

VAKOLA

Tiedote

55/93



Antti Suokannas

**Pyöröpaalisäilörehun korjuu,
varastointi ja laatu**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimuslaitos

Osoite
Vakolantie 55
03400 VIHTI

Puhelin
(90) 224 6211
Telefax
(90) 224 6210

Institute of Agricultural Engineering

Address
Vakolantie 55
FIN-03400 VIHTI
FINLAND

Telephone int. +
358-0-224 6211
Telefax int. +
358-0-224 6210

SISÄLLYSLUETTELO

PYÖRÖPAALAIN SÄILÖREHUN KORJUUKONEENA	3
Nurmen lannoituksen tasaisuus	3
Rehun raaka-aine	3
Korjuuajankohta	3
Rehun puhtaus	3
Niittomurskaus	4
Paalaus	4
Noukkimen säätö	5
Esikuivaus ja säilöntäaineen käyttö	5
Säilöntäaineen levitys	6
PYÖRÖPAALAIMET	7
Paalintyytit	7
Kiinteäkammioinen pyöröpaalain	7
Muuttuvakammioinen paalain	7
Paalintyyppien väliset erot	8
Pyöröpaalien tilavuuspainossa	8
Pyöröpaalaimen tekniset parannukset	8
Jatkuvatoiminen pyöröpaalain	9
Silppuva paalain	9
Paalien keräys ja kuljetus	10
PAALIEN KIETOMINEN	10
KIEDONTALAITTEET	11
Kiedontamuovin laatu	12
Pyöröpaalien varastointi	13
RUOKINTA	13
Paalien siirto koneella	13
Kokonaisena syöttäminen	14
Käsinruokinta	14
Koneellinen ruokinta	14
Rehunjakovaunu	16
Rehunjakovaunun hankinta	16
REHUN LAATU	16
TYÖMENEKKI	20
KUSTANNUKSET	21
LÄHDELUETTELO	24
LIITE	

PYÖRÖPAALAIN SÄILÖREHUN KORJUUKONEENA

Säilörehun pyöröpaalauksen idean isänä voidaan pitää maanviljelijä Lloyd Forsteria, joka vuonna 1978 korjasi ensimmäisen säilörehusadon pyöröpaalaimella ja säilöi paalit polyeteenipusseihin. Myöhemmin pussitusmenetelmä jäi syrjään lähinnä työläänä ja epävarmana säilöntämenetelmänä ja tilalle tuli pyöröpaalin kietominen muovikalvoon.

Vuonna 1991 Suomessa korjattiin noin 5 % säilörehualasta pyöröpaalaimella. Maatalouteen kohdistuvien kustannuspaineiden ja tehokkuusvaatimusten kasvun myötä epävarmuus tilanpidon jatkamisesta tulee todennäköisesti lisäämään pyöröpaali-kiedontamenetelmän käyttöä rehunkorjuussa. Pyöröpaali-kiedontamenetelmän käyttö perustuu ennen kaikkea menetelmän joustavuuteen. Esimerkiksi tarkkuussilppurimenetelmään verrattuna samalla koneella voidaan korjata tilan kaikki korsirehut.

Pyöröpaalisäilöntä soveltuu naudanlihaa tuottaville tiloille. Erityisesti emolehmiin perustuvassa naudanlihantuotannossa, jossa käytetään olkea ruokinnassa ja kuivikkeena, pystytään koko tilan korsirehun korjuu hoitamaan samalla koneella. Erityistä huolellisuutta korjuuketjun eri vaiheissa edellytetään, jotta saadaan hyvälaatuista rehua lypsylehmille. Ruokinta viime kädessä määrää sen, kuinka hyvälaatuista maito on.

Nurmen lannoituksen tasaisuus

Lannoitteiden huolellinen ja tasainen levitys varmistaa sen, että korjattava nurmi on mahdollisimman tasalaatuista eli nurmi on samalla kehitysasteella. Epätasaisen lannoituksen johdosta osa rehusta voi olla liian korsiiintunutta, josta seuraa ongelmia rehun säilymisessä.

Rehun raaka-aine

Rehun sulavuus vähentyy ruohon vanhetessa mutta muutos ei ole suoraviivainen, koska keväällä on noin kuukauden pituinen kausi, jolloin ruohon sulavuus pysyy lähes muuttumattomana. Tämä kausi päättyy tähkälle tuloon, jonka jälkeen rehun sulavuus vähentyy jyrkästi. Mitä enemmän nurmessa on apilaa, sitä hitaammin sadon rehuarvo heikkenee.

Korjuuajankohta

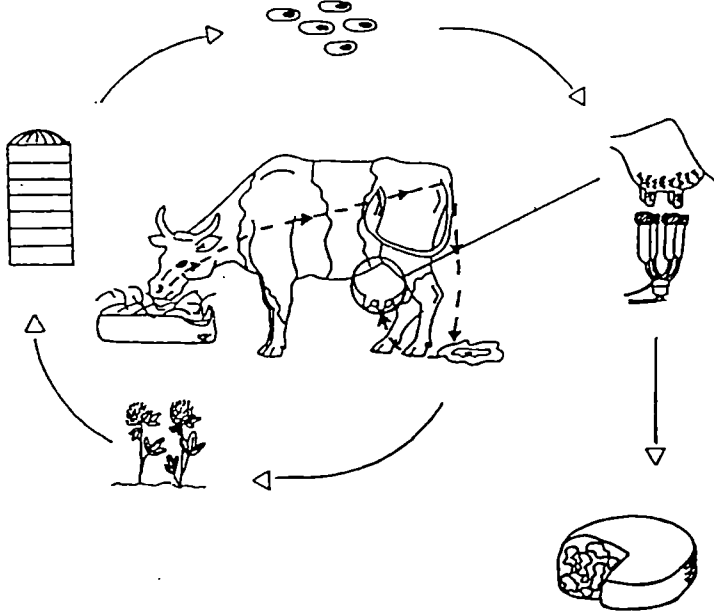
Kasvusto korjataan nuorena, samalla kasvuasteella kuin tavanomainen säilörehu tai hiukan aikaisemmin eli kun vajaa puolet tähkistä tai röyhyistä on näkyvillä.

Karkeat korret kasvattavat paaliin jäävän ilman määrää, jolloin myös hengitys- ja käymisongelmien vaara kasvaa. Nuoresta kasvustosta saadaan tiiviimpi paali. Toisen sadon kasvusto on useimmiten jo luonnostaan hennomppaa.

Rehun puhtaus

Lähtökohtana on puhdas nurmi, jossa ei ole pintaan levitettyä lietelantaa. Karjanlannan käyttö lisää aina rehun säilönnän kannalta haitallista bakteeririskiä. Lietelannan käyttö edellyttää sen sijoittamista maahan ja niitettäessä lohkoa on hyvä jättää hiukan norma-

lia pidempi sänki. Myös ensimmäisen vuoden nurmessa mahdollisesti oleva suojaviljan mädäntyvä sänki ja puintijäte huonontavat rehun laatua. Pikanurmilta ei kannata tehdä pyöröpaalisäilörehua, koska pellon pinta ei yleensä ole kunnolla kasvuston peitossa ja näin maata tulee paalauksessa helposti rehun sekaan.



Kuva 1.

Klostridi-itiöiden kulkeutumisreitti säilörehusta juustoon.

Haitalliset bakteerit lisääntyvät helposti pyöröpaalisäilörehussa aiheuttaen virhekäymisiä. Lypsykarjanavetoissa bakteeri-itiöt siirtyvät lannan, navettapölyn ja säilörehutähteiden mukana lehmien utareille heikentäen maidon hygieenistä laatua (kuva 1). Juustonvalmistukseen käytettävässä maidossa

olevat voihiappobakteeri-itiöt (klostridi-itiöt) vaarantavat juuston laadun. Rehun kolibakteerit ovat usein syynä karjan ripuliin ja ne voivat myös aiheuttaa utaretulehduksia.

Niittomurskaus

Niittomurskaimen käyttö on suositeltavaa kuten yleensäkin esikuivatun rehun teossa. Niittomurskaus nopeuttaa kuivumista ja pienentää saderiskiä. Lisäksi kasvuston murskaantuminen lisää paalin tiiviyttä ja parantaa siten osaltaan rehun säilymistä.

Niitettäessä jätetään rehuhygienian vuoksi vähintään 6 cm sänki. Niittomurskain säädetään siten, että rehuarho on mahdollisimman ilmava. Karhon leveyden pitäisi olla yhtä suuri kuin pyöröpaalaimen noukkimen leveys, jolloin paalaus helpottuu, koska ei tarvitse ajaa vuoroin karhon oikeaa ja vuoroin vasenta laitaa.

Rehuarhon pöyhimistä on syytä välttää, koska se lisää varisemistappioita ja siirtää rehuun bakteeripitoista multaa, joka voi vaarantaa säilöntätuloksen.

Paalaus

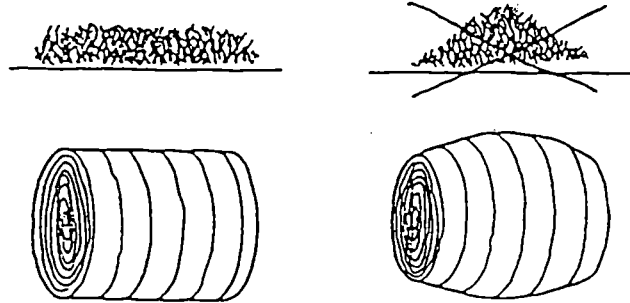
Käsiteltävien paalien lukumäärä, muovimenekki ja työnmenekki pienenevät, kun paaleista tehdään mahdollisimman tiiviitä. Tasaisen tiiviiden paalien muoto säilyy hyvänä koko varastoinnin ajan. Paalien hyvä muoto helpottaa niiden käsittelyä kuljetuksessa ja myös ruokinnassa, jos käytetään pyöröpaalipurkainta tai jos paalit kierretään auki suoraan ruokintapöydälle.

Hyvä karho on paalikammion levyinen, ja sen poikkileikkaus on suorakaiteen muotoinen (kuva 2). Tällainen karho täyttää paalikammion tasaisesti, jolloin myös

paaleista tulee säännöllisiä. Niittomurskaimen murskaimen ohjauspeltejä säätämällä karho saadaan paalikammion levyiseksi. Jos karho jää kuitenkin liian kapeaksi, ajetaan mutkitellen niin, että karho nousee vuorotellen noukkimen oikeaa ja vasenta puolta (kuva 3.)

Kuva 2.

Vasemmalla hyvän muotoinen karho.

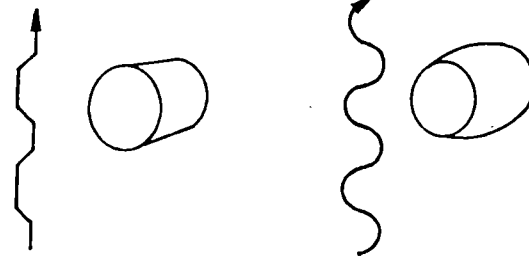


OIKEIN

VÄÄRIN

Kuva 3.

Oikea ajotekniikka karhoa noukittaessa.



Noukkimen säätö

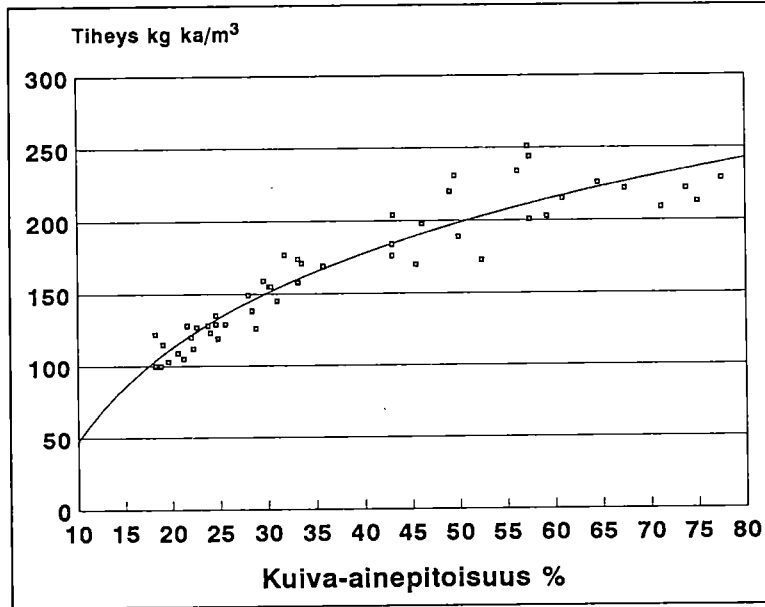
Noukkimen korkeutta säädetään

joko mekaanisesti tai kuten useimmissa malleissa hydraulisesti ohjaamosta. Noukkimes-
sa on hyvä olla tukipyörät, jolloin noukin seuraa maanpinnan vaihteluja tarkasti. Jos
tukipyörät eivät ole vakiovarusteena, ne kannattaa hankkia lisävarusteena. Korkeutta
säädettyä piikkien pitää olla vähintään 25 mm irti maasta.

Esikuivaus ja säilöntäaineen käyttö

Esikuivaus vaikuttaa sekä rehun fysikaalisiin että biokemiallisiin muutoksiin ja sillä on
suora vaikutus paalin tiukkuuteen. Rehun kuivaessa esimerkiksi 50 %:n kuiva-ainepitoi-
suuteen kaksinkertaistuu myös paalattavan säilörehupaalin tiukkuus, ja paalissa on 200 -
230 kg ka/m³ (kuva 4). Suurempi kuiva-ainepitoisuus helpottaa paalausta, jolloin
paaleista muodostuu säännöllisiä ja hyvin muotonsa säilyttäviä pitkänkin varastoinnin
jälkeen. Lisäksi kuivempi rehu rasittaa paalainta huomattavasti vähemmän kuin puriste-
mehua valuva märkä rehu. Märässä paalissa muodostuu helposti kondenssivettä muovi-
kalvon sisäpinnalle lämpösäteilyn vaikutuksesta, jonka seurauksena haitallisia käymisiä
aiheuttavien mikrobin toiminta lisääntyy.

Pyöröpaalisäilörehun valmistaminen kiedontamenetelmällä ei ole suositeltavaa,
mikäli rehun kuiva-ainepitoisuus on alle 25 %. Liian märkää paalia ei saada riittävän
ilmatiiviiksi ja muodostuva puristeneste pyrkii valumaan paalista ulos saastuttaen ympä-
ristöä.

**Kuva 4.**

Paalien tiheys rehun kuiva-ainepitoisuuden funktiona.

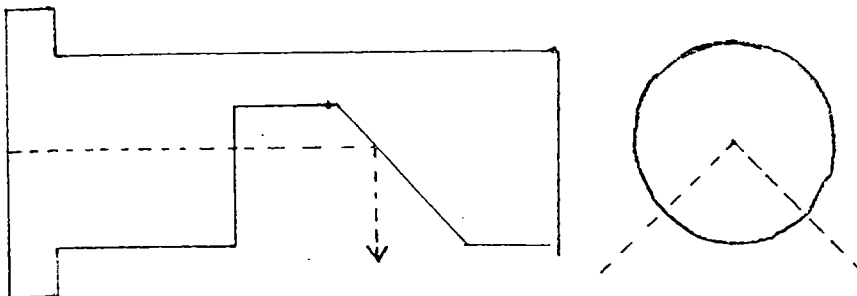
Suosittelava pyöröpaali-säilörehun kuiva-ainepitoisuus on 30 - 50 %, johon ainakin syksyllä on vaikea päästä. Silloin joudutaan pakostakin paalaamaan märkää rehua. Kun rehun kuiva-ainepitoisuus on paalattaessa yli 50 %, paalin homehtumisriski kasvaa.

Säilöntäainetta käytetään nurmirehussa hillitsemään kasvin omia entsyymitoimintoja sekä rajoittamaan haitallisten mikrobien, lähinnä kolien, hiivojen, homeiden, klostridien ja listeria-bakteereiden kasvua ja lisääntymistä.

Suomessa käytettävät säilöntäaineet ovat pääasiassa happopohjaisia. Biologisia säilöntäaineita, maitohappobakteeri- ja entsyymisäilöntäaineita käytetään toistaiseksi erittäin vähän. Kaupan on lähinnä seuraavia säilöntäaineita: AIV-2, AIV-3, AIV-KYMPPI, Farmiliuos, Viherliuos, PUNAINEN 2, Säilöntä 2 ja Kofa-suola. Biologisia säilöntäaineita on Suomessa markkinoilla kaksi, Natuferm ja AIV BIO I. Säilöntäaineen käyttö on suositeltavaa, koska se vähentää rehun virheikäymisen mahdollisuutta. Happopohjaiset säilöntäaineet ovat osoittautuneet meidän oloissamme luotettaviksi.

Säilöntäaineen levitys

Säilöntäaine levitetään pumppu- tai kompressorihapottimella. Noukkimen yläpuolelle asennetaan kaksi kimmosuutinta (kuva 5). Noukkimella rehuvirta on ohuimmillaan. Tuulen aiheuttamat haihtumistappiot eivät pyöröpaalaimissa ole olleet suuria, mutta kuitenkin suuttimien asettaminen tuulisuojaan koneen rakenteisiin on perusteltua.

**Kuva 5.** Kimmosuutin sivulta ja päädystä katsottuna.

Paksu karho ja suuri ajonopeus aiheuttavat säilöntäaineen epätasaisen levittymisen rehumassaan. Lisäksi esikuivatussa rehussa säilöntäaineen tasoittuminen levityksen jälkeen on

vähäistä. Kuiva-ainepitoisuuden kohoamisen myötä lisääntyy myös säilöntäaineen kulutus, koska säilöntäaineen ruiskutusmäärää on käytännössä vaikea säätää vastaamaan rehun kuiva-ainepitoisuutta. Hapottimen toiminta tulisikin perustua paalaimen tulevan rehuvirran kuiva-ainemäärään.

Suuren säilöntäastian käyttö, joko 210 litraa tai $2 \cdot 130$ litraa, tekee säilöntäaineen käsittelyn rationaalisemmaksi ja lisää työturvallisuutta.

PYÖRÖPAALAIMET

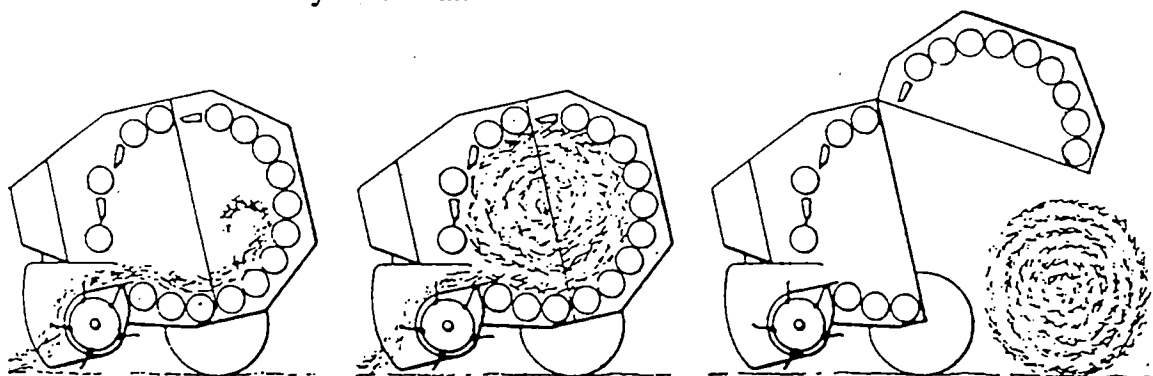
Viime vuosina pyöröpaalaimia on kehitetty säilörehun korjuun erityisvaatimusten mukaisesti. Paalainten kykyä käsitellä lyhyttä, lehtevää ja märkää rehua on parannettu.

Eri paalainten paalikoko vaihtelee yhden metrin levyisistä ja 0,4 metriä halkaisijaltaan olevista paaleista aina 1,5 metriä leveisiin ja 1,8 metriä korkeisiin paaleihin. Säilörehun tekoon suositeltavin paalikoko on 1,2 metriä leveä ja halkaisijaltaan 1,2 - 1,3 metriä, joka painaa noin 650 kg 30 % kuiva-ainepitoisuudessa.

Paalaintyytit

Kiinteäkammioinen pyöröpaalain

Kiinteäkammioisen paalaimen paalikammio on vakiokokoinen (kuva 6), joten tällaisella paalaimella saadaan aikaan aina samankokoisia paaleja. Paalausammion täytyessä syöttö jatkuu ja varsinainen tiivistyminen alkaa. Koska paali puristuu vaippapinnastaan, sisus jää löysemmäksi kuin pintakerros. Paalia tiivistävinä elementteinä ovat terästelat, kumihihnat tai näiden yhdistelmät.

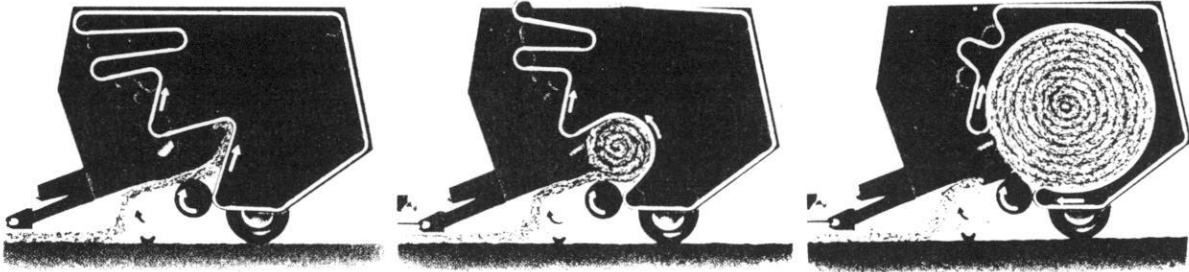


Kuva 6. Kiinteäkammioisen paalaimen toimintaperiaate.

Muuttuvakammioinen paalain

Muuttuvakammioisessa paalaimessa paalikammion läpimitta kasvaa muodostuvan paalin suuressa (kuva 7). Paali tiivistyy siis ytimeä alkaen, ja täten muodostunut paali onkin kauttaaltaan lähes yhtä tiivis. Tiivistävinä elementteinä ovat joko rullaavat hihnat tai ketjut. Kumihihnat tai metalliketjut kiristetään joko mekaanisilla tai hydraulisilla jousilla tai näiden yhdistelmällä. Paalaimen kuljettaja näkee paalikkoon kehittymisen paalaimen päätyyn sijoitetulta asteikolta ja voi lopettaa rehun syötön paalaimen, kun

haluttu paalikoko on saavutettu. Haluttu paalikoko voidaan myös säätää paalaimen ennaltakäsin, jolloin automatiikka antaa joko ääni- tai valomerkin tai molemmat kuljettajalle merkiksi siitä, että haluttu paalikoko on saavutettu ja paali on valmis sidottavaksi.



Kuva 7. Muuttuvakammioisen pyöröpaalaimen toimintaperiaate.

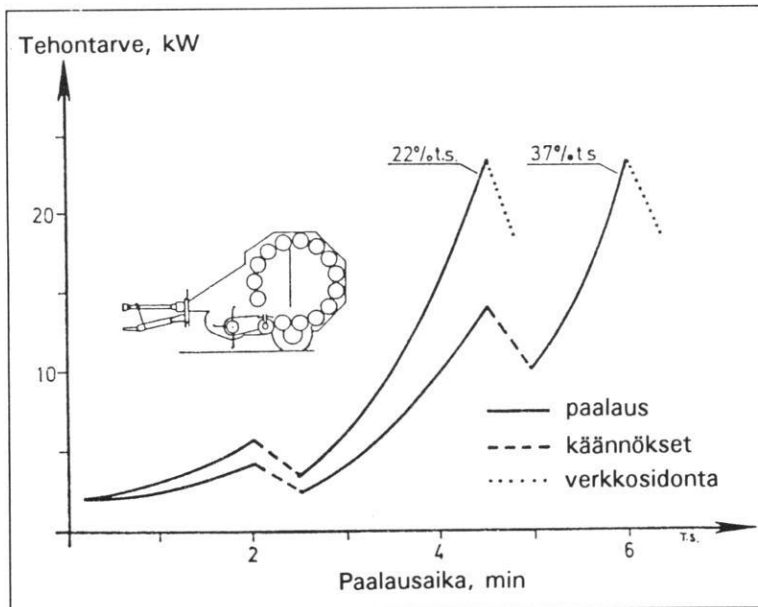
Paalintyyppien väliset erot

Pyöröpaalien tilavuuspainossa

Muuttuvakammioisen pyöröpaalaimen etuja kiinteäkammioiseen verrattuna ovat seuraavat:

- 1) samalla koneella saadaan erikokoisia paaleja eri käyttötarkoituksiin
- 2) paalin tilavuuspaino on 10 - 20 % suurempi, jolloin rehunkorjuu nopeutuu ja muovikustannukset pienenevät.

Muuttuvakammioiset paalaimet ovat kuitenkin tekniikaltaan ja rakenteeltaan huomattavasti monimutkaisempia kuin kiinteäkammioiset pyöröpaalaimet.



Kuva 8.

Kiinteäkammioisen paalaimen tehontarve paalattaessa rehua, jonka kuiva-ainepitoisuus on 22 % ja 37 %.

Tehontarve

SKJERVHEIMin mukaan pyöröpaalaimen tehontarve on 18 - 33 kW ja vaihtelee valmistuvan paalin koon, paalaustiukkuuden ja paalattavan karhon paksuuden mukaan.

Kiinteäkammioisen pyöröpaalaimen tehontarve lisääntyy aluksi hitaasti paalikammion täyttymisen myötä. Paalin valmistuksen loppuvaiheessa tehontarve kasvaa nopeammin.

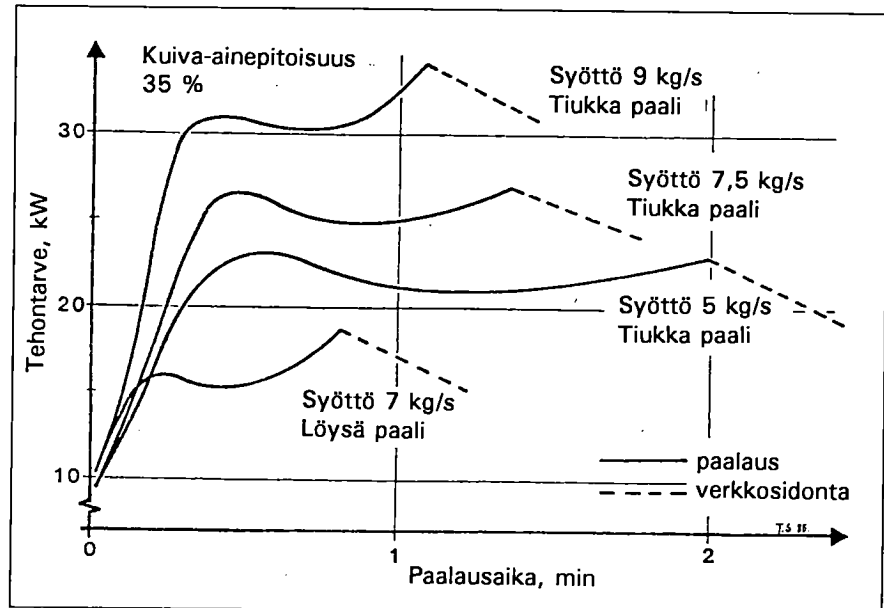
Karhon paksuuntuminen lisää voimakkaasti tehontarvetta, mutta maksimaalinen tehontarve ei nouse kiinteäkammioisella pyöröpaalaimella kuitenkaan kovin suureksi (kuva 8).

Muuttuvakammioisen pyöröpaalaimen tehontarve kohoaa jo paalauksen alkuvaiheessa nopeasti suureksi. Paalikkoon kasvaessa tehontarve vaihtelee alkutilanteesta vain vähän. Tehontarve vaihtelee paalautsiukkuuden ja karhon paksuuden mukaan (kuva 9).

Kuva 9.
Muuttuvakammioisen pyöröpaalaimen tehontarve paalattaessa rehua, jonka kuiva-ainepitoisuus on 35 %.

Pyöröpaalaimen tekniset parannukset

Nykyisten pyöröpaalainten teknisessä kehittämissä on kiinnitetty

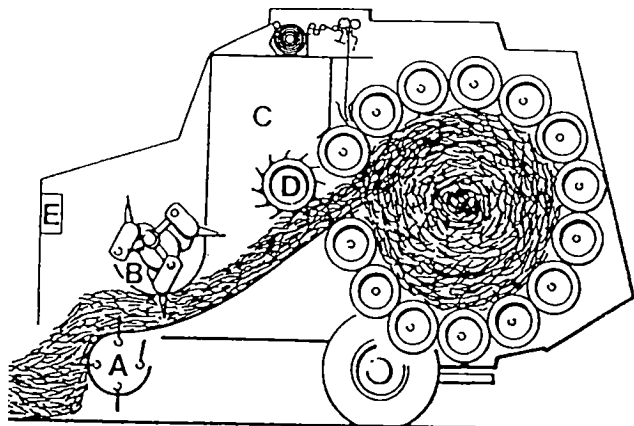


erityistä huomiota paalaimen toimivuuteen myös säilörehun korjuussa. Erityisesti on pyritty parantamaan pyöröpaalaimen a) toimivuutta lyhyessä materiaalissa, b) toimivuutta määrässä rehussa, joka pyrkii tarttumaan paalausrulliin ja hihnoihin, c) paalausnopeutta ja tehokkuutta ja d) paalaimen rakennetta, kehittämällä laakereita ja hihnoja, jotka rasittuvat voimakkaasti säilörehun paalauksessa.

Jatkuvatoiminen pyöröpaalain

Perinteisillä paalaimilla paalaus keskeytetään paalin sidonnan ja paalikammion tyhjentämisen ajaksi. Claas on kehittänyt jatkuvatoimisen paalaimen, joka muodostuu kahdesta paalikammioista: esikammioista ja varsinaisesta paalausammioista, joiden välillä on syöttöpyörä (kuva 10).

- A. Noukin
- B. Sulloin
- C. Esikammio
- D. Syöttöpyörä
- E. Sähkö/hydrauliikan keskus



Kuva 10.
Claas Rapide -jatkuvatoimisen pyöröpaalaimen toimintaperiaate.

Silppuava paalain

Paalaimen noukkimen yhteyteen on liitetty silppuavat terät. Näin paalin tiheys kasvaa ja sen myötä rehun säilöntäedellytykset paranevat. Rehun silppuaminen helpottaa myös paalin purkamista. Jatkossa silppuava noukin merkinnee sitä, että pyöröpaalatun rehun laatu tulee mitä todennäköisemmin paranemaan.

Paalien keräys ja kuljetus

Paalit kiedotaan peltolohkon reunassa lähellä niiden varastointipaikkaa. Hinattavaa kiedontalaitetta käytettäessä paali voidaan kietoa samalla kun sitä siirretään pellolta varastointipaikalle. Lisäksi toinen paali kulkee samalla kiedontalaitteen nostohaarukassa ja kolmas etukuormaajassa. Paalit voidaan myös kuormata perävaunuun traktorin etu- tai takakuormaimella, mikäli kuljetusetäisyys kiedontapaikalle on pitkä. Kuormain varustetaan joko piikeillä, haarukalla tai kahmaimella.

Piikit työnnetään paalin pätyyn. Piikki-työvälineenä voidaan käyttää traktorikuormaimen lantatalikkaa. Tällöin on eduksi vähentää piikkilukua tunkeutuvuuden parantamiseksi. Vaihtoehtoisesti kuormaimen voidaan kiinnittää yksi tukeva erikoispiikki, joka kestää paalin painon, ja sen alle mahdollisesti pienempi piikki, joka estää paalia pyörimästä. Isoa traktoria käytettäessä voidaan käyttää piikkilaitetta, jolla kulkee kerrallaan kaksi tai kolme paalia.

Haarukalla paalia nostetaan alhaaltapäin. Haarukkaa käytettäessä eduksi on se, että haarukan sarvet ovat pyöreät tai kolmikulmaiset ja niiden kärjet on pyöristetty.

Muoviin kiedotun paalin käsittelyvälineeksi soveltuu vain siihen tarkoitukseen erityisesti muotoiltu kahmain. Kiedottujen paalien nostaminen piikillä ja syntyneen reiän paikkaaminen teipillä ei ole suositeltavaa, sillä usein sellaisissa paaleissa on havaittu selvästi enemmän hometta ja pilaantunutta rehua nimenomaan siinä päädyssä, josta piikki on työnnetty sisään.

Myös metsäkuormaimia on jonkin verran käytetty muovittamattomien ja muovitettujen paalien käsittelyyn.

PAALIEN KIETOMINEN

Kiedonnan päätarkoituksena on estää ilman pääsy rehuun. Jotta haitalliset käymisreaktiot eivät ehtisi käynnistyä, tulee rehupaali kietoa muovikalvoon mahdollisimman pian - viimeistään kahden tunnin kuluessa paalauksesta. Se on lyhyt aika, ja kun pyöröpaalainten teho on suuri, on koko työketjun oltava hyvin organisoitu, jotta kiedonta ehditään tehdä tämän aikarajan sisällä.

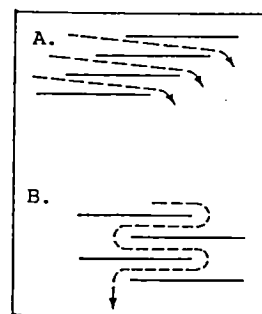
Muovin vaurioitumisriskin vuoksi on parasta kietoa paalit vasta varastointipaikalla ja, jos mahdollista, luovuttaa paalit kiedontalaitteesta suoraan lopulliseen sijaintipaikkaansa.

Kiedonta aloitetaan sitomalla kalvon pää naruun tai muoviverkkoon. Kalvokerrokset liimautuvat toisiinsa kiinni, koska kalvon sisäpuoli on tahmea. Kiedonnan päätteeksi kalvo katkaistaan puukolla tai lämpövastuksella. Poistettaessa kiedottu paali kiedonta-

laitteesta kippaamalla on syytä käyttää alustana mattoa tai levyä, etteivät sänki tai kivet tms. pääse rikkomaan muovia.

50 %:n limityksellä kalvo kääritään puoliksi edellisen kalvon päälle, jolloin saadaan tehokas suoja vettä vastaan, joka tuulen vaikutuksesta pyrkii tunkeutumaan paalin sisään. 75 %:n limitys sallii huomattavasti helpomman tien veden pääsulle paaliin (kuva 11). Kiedottaessa on suositeltavaa käyttää $2+2+2=6$ muovikerrosta ja 50 %:n limitystä.

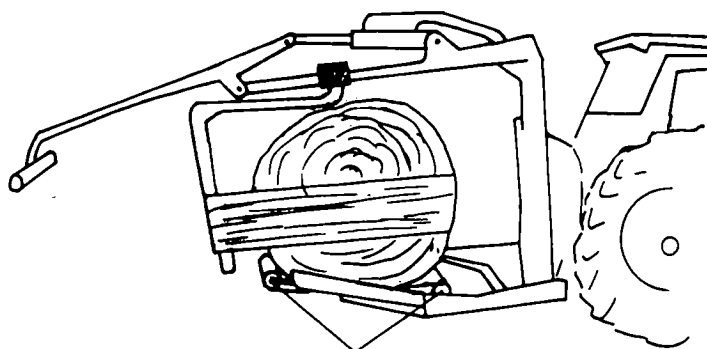
- A. 1 x 4 kerrosta
75 % limitys,
paali pyörähtänyt puoli kierrosta
vaaka-akselinsa ympäri
- B. 2 + 2 kerrosta
50 % limitys,
paali pyörähtänyt yhden kierroksen
vaaka-akselinsa ympäri



Kuva 11. Kiedontatapa B on tiiviimpi kuin kiedontatapa A, vaikka molemmissa on sama määrä muovia. A menetelmää käytettäessä paaliin pääsee sadevesi helposti ja se sietää huonosti ilmanpaineen vaihteluja.

KIEDONTALAITTEET

Kiedontalaitteessa pyörityshihnat ja -telat pyörittävät sylinterimäistä paalia pituusakselinsa ympäri. Kiedontamuovi levitetään joko niin, että muovirulla kiinnitetään paikallaan pysyvään pidikkeeseen ja pöytää pyöritetään vaakatasossa ympäri (kuva 12) tai niin, että pöytä pysyy paikallaan mutta muovirulla on asetettu kiedontapuomiin, joka puolestaan pyörii paalin ympäri (kuva 13). Ensimmäisessä menetelmässä muovin limitysaste säädetään paalin pyöritystelojen ja pöydän pyörimisnopeuksien suhdetta muuttamalla ja toisessa menetelmässä muovin limitysaste säädetään paalin pyörityshihnojen ja kiedontapuomin pyörimisnopeuksien suhdetta muuttamalla.



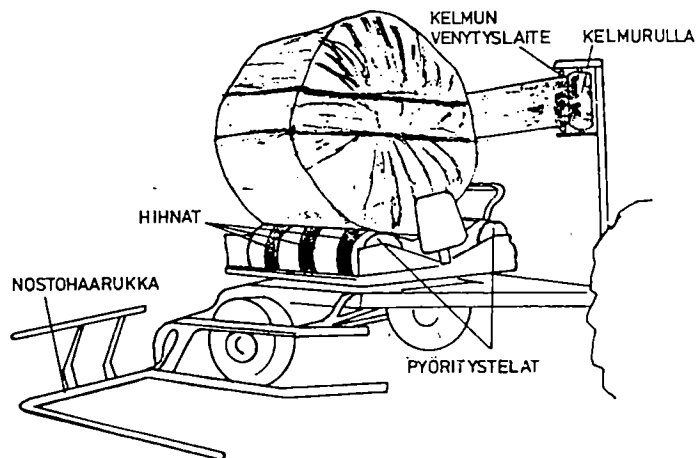
PYÖRITYSTELAT JA
HIHNAT NIIDEN VÄLISSÄ

Kuva 12.
Kaapparipuomilla varustettu
kiedontalaite.

Kuva 13.
Nostohaarukalla varustettu kiedontalaite.

Muovin esikiristys suoritetaan molemmissa malleissa kahden kumitelan avulla. Esikiristyksen säätö tapahtuu näiden telojen pyörimisnopeuksien välistä suhdetta muuttamalla.

Kun tavoitteena on 70 % esikiristys, vedetään huopakynällä 10 cm pitkä vaakasuora jana ja janan päihin merkitään pystyviivat. Tämän jälkeen muovia kiedotaan jonkin matkaa paaliin siten, että jana jää näkyviin. Mitataan janan pituus uudelleen ja jos se on 17 cm, on esikiristys 70 %.



Kiedontamuovin laatu

Kiedontamuovikalvon laatu on ratkaiseva rehun laadulle ja säilyvyydelle, mikä vaikuttaa edelleen esimerkiksi juuston valmistukseen käytettävän maidon laatuun. Tavoitteena on, että kiedontamuovilla saadaan säilörehupaalin ympärille riittävän tiivis muovikerros, joka takaa rehulle laadullisesti moitteettoman säilymisen mahdollisimman pienin kustannuksin. Tämä edellyttää hyvälaatuisen muovin lisäksi myös erityistä tarkkuutta ja huolellisuutta paalien kiedontavaiheessa, mm. riittävää kerrospaksuutta ja vähintään 50 %:n limitystä.

Keskeisiä muovikalvolle asetettavia vaatimuksia ovat kalvon lujuus, pieni hapenläpäisevyys, ultraviolettisäteilyn kesto ja hyvä liimautuvuus. Viljelijöiden havaitsemat vauriot ovat olleet kalvon reikäisyys ja hajoaminen. Joissakin tapauksissa ehjästä rullasta levitetyn kalvon paksuus on vaihdellut niin paljon, että kalvo on rikkoutunut ohuimmista kohdista jo kiedontavaiheessa.

Kiedontamuovin paksuus ei sinänsä ole mikään laatukriteeri mutta se vaikuttaa suoraan muovikalvon lujuuteen ja hapenläpäisyyn. Useimmat valmistajat ilmoittavat kalvon paksuudeksi 0,025 mm mutta todellisuudessa se vaihtelee 0,021 ja 0,026 mm:n välillä.

Myös kiedontamuovien väri vaikuttaa epäsuorasti paalatun rehun säilyvyyteen paalissa vallitsevan lämpötilan kautta. Värjäämätön, läpinäkyvä muovi läpäisee hyvin auringon lämpösäteilyä ja siten paalin sisälämpötila nousee korkeaksi ja korkea sisälämpötila puolestaan edesauttaa haitallisia virhekeäymisiä. Paras kiedontamuovin väri vaihtoehto on valkoinen, koska sillä saavutetaan noin 10 °C alhaisempi paalin sisälämpötila kuin jos väri on musta. Valkoinen kiedontamuovi estää haitallista voihappokäymistä paremmin kuin muut väri vaihtoehtot ja näin pinta- ja varastointitapit pienentyvät.

Pyöröpaalien varastointi

Hyvä varastointipaikka tulisi valita siten, että se antaisi edes vähän luonnollista suojaa auringonpaistetta ja tuulta vastaan. Varastointipaikan pohjan pitää olla kova ja alustan puhdas, jotta jyräjät eivät viihdy siinä. Pintavesien poisto on oltava kunnossa. Hyvässä paalien varastointipaikassa on pohjalla 15 - 20 cm tiivistetty sepelikerros. Sepelin päälle levitetään ohut hiekkakerros, joka jyrätään kertaalleen. Asfaltoidut tai betonoidut alueet tai laajat kalliot ovat luonnollisesti hyviä alustoja.

Tilalla on perusteltua olla useampi kuin yksi säilörehupaalien varastointipaikka, koska säilörehun laatu vaihtelee eri korjuuajankohtina. Tällöin laadultaan erilaiset paalit kannattaa varastoida eri paikkaan ja syöttää haluttuna aikana tietyille eläimille.

Pyöröpaalien huolellinen pinoaminen edellyttää hyvää kuormaimen käsittelytaitoa. Säilörehupaalit pinotaan pystyasentoon, jolloin ne kestävät paremmin muodonmuutoksia kuin vaaka-asentoon pinotut. Paalin painuessa kasaan muoviin syntyy venymiä, joista pääsee ilmaa rehuun. Säilörehupaalien pinoamiskorkeus varastointipaikalla riippuu rehun kuiva-ainepitoisuudesta. Alle 30 % kuiva-ainetta sisältävät paalit pinotaan yhteen kerrokseen, jotta vältytään puristemehun aiheuttamilta ongelmilta. Yli 30 % kuiva-ainetta sisältävät paalit pinotaan kahteen kerrokseen. Paalikasaa tehtäessä on pidettävä mielessä työturvallisuusnäkökohdat.

Sata paalia vaatii seuraavan varastointitilan, kun paalit pinotaan pystyasentoon ja kahteen kerrokseen:

Paalin halkaisija 1,25 m

$$\text{päädyn pinta-ala } \pi r^2 = \pi \cdot 0,63^2 \text{ m} = 1,25 \text{ m}^2$$

$$50 \cdot 1,25 \text{ m}^2 = 62,5 \text{ m}^2$$

Koska paaleja ei saa pinottua aivan tiiviisti kiinni toisiinsa, on sadan paalin tilavaatimus käytännössä noin 65 m² - 70 m².

RUOKINTA

Paalien siirto ruokintapaikalle, paalien purkaminen ja jakelu eläimille pitäisi saada sujumaan mahdollisimman vähin konein. Ongelmia voivat aiheuttaa ahtaat tilat, kapeat ovet ja kapeat ruokintapöydät.

Paalien siirto koneella

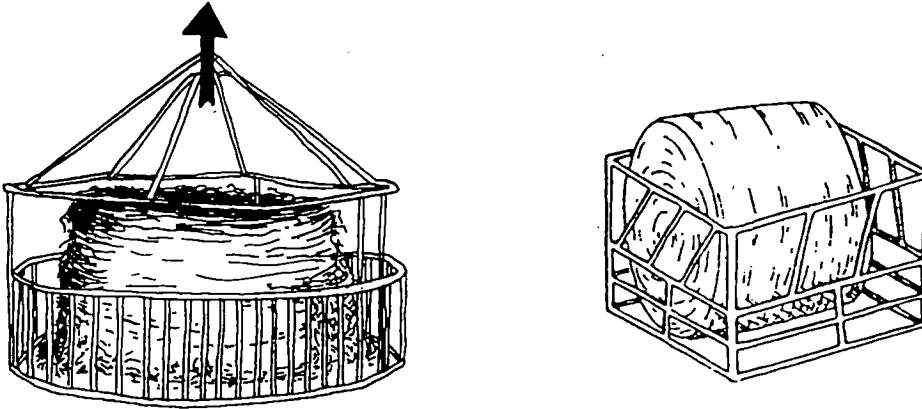
Paalipiikillä varustettu etukuormain on kätevä laite paalin siirtoon. Kiedontamuovin ja narujen tai verkon poisto on helppoa, kun paali on ilmassa. Paalipiikkiä on saatavana veitsimäisenä, jolloin piikin veitsimäistä alareunaa voidaan käyttää paalin halkaisuun. Paali halkaistaan painattaen piikkiä ja hieman peruuttaen.

Etukuormaimen on saatavana myös lisälaitte, jolla voidaan pinota käärittyjä paaleja sekä kuljettaa ja halkaista paali.

Traktorin nostolaitteeseen kiinnitettävä pyöröpaalileikkuri halkaisee paalin kahtia.

Kokonaisena syöttäminen

Paalien syöttäminen kokonaisina on kaikkein yksinkertaisinta. Näin voidaan tehdä kesäruokinnassa jaloittelutilassa ja ylipäättänsä ulkona, sekä pihatoissa, suurissa nuorkarjan karsinoissa ja lampoloissa. Paali sijoitetaan ruokintapöydälle tai ruokintahäkkiin (kuva 14). Ruokintahävikki voi kuitenkin muodostua suurehkoksi.



Kuva 14. Ruokintahäkki, missä paali makaa maassa. Häkki voidaan tarvittaessa siirtää etukuormaimella.

Käsinruokinta

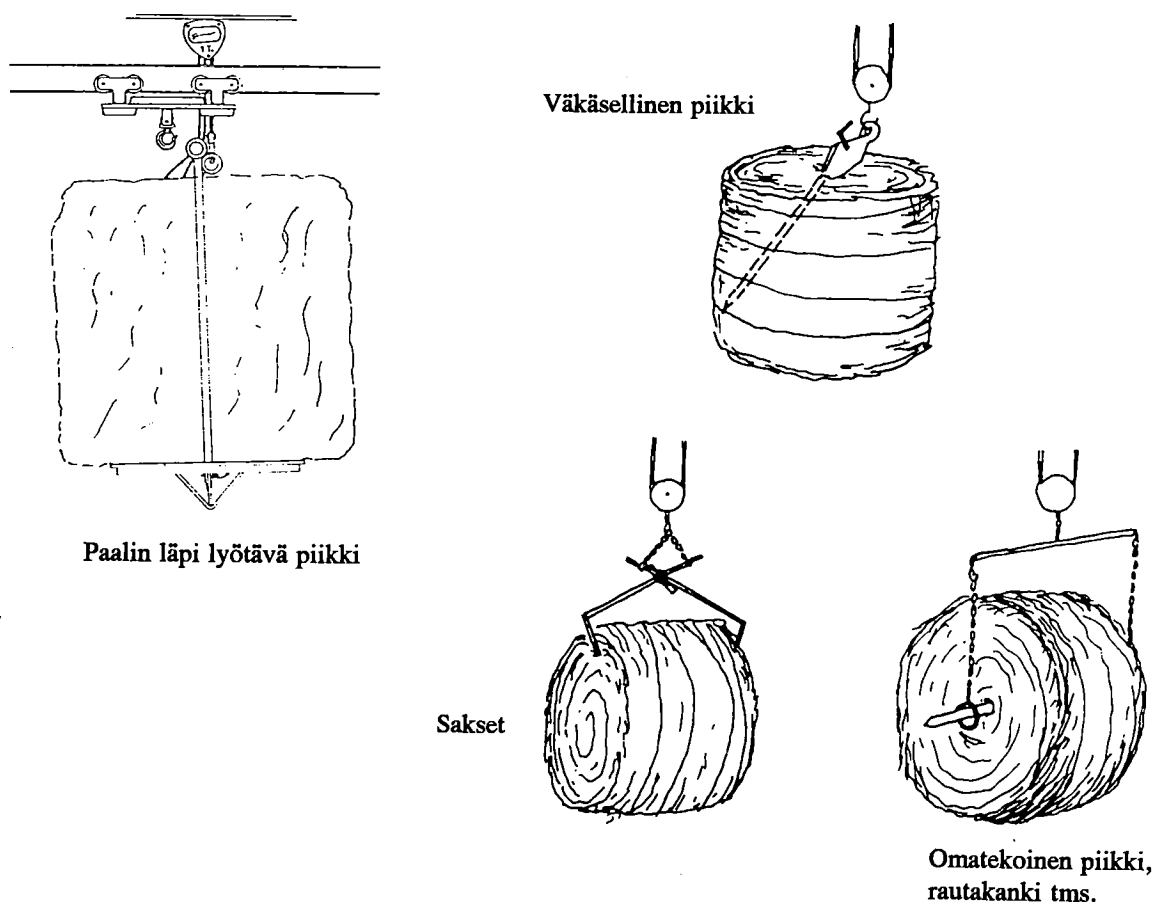
Paalien purkaminen ja jakaminen koneellisesti vaatii suuren karjan, jotta koneen hankinta olisi taloudellisesti perusteltua. Jos lehmiä on 15 ja päälle nuorkarjaa, rehua kuluu paali päivässä ja tällöin paali käsitellään usein käsityövälinein. Paali nostetaan ruokintavaunuun ja halkaistaan puoliväliin vaikka piilukirveellä, jolloin paali aukeaa kuin kirja. Halkaistu paali talikoidaan ruokintapöydälle.

Paalien nostoon ja siirtoon sisätiloissa voidaan käyttää myös taljaa, jota vedetään kattoon asennettua kiskoa pitkin. Jos varasto on navetan yhteydessä, kisko voidaan rakentaa paalivarastoon asti ja tarvittaessa useampihaaraisena niin, että se ulottuu paremmin varaston eri puolille. Ongelmana tässä menetelmässä on se, miten paali nostetaan päivittäin ruokintavaunuun. Traktorin käynnistäminen päivittäin vain yhden paalin nostoa varten tuntuu turhalta.

Paalit (6 - 8 kpl) voidaan siirtää välivaraston elementtilastaussillalle, josta ne pyöritetään samalla korkeudella olevaan ruokintavaunuun. Paalivaunu on tasapohjainen ja etusärmitön ja siinä paali halkaistaan. Lastaussillalla paalia pyöritettäessä poistetaan muovi. Toisen paalin ja ruokintavaunun pysyminen paikallaan on varmistettava sekä se, ettei paali putoa päälle (muista työturvallisuus).

Koneellinen ruokinta

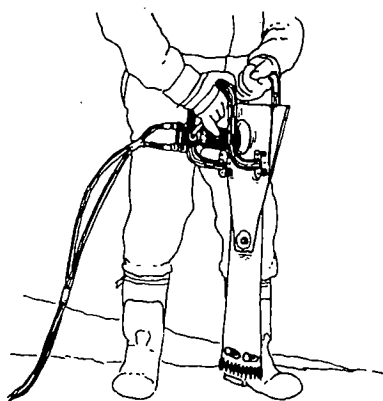
Aikaisemmin mainittua kiskokuljetinta on helpompi käyttää motorisoituna, yhtä kiskoa kulkevana tai siltanosturina. Kuvassa 15 esitetään paalin kiinnitysmahdollisuuksia taljaa tai motorisoitua vastinetta käyttäen.



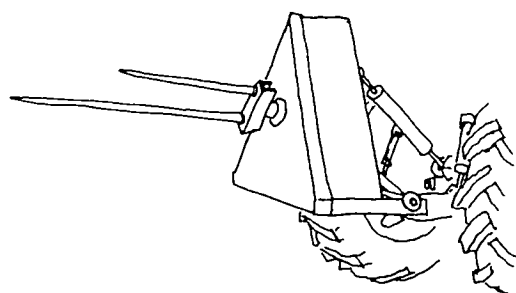
Kuva 15. Paalin eri kiinnitysmahdollisuuksia.

Paalit voidaan halkaista ja paloittaa käsiohjattavalla sahaleikkurilla (kuva 16). Se voi olla joko sähkö- tai hydraulikäyttöinen.

Pyörivät paalipiikit (kuva 17) kytetään traktorin nostolaitteeseen tai etukuormaimen, jolloin niitä voi myös käyttää kuormaukseen. Niillä paali keritään kätevästi auki suoraan ruokintapöydälle tai ruokintakärryyn.



Kuva 16. Käsiohjattava rehuleikkuri.



Kuva 17. Pyörivät paalipiikit.

Monitoimiperävaunun kaltevaa purkauselevaattoria voidaan myös käyttää pyöröpaalien purkamiseen. Vaunua kallistetaan taaksepäin, jotta paali koko ajan painautuu purkauselevaattoria vasten. Koliin hitsataan muutama ylimääräinen piikki tehostamaan purkua.

Kotimaan markkinoilla on ainakin yksi kiedontalaite, joka myös purkaa paalin. Kone lastaa, kuljettaa ja käärii paalin sekä purkaa sen. Purettaessa paali pyöritetään auki purkaustelaa vasten. Koneella vedetään yksinkertaisesti matto ruokintapöydälle.

Pyöröpaalisilppurit on suunniteltu lähinnä oljen silppuamiseen kuivikkeeksi, rehuksi tai polttoaineeksi. Kokeilut viittaavat siihen, että jotkut näistä soveltuisivat myös säilörehupaalien silppuamiseen. Pyöröpaalisilppurin tehontarve on suuri. Koneen tekemää hienoksi silputtua rehua on helppo käsitellä koneellisilla ruokintalaitteilla. Tehon tarpeen, hinnan ja koon vuoksi nämä soveltuvat lähinnä suurille tiloille, joilla olkeakin silputaan.

Rehunjakovaunu

Paali puretaan ja jaetaan ruokintapöydälle rehunjakovaunulla. Rehunjakovaunuja on sähkö- ja polttomootorikäyttöisiä. Rehunjakovaunuista osa pystyy kuormaamaan itse paalin vaunuun. Paali purkautuu purkauselevaattoria vasten, repijäelevaattorin vaikutuksesta tai leikkuuteriä käyttäen. Vaunu jakaa rehun ruokintapöydälle joko koko koneen leveydellä tai poikittaiskuljetinta käyttäen "karhoksi" lehmän eteen.

Rehunjakovaunun hankinta?

Rehunjakovaunua ei kannata hankkia aivan pientä tarvetta varten. Esimerkiksi 40 000 mk maksavan koneen vuotuiskestäminen on 10 vuoden poistolla 6400 mk, eli 29 markkaa sisäruokintapäivää kohti. Jos käsiteltävää rehua on 250 tn, kustannus kiloa kohti on 5 penniä. Saman koneen käyttö niittoruohoa tai olkea jaettaessa pienentää koneen käyttökustannuksia ratkaisevasti.

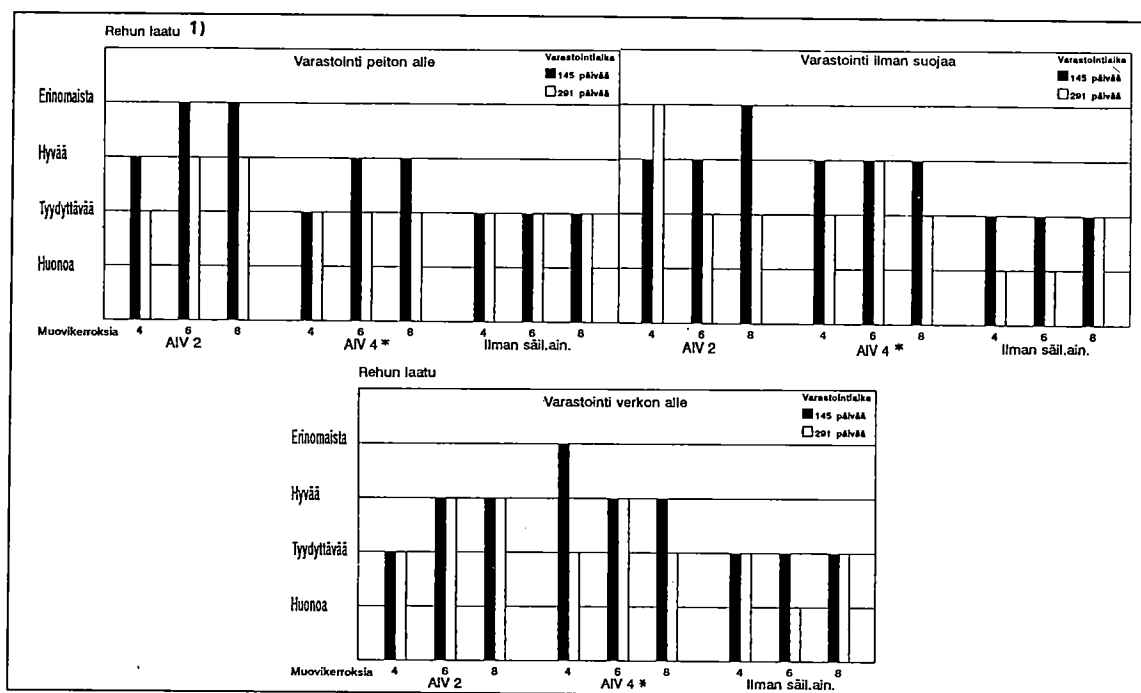
Konetta hankittaessa on pidettävä mielessä sen monikäyttöisyys ja ketteryys. Itsensä kuormaava sähkökäyttöinen jakovaunu vaikuttaisi käyttökelpoisemmalta kuin traktori-käyttöinen. Vaunu sopii paremmin ruokintapöydälle, eikä traktoria tarvitse pakkasella käynnistää rehunjakoa varten. Rehun jakolaitteet tarjoavat työmukavuutta ja kevennystä työhön. Työaikaa jakolaitteet eivät välttämättä kovin paljon vähennä.

REHUN LAATU

Suotuisat korjuuolot ja huolellisuus eri työvaiheissa sekä teko-ohjeiden noudattamisen seurauksena saadaan aikaan hyvää säilörehua. Korjuuvaiheen monet tekijät saavat vaihdella vain melko kapealla alueella. Esimerkiksi korjuuvaiheen suotuisiin sääoloihin viljelijä voi vaikuttaa hyvin vähän. Lisäksi pelivaraa korjuuajankohdan suhteen vähentää se, että kasvusto on korjattava nuorena.

VAKOLAn tutkimuksessa selvitettiin eri säilöntä-, kiedonta- ja varastointimenetelmien vaikutus kiedotun pyöröpaalatun kevät-, kesä- ja syyssadon laatuun. Kevätsadossa rehun kuiva-ainepitoisuus vaihteli 22,6 % ja 29,6 % välillä. Kevätsadon rehu oli laadukkainta AIV 2 -liuoksella, kiedottu 6 tai 8 muovikerrokseen sekä varastointi peiton alle tehdyissä paaleissa (kuva 18). Ilman säilöntäainetta tehtyjen paalirehun laatu oli tyydyttävää 145 päivän varastoinnin jälkeen ja 291 päivän varastoinnin jälkeen rehu oli

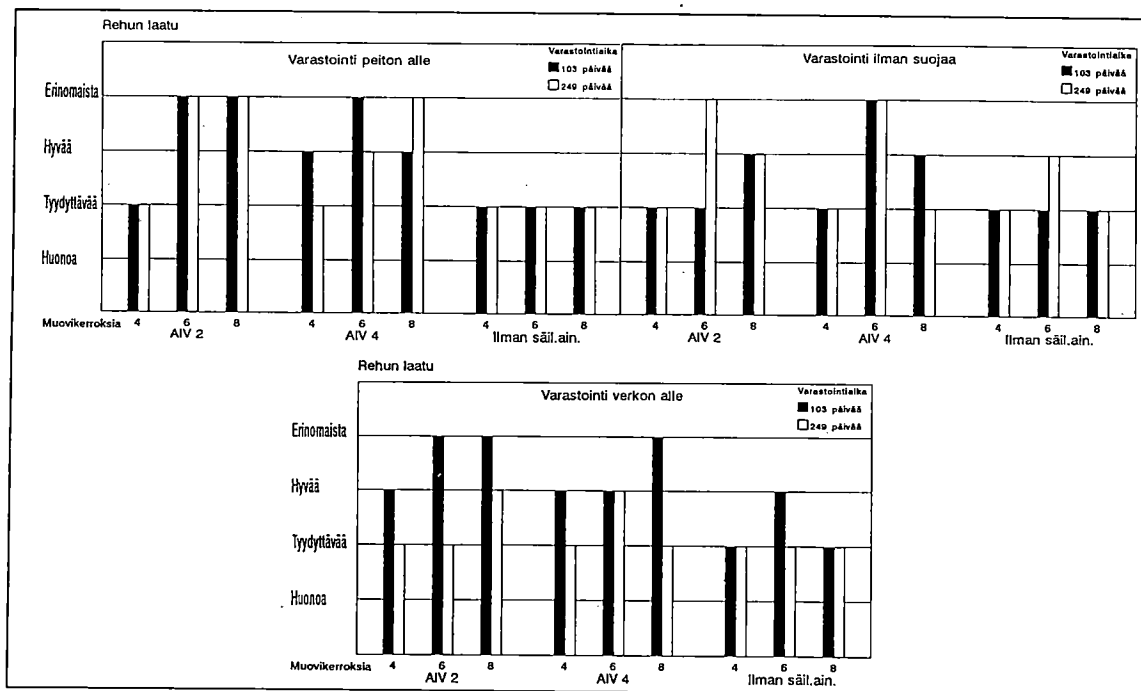
tyyydyttävää tai huonoa. Kiedonta- ja varastointimenetelmällä ei ollut selvää vaikutusta ilman säilöntäainetta tehtyjen paalien laatuun. Koepaalien laatu pysyi ennallaan tai huononi varastoinnin jatkuessa yhtä poikkeusta lukuunottamatta.



* Säilöntäaine AIV 4 sai myöhemmin kaupanimen AIV-KYMPPI.

1) Rehun laatuluokitus VALION kriteerien mukaan.

Kuva 18. Kevätsadon rehun laatu 145 ja 291 päivän varastoinnin jälkeen.

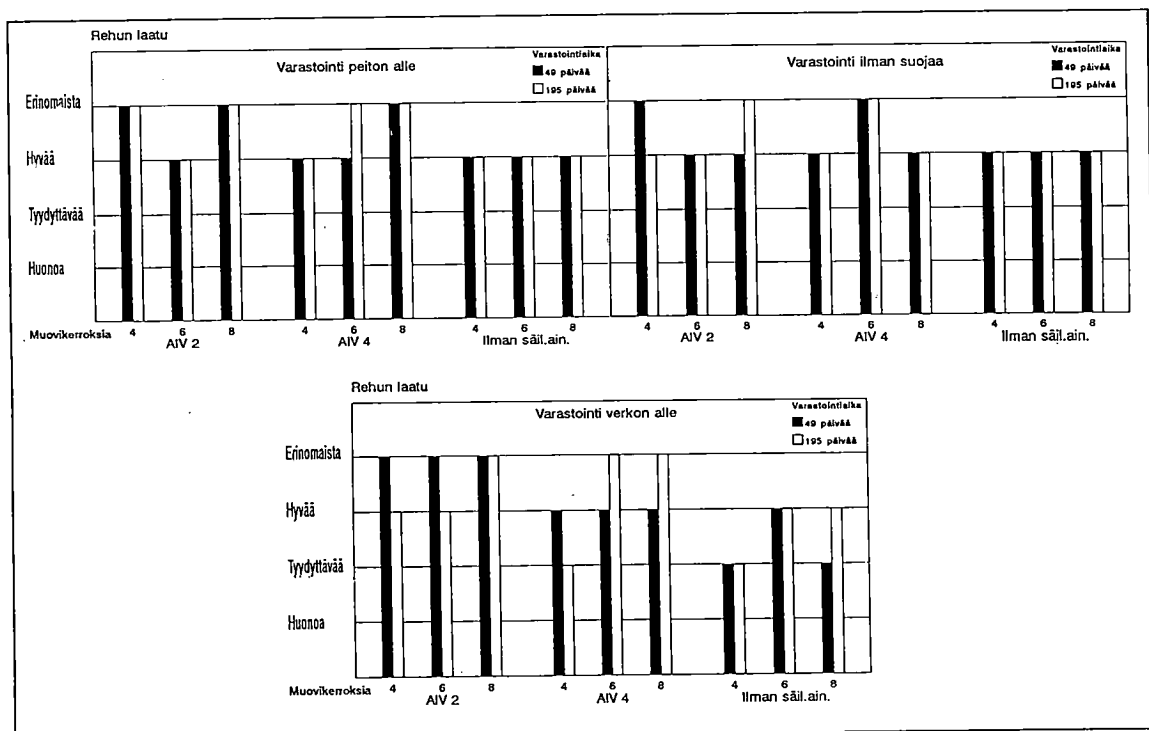


Kuva 19. Kesäsadon rehun laatu 103 ja 249 päivän varastoinnin jälkeen.

Kesäsadon rehu oli hyvin pitkälle esikuivunutta, sillä sen kuiva-ainepitoisuus vaihteli 40,3 % ja 71,2 % välillä. Säilöntäaineiden kanssa tehdyissä paaleissa rehu oli laadukkaampaa kuin ilman säilöntäainetta tehdyissä paaleissa. AIV 2 -liuoksella säilötyt ja 6 tai 8 muovikerrokseen kiedotut sekä peiton alle varastoidut paalit olivat erinomaista rehua sekä 103 että 249 päivän varastoinnin jälkeen (kuva 19). Kuuteen ja kahdeksaan muovikerrokseen kiedotut ja säilöntäaineilla säilötyt paalit olivat laadukkaampia kuin neljään muovikerrokseen kiedotut paalit. Ilman säilöntäainetta paalattujen rehujen laatu oli kesäsadossa tyydyttävää.

Kolmessa koejäsenessä rehun laadun parantuminen varastoinnin aikana on todennäköisesti aiheutunut laadun vaihtelusta paalin eri kohdissa.

Syysadon kuiva-ainepitoisuus vaihteli hyvin vähän. Rehu oli märkää paalattaessa ja keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus oli 18 %. Syysadon rehu oli tasalaatuista ja hyvin säilynyttä (kuva 20). Erinomaista rehua saatiin AIV 2 -liuoksella säilötyistä ja kahdeksaan muovikerrokseen kiedotuista paaleista. Myös AIV 4 -liuoksella säilöttyjen rehujen laatu parantui muovikerroksia lisättäessä. Ilman säilöntäainetta tehty rehu oli hyvin säilynyttä. Muutamissa koejäsenissä varastoinnin aikana tapahtunut laadun kohoaminen on todennäköisesti johtunut siitä, että eri pituisen varastointijakson näytteet otettiin paalin eri päädyistä, jolloin rehun laatu on paalin eri osissa vaihdellut. Myös verkon alle ja ilman suojaa varastoitujen paalien laatuluokan vaihtelut aiheutuvat näytteenotto-kohtien satunnaisesta laadunvaihtelusta, sillä varastointipaikalla ei ollut lintuja, jotka olisivat nokkineet reikiä muoveihin.



Kuva 20. Syysadon rehu laatu 49 ja 195 päivän varastoinnin jälkeen.

Hyvässä säilörehussa voihiappobakteerien määrä on kenttäoloissa alle 1000 kpl grammassa rehua. Haitalliset voihiappobakteerit kykenevät lisääntymään hapettomassa ympäristössä, jos rehun puutteelliset säilöntäolot antavat siihen mahdollisuuden.

Taulukko 1. Klostridi-itiöiden määrä marraskuun 1991 (I) ja huhtikuun 1992 (II) näytteissä.

Paali	Kevätsato		Kesäsato		Syyssato	
	kpl/g	ka - %	kpl/g	ka - %	kpl/g	ka - %
A1 B1 C3 I	3	23,8	3	80,4	<3	15,9
	> 11000	21,7	220	67,5	15	18,2
A1 B3 C3 I	1100	31,0	<3	49,1	4	19,0
	> 11000	35,8	9	75,2	4	20,3
A2 B1 C3 I	2500	22,6	95	45,5	<3	16,6
	2500	26,6	95	71,3	4	18,2
A2 B3 C3 I	450	21,2	4	60,6	95	17,3
	220	22,3	25	74,5	25	19,2
A3 B1 C3 I	4500	24,8	<3	43,0	<3	16,5
	> 11000	21,6	25	61,4	15	20,7
A3 B3 C3 I	11000	24,4	<3	56,2	<3	18,3
	> 11000	17,6	9	80,5	4	18,5

A1 = AIV 2

A2 = AIV 4

A3 = Ilman säil.ain.

B1 = kiedonta 4 muovikerroksella C3 = varastointi ilman suojaa

B2 = " 6 "

B3 = " 8 "

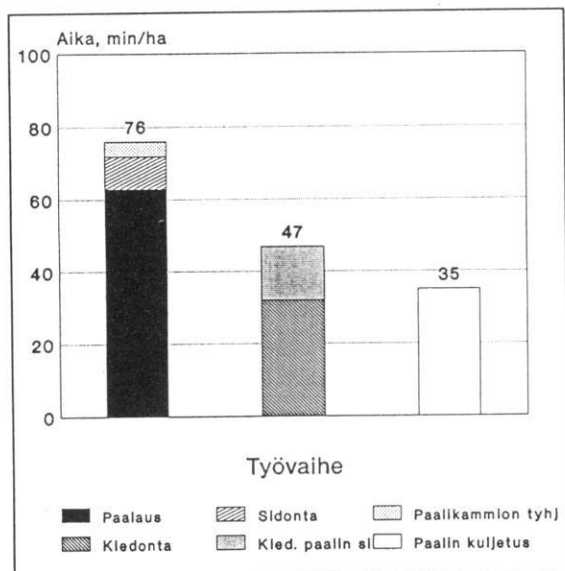
Kevätrehussa oli sekä marraskuussa että huhtikuussa otettujen näytteiden mukaan liian paljon voihiappobakteereita (taulukko 1). Toisessa ja kolmannessa sadossa klostridien määrä oli alhainen marraskuussa ja huhtikuussa otetuissa näytteissä riippumatta siitä oliko rehua tehtäessä käytetty säilöntäainetta vai ei. Marraskuussa otetuissa näytteissä itiöiden määrä oli suurin ilman säilöntäainetta tehdyissä kevätsadon paaleissa, 4500 ja 11000 kpl/g. Huhtikuussa myös kevätsadon AIV-2-liuoksen kanssa tehdyissä paaleissa voihiappobakteereita oli yli 11000 kpl/g.

Voihiappobakteerien suureen määrään kevätsadon paaleissa on vaikuttanut alhainen alle 30 %:n ka-pitoisuus ja varastoinnin aikaiset alkukesän lämpimät säät, jolloin mahdollisuus virhekäymiseen on ollut merkittävä. Paalin pinnan lämpötila oli auringonpaisteisena päivänä 37 - 40 °C, jonka seurauksena rehun pinta-osassa lämpötila voi olla yli 30 °C eli edullinen lämpötila voihiappoitiöiden lisääntymiselle. Lisäksi lämpötilan kohotessa myös kiedontamuovin hapenläpäisevyys kasvaa.

Näkyvän pintahomeen määrä oli vähäinen niin kevät-, kesä- kuin syyssadossa. Poikkeuksena muutamassa kesäsadon erittäin kuivassa paalissa oli paljon näkyvää pintahometta paalin vaipassa.

TYÖMENEKKI

Paalaukseen kului VAKOLAn tekemissä mittauksissa keskimäärin 3 min 38 s/paali, josta 28 s kului sidontaan ja 10 s paalikammion tyhjentämiseen. Paalausta hidasti kapea rehukarho, huonohko sato ja märkä rehu. Sen sijaan paalien kuljetus, kiedonta ja siirto varastopaikalle sujui joutuisasti (kuva 21). Työketjussa oli kolme henkilöä.

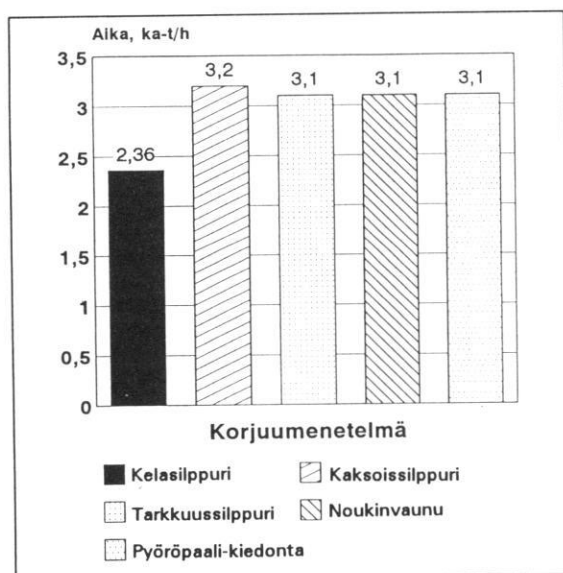


Kuva 21.

Työmenekit työvaiheittain korjattaessa rehua pyöröpaali-kiedontamenetelmällä. Paalien kuljetusmatka oli 100 m, ja sato 19 t/ha (kuiva-ainesato 2,9 t/ha). Mittaushavaintoja 21 kpl työvaihetta kohti.

Kesällä 1991 Jokioisissa eri rehunkorjuumenetelmiä verrattaessa tehtiin myös aika-mittauksia. Työntuotos esikuivatun rehun korjuumenetelmillä oli 3,1 - 3,2 kuiva-ainetonnissa tunnissa, eli vaihtelu suurimmillaan oli 100 kuiva-ainekiloa tunnissa. Siten erot eri esikuivatun rehun korjuu-

menetelmien välillä olivat hyvin pieniä. Silppuavissa korjuumenetelmissä oli neljä henkilöä, noukinvaunumenetelmässä kolme henkilöä ja pyöröpaalikiedontamenetelmässä kolme henkilöä.



Kuva 22.

Eri korjuumenetelmien kuiva-ainetyöntuotos. Ajoissa korjuuseen ja kuljetukseen kulunut aika, niitto mukana, esikuivatun rehun korjuumenetelmissä. Kuljetusmatka 800 m, ja sato 15,3 t/ha (kuiva-ainesato 4,5 t/ha).

Taulukossa 2 on Työtehoseuran laskelmien mukaan eri korjuumenetelmien tehollinen työsaavutus. Tehollinen työsaavutus on laskettu olettaen, että työtä tehdään tauoitta ja ilman päivittäisiä töiden valmisteluun liittyviä työvaiheita. Lisäksi on oletettu, että rehun varastoon siirto ja levitys eivät laske rehunkorjuun tehollista työsaavutusta.

Taulukko 2. Säilörehun korjuun tehollinen työsaavutus ja maksimaalinen korjuuala eri menetelmillä. Kaikissa menetelmissä kaksi traktoria.

Korjuumenetelmä	Teholl. työsaavutus* ha/h	Max. säilö-rehuala** ha
Kelasilppuri	0,54	21,6
Tarkkuussilpp.	0,85	29,8
Pyöröpaalain-kiedonta	0,71	24,8

* varastointipaikan keskietäisyys 0,5 km ja kuljetuksen keskiajonepeus 12 km/h.

** Laskelmat on tehty seuraavin oletuksin:

- rehu korjataan 5 päivän aikana (yksi korjuukerta)
- tuorerehun tehokas korjuuaika on 8 h/päivä
- esikuivatun rehun tehokas korjuuaika on 7 h/päivä

Pyöröpaalisäilönnän tehollinen työsaavutus on usein pienempi kuin tarkkuussilppurimenetelmän. Pyöröpaalisäilöntä on sen sijaan tehokkaampi verrattuna kelasilppurimenetelmään. Pyöröpaali-kiedontamenetelmän suurempi tehokkuus johtuu nimenomaan esikuivauksesta: mitä suurempi on rehun kuiva-ainepitoisuus, sitä vähemmän sen kuljetus ja käsittely vaativat työtä.

Yleensä pyöröpaali-kiedontamenetelmä tulee työmenekiltään kilpailukykyisemmäksi tarkkuussilppurimenetelmään nähden, jos pellot ovat hyvin kaukana talouskeskuksesta ja hajallaan. Jos silloin varastoidaan paalit pellon reunaan ja siirretään ne talouskeskukseen juuri ennen niiden käyttöä, hetkellinen työvoimantarvehuippu korjuuaikana alenee. Sama etu saavutetaan tosin yhtä helposti silppurimenetelmissäkin, jos tehdään auma pellolle. Toisaalta aumarehua ei voida kuljettaa kovin suuria määriä kerralla kotiin, koska rehu alkaa pilaantua. Siinä tapauksessa kiedottu paalirehu on kätevämpää. Kokonainen paalikuorma voidaan kerralla kuljettaa kotiin, koska paalit säilyvät kauemmin kuin aumasta otettu rehu.

KUSTANNUKSET

Viljelykasvien hintalaskelma eli HILA selvittää kotoisten rehujen tilakohtaisia tuotantokustannuksia. Laskelmia tehdään vuosittain 1500 - 2000 karjatilalle. Tehdyt laskelmat antavat kuvan paitsi eri rehujen todellisista tuotantokustannuksista myös tiedon tuotantokustannuksen kokoonpanosta, eri rehuntekometelmien yleisyydestä ja satotasoista.

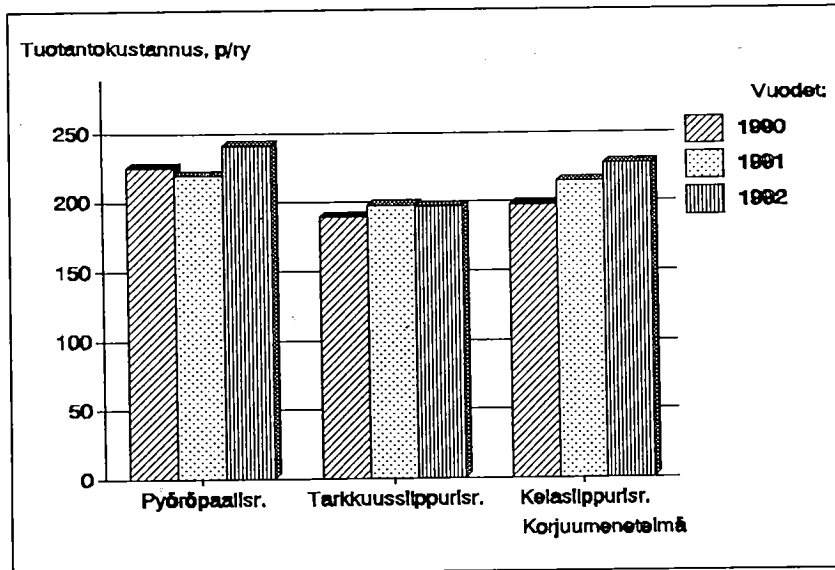
Tiloilla, joilla säilörehun korjuuala on yli 15 hehtaaria valitsevat useimmiten tarkkuussilppurimenetelmän (taulukko 3). Pienemmät tilat valitsevat joko suorakorjuumenetelmän tai pyöröpaalimenetelmän. Viimeksi mainitun pieni korjuuala on yllättävää, koska menetelmä kuitenkin vaatii varsin suuret koneinvestoinnit. Osittain pyöröpaalisäilörehun suurta investointikustannusta jakaa heinän ja oljen korjuu samalla koneella.

Säilörehun tuotantokustannus on kaikkina vuosina ollut edullisinta tarkkuussilppurimenetelmällä (kuva 23). Joka vuonna rehuyksikön keskimääräinen kustannus on jäänyt

alle kahden markan. Syinä edullisimpaan tuotantokustannukseen ovat muita menetelmiä korkeampi sato ja suurempi korjuupinta-ala, joka tekee muita menetelmiä korkeammat investointikustannukset kohtuullisiksi.

Taulukko 3. HILA laskelmat vuosina 1990 - 1992.

	Pyöröpaalisäilörehu	Tarkkuussilppurisäilörehu	Kelasilppurisäilörehu
Laskelmia kpl	176	599	3760
% tiloista	3,9	13,2	82,9
Keskimääräinen korjuuala ha	8,23	13,37	8,72
Keskisato ry/ha	3704	4381	3772



Kuva 23.

Rehun tuotantokustannus vuosina 1990 - 1992 HILA -laskelman mukaan.

Pyöröpaalisäilörehun tuotantokustannus on kaikkina vuosina ollut säilörehun eri menetelmistä kallein. Tällä menetelmällä tuotetun rehun kustannuksia nostavat suuret koneinvestoinnit, pienet

korjuualat, suuret muuttuvat kustannukset (muovikustannus) ja muita menetelmiä suuremmat säilöntätappiot.

Pyöröpaalimenetelmän taloudelliseen tulokseen vaikuttaa keskeisesti säilöntätappioiden suuruus. VAKOLAN luokittelun mukaan pyöröpaalimenetelmän tappiot ovat keskimäärin 10 % suuruiset. Parhailta tiloilla päästään tappioissa 3 %:iin ja heikoimmilla 25 %:iin. Jos HILAN kolmen viimeisen vuoden tuotantokustannus 228 p/ry katsotaan syntyneen 10 % kuiva-ainetappiolla, voidaan suoraan laskea, miten tätä suuremmat tai pienemmät tappiot vaikuttavat: 3 % tappio alentaisi tuotantokustannuksen 226 p/ry ja 25 % kuiva-ainetappio nostaisi sen 284 p/ry.

Tuotantokustannusten johtopäätösten teossa on eroteltava selkeästi lyhyen tähtäimen ja pitkän tähtäimen tarkastelut. Lyhyen tähtäimen tarkastelussa on usein kysymys oman rehuntuotannon kannattavuudesta, kun tietyt kiinteät investoinnit ja panokset tuotantoon ovat jo olemassa. Tällöin mietitään kotoisen rehun tuottamisen jatkamista, vaikka oman rehun tuottaminen maksaa enemmän kuin ostorehu. HILAN laskema tuotantokustannus

sisältää kaikki tuotannosta aiheutuneet kustannukset, myös osa sellaisia, jotka jäävät jäljelle vaikka rehun tuottaminen lopetettaisiin.

Pitkällä tähtäimellä rehuntuotannon on oltava ostorehujen kanssa kilpailukykyistä. Laskettaessa kaikki rehun tuotannosta aiheutuneet kustannukset, jää tuotantokustannus alle rehun markkinahinnan. Vaikka nurmirehulle ei selvää markkinahintaa ole olemassa, koskee kannattavuusvaatimus myös niitä, koska tiettyyn rajaan saakka ovat nurmirehut korvattavissa väkirehulla.

LÄHDELUETTELO

- ANON. 1987. Unwrapping the silawrap. Power Farming 3: U9
- " 1990. New Holland monitoimipyöröpaalaimet -esite, mallit 835 ja 865. Ford New Holland Inc., 500 Diller Avenue, PA 17557, U.S.A..
- " 1990. Pyöröpaalien kiedontalaitteiden ryhmäkoetus. VAKOLAn koetusselostus 1286: 1 - 17.
- EVANS, D. 1989. The pros and cons of wrapping and bagging. Big bale silage. Proceedings of a conference, National Agricultural Center. Stoneleigh, UK, 16 February 1989. s. 7.1 - 7.6.
- FORSTER, T. 1989. Handling and storage of big bales. Big bale silage. Proceedings of a conference, National Agricultural Center. Stoneleigh, UK, 16 February 1989. s. 8.1 - 8.4.
- HELANDER, J. 1993. Esikuivattu säilörehu kasvattaa suosiotaan. Nautakarja 2: 35 - 36.
- HOWE, S. 1987. New developments in big bale silage. Developments in silage - seminar paper. Oxford, UK, 18 March, 1987. s. 7 - 22.
- JOKI-TOKOLA, E. 1991. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. Maatalouden tutkimuskesk. tiedote 23: 1 - 27.
- KERVINEN, J. & SUOKANNAS, A. 1993. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu. VAKOLAn tutkimusselostus 64: 1 - 103.
- KLINNER, W. 1988. Harvesting technology for forage and seed crops. Engineering Advances for Agriculture and Food. Jubilee Conference of the Institution of Agricultural Engineers. Cambridge, 12 - 15 September 1988. s. 197 - 206.
- LAINEN, A. 1992. Säilörehunkorjuun kapasiteetti ja kustannus. Käytännön Maamies 5: 40 - 41.
- LINGVALL, P. 1991. Rundbalskonservering. Ensilesing i rundballer. NJF -seminar 201. Hverageroi, Island, 24 - 25 Oktober, 1991.
- MARSHALL, I. & HOWE, S. 1989. Advances in big bale mechanization. Big bale silage. Proceedings of a conference, National Agricultural Center. British Grassland Society. s. 3.1 - 3.16.

- McDONALD, P., HENDERSON, A.R. & HERON, S.J.E. 1991. The biochemistry of silage. Aberystwyth. 340 s.
- NOUSIAINEN, J. 1989. Nurmirehun säilöntäaineiden annostus ja käyttö. Maito ja Me 4: 8.
- NYSAND, M. 1989. Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella. Maatal. kesk. liiton julk. 777: 1 - 30.
- PITKÄNEN, O. 1992. Helpotusta pyöröpaalien käsittelyyn. Käytännön Maamies 9: 26 - 28.
- RAURAMAA, A. 1984. Säilörehu ja sen raaka-aine. Karjatalous 4: 8 - 9.
- SKJERVHEIM, K. 1991 a. Proving av rundballepresser. Ensilering i rundballer. NJF - seminar 201. Hverageroi, Island, 24 - 25 Oktober, 1991.
- "--- 1991. Provemetodar og krav til ensileringsplast. Ensilering i rundballer. NJF - seminar 201. Hverageroi, Island, 24 - 25 Oktober, 1991.
- SUOKANNAS, A. 1992. Mitoita korjuukapasiteetti oikein. Säilörehuliite, Maito ja Me 4: 12 - 13.

PYÖRÖPAALISÄILÖREHUN TEKO-OHJEET

VAKOLA

1. Mahdollisimman huolellinen ja tasainen lannoitteiden levitys varmistaa sen, että kasvusto on tasainen ja samalla kehitysasteella. Lähtökohtana on puhdas nurmi, jossa ei ole pintaan levitettyä lietelantaa. Jos käytetään lietelantaa, se on sijoitettava maahan. Pikanurmilta ei kannata tehdä pyöröpaalisäilörehua, koska pellon pinta ei ole kunnolla kasvuston peitossa ja näin maata tulee paalauksessa rehun sekaan.

*** Tasainen lannoitteiden levitys, puhdas nurmi**

2. Kasvusto niitetään nuorena vähintään 6 cm sänkeen. Niittomurskaus nopeuttaa kasvuston alkukuivumista ja samalla se hiukan murskaa rehua, jolloin ravintoaineita on paremmin onnistuneen säilönnän kannalta mikrobien käytettävissä. Niittomurskain säädetään siten, että rehukarho on mahdollisimman ilmava. Karhon leveyden pitäisi olla yhtä suuri kuin pyöröpaalaimen noukkimen leveys, jolloin paalaus helpottuu, koska ei tarvitse ajaa vuoroin karhon oikeaa ja vuoroin vasenta laitaa. Karhon pöyhimistä ei suositella, koska tällöin rehukarhoon sekoittuu maata, joka aiheuttaa ongelmia säilönnässä.

*** Niitto nuorena, paalaimen noukkimen levyinen ilmava karho**

3. Sääda noukin paalauksessa siten, että rehukarho nousee hyvin, mutta piikit eivät kosketa maata. Paalaus aloitetaan, kun rehun kuiva-ainepitoisuus on vähintään 30 %. Suositeltava kuiva-ainepitoisuus pyöröpaalisäilörehussa on 30 - 50 %, johon ainakin syksyllä on vaikea päästä. Silloin joudutaan pakostakin paalaamaan märkää rehua.

*** Sääda noukin huolella, rehun kuiva-ainepitoisuus vähintään 30 % paalattaessa**

4. Säilöntäaineen käyttö kannattaa, koska se vähentää rehun virheikäymisen mahdollisuutta. Happopohjaiset säilöntäaineet ovat meidän oloissa luotettavimpia.

Säilöntäaine levitetään noukkimen päällä olevien kahden kimmosuuttimen kautta. Suuttimet tulee sijoittaa suojaan koneen rakenteisiin mikäli mahdollista.

Suuren säilöntäastian käyttö (esimerkiksi 210 l tai 2 x 130 l) tekee säilöntäaineen käsittelyn rationaalisemmaksi ja lisää työturvallisuutta.

*** Käytä säilöntäainetta**

5. Paalauksessa ei kannata käyttää liian suurta ajonopeutta, koska silloin paalit jäävät liian löysiksi. Paalaa tiiviitä paaleja. Verkkosidonta nopeuttaa paalausta ja jämköittää paalia, jolloin paali säilyttää muotonsa paremmin kuin narulla sidottu. Verkkoon sidotun paalin pinta on myös tasaisempi kuin narulla sidotun.

Paalia purettaessa verkon poistaminen käy joutuisasti. Ainoa haitta on se, että verkkosidontalaitteen hankinta aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia.

*** Kohtuullinen ajonopeus paalattaessa takaa tiukan paalin**

6. Paalit kiedotaan mahdollisimman pian, mielummin 2 tunnin sisällä paalauksesta. Mitä nopeammin paalauksesta paali kiedotaan sen parempi.

*** Paali kiedotaan mahdollisimman pian**

7. Kiedonnassa kannattaa käyttää kuutta muovikerrosta 50 % limityksellä, jolloin paali pyörii 1,5 kierrosta vaaka-akselinsa ympäri. Sopiva kiedontakalvon esikiristysaste on 70 %. Kiedonta on työvaihe, joka vaatii erityistä huolellisuutta. Kiedo paalit lähellä varastointipaikkaa ja vältä turhaa kiedotun paalin käsittelyä.

*** Kiedotaan kuusi muovikerrosta ja käytetään 50 % limitystä ja 70 % esikiristystä. Tarkkaile muovin limitystä ja esikiristystä kiedonnan aikana. Kiedonta mahdollisimman lähellä varastointipaikkaa.**

8. Käytä hyvää kiedontakalvoa, josta on hyviä käyttökokemuksia. Älä käytä ylivuotista muovikalvoa, koska mm. liimautumisominaisuudet heikkenevät kalvon vanhetessa. Käsittele kalvoa huolellisesti.

*** Älä käytä ylivuotista kalvoa.**

9. Varastopaikan pitäisi mielellään olla varjossa, jossa olisi luonnollista suojaa auringonpaistetta ja tuulta vastaan. Märissä paaleissa auringonpaiste lämmittää vettä ja sitä tiivistyy muovin sisäpinnalle aiheuttaen ongelmia rehun säilymiseen. Kova varastopaikan alusta estää maapohjan rikkoutumisen paaleja pinottaessa ja varastosta haettaessa. Pintavesien poiston on oltava kunnossa, jotta maata vasten olevat paalit eivät makaa vesilätäkössä. Luonnollisesti betonialusta olisi ihanteellinen. Kuitenkin useimmiten paalit varastoidaan pellon laitaan ilman mitään alustan erikoisjärjestelyjä. Paalien peittäminen on turhaa, koska se kohottaa pintarehun lämpötilaa kesällä ja peitteen käsittely talvella on hankalaa jään ja lumen vuoksi. Jyrsijät ja linnut saattavat aiheuttaa tuhoja varastointipaikalla. Jos epäilee lintujen aiheuttavan vahinkoa, on järkevää levittää lintuverkko paalikasan päälle.

*** Varastointipaikan on oltava suojaisa ja alustan kova. Pintavesien poisto on järjestettävä. Jos linnut aiheuttavat ongelmia, käytä lintuverkkoa.**

10. Paalit pinotaan pystyasentoon, jolloin ne kestävät paremmin muodonmuutoksia kuin vaaka-asentoon pinotut. Paalin painuessa kasaan muoviin syntyy venymiä, joista pääsee ilmaa rehuun. Säilörehupaalien pinoamiskorkeus varastointipaikalla riippuu rehun kuiva-ainepitoisuudesta. Alle 30 % kuiva-ainetta sisältävät paalit pinotaan yhteen kerrokseen, jotta vältytään puristemehun aiheuttamilta ongelmilta. Säilörehupaalit voi pinota kahteen kerrokseen, kun niiden kuiva-ainepitoisuus

on yli 30 %. Paalikasaa tehtäessä on pidettävä mielessä työturvallisuusnäkökohdat.

*** Paalit pinotaan pystyasentoon. Jos kuiva-ainetta on vähemmän kuin 30 %, paalit pinotaan yhteen kerrokseen. Kun kuiva-ainetta on enemmän kuin 30 %, paalit pinotaan kahteen kerrokseen.**

11. Paalit kannattaa ryhmitellä jo korjuuvaiheessa kuiva-ainepitoisuuden mukaan kasoihin, jotta tiedetään missä on märkänä paalattua rehua, sillä se syötetään ensimmäiseksi. Näin rehu ei pääse jäätymään ja toisaalta märkänä paalattu rehu on alttiina pilaantumiselle, jos sitä varastoidaan pitkään. Märkänä korjatun rehun jälkeen on perusteltua syöttää kevätsato (ensimmäinen korjuukerta), koska se on kesän aikana joutunut ympäristötekijöille alttiiksi (voimakas auringonpaiste, lämpötila, ilmanpaineen vaihtelu, sade), joten kevätsadon rehun laatu ei välttämättä pysy niin vakaana kuin muiden satojen.

*** Ryhmittele paalit kuiva-ainepitoisuuden mukaan mikäli mahdollista**

12. Paaleja ei saa siirtää enää uuteen varastopaikkaan muutaman päivän jälkeen varastoinnista, koska se aiheuttaa ylimääräistä rasitusta paalin muovitukseen.

Kuiva-aineen vaikutus

Rehun kuiva-ainepitoisuuden kohotessa koko korjuuketjun työmenekki pienenee, samalla myös kiedontamuovin kulutus vähenee, varastointitilaa säästyy ja rehu ei jäädy talvella. Myös paalaus- ja kiedontakustannukset pienenevät. Lisäksi rehun säilöntäedellytykset paranevat, mikä onkin tärkein saavutettava asia.

Korjuu on organisoitava hyvin. Paalaus on sovitettava siihen nopeuteen, mikä kuuluu paalin siirtoon kiedontapaikalle ja itse paalin kiedontaan.

VAKOLAN TIEDOTTEITA

- 36/83 1983. Pohjoismaiset tilasäiliön pesulaitteet
- 37/85 WARTIOVAARA, L. 1985. Astianpesukoneet
- 38/86 AHOKAS, J. & MIKKOLA, H. 1986. Traktori ja polttoaineen kulutus
- 39/87 MÄKELÄ, J. & LAUROLA, H. 1987. Leikkuupuimurin kulkukyky upottavissa oloissa
- 40/87 LAUROLA, H. 1987. Leikkuupuimureiden teknisiä mittoja
- 41/87 PUUMALA, M. 1987. Jauhatus työn järjestelyjä ja kustannuksia
- 42/88 AARNIO, K. & KARHUNEN, J. 1988. Lannanpoistolaitteiden toimivuus ja kestävyys
- 43/88 MANNI, J. 1988. Käytännön ohjeita konevaraston hankintaa suunnittelevalle
- 44/89 1989. Pohjoismaiset lypsykone- ja laiteohjeet
- 45/89 1989. Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella
- 45 S/89 NYSAND, M. 1989. Rundbalsensilering
- 46/90 MANNI, J. & KAPUINEN, P. 1990. Kevytsora lietesäiliön katteena
- 47/90 KARHUNEN, J. 1990. Lietelannan kompostointi
- 48/90 LEPPÄNEN, K. & NYSAND, M. 1990. Turvallinen ja nopea työkoneiden kytkentä
- 49/91 LEHTINIEMI, T. & PUUMALA, M. 1991. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
- 50/91 MANNI, J. 1991. Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivaamossa
- 51/92 VIROLAINEN, V. 1992. Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 KARHUNEN, J. 1992. Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa
- 53/93 MIKKOLA, H. 1993. Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 JANTUNEN, J. 1993. Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 SUOKANNAS, A. 1993. Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu

