuhteet vaihtelevat maatiloilla tavattomasti. Otettaessa huomioon sekä toiminnallisia että taloudellisia perusteita on rehunvalmistamoiden suunnittelu tilakohdista. Suunnittelun lähtökohtia ovat:

1. Karjan koko
2. Tarvittavien rehuseosten määrä ja tyyppi
3. Viljavaraston muoto ja sijainti ruokintapaikkaan nähden

Maatilan rehunvalmistamoa suunniteltaessa on otettava huomioon seuraavat vaatimukset:

1. Hyvä käyttövarmuus.
2. Taloudellisuus, valmistamo on suhteutettava jauhettavaan rehumäärään.
3. Valvonnan tulisi olla tarpeetonta tai hyvin vähäistä.
4. Laitteiston valmistaman rehun on oltava tasalaatuista ja kullekin eläinlajille rakenteeltaan sopivaa.
5. Rehukomponenttien valintamahdollisuudet on oltava riittävät ja valinnan on tapahduttava joustavasti.
6. Pölyn leviämisen on oltava mahdollisimman vähäistä ja häiritsevää melua on vältettävä tai vähennettävä mahdollisimman paljon.

Valssi- tai vasaramyllyn valinnalle ei voida esittää yksiselitteisiä perusteluja. Molemmilla myllytyypeillä on omat hyvät ominaisuutensa ja valintaan vaikuttavat ratkaisevasti kunkin yksittäisen tilan tarpeet. Valssimyllyllä murskattu vilja soveltuu hyvin esimerkiksi nautakarjalle.

Laitoksessa käytettävän annostelutavan valinta riippuu mm. raaka-aineiden kosteudesta, tasaisuudesta ja valumisominaisuuksista sekä minkä asteista mittaustarkkuutta vaaditaan. Yleisesti painonmukaiseen annosteluun vaikuttavat raaka-aineiden muuttuvat ominaisuudet vähemmän kuin tilavuusperustaiseen ja siksi painonmukainen annostelu on täsmällisempää ja varmempaa. Tilavuusperustainen annostelu vaatii säännöllistä laitteen tarkistusta, jotta riittävä tarkkuus säilyy ja edellyttää siten enemmän valvontatyötä. Lisäksi valmistusohjeen kilomäärät on muutettava litroiksi, sekunneiksi, kierrosluvuiksi jne. Painoon perustuvan annostelijan haittapuolena on kuitenkin, että se on usein kalliimpi kuin tilavuusannostelija.

Maatilalla tapahtuva aineosien punnitus liittyy melkein poikkeuksetta eräsekoitukseen. Eräsekoittimen yhteydessä yksinkertaisin painon mukainen mittaustapa on käyttää tietyn painoisiin säkkeihin pakattua tiivistettä. Myös jauhettava vilja voidaan punnita etukäteen. Tämä menetelmä soveltuu pienten erien mittaukseen.

Aineosien punnitus erilaisilla vaa'oilla on kuitenkin eniten käytetty menetelmä. Punnitus tapahtuu kahdella pääasiallisella tavalla. Toinen tapa on käyttää läpivirtausvaakaa. Näistä tavanomaisin on vippavaaka, jossa on joko kaksi vaakakuppiä, jotka täyttyvät ja tyhjäntyvät vuoron perään tai vain yksi vaakakuppi, jolloin läpivirtaus katkeaa tyhjentymisen ajaksi. Toinen tapa on käyttää koko erän kerrallaan punnitsevaa vaakaa. Punnitussiilona toimii tällöin joko eräsekoitin tai erillinen vaakasiilo. Aineosat punnitaan toinen toisensa jälkeen siilossa, kunnes erä on valmis, mikä mahdollistaa

pienien ainemäärien käytön, jopa 1% koko seosmäärästä, tyydyttävällä tarkkuudella. Koko erän punnitseva vaaka voi olla joko käsin tai automaattisesti ohjattu.

Painoon perustuvat annostelumenetelmät ovat jatkuvan sekoituksen yhteydessä hyvin harvinaisia maataloilla. Käytetyin on tilavuusannostelija, jonka tuotosta voidaan säätää. Näitä on markkinoilla useanlaisia.

Seuraavassa on esitetty jauhatuksen järjestelyn esimerkkejä sekä valssi- että vasaramyllylaitoksille. Kuvissa esitetään pölyntorjuntakohteet katkoviivoin.

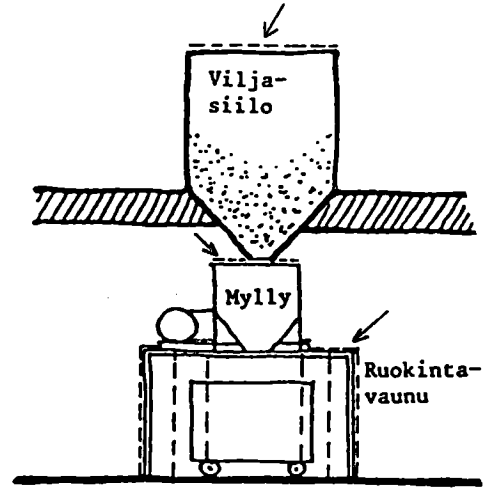
Esitetyt kustannukset perustuvat ohjevähittäishintojen keskihintoihin huhti-toukokuulta 1987.

Vuosikustannuksessa on otettu huomioon pääomakustannus, huoltokustannus ja energiakustannus, mutta ei työvoimakustannuksia. Pääomakustannusta laskettaessa on laitteiston käyttöikäksi oletettu 10 vuotta ja reaalikorko 5 %:ksi. Huoltokustannus muodostuu kiinteästä osasta, joka on 1 % investointikustannuksista ja muuttuvasta osasta, joka on 4,4 mk/valmistettu rehutonnei. Energiakustannus on laskettu 22,5 p/kWh yksikköhinnalla sekä valssimyllyille energiankulutuksella 4,5 Wh/kg ja vasaramyllyille 18 Wh/kg. Siirtoruuvien, annostelijan ja automatisointilaitteen on kunkin arvioitu lisäävän energiankulutusta noin 5 % sekä sekoittimen noin 10 %.

Kustannusten lisäksi mukaan on kerätty tärkeimpiä teknisiä tietoja kuten keskimääräinen jauhatusteho, myllyn vaatima tilavaraus, johon on lisättävä liikkumisen ja mahdollisen rehuvaunun siirtelyn vaatima tila sekä saavutettavissa oleva pölypitoisuus, kun käytetään pölynsuodattimia ja/tai liitokset eri osien välillä on huolellisesti tiivistetty.

Esimerkki 1.

Varustamalla kuvan valssimyllylaitos myllyn alapuolisella suppilolla ja siihen liitetyllä kuljetusruuvilla voidaan jauho siirtää siloon ja jauhaa useamman päivän tarve kerrallaan. Tällöin voidaan laitosta myös automatisoida varustamalla jauho-siilo rajakytkimellä, joka pysäyttää myllyn ja viljaruuvit, kun haluttu jauhomäärä on jauhettu.



- - - tiivistystä tai kantta vaativat kohdat

Hinta käsikäyttöisenä 14600,-
Lisävarustus; suppilo + ruuvi 5600,-

Automatisointimahdollisuus:

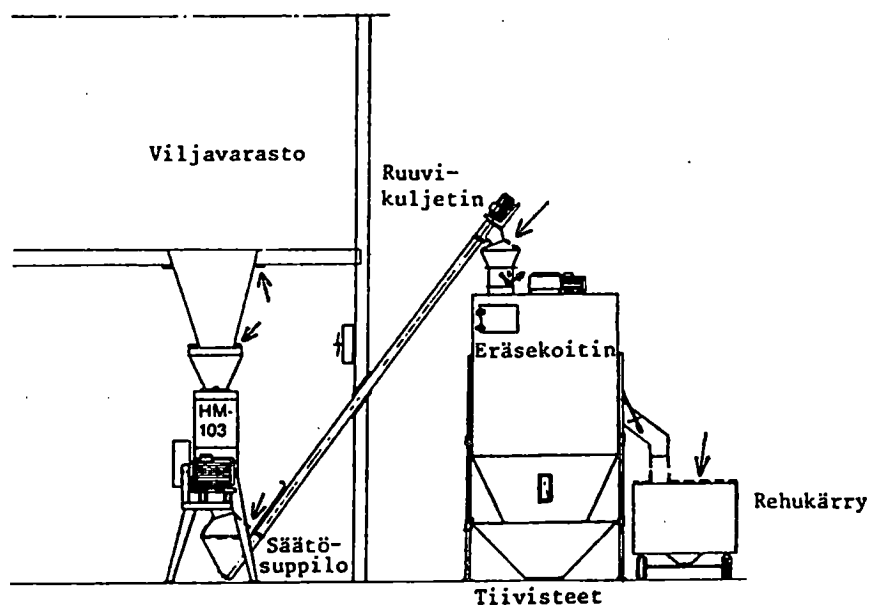
Rajakytkin 800,-
Ohjaustaulu 3000,-
3800,-

Jauhettava rehumäärä tn/vuosi	25	50	100	200
vuosikustannus käsikäyttöisenä mk	2180	2320	2590	3130
p/kg	8,7	4,6	2,6	1,6

Jauhatusteho, 4 kW moottori 900 kg/h
Myllyn tilavaraus 120 x 90 x 150 cm
Saavutettavissa oleva kokonaispölypitoisuus 2,1 mg/m³.

Esimerkki 2.

Kuvassa on esitetty moniosainen väkirehun käsittelyketju. Siinä jauhettava vilja valutetaan valssimyllyyn ja johdetaan jauhettuna eräsekoittimeen. Haluttu määrä valkuaisrehua ja kivennäisiä lisätään sekoittimen alaosassa olevaan suppiloon. Kerralla voidaan valmistaa 2-3 päivän väkirehut sekoittimen koosta riippuen. Laitosta voidaan automatisoida esim. siten, että haluttu rehuvaan "kippauskertojen" määrä ilmoitetaan etukäteen ja laskin pysäyttää myllyn ja ruuvikuljettimen, kun haluttu määrä on saavutettu. Diagonaalisekoitin soveltuu pystysekoitinta paremmin murskatun viljan käsittelyyn.



- - - Tiivistystä tai kantta vaativat kohdat

Hinta käsikäyttöisenä 36000,-

Yhdyssuppilo varastosta myllyyn
tehdään itse.

Automatisointimahdollisuus:

"Kippauskertojen" laskin 1800,-

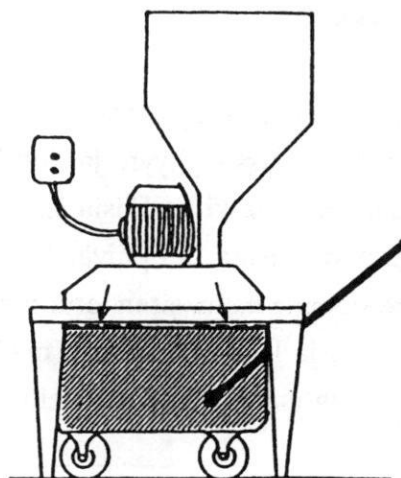
Ohjaustaulu 3500,-

Automatisoituna yhteensä 41300,-

Jauhettu rehumäärä tn/vuosi	25	50	100	200
Vuosikustannus käsikäyttöisenä mk	5160	5320	5600	6160
p/kg	20,6	10,6	5,6	3,1
Vuosikustannus automatisoituna mk	5900	6070	6360	6930
p/kg	23,6	12,1	6,3	3,4
Jauhatusteho, 11 kW moottori	2400 kg/h			
Myllyn tilavaraus	180 x 70 x 180 cm			
Eräsekoitin max ø 135 cm, korkeus 350 cm/1500 kg				
Saavutettavissa oleva kokonaispölypitoisuus	2,5 mg/m ³			

Esimerkki 3.

Vasaramylly, jossa ei ole puhallusta, on sijoitettu sopivalle korkeudelle rehuvaunuun jauhamista varten. Vilja johdetaan myllyyn viljaruuvilla varastotilasta tai siilosta. Kerralla voidaan jauhaa vain ruokintakerran tarve ja tiivisteet annostellaan eläimille erikseen. Vasaramyllyn sijasta voidaan käyttää myös teräslevymyllyä.



- - - Tiivistystä tai kantta vaativat kohdat

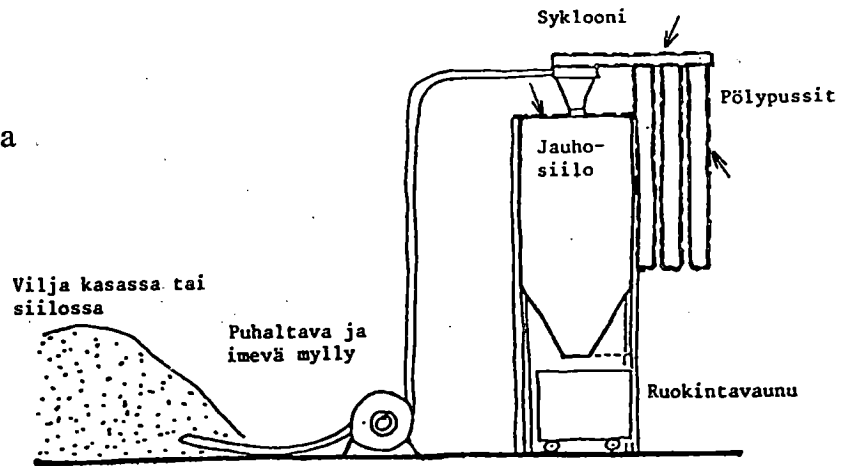
Ko. ratkaisun käyttöä voidaan helposti automatisoida esimerkiksi määrätilavuuksisten vilja- ja jauhosiilojen kellolaitteen tai tasovartijan avulla.

Hinta käsikäyttöisenä	9000,-
Automatisointimahdollisuus:	
Vilja- ja jauhosiilot à 2,3 m ³	6400,-
Tasovartija	800,-
Ohjaustaulu	<u>2000,-</u>
Automatisoituna yhteensä	18200,-

Jauhettava rehumäärä tn/vuosi	25	50	100	200
Vuosikustannus käsikäyttöisenä mk	1470	1690	2110	2950
p/kg	5,9	3,4	2,1	1,5
Vuosikustannus automatisoituna mk	2760	3000	3440	4320
p/kg	11,0	6,0	3,4	2,1
Jauhatusteho, 5,5 kW moottori	300 kg/h			
Myllyn tilavaraus	70 x 70 x 90 cm			
Saavutettavissa oleva kokonaispölypitoisuus	2,5 mg/m ³			

Esimerkki 4.

- - - Tiivistystä tai kantta
vaativat kohdat

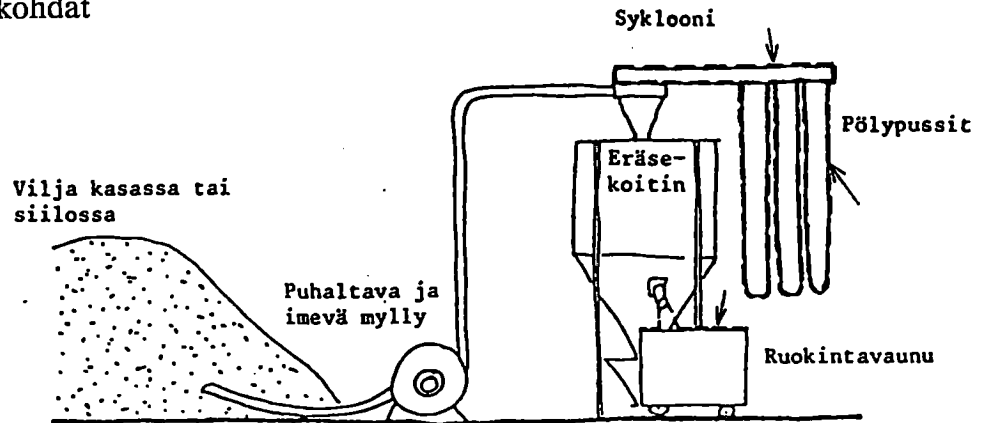


Mylly imee viljan siilosta ja puhaltaa sen jauho-siiloon, josta se jaetaan ruokintavaunuun. Kerralla voidaan jauhaa usean päivän tarve. Jauhatuksen aikana ihmistyön tarve on vähäinen lähinnä käynnistys ja pysäytys. Tiiviste annostellaan käsin ruokinnan yhteydessä. Pölynsuodatus voidaan vaihteoisesti järjestää siilon päälle pystyasentoon asennettavilla pölytukilla. Tällöin ei tarvita sykloonia, vaan jauhot voidaan puhalttaa suoraan siiloon. Järjestely edellyttää 1-1,5 m enemmän vapaata korkeutta, kuin jos pölytukat riippuvat alaspäin. Laitos voidaan automatisoida siiloon asennettavalla rajakytkimellä, mikä pysäyttää myllyn, kun siilo on täynnä.

Hinta käsikäyttöisenä	22610,-			
Automatisointimahdollisuus:				
Rajakytkin	800,-			
Ohjaustaulu	<u>3000,-</u>			
Automatisoituna yhteensä	26410,-			
Pölyntorjunta: Suodatusyksikkö	850,-			
Jauhettava rehumäärä tn/vuosi	25	50	100	200
Vuosikustannus käsikäyttöisenä mk	3480	3720	4140	4980
p/kg	13,9	7,4	4,1	2,5
Vuosikustannus automatisoituna mk	4020	4260	4700	5580
p/kg	16,1	8,5	4,7	2,8
Jauhatusteho, 7,5 kW moottori	420 kg/h			
Myllyn tilavaraus	80 x 70 x 90 cm			
Siilon + sykloinin korkeus max.	430 cm (105 x 105; 1,7 m ³)			
Viljasiilon korkeus max.	500 cm (205 x 205; 10 m ³)			
Pölynsuodattimen korkeus	25 cm			
Saavutettavissa oleva kokonaispölypitoisuus	0,4 mg/m ³			

Esimerkki 5.

- - - Tiivistystä tai kantta
vaativat kohdat



Edellä kuvattuun järjestelmään on lisätty eräsekoitin, jolloin tiivisteet lisätään sekoittimen kaatosuppiloon. Kerralla voidaan jauhaa ja sekoittaa useamman päivän rehuntarve. Ihmistyön osuus on vähäinen tässäkin järjestelmässä. Sitä voidaan helposti automatisoida määrätilavuuksisen viljasiilon ja kellolaitteen avulla. Pölynsuodatus voidaan järjestää vaihtoehtoisesti eräsekoittimen päälle pystyasentoon asennettavilla pölysuukilla. Tässäkin tapauksessa tarvittava vapaakorkeus kasvaa noin 1 m:llä.

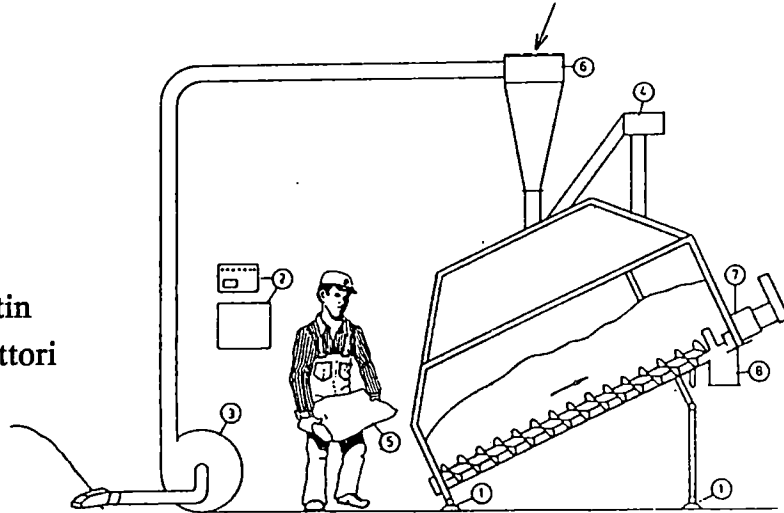
Hinta käsikäyttöisenä	23310,-
Automatisointimahdollisuus:	
Määrätilavuuksinen siilo 1,7 m ³	4800,-
Rajakytkin	800,-
Ohjaustaulu	<u>2000,-</u>
Automatisoituna yhteensä	30910,-
Pölyntorjunta: Suodatusyksikkö	850,-

Jauhettava rehumäärä tn/vuosi	25	50	100	200
Vuosikustannus käsikäyttöisenä mk	3590	3830	4270	5150
p/kg	14,3	7,6	4,3	2,6
Vuosikustannus automatisoituna mk	4660	4910	5350	6250
p/kg	18,6	9,8	5,3	3,1

Jauhatusteho, 5,5 kW moottori	300 kg/h
Myllyn tilavaraus	70 x 70 x 90 cm
Eräsekoitin + syklooni max. ø 135, korkeus 400 cm/1000 kg	
Saavutettavissa oleva kokonaispölypitoisuus	0,8 mg/m ³

Esimerkki 6.

1. Punnitusanturi
2. Ohjauskeskus
3. Mylly
4. Tiivisteruuvi
5. Säkitetyt aineosat
6. Sykloni + pölysuodatin
7. Sekoitinruuvi ja moottori
8. Tyhjennys



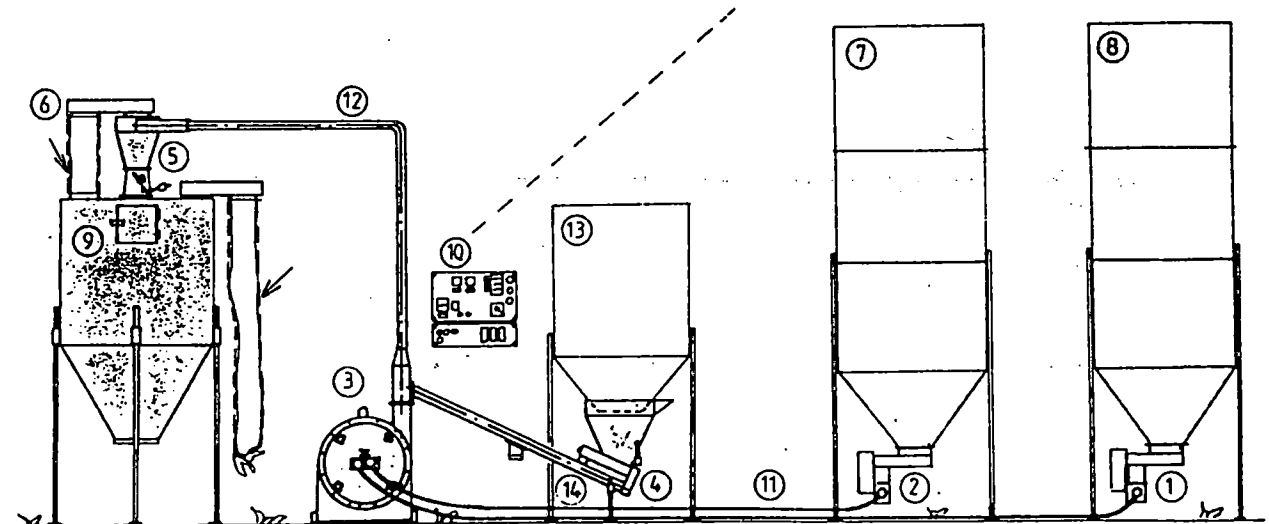
- - - Tiivistystä tai kantaa vaativat kohdat

Kuvassa on esitetty automatisointijärjestely, joka soveltuu matalaan tilaan. Siinä vilja imetään varastokasasta. Diagonaalisekoitin on varustettu sähkövaa'alla, joka punnitsee halutun määrän jauhoa ja tiivistettä. Kivennäiset lisätään käsin sekoittimeen. Jauhon ja tiivisteiden suhde määrätään halutuksi, samoin sekoitusaika ja ohjauskeskus hoitaa työn ja pysäyttää laitteet. Sekoitin tyhjenetään joko rehuvaunuun tai kuljettimeen joka siirtää rehun varastosiiloon.

Automatisoituna	62610,-			
Lisäksi tarvitaan vahvavirtasähkökeskus				
Pölyntorjunta: Suodatusyksikkö	850,-			
Jauhettava rehumäärä tn/vuosi	25	50	100	200
Vuosikustannus mk	9090	9330	9790	10710
p/kg	36,3	18,6	9,8	5,3
Jauhatusteho, 7,5 kW moottori	420 kg/h			
Myllyn tilavaraus	80 x 70 x 90 cm			
Diagonaalisekoitin esim.	330 x 110 x 280 cm, 1000 kg			
Syklonin korkeus max.	120 cm			
Saavutettavissa oleva kokonaispölypitoisuus	1,0 mg/m ³			

Esimerkki 7.

- - - Tiivistystä tai kantta vaativat kohdat



Kuvassa on esitetty täysin automatisoitu jatkuvatoiminen rehunvalmistuslaitos. Vilja ja tiiviste on varastoituna siloihin, joista ne annostelijan kautta kulkeutuvat myllyyn. Valmis rehuseos johdetaan rehusiiloon. Valmistetun rehumäärän mittaamiseksi ja rehun erottumisen estämiseksi säiliön päälle on asennettu rehuvaaka, joka tyhjentyy tietyin kilovälein (esim. 5 kg) siiloon. Kaikki toiminnot säätyvät ohjauskeskuksesta. Varastosilojen takia järjestely vaatii melko paljon vapaata korkeutta.

Automatisoituna yhteensä,	kun rehu siirretään ruokintavaunulla	60620,-
	kun rehu siirretään tasokuljettimella	64820,-

Pölyntorjunta: Suodatusyksikkö	850,-
--------------------------------	-------

Jauhettava rehumäärä tn/vuosi	25	50	100	200
Vuosikustannus ruokintavaunulla mk	8820	9060	9530	10470
p/kg	35,3	18,1	9,5	5,2
Vuosikustannus tasokuljettimella mk	9400	9660	10140	11100
p/kg	37,6	19,3	10,1	5,5

Jauhatusteho, 11 kW moottori	600 kg/h
Myllyn tilavaraus	90 x 90 x 100 cm
Viljasiilo max. korkeus, 11.5 m ³	510 cm (205 x 205)
Tiivistesiilo max. korkeus, 1.5 m ³	300 cm (105 x 105)
Rehusiilo, 1.7 m ³ + vaaka + sykloni, max. korkeus	350 cm (130 x 130)
Saavutettavissa oleva kokonaispölypitoisuus	1,0 mg/m ³

III JAUHATUKSEN PÖLYNTORJUNTA

Kuopion aluetyöterveyslaitos on mitannut käytännön olosuhteissa maataloilla jauhatustyön pölyisyyttä ja todennut, että jauhatustilassa ilman pölypitoisuus ylittää usein moninkertaisesti terveydelle haitalliseksi todetun pitoisuuden. Viljapölylle altistumisen on todettu lisäävän hengityselinoireita. Yleisimpiä oireita ovat pitkällinen yskä, limaneritys, hengenahdistus, aivastelu ja kuumeilu. Kroonista bronkiittia pidetään yleisimpänä viljapölylle altistumisesta johtuvista taudeista. Myös ärsytys- ja yliherkkyysoireet ovat yleisiä. Eri viljalajien pölyistä ohran pöly näyttää haitallisimmalta hengityselinoireiden suhteen.

Viljan jauhatuksessa syntyy aina pölyä. Sen muodostumista voidaan vähentää usealla tavalla mm.

- ei jauheta hienommaksi kuin on tarpeen eläinten rehun hyväksikäytön kannalta
- vältetään turhia viljan ja jauhon siirtoja jauhatustilassa
- tutkimusten mukaan valssimyllyllä murskattaessa syntyy vähemmän pölyä kuin vasaramyllyllä jauhettaessa. Pöly on kuitenkin hankalammin poistettavissa, koska kotelointi on vaikeampaa kuin vasaramyllyjärjestelyssä
- kostea vilja pölyää vähemmän kuin kuiva. Tällöin happosäilöntä ja ilmatiiiviisti kosteana varastoiminen ovat käyttökelpoisia ratkaisuja.

Kuvissa esitetyt pölyntorjuntatoimenpiteet on lyhyesti koottu seuraavassa.

Valssimyllyn pölyämisen estäminen

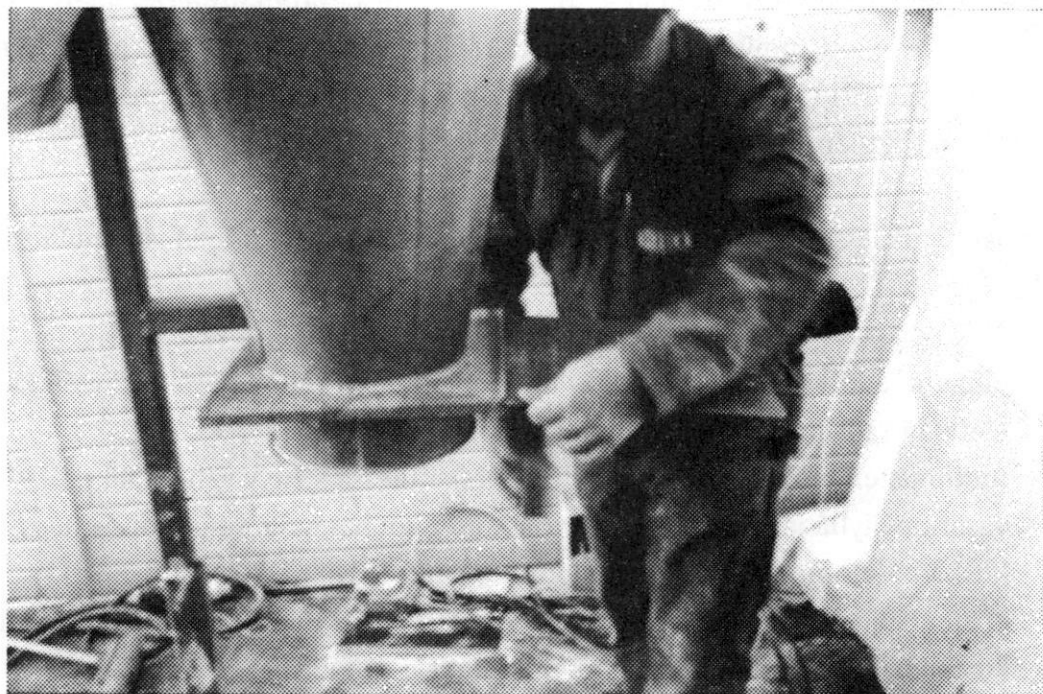
- tiivistetään valssien suojakotelon aukot
- valutetaan jauhettava vilja myllyn yläpuolisesta siilosta
- koteloidaan paikat, joissa viljan ja jauhon pudottaminen on välttämätöntä
- siilon alaosan tai myllyn ja rehukärryn väli katetaan
- katetaan valssimyllyn jalkojen ympärys levyillä ja muovilla

Vasaramyllyn pölyämisen estäminen

- tiivistetään putkien saumakohdat
- jauho johdetaan siiloon, josta tuleva ilma suodatetaan, suodatinpinta-alaan 1,2 m²/myllyn kW
- syklonista tuleva ilma suodatetaan tai johdetaan jauhatustilan ulkopuolelle
- minimoidaan viljan ja jauhon pudotusmatkat
- koteloidaan paikat, joissa viljan tai jauhon pudottaminen on välttämätöntä

- jauhetaan imu-puhallusmyllyllä siilosta siiloon. Jos halutaan jauhaa säkkiin, tarkoitukseen soveltuu parhaiten sisäpussillinen suursäkki
- siilon alaosan ja rehukärryn väli koteloidaan

Tiivistämisessä ovat käyttökelpoisimpia vaseliini ja ilmastointiteippi. Koteloinnissa erilaiset rakennuslevyt, pahvi ja muovi.

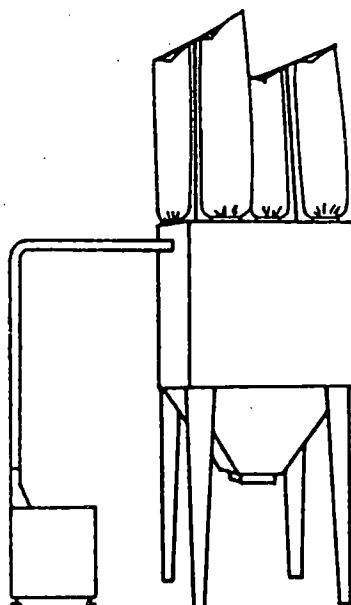


Kuva 1. Ilmastointiteippi on hyvä pöylähteen tiivistysmateriaali samoin vaseliini ja erilaiset tiivistysmassat. Omatoimisuus on pölynvähentämiseksi tarpeen.



Kuva 2. Kuvassa olevaan valssimyllyyn on rakennettu pahvinen suojaseinä sivuille ja taakse sekä etuseinään avattava muoviverho. Valssikotelon aukot ylöspäin on tiivistetty ilmastointiteipillä.

Vasaramyllylaitoksissa käytettävien suodattimien tulee olla riittävän tiivistä kangasta, puuvilla on sopiva materiaali. Suodattimet tulee sijoittaa siten, että ne on helppo puhdistaa säännöllisesti. Ylösalaisin asennetut suodattimet tyhjäntyvät itsestään myllyn pysähtyessä (kuva 3).



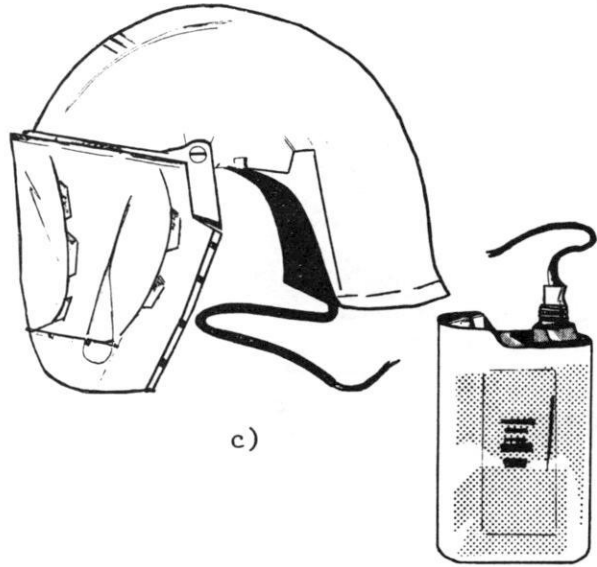
Kuva 3. Vasaramylly ja siilo, jonka päällä itsetyhjentyvät suodattimet.

Pölyn vähentäminen teknisin tai rakenteellisin keinoin ei aina ole mahdollista. Tällöin on turvauduttava henkilökohtaisiin suojaimein. Väkirehun valmistuksessa ja käsittelyssä tulee käyttää P1-luokan hengityssuojainta. Jos vilja on jouduttu varastoimaan kosteana, ja siinä voidaan olettaa olevan hometta, on käytettävä P2-luokan suojainta. Suojaimen luokka on merkittynä suoraan suojaimeen tai sen voi päätellä suojaimen tyyppimerkinnästä. P1-luokan kertakäyttö suojaimia ovat esim. Suomen 3M Oy:n 8710, Karske Oy:n Mark III-021 ja Kemira Oy:n Silroc P1; P2-luokan suojaimia mm. Suomen 3M Oy:n 8810 ja 8820 sekä Karske Oy:n CN 38. Ellei itse tiedä suojaimen luokkaa, se kannattaa kysyä myyjältä. Muotoon puristettujen kertakäyttösuojaimien sijasta voidaan käyttää erillisiä suodattimia, jotka on kiinnitetty joko puoli- tai kokonaamariin. Viime vuosina on tullut käyttöön myös suojakypärämalleja, joihin on rakennettu ilmansuodatus ja -puhallus. Sen etuna on hengittämisen helppous, koska hengitysvastusta ei synny, haittapuolena on kypärän paino, joskin suhteellisen keveitäkin malleja on markkinoilla. Kuvassa 4 on esitetty vaatimukset täyttäviä henkilökohtaisia hengityssuojaimia.

Kuulosuojaimet, kuva 5, kuuluvat jauhattajan vakiovarustukseen, sillä jauhettaessa melu nousee suoritettujen mittausten mukaan melkein poikkeuksetta yli 90 dB(A).



a)



c)



b)

- Kuva 4.** a P1-luokan kevytsuojain
 b pölynsuodattimella varustettu puolinaamari (Silner 12, Kemira Oy)
 c pölynsuojakypärä (Airstream, Liitin Oy)



Kuva 5. Kuulosuojaimet

KIRJALLISUUTTA

Huhtanen, P., Väkirehun käsittelyn ja ruokintatavan vaikutus rehun hyväksikäyttöön eri eläimillä. Tiedote no 2. Kotieläintieteen laitos. Helsingin Yliopisto. Helsingin Yliopisto. Helsinki 1984.

Joki-Tokola, E., Nisula, H., Märehtijöille litisteviljaa, Karjatalous 9/1984, s. 6-7.

Louhelainen, K., Vilhunen, P., Terho, E.O., Kangas, J., Husman, K., Kallio koski, P., Lypsykarjan ja sikojen hoitotöiden pölyt ja pölyaltistumisen vähentäminen. Työolosuhteet 59. Työterveyslaitos. Helsinki 1987.

Maatalouden hengityksen suojaimet. Maa- ja metsätalouden työsuojelututkimusta edistävä neuvottelukunta (MTTN) 1985.

Nurmisto, U., Väkirehun valmistus tilalla, Teho 5/1985, s. 16-18.

Pokki, J., Alanko, A., Nurmisto, U., Holma, M., Väkirehun valmistus ja käsittely maatiloilla. Työtehoseuran julkaisuja 264. Työtehoseura ry. Helsinki 1984.

Työpaikan ilman epäpuhtaudet. Turvallisuustiedote 3. Työsuojeluhallitus. Tampere 1981.

Vahala, J., Eroon pölyävistä jauhosäkeistä. Käytännön Maamies 2/84, s.46-50.

