



VAKOLA

PPA 1
03400 VIHTI
90-224 6211

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

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS N:O 50

J. KARHUNEN - K. AARNIO - U. MYKKÄNEN

LANNANPOISTOLAITTEIDEN TOIMINTA JA KESTÄVYYS

**FUNCTION AND DURABILITY
OF MANURE REMOVAL EQUIPMENT**

VIHTI 1988

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS N:O 50

J. KARHUNEN - K. AARNIO - U. MYKKÄNEN

**LANNANPOISTOLAITTEIDEN
TOIMINTA JA KESTÄVYYS**

**FUNCTION AND DURABILITY
OF MANURE REMOVAL EQUIPMENT**

VIHTI 1988

ALKUSANAT

Lannanpoistolaitteiden toiminnasta ja soveltuvuudesta on aikaisemmin tehnyt tutkimuksen Työtehoseura vuonna 1978. Sen jälkeen lannanpoistolaitteet ovat muuttuneet lähes kokonaan hydraulikoneistojen voimalla toimiviksi. Koneiden toimivuuden ja kestävyuden selvittämiseksi maatilahallitus myönsi Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitokselle 7.6.1985 75.000 mk:n tutkimusmäärärahan. Samalla se määräsi tutkimukselle valvojakunnan, johon kuuluivat puheenjohtajana toimitusjohtaja Gunnar Wickström sekä jäsenenä professori Osmo Kara, vt. apulaisprofessori Tarmo Luoma ja agronomi Jussi Vahala.

Koneiden toimintaa seurattiin ja koneiden käyttäjiä haasteltiin vuosina 1986-1987 yhteensä 165 tilalla. Tutkimuksen johtajana toimi tarkastaja Jorma Karhunen ja tutkijoina tarkastaja Kaisa Aarnio sekä tutkimusteknikko Unto Mykkänen.

Vakola kiittää maatilahallitusta, valvojakuntaa ja tutkimukseen osallistuneiden tilojen isäntäväkeä.

Vihdissä 28.12.1987

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS

SISÄLLYSLUETTELO	Sivu
TIIIVISTELMÄ	I
SAMMANFATTNING	IV
SUMMARY	VII
1. Tilojen valinta	1
2. Lannanpoistolaitteiden rakenne ja tekniset tiedot	1
2.1. Rakenne	1
2.2. Tekniset tiedot	8
2.3. Lantakoneiden syöpyminen ja valmistusaineet	13
3. Mittaukset	15
3.1. Melu	15
3.2. Tehontarve	16
3.3. Lannanpoistoaika	17
4. Laitteiden viat ja häiriöt	19
4.1. Siirtokourut	19
4.2. Puristin	22
4.3. Hydrauliiikka	24
4.4. Rakennus ja lannanpoistojärjestelmän suunnittelu	24
4.5. Sähkölaitteet	26
5. Laitteiden vaatima hoito- ja korjaustyöaika	26
6. Virtsan erotus	28
6.1. Virtsan erotuslaitteet	28
6.2. Kuivikkeiden ominaisuuksia	31
7. Tapaturmat	32
8. Kaasujen ja vedon aiheuttamat haitat	32
9. Kestävyys	34
10. Hinta	37
11. Lannanpoistolaitteen asennus- ja käyttöohjeet	38
12. Lannan pellollelevityskelpoisuus	40
13. Lannanpoistolaitteen sijoittaminen rakennukseen	41
KIRJALLISUUSLUETTELO	51
LIITE Markkinoilla olevia lannanpoistolaitteita	52

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa seurattiin lannanpoistolaitteiden toimintaa maataloilla käytännön oloissa. Lisäksi haastateltiin koneiden käyttäjiä. Mukana oli kahdeksan konemerkkiä, joista jokaista oli noin 20 kpl. Koneiden ikä vaihteli 0,5 - 12 vuoteen, keski-ikä ollessa yleensä 2,5 vuotta. Karjasuojissa mitattiin raappojen nopeus, lannanpoistoaika, tehontarve ja melu. Haastattelulla selvitettiin koneiden soveltuvuutta erilaisiin karjasuojoihin sekä koneiden hoito- ja huoltotyön tarvetta ja koneiden kestävyyttä. Koneet käytiin mittaamassa valmistajien tai myyjien luona.

Koneissa oli lantakourussa liikkuvat saranoidut tai kiinteät raapat, jotka oli kiinnitetty yleensä muototeräksestä tehtyyn vetopalkkiin, jota liikutti yleensä hydraulisylinteri. Raapat toivat lannan puristimelle, joka oli vetopalkin päässä. Puristin työnsi lannan lantalaan. Avopuristin pystyy työntämään lannan 2,5 - 6 m päähän navetasta ja tiivismäntäpuristin aina 30 m päähän. Lietelannan siirtoon ei yleensä käytetty puristinta, vaan raapat toivat lannan poikittaiseen kouruun, josta se laskettiin lantasäiliöön tai pumppukaivoon.

Lantakourujen leveydet vaihtelivat 35 cm:stä 275 cm:iin. Puristinkourun leveys oli yleisimmin 60 cm. Pisin suora kouru oli 55 m ja pisin lannan kuljetusmatka useita ristikkäisiä kouruja käsittävässä koneessa yli 100 m. Vanhat, poikittaishouruilla varustetut navetat oli koneellistettu vähin rakennusteknisin muutoksin asentamalla kuhunkin kouruun puristimella varustettu lannanpoistolaite, joka kytkettiin vuorollaan yhteiseen hydraulikoneistoon käsikäyttöisen venttiilin kautta.

Eri koneiden aiheuttama melu 1 m päässä hydraulipumpusta oli keskimäärin 71-79 dBA. Hiljaisimpien koneiden melu ei ole häiritsevää, kun taas äänekkäiden koneiden käyttökoneistot olisi sijoitettava erilliseen konehuoneeseen.

Lannanpoistolaitteiden tehontarve vaihteli 30 W:sta 400 W:iin lantakourun pituusmetriä kohden. Keskimäärin se oli 114 W/m. Lietelantakoneiden tehontarve oli pieni ja kiinteän lannan koneiden suuri. Lannanpoistoaika oli kokonaan koneellistetuissa kouruissa 0,7-0,9 min/m ja osittain koneellistetuissa kouruissa 0,4-0,6 min/m. Osittain koneellistettuja olivat navetat tai emakkosikalat, joissa lanta työnnettiin käsikolalla poikittaiseen koneelliseen kouruun tai pelkkään puristimeen. Vain isojen poikkikourullisten koneiden toimintaa pidettiin liian hitaana. Raappojen liikkeen nopeus oli yleensä sopiva. Vain pihattojen avokouruissa liike oli niin nopea, että hoitajan täytyi valvoa koneen käydessä nuorten eläinten turvallisuutta. Yleensäkin avokourussa liikkuvan koneen luota ei hoitaja voinut poistua kokonaan.

Yleisin avo- eli pienpainepuristimien yhteydessä esiintyvä lannanpoistolaitteen käyttötoimenpide oli lantakasan hajoitus vähintään kerran talvessa. Sitä tehtiin joka toisella tilalla. Yleisimmin kasaa hajoitettiin siksi, että lanta alkoi pursua puristimessa edestakaisin tai koneesta loppui voima. Tämä johtui usein lantakasan kuoren jäätymisestä vähäisen kuivikkeen käytön seurauksena. Parsinavetoissa käytettiin kuiviketta keskimäärin 1,7 kg/pv.ny. Tiivismäntä- eli suurpainepuristimet olivat tässä suhteessa parempia: vain joka seitsemännellä tilalla kasaa tarvitsi hajoittaa kesken talven. Raappojen kääntymistä seurattiin, autettiin tai niveliä puhdistettiin samoin lähes joka toisella tilalla. Puristimessa oli häiriöitä joka kolmannella tilalla pitkää olkea kuivikkeena käytettäessä tai löysää lantaa ulos ajettaessa. Rakennus- ja koneensuunnittelijoiden yhteistyön puutteen johdosta tukoksia syntyi kourujen risteyksiin joka viidennellä tilalla. Pitkää olkea kuivikkeena käytettäessä risteyksen on oltava riittävän avara korkeussuunnassa. Erilaisiin hoito- ja korjaustoimiin käytettiin aikaa noin tunti vuodessa nautayksikköä kohden.

Olki oli yleisin kuivike. Sen lisäksi käytettiin kutterinlastua, etenkin syksyllä 1987, jolloin olkia oli ollut vaikea saada talteen. Vain 9 % tiloista käytti turvetta tai turveolkikuiviketta. Virtsakourun tai sen kannen auki pysymisessä on oljella tärkeä osuus. Olkea tai oljensekaista kuiviketta käytettäessä virtsakouru jouduttiin huuhtelemaan puhtaaksi

III

noin 4 kertaa vuodessa, sen sijaan pelkkää turvetta käytettäessä paljon useammin.

Ihmisille oli sattunut kaksi lannanpoistolaitteesta johtuvaa tapaturmaa ja eläimille kuusi. Eläimille sattuneiden tapaturmien syynä oli koneen suunnittelu-, asennus- tai käyttövirhe.

Koneet toimivat kolme ensimmäistä vuotta vaurioitta. Sitten saattoivat huonosti asennetut putket hankautua puhki tai puristimen läpän pakko-ohjausvivut kulua väljiksi. Useiden koneiden varsinaisia tyyppivikoja olivat ruostumattomien (haponkestävien) öljyputkien rikkoutuminen ja kevytrakenteisten raappalinjojen loppuun kulumisen viidessä vuodessa. Putkien kestävyyttä voidaan lisätä käyttämällä enemmän letkuja putkien ohella ja käyttämällä juoheasti suuntaa vaihtavaa ja säädettävää väpaineista suunnanvaihtventtiiliä. Raappakuljettimien kestävyyttä parantavat paksummat rakenteet ja kovemmat teräkset.

Lannanpoistolaitteet maksavat yli 1000 mk nautayksikköä kohden. Suhteellisen heikkorakenteisenkin koneen vuotuiset käyttö- ja korjauskulut ovat noin 6% ostohinnasta vuodessa. Kaikissa tapauksissa takuutodistusta ei oltu saatu, eikä takuu toiminut kunnolla. Ostajan olisi syytä tutustua koneen asennus- ja hoito-ohjeisiin ennen kaupan tekoa.

SAMMANFATTNING

I undersökningen granskades funktionen av utgödslingsanordningar under praktiska förhållanden på lantgårdar. Ytterligare intervjuades de som använde maskinerna. Undersökningen gällde åtta maskinmärken och ca. 20 stycken av varje märke granskades. Åldern av maskinerna varierade 0,5-12 år och medelåldern var i allmänhet 2,5 år. I djurstallar mättes skrapornas hastighet, utgödslingstid, effektbehov och buller. Genom att göra intervjuer utreddes maskinernas tillämplighet för olika djurstallar, behovet av maskinvård och hållbarheten av maskinerna. Maskinernas dimensioner mättes hos tillverkarna eller försäljarna.

Maskinerna var utrustade med fällande eller fasta skrapor, som var oftast fästade vid en skrapbalk av profilstål, som drevs mestadels av en hydraulcylinder. Skraporna släpade gödseln till tryckkammaren, som var i ändan av skrapbalken. Presskolven pressade gödseln till gödselplattan. Med en lågtryckpress kan gödseln tryckas 2,5-6 m långt ifrån djurstallet och med en högtryckpress ända 30 m långt. För flytgödseln användes inte alltid en press utan skraporna släpade gödseln in på en tvärränna, varifrån gödseln rann in i gödselbehållaren eller pumpbrunnen.

Gödselrännornas bredd varierade 0,35-2,75 m. Pressrännans bredd var oftast 60 cm. Den rakt löpande rännans längd var högst 55 m och det längsta släpningsavståndet över 100 m, när anordningen omfattade flera korsvis lagda rännor. Gamla ladugårdar som var utrustade med tvärgående rännor, hade mekaniserats med hjälp av ringa byggtkniska förändringar genom att installera för varje ränna en gavelanläggning med tryckkammare, och den drevs i tur och ordning av mekaniska stoppventiler på ett gemensamt hydraulaggregat.

De olika maskinernas buller på 1 m avstånd från hydraulaggregatet var i medeltal 71-79 dBA. Bullret från tystaste maskinerna är inte störande, medan de bullersamma aggregaten borde inrymmas i ett separat maskinrum.

Utgödslingsanordningarnas effektbehov per rännans längd varierade 30-400 W/m. Det var 114 W/m i medeltal. Effektbehovet

var litet på flytgödselsmaskinerna och stort på fastgödselsmaskinerna. Utgödslingstiden var 0,7-0,9 min/m beträffande de helt mekaniserade rännorna och 0,4-0,6 min/m gällande de delvis mekaniserade. Delvis mekaniserade var ladugårdarna eller suggstallarna, där gödseln sköts till tvärrännan eller tryckkammaren med en handskrapa. Verksamheten ansågs vara för trög beträffande endast de stora tvärrännanläggningarna. Skrapornas hastighet var mestadels lämplig. Endast hos maskinerna i öppna rännor av lösdriiftsladugårdarna var hastigheten så stor att man måste övervaka att de unga djuren inte tog skada. Vanligen kunde förvaltaren inte helt avlägsna sig från anläggningen med öppna rännor.

Den vanligaste manöveringsåtgärden vid anläggningar med lågtryckspress var att söndra gödselhögen åtminstone en gång under vintern. Detta gjordes på varannan gård. Oftast söndrades högen därför att gödseln började flöda fram och tillbaka inne i tryckkammaren eller presskraften förminskade. Detta berodde oftast på att gödselhögen frös till is på ytan, enär strömängden var liten, i medeltal 1,7 kg/dygn per n.e. i båsladugårdarna. Högtryckspressarna var bättre i detta avseende: gödselhögen måste söndras under vintern endast på var sjunde gård. Skrapornas fällande övervakades, hjälptes eller deras leder rensades likaså på nästan varannan gård. Störningar hos pressen inträffade på var tredje gård vid användande av lång halmströ eller vid utgödsling av lös gödsel. På grund av otillräckligt samarbete mellan bygg- och maskinkonstruktörerna förekom avbrott i rännkorsen på var femte gård. Korset måste vara tillräckligt rymligt i vertikal riktning, när man använder långt halmströ. Olika skötsel- och reparaturåtgärder tog ca. en arbetstimme per år och n.e.

Halm var det vanligaste strömedlet. Jämte halm användes kutter-spån, särskilt på hösten 1987, när det var besvärligt att bärga halm. Endast 9% av gårdarna använde torv eller halm och torv som strömedel. Halmen har en viktig roll med tanke på att hålla urinkanalen och dräneringsplattorna rena. När halm eller blandat strömedel användes, måste urinkanalen rensas ca. 4 gånger per år, däremot mycket oftare, när torv användes.

Utgödslingsmaskinerna hade medfört två olyckor för människor och sex för djur. Orsaken till de sistnämnda hade varit fel på maskinens konstruktion, montering eller skötsel. Maskinerna fungerade i tre första år utan fel. Därpå kunde dåligt monterade hydraulrör skavas igenom eller leder av tryckklaffens tvångsrörelseorganer slitas. De egentliga typfelen på flera maskiner bestod av rostfria (syrafasta) oljerörens benögenhet att spricka, och utslitning av lättkonstruerade skrapsystem inom fem år. Hydraulrörens hållbarhet kan ökas genom att använda mer slangar vid sidan av stålrör och utrusta hydraulaggregatet med en flexibeltvändande och regelbar omkastarventil. Hållbarare konstruktioner och hårdare stålmaterial utsträcker livslängden hos skrapsystemet.

Utgödslingsmaskinerna kostar över 1000 mark per n.e. Årliga drifts- och reparaturkostnaderna utgör ca. 6% av inköpspriset även i fråga om en maskin med relativt lätt konstruktion. I varje enskilt fall hade köparen inte fått något garantibevis, och garantien fungerade inte tillfredställande. Köparen borde ha skäl att orientera sig i maskinens monterings- och skötselinstruktioner förrän han fattar beslut om köpet.

SUMMARY

The function of manure removal equipment was studied in practice on farms and users of the equipment were interviewed. The study included machines from eight different manufacturers about 20 exemplars each. The machines were 0,5-12 years old, mean age of them being generally 2,5 year. Speed of the scrapers, manure removal time, power requirement and noise were measured in livestock houses. The users were interviewed to find out the suitability of the machines for different livestock houses, need of care and service and their durability. The machine structures were measured at the manufacturers or the dealers.

The machines had hinged or fixed scrapers that moved in the dung channel and they were usually attached to a pulling bar made of steel beam and which usually moved by a hydraulic cylinder. Scrapers brought the manure to a press ram in the end of the pulling bar. The press pushed the manure to the dung pit. A press with loose fitting plunger can push manure 2,5-6 m away from the livestock house and a press with close fitting plunger up to 30 m away. A press was usually not used in handling liquid manure, but scrapers brought the manure to a cross gutter from which it was led into a manure tank or a mixing pit.

Dung gutters were 30-275 cm in width and the width of gutter to the press was in most cases 60 cm. The maximum length of a straight gutter was 55 m and the maximum distance manure had to be transferred in a machine with several crossing gutters was more than 100 m. Old cow sheds with transverse gutters had been mechanized by using few construction engineering changes by fitting each gutter with a dung channel cleaner containing a press, which were connected one by one to a common hydraulic machinery through a manually operated valve.

The noise of machines at 1 m from the hydraulic machinery was 71-79 dBA on the average. The noise of the most silent machines was not disturbing, but the driving gear of the noisiest machines ought to be placed into a separate room.

The power requirement of manure removal equipment was 30-400 W per meter of the dung gutter length. The average power requirement was 114 W/m. The power requirement of machines for liquid manure was low and that of solid manure machines was high. The time for manure removal in fully mechanized gutters was 0,7-0,9 min/m and in partly mechanized gutters 0,4-0,6 min/m. In partly mechanized cow sheds or farrowing houses manure was pushed by a hand slider into a cross mechanized gutter or merely into a press. The manure removal equipment was considered as too slow only in big machines with cross gutters. The scrapers moved usually at a suitable speed. Only in loose housings with open gutters the movement was so fast that a operator had to watch over young animals safety while the machine was in operation. A machine that is in operation in an open gutter shall never be left working unwatched.

The most common measure in connection of presses with loose fitting plunger was breaking the manure pile at least once during the winter. That was done on every second farm. It was usually done because the manure began to squeeze back in the press or the machine power was not adequate. This was often due to freezing of the surface of the manure pile as a result of too little of litter used in tying stalls, where the average amount of litter was 1,7 kg/day/a livestock unit. Presses with close fitting plunger were better in this respect, because the pile of manure had to be breaked during winter only on every seventh farm. Malfunction in the press occured on every third farm when long straw was used as litter or when manure was loose. Due to the lack of cooperation between the building and machine designers there were blockages found in the crossings of the gutters on every fifth farm. When long straw is used as litter the crossing must be wide enough in height. About one hour per year per livestock unit was used in various care and repair measures.

Straw was the most common litter. In addition cutter chips were used, especially in autumn 1987, when the straw gathering was difficult. Only 9 % of the farms used peat or peat-straw litter. Straw plays an important role in keeping the urine drain or its grid open. When straw or straw-mixed litter is

IX

used, the urine drain had to be rinsed about four times a year, but much more often when peat was used.

The manure removal equipment had caused two accidents to people and six to animals. The accidents to animals were caused by a fault in construction, assembly or use of the machine.

Regarding the durability the machines worked without damages for the first three years. After that poorly fitted pipes could get fret or joints of forced control levers of the press valve could worn out. The primary type of faults with many machines was cracks in the stainless (acid proof) pipes and wearing out of lightly constructed scraper systems during five years. Durability of the pipes can be increased by using more hoses in addition to pipes and by using slow acting and adjustable reversing valve. Durability of the scraper system can be increased by using heavier construction and harder steel.

Manure removal equipment costs over 1000 mk per livestock unit. The annual operation and repair costs of a machine even with relatively weak construction are about 6% of the purchase price a year. A warranty had not been granted and the guarantee did not function well in all cases. The buyer should study the assembly and care instructions of the machine before purchasing it.

1. TILOJEN VALINTA

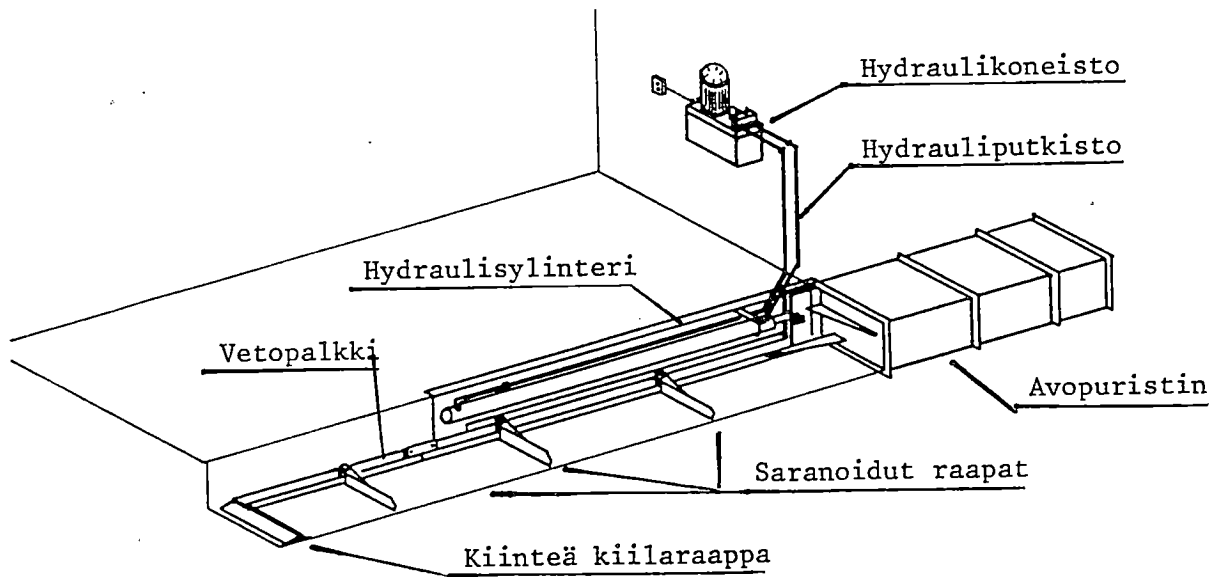
Tutkimukseen pyrittiin valitsemaan kutakin kahdeksaa laitemerkkiä kohden 20 laitetta. Vajaalla puolella tiloista käytiin seuraamassa laitteiden toimintaa tai haastattelemassa käyttäjiä kahteen kertaan. Laitteet valittiin lähinnä sijaintinsa perusteella siten, että yhtenä työpäivänä ehdittiin käymään 3-5 tilalla. Tilat olivat pohjois-eteläsuunnassa välillä Kemiö-Kälviä, suurimman osan ollessa Hämeessä ja Satakunnassa. Osoitteista 76% eli 129 saatiin valmistajien lähettämistä, vähintään 40 tilan luetteloista, 17 eli 10% laitteiden omistajien tai käyttäjien ilmoituksista ja loput 24 eli 14% löydettiin toisen lannanpoistolaitteen seurannan tai muun matkan yhteydessä. Laitteiden omistajat ilmoittautuivat sanomalehdessä olleen ilmoituksen johdosta. Siinä asiasta kiinnostuneita pyydettiin mukaan tutkimukseen. Puolet ilmoittautuneista oli tyytyväisiä laitteensa toimintaan ja toinen puoli tyytymättömiä. Omistajien ilmoittamissa koneissa oli mukana 6 vanhanmallista konetta, joita ei enää valmisteta. Niiden mittaus-tulokset eivät ole tässä selostuksessa mukana.

2. LANNANPOISTOLAITTEIDEN RAKENNE JA TEKNISET TIEDOT

2.1 Rakenne

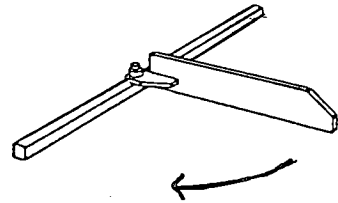
Siirtokuljetin

Lannanpoistolaitteissa on Alfa-Lavalin köysivetoista Servomat-mallia lukuunottamatta edestakaisin liikkuva, muototeräksestä tehty vetopalkki, johon on saranoitu tai hitsattu lantaa kuljettavat raapat, kuvat 1 ja 2. Saranoidut raapat kääntyvät työ- tai paluuasentoon kourun pohjan ja raapan välisen kitkan vaikutuksesta. Vetopalkkia käyttää hydraulisylinteri, jonka iskunpituus on yhdestä metristä neljään metriä. Lannanpoistolaitteissa Paskervilleri, Tauno ja Trional on leveissä kouruissa sylinterin liikkeen pidentäjä eli kertaaja eli säppi-koneisto, kuva 3. Vetopalkin pysyminen kourussa varmistetaan kourun pohjaan kiinnitettävillä ohjaimilla.

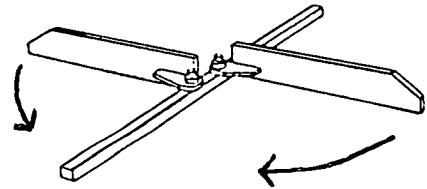


Kuva 1. Avopuristin kourun jatkeena, Pomo.

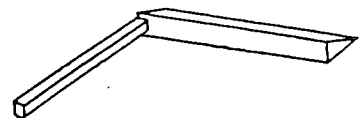
L-raappa kapeisiin kouruihin



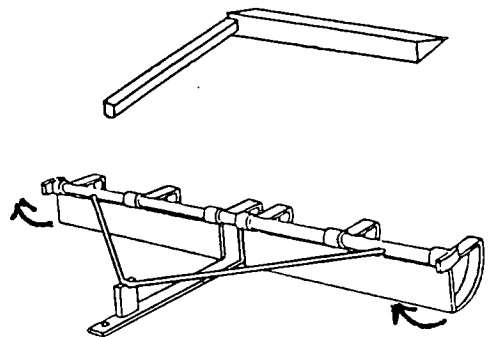
2-puoleinen L-raappa leveisiin kouruihin



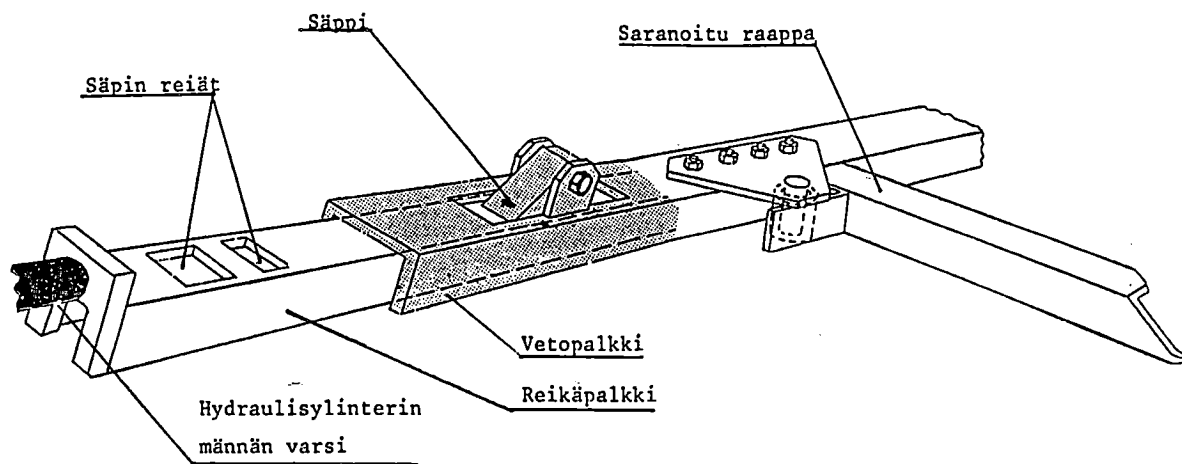
kiinteä kiilaraappa kourun päähän



yläsaranoitu T-raappa leveisiin kouruihin



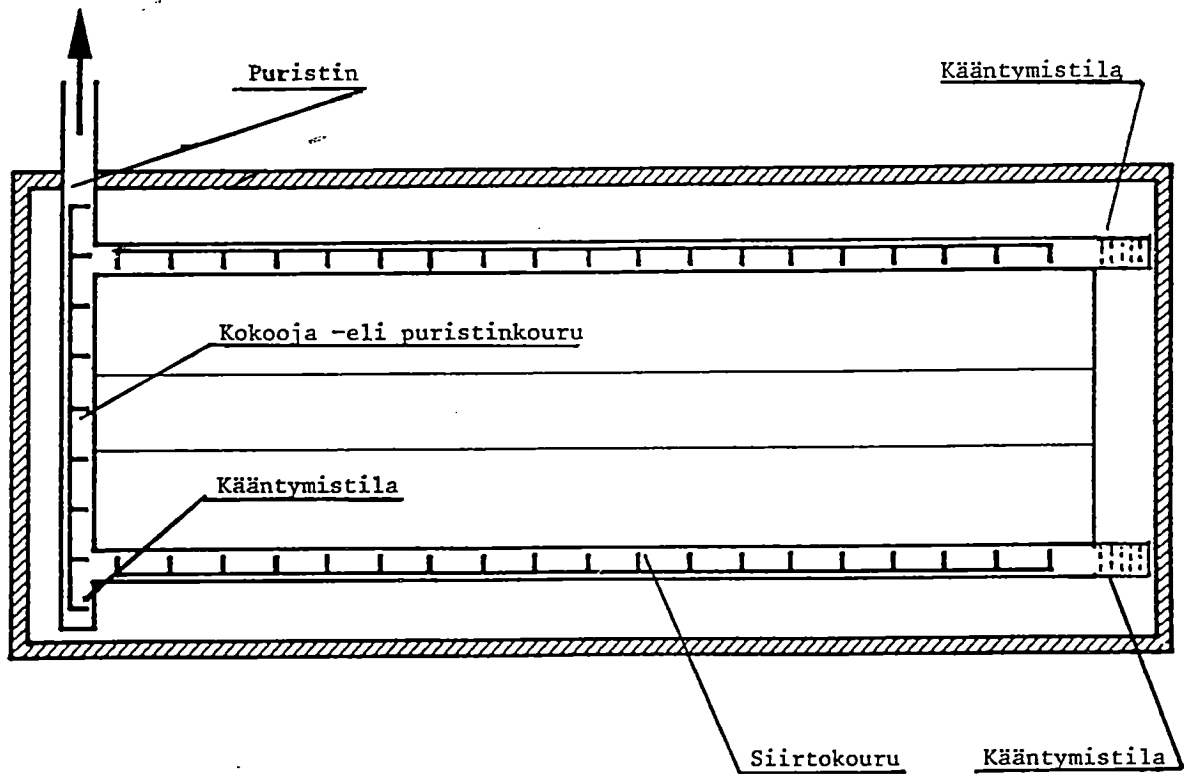
Kuva 2. Erilaisia raappoja



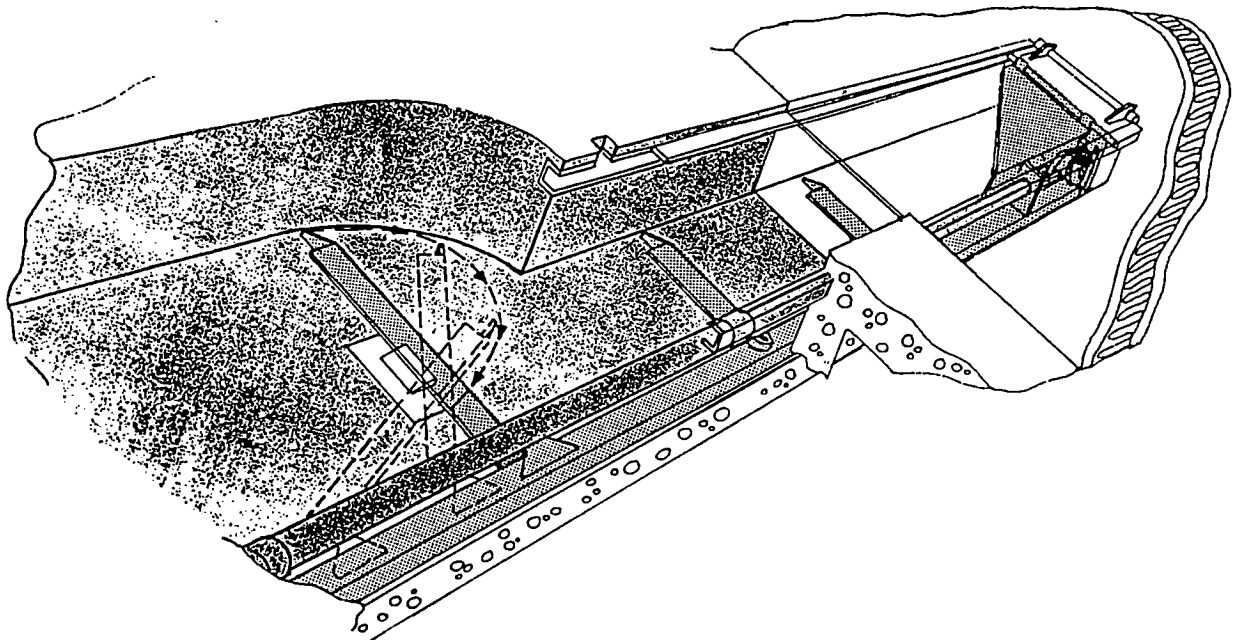
Kuva 3. Kertaaja, Tauno

Lantakouru

Kourun leveys voi vaihdella 50 cm:stä 300 cm:iin ja kourun suurin pituus 30 m:stä 80 m:iin. Avokourun syvyys on 10 cm:stä 30 cm:iin ja katetun kourun syvyys ritilän alla vähintään 20 cm. Yksinkertaisessa lannanpoistolaitteessa puristin on suoraan siirtokourun päässä, kuva 1. Mikäli lantala ei voida sijoittaa kourujen päähän tai kourut ovat puristinta leveämmät, lanta siirretään siirtokouruilta alempana olevalle poikki- eli kokoojakourulle, jonka kuljetin vie lannan puristimelle, kuva 4. Leveä kouru voidaan myös kaventaa ennen puristinta, kuva 5.



Kuva 4. Lannanpoistolaitte, jossa on kaksi siirtokourua ja yksi kokoojakouru. Kourujen yläpäissä on varattava raapoille kääntymistilaa noin metri kourun ollessa 50-60 cm leveä.

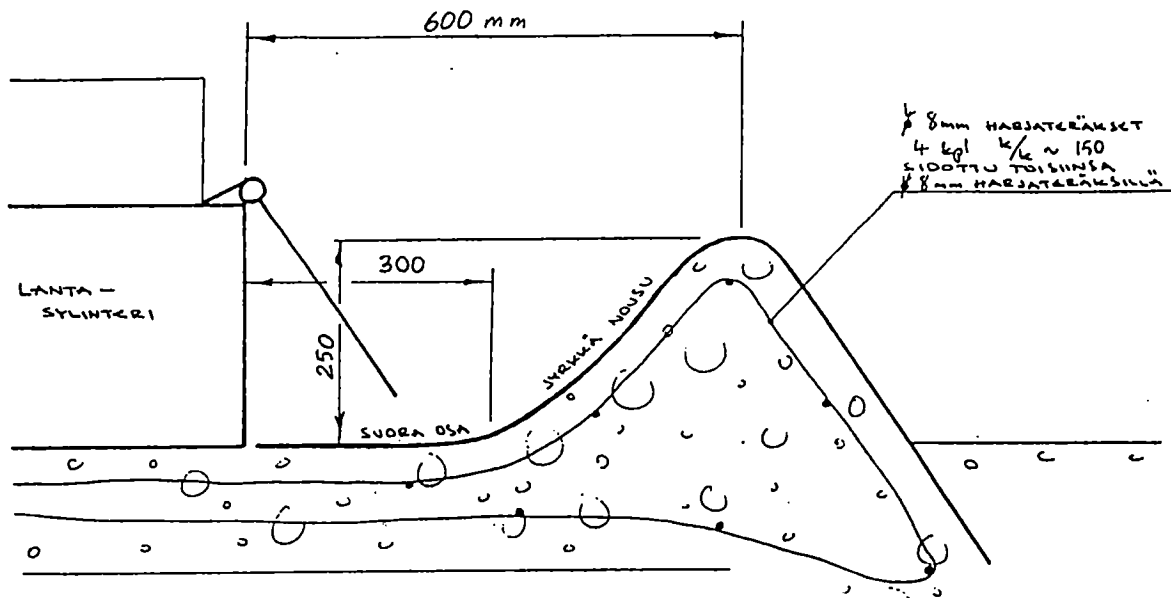


Kuva 5. Kourun kaventaja, Tauno

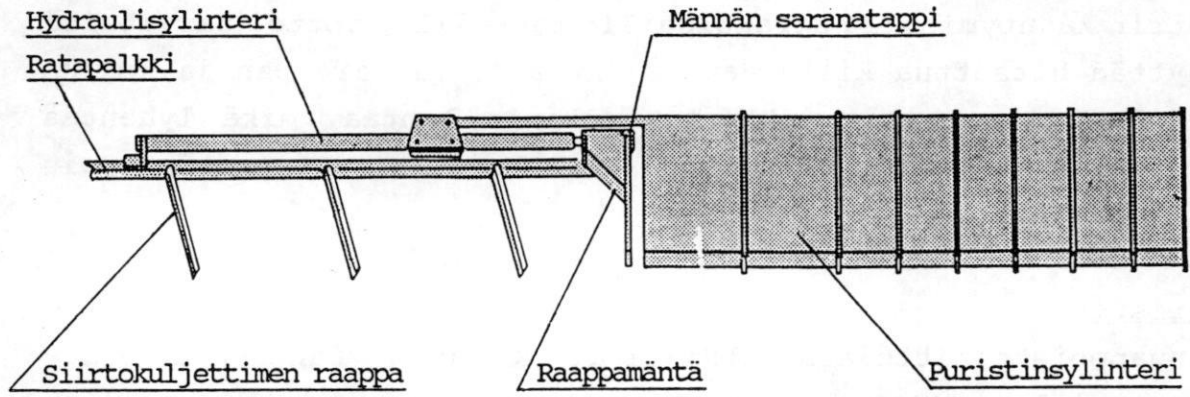
Siirtokourun ja kokoojakourun päihin olisi varattava ainakin metrin kääntymistila saranoiduille raapoille, jottei tarvitsisi käyttää hitsattua kiilaraappaa, kuva 4. Kiilaraapan ja kourun pään väliin saattaa pakkautua olkista lantaa, mikä lyhentää hydraulisylinterin paluuisua tai nostaa vetopalkin pois paikaltaan.

Puristin

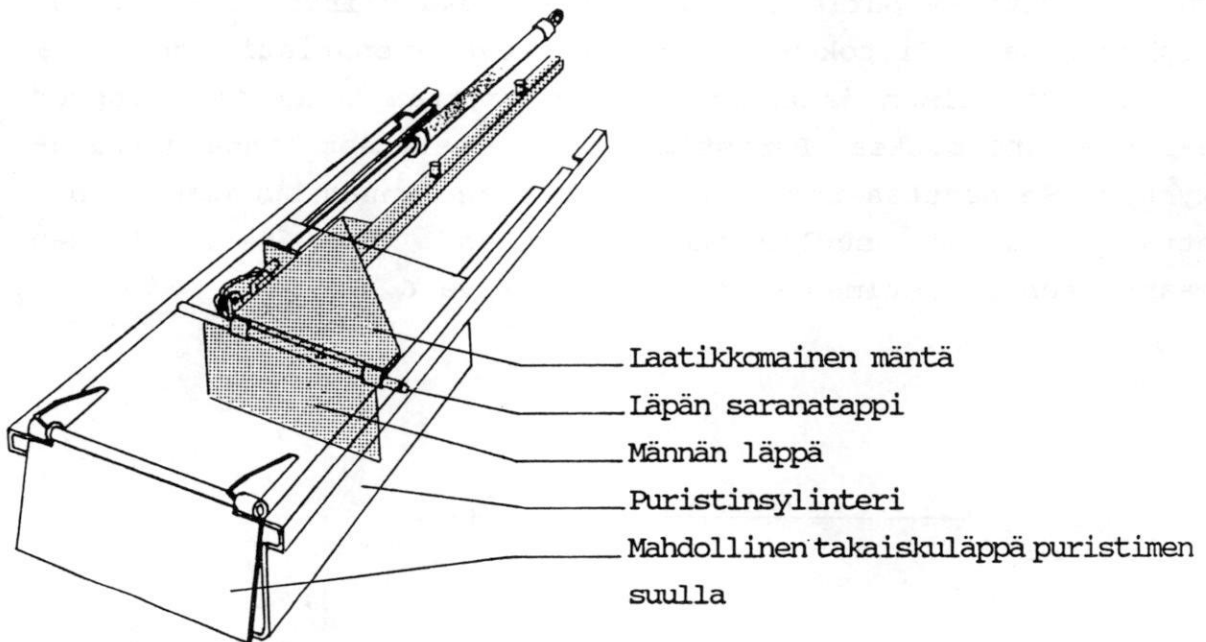
Lannanpoistolaitteissa Alfa-Laval K 1000, Lanta-Hydro II, Paskervilleri 4000 ja Pomo P on siirtokourun jatkeena pienpaine- eli avopuristin, jossa on sivusta saranoitu ja kitka- tai pakko-ohjattu puristinläppä, kuva 7. Lannanpoistolaitteissa Alfa-Laval K 2000, Optimaatti, Paskervilleri 8000, Pomo S, Tauno N ja S sekä Trional puristinläppä on ylhäältä saranoitu, kuva 8. Tätä avopuristinta käytetään sekä siirto- että puristinkourussa. Siirtokourun päässä oleva avopuristin on 2,5 m pitkä. Puristimen jatkeena voidaan käyttää koneesta riippuen 0-3,5 m lantaputkea. Puristimen suulle valetaan lannanmurtajakynnys. Se muuttaa puristimesta tulevan lannan suuntaa siten, että puristimen suulle muodostuu kasa, joka estää lannan jäätyksen puristimen suuta myöten, kuva 6.



Kuva 6. Lantasyylinterin päähän tuleva lannanmurtaja.

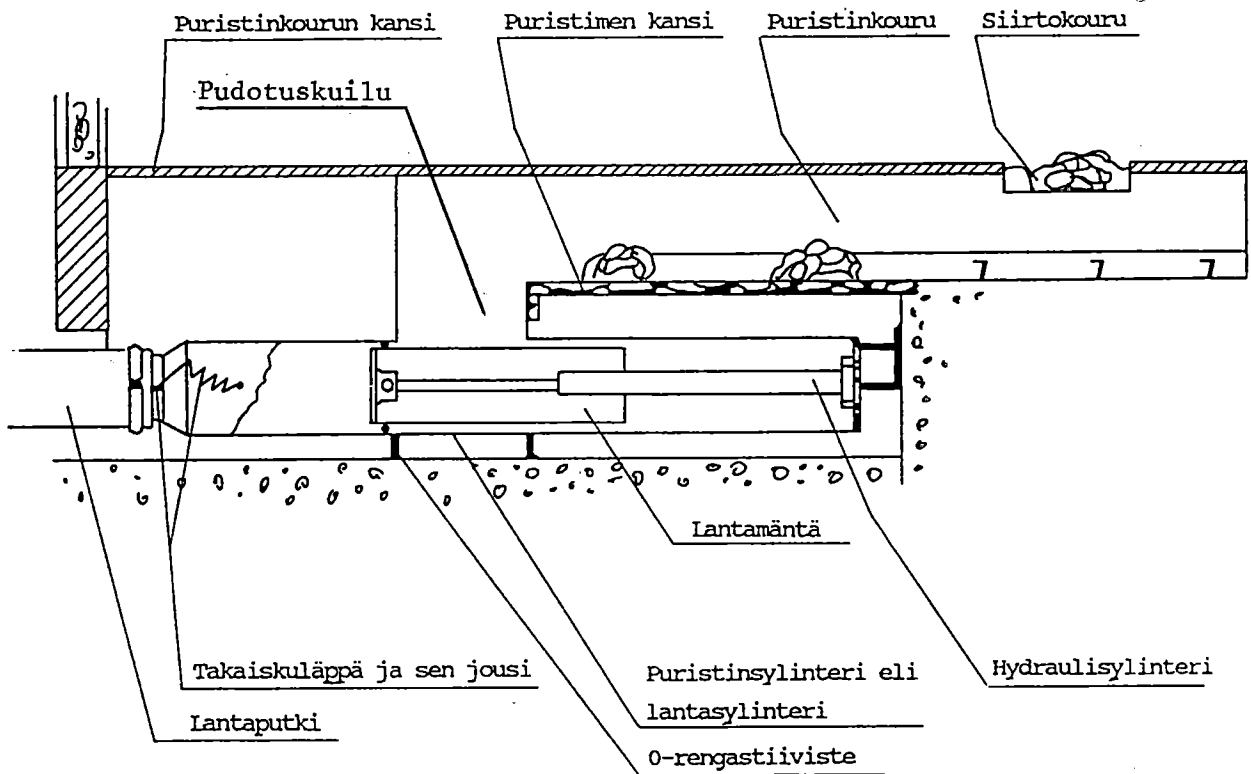


Kuva 7. Sivulta saranoidulla raappamännällä varustettu avopuristin.

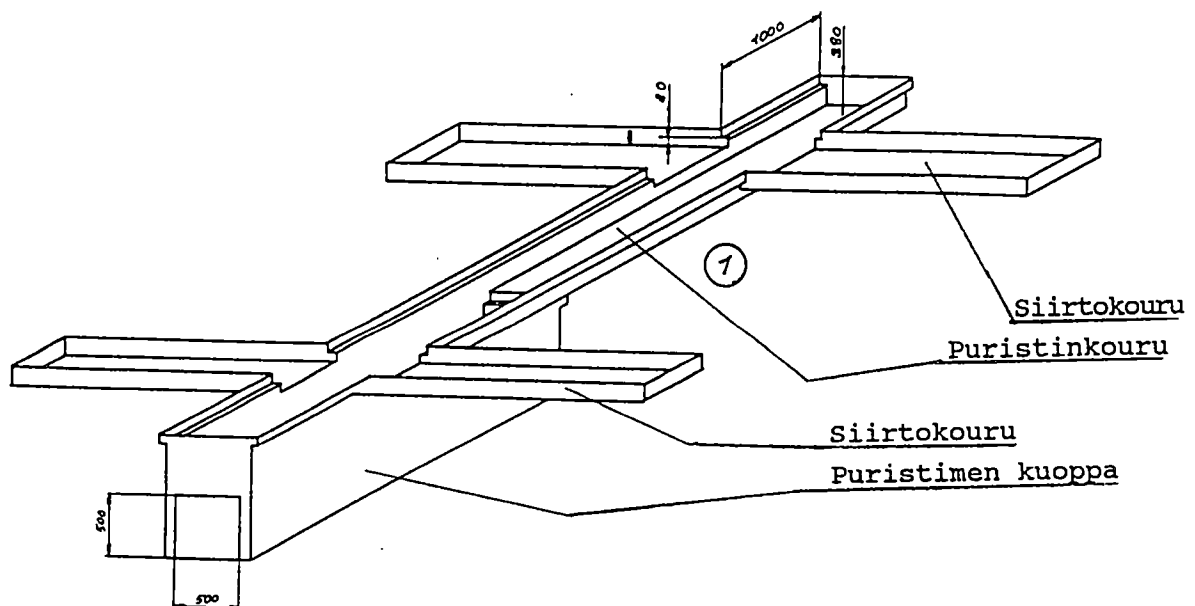


Kuva 8. Ylhäältä saranoidulla läpällä varustettu laatikkomäntäpuristin, Tauno.

Lannanpoistolaitteessa Lanta-Hydro I sekä Pasmatik 1 ja Pasmatik Super on suurpaine- eli tiivismäntäpuristin, kuva 9. Siinä raapat pudottavat lannan syvennyksessä olevalle puristimelle, jonka pyöreä tiivistetty mäntä työntää lannan lantaputken kautta lantalaan. Tiivismäntäkoneen lantaputki voi olla jopa 30 m pitkä. Tiivismäntäpuristin sijoitetaan syvennykseen, jonka syvyyden on oltava vähintään 110 cm, taulukko 1 ja kuva 10.



Kuva 9. Tiivismäntäpuristin, Pasmatic



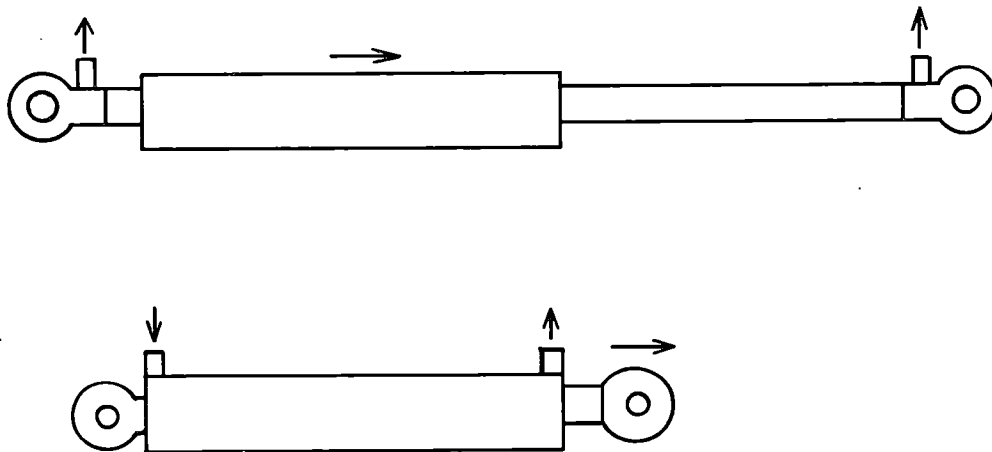
Kuva 10. Tiivismäntäkoneen koururakenne. Puristinkourun yläpäässä on metrin pituinen kääntymistila raapalle, Pasmatic.

Taulukko 1. Tiivismäntäkoneen kourujen syvyydet

		Lanta-Hydro	Pasmatik
Siirtokouru	cm	20-25	12
Puristinkouru	cm	20-30	26
Puristin	cm	61 +	65
Yhteensä	cm	101-120	103

Hydraulikoneisto

Hydraulikoneistoon kuuluu pumppu moottoreineen, öljysäiliö ja -suodatin sekä paineen avulla toimiva suunnanvaihtoventtiili. Monikouruisissa laitteissa voi olla yksi tai useampia pumppuja. Öljy siirretään sylintereille teräs-, kumi- tai muoviputkia myöten. Sylinterit voivat olla rinnan tai sarjaan kytkettyjä. Sylinteriä, jossa männävarsi tulee sylinterin molemmista päistä ulos, sanotaan 2-vartiseksi, kuva 11. Sillä saadaan aikaan yhtä nopea liike molempiin suuntiin. Sen sijaan 1-vartisella sylinterillä saadaan aikaan suurempi työntövoima.



Kuva 11. 2- ja 1-vartinen hydraulisyylinteri. 2-vartisessa on pitkä, sylinterin läpimenevä männänvarsi, jota pitkin sylinteri liikkuu. 1-vartisessa liikkuu mäntä.

2.2 Tekniset tiedot

Laitteiden mittoja on esitetty taulukossa 2. Laitteet mitattiin valmistajan tai myyjän varastolla. Osa tiedoista on valmistajien ilmoittamia, kuten hydraulisyylinterin männänvarren kromauksen paksuus, osa on mittatietojen perusteella laskettuja, kuten hydraulisyylinterin aikaansaaman liikkeen nopeus.

Taulukko 2. Teknisiä tietoja
Siirtokuljetin

Kone	Lantakourun		suoruu- vaatimus ± cm	Vetopalkin		ohju- rien väli m	Raappojen		Pintakäsittely
	suurin leveys cm	suurin pituus m		mitat mmxmm	laine- paks. mm		aine- paks. mm	tapin läpim. mm	
Alfa-Laval parsinavetta pihatto sikala	80	88	0	38x50	5-7	4	5	18	maalattu
	280	25		38x50	5-7				
	140	50		45x80 12x80	6-8 12				
Lanta-Hydro parsinavetta	100	80	0	45x115	4	3	6	32	pohjamaali
	300	80							
Optimaatti parsinavetta pihatto sikala	100	70tehty	1	50x100	6-8,5	4	8-12	56	pohjamaali
	280								
Paskervillieri parsinavetta	70	60	0	38x50 42x65	5-7,5	3	8	20-30	pohjamaali
	300								
Pasmatik parsinavetta pihatto sikala	150	65	0,8/2m 1,2/10m 2/20m 3/yli 20m	38x50	5-7	3	16	56	pohjamaali
	300								
Pomo parsinavetta	80	30	0	70x110	4	3	8	22	pohjamaali
	160								
Tauno parsinavetta pihatto sikala	80		1/3m	38x50 42x65	5-7,5	4	8	25	pohjamaali
	280								
Trional parsinavetta pihatto sikala	80		0	50x80	5-7	3	8	25	pohjamaali
	280								
	280			45x80	5-7	5-6	6	25	pohjamaali
							7	25	

Puristin

Merkki ja malli	Männän tyyppi	Läpän ohjaus	Lantaputken suurin teoreett. pituus paine		Poikki- leikkaus cmxcm	Ainepaksuudet		
			m	bar		putki mm	mäntä mm	sarana- tappi mm
Alfa-Laval								
K-1000	raappa	kitka	2	4,6	22x59	5	12	30
K-2000	laatikko	pakko	6	3,1	35x59	5-8	8-12	25
Lanta-Hydro								
I	tiivis	paino+ jousi	24	16	∅ 36	5	2-20	-
II	raappa	kitka	2,5	4,4	25x60	3	15	20
Optimaatti	laatikko	pakko	3,3- 4,8	3,5	31x60	5-8	12	30
Paskervilleri								
4000	raappa	pakko	4	4,5	22x51	4	8	32
8000	laatikko	pakko	6	4,6	36x56	5	12	20
Pasmatik								
Super	tiivis	paino+ jousi	30	10	∅ 60	6	6-30	-
1	tiivis	paino	30	16	∅ 36,5	5	5-30	-
5	laatikko	paino	5	3,2	25x50	4	8	22
Pomo								
P	raappa	kitka	5,2	4,6	25x50	4	20	30
S	laatikko	pakko	5,5	4,8	32x60	4	7-12	30
Tauno								
Navetta	laatikko	pakko	2,5	3,6	26x60	5	10-12	16
Sikala	"	"	"	5,8	"	"	"	"
Trional	raappa	kitka	2,6	4,4	33x60	4	8	30

Hydrauliikkoneisto

Kone	Moottori kW	Pumpun tuotto l/min	Suunnan- vaihto- paine bar	Suurin paine bar	Laskettu tehontarve kW	Hydraulisylinterit läpim./männ.varsi x pituus mm	Hydraulisylinterin käyttö	
							cm/s	purist. siirto
Alfa-Laval	4	16	155	200	4,1	70/40 x 2000 60/40 x 2000	6,9-10 9,4-17	X
Lanta-Hydro	4	16,5	130	180	3,6	125/60 x 1000 80/50 x 2000 50/30 x 2500-4000	2,2-2,9 5,5-9,0 14-22	X X
Optimaatti	4	13	130	200	2,8	80/56 x 2000-2400 63/50 x 2000-3000 ¹⁾ 80/50 x 2000-3000 ¹⁾	4,3-8,5 19 7,1	X X
Paskervil- leri	2,2 4	9 16 16	175 175	200 200	2,6 4,7	60/45 x 1900 80/56 x 1900 50/20 x 1900-2500 ¹⁾	5,3-12 5,3-10 16	X X X
Pasmatik	4 7,5 11	22 33 48 22	140 140 140	250 250 250	5,1 7,7	60/35 x 2500 125/80 x 950 160/80 x 1200 50/30 x 2500	13-20 4,5-7,6 4,0-5,3 19-29	X X X X
Pomo	2,2 3	9 12	185 185	205 205	2 3,7	63/50 x 2000 80/50 x 2000	6,4-17 4,0-6,5	X X
Tauno	4	12,3 12,3	180	220	3,7	63/50 x 2000 80/50 x 2000 40/25 x 1000	6,6-18 4,1-6,7 16-27	X X X
Trional	4	13	175	200	3,8	80/50 x 2000 40/25 x 1000	4,3-7,1 17-28	X

1) 2-vartinen sylinteri

(Hydraulikoneisto, jatkoa)

Kone	Sylinterit läpimitta mm	Seinämän paksuus mm	Kiinn. tapin läpimitta mm	Tapin luki- tustapa	Lukituk- sen pak- suus mm	Männän varren krom. paksuus µm	Pintakäsittely	Putkisto Ruost.teräs = R Vahv.kumi = K Muovi = M
Alfa-Laval	70	5	30	saksisokka	6	25	maali	R
	60	5	30	"	6	25	"	
Lanta-Hydro	125	6	45	mutteri	45	50	Kirjo-maali	R
	80	7,5	30	saksisokka	8	50	"	
	50	5	25	mutteri	25	50	"	
Optimaatti	80	7,5	60	tappi	10	50	3 x epoksim.	K
	80	7,5	40	"	10	50	"	
	63	6	40	"	10	50	"	
Paskervilleri	80	5	32	saksisokka	8	25	epoksimaaali	R
	60	5	32	"	5	25	"	
	50	4	10	mutteri	10	25	"	
Pasmatik	160	10	70	mutteri	20	25	epoksimaaali	R
	125	7,5	70	"	20	25	"	
	60	5	24	"	24	25	"	
Pomo	50	5	20	"	20	25	"	
	80	5	30	saksisokka	8	50	2 x epoksim.	R
	63	5	30	"	8	50	"	
Tauno	80	5	50	tappi	12	50	pohjamaali	M
	63	5	50	"	12	50	"	
	40	5	40	"	12	50	"	
Trional	80	5	30	tappi			pohjamaali	R
	40	5	20	"			"	

2.3 Lantakoneiden syöpyminen ja valmistusaineet

Lannanpoistolaitteet on yleensä valmistettu rakenneteräksestä. Lanta-Hydro -tiivismäntäkoneen lantamännän vaippa on kuitenkin ruostumatonta terästä, taulukko 2. Kestävyyttä voidaan parantaa myös tekemällä osat kovasta teräksestä tai pinnoittamalla ne.

Karjasuojissa vallitsevat metallin syöpymiselle otolliset olosuhteet, jotka kuitenkin vaihtelevat suuresti tilalta toiselle. Syöpymisvoimakkuuteen vaikuttavat eniten kosteus ja rakenteiden paksuus.

Lantakoneissa esiintyviä syöpymisen erityislajeja ovat:

Väsymissyöpyminen, jossa vaihteleva jännitys metallissa kiihdyttää syöpymistä keskittäen sen suppeille alueille. Syöpymisen etenemistä hidastaa teräksen pinnalle muodostunut ruostekalvo. Vaihteleva jännitys, esimerkiksi vuorottainen veto ja puristus vetopalkissa aiheuttaa tähän kalvoon repeämiä. Näiden repeämien kohdalta metalli syöpyy helpommin kuin muualta. Syöpyminen jatkuu nopeasti vaihtelevan jännityksen murtaessa kalvoa sitä mukaa kuin sitä syntyy. Tällainen on tilanne koneessa, jossa ainepaksuus on niin pieni, että metalli taipuu tai venyy jostain kohdasta. Esimerkkinä voidaan pitää vetopalkkia, jonka ainepaksuus on vain 3 mm. Se rasittuu ja ruostuu raappojen akselitappien läheisyydestä eniten.

Sähkökemiallinen syöpyminen johtuu erillisten anodisten ja katodisten kohtien olemassaolosta elektrolyytin kostuttamalla pinnalla. Anodisiksi sanotaan kohtia, joissa elektrodipotentiaali on suurempi kuin muualla ja joissa metalli sen takia pyrkii liukenemaan. Kun elektrolyyttiliuos kostuttaa kahta metallia, tulee jalompi niistä katodiksi ja epäjalompi anodiksi. Tällainen pari syntyy, kun hydraulisylinterin männänvarsi kromataan, kromi on jalompi kuin rauta. Männänvarsi täytyy kromata, koska sen täytyy tiivistää hydraulioöljy ja olla aina sileä ja syöpymätön. Kun männänvarsi kiinnitetään ruostumatomalla ruuvilla, muodostuu kolmen metallin yhdistelmä. Kahden hydraulisylinterin tiivistepesä oli syöpynyt hyvin voimakkaasti, toinen 2 ja toinen 7 vuoden kuluessa. Samoin oli

syöpynyt vetopalkin sisällä, ruostumattoman öljyputken alla ollut hydraulisylinterin kuori. Sähkökemiallista syöpymistä ei kuitenkaan ilmennyt kovin yleisesti. Sitä tapahtuu lähinnä silloin kun sylinteri on kostean lannan peittämä. Syöpyminen voitaisiin ehkä torjua lisäämällä rakenteeseen sinkkianodi, joka syöpyisi teräksen asemasta.

Piilosyöpymistä ilmenee sellaisissa rakenteissa, joissa on rakoja, esimerkkinä useasta osasta hitsaamalla kootuissa vetopalkeissa. Kun hapen pääsy ahtaisiin rakoihin estyy, muodostuu metallin pinta sen kohdalla anodiseksi verrattuna muihin kohtiin, joihin hapen pääsy on helpompaa. Siitä johtuu, että syöpyminen keskittyy rakoihin ja muihin sellaisiin kohtiin, joihin hapen pääsy on työlästä.

Kuoppasyöpymistä ilmeni osassa ruostumattomia öljyputkia. Kuopan muodostuminen alkaa, kun ruostumattoman teräksen pinnalla oleva passivoitunut kalvo murtuu jostain kohdasta helpommin kuin muualta. Syynä paikalliseen kalvon erilaisuuteen voi olla esimerkiksi teräksen epätasainen rakenne.

Jännityssyöpyminen saattaa halkaista öljyputkia sellaisista kohdista, missä putki on litistynyt taivutettaessa. Ruostumattomat putket pitäisi asentaa niin, ettei niihin jää jännityksiä.

Rakenteiden, kuten hydraulisylinterien pinnoitus ja maalaus pidentää niiden ikää. Se ei kuitenkaan ole taie syöpymiskestävyydestä. Jos esimerkiksi sylinterin seinämä on niin ohut, että se elää paineen vaihdellessa, maaliin tulee usein hiushalkeamia ja ruostuminen alkaa. Sylinterit kannattaa kerran vuodessa pestä ja öljytä päältä päin.

Teräksen normaali suojaamistapa on pinnoittaa teräs sinkillä, joka epäjalompana syöpyy raudan asemasta. Hydrauliputkiston liittimet olivat yleensä kadmioidut tai sinkityt, mutta kerros oli nähtävästi niin ohut, että kosteissa paikoissa liittimet syöpyivät niin voimakkaasti, ettei niitä tahdottu saada enää auki. Liittimissä pitäisi olla paksumpi suojakerros, tai ne pitäisi suojakerroksen lisäksi maalata.

3. MITTAUKSET

Tiloilla mitattiin koneiden melu, tehontarve, lannanpoistoaika, nopeus sekä kourujen mitat. Mittausten yhteydessä seurattiin koneen toimintaa ja toiminnan mahdollisesti tarvitsemaa apua.

3.1 Melu

Eläinsuojien melu lannanpoistolaitteen ollessa pysähdyksissä oli keskimäärin 62 dB(A). Lannanpoistolaitteiden melu 1 m päästä pumpusta mitattuna oli hiljaisimmissa laitteissa, Tauno ja uusi Paskervilleri, 71 dB(A). Äänekkäin laite, 79 dB(A), oli Pasmatik, taulukko 3. Laitteet nostavat eläinsuojan melutasoa 3-9 dB(A). Sellaistakin laitetta, jonka melu oli 73 dB(A), koneen käyttäjät pitivät liian kovaäänisenä, silloin kun sitä jouduttiin käyttämään keskimääräistä pitempään eli noin 2,5 tuntia päivässä. 71 dB(A):n melua pidettiin pienenä. Taulukossa 3 esitetyt melut on mitattu lannanpoistolaitteen työliikkeen aikana. Suunnanvaihto aiheuttaa lisäksi noin 9 dB(A):n suuruisen lisämelun, joka nostaa koneen keskimääräistä kokonaismelutasoa noin 2,5 dB(A). Koko työvaiheen keskimääräinen melutaso voitiin mitata vain muutamista eläinsuojista, koska eläimet aiheuttivat mittausta häiritsevää melua.

Eri tiloilta saatujen tulosten hajonnasta johtuen vasta 2-3 dB:n eron eri koneitten välillä voidaan katsoa olevan itse koneesta eikä sattumasta johtuvaa.

Eräällä tilalla oli koneisto vaadittu sijoitettavaksi noin 15 m päässä puristimesta sijaitsevaan konehuoneeseen. Tällaisen sijainnin edellyttämät normaalia pitemmät koneiston ja sylinterien väliset hydrauliputket oli pitänyt tehdä tavallista suuriläpimittaisemmasta putkesta, jotta kone oli saatu toimimaan normaalisti. Kaikkiaan kahdeksan (8) koneistoa oli sijoitettu erilliseen tai paikalle rakennettuun konehuoneeseen.

Taulukko 3. Lannanpoistolaitteen melu 1 m päässä pumpusta työ- tai paluuliikkeen aikana.

	Melu dB(A)	Hajonta	Koneita
	x	±	kpl
Alfa-Laval	72	3,6	18
Lanta-Hydro	73	2,5	17
Optimaatti	73	2,8	18
Paskervilleri, vanha malli	75	4,1	14
Paskervilleri, uusi malli	71	0,9	5
Pasmatik	79	2,9	4
Pomo	74	3,1	18
Tauno	71	2,9	21
Trional	73	4,7	14

Melun voimakkuus riippuu ensisijaisesti hydraulipumpun työpaineesta. Melua vähentäviä tai lisääviä rakenteita ja toimenpiteitä on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Melua vähentäviä tai lisääviä rakenteita ja toimenpiteitä

Rakenne	Vaikutus dB(A) 1 m päässä koneesta ¹⁾
Koneikossa melua vaimentava rakenne tai melusuoja ympärillä	- 2 ... - 5
Koneikko erillisessä konehuoneessa	- 7 ... - 12
Koneikko kiinnitetty tärisevään vaneriseinään kiviseinän asemasta	+ 3 ... + 4
Likainen öljynsuodatin	+ 3 ... + 5
Kulunut pumppu	+ 2 ... + 12

- 1) - vähentävä vaikutus
+ lisäävä vaikutus

3.2 Tehontarve

Lannanpoistolaitteiden moottoreiden tehot vaihtelivat 1,5 kW:sta - 11,5 kW:iin. Yleisin teho oli 4 kW. Tehosta oli käytössä keskimäärin 62 % poisto- ja paluuliikkeen aikana. Liikkeen lopussa männän kulkusuunta vaihtui melkein kaikissa koneissa painekäyttöisen hydrauliventtiilin avulla. Suunnan-

vaihdon aikana moottorien kuorma vaihteli 95:stä 200 %:iin nimellistehosta. Suunnanvaihtopaine on säädettävissä ja se on samalla laitteen työpaine liikkeen lopussa. Monissa koneissa painetta oli jouduttu säätämään isommaksi, jotta puristin tai siirtokuljetin olisi toiminut talvella. Yhdessä tapauksessa moottori oli palanut liian suuren kuorman vuoksi, koska painetta ei oltu osattu säätää. Paineen pitäisi olla helposti säädettävissä, koska suuri paine väsyttää ajanmittaan hydrauliputkiston ja -sylinterit. Suurta painetta tarvitaan puristimella vain lantakasan ollessa iso tai pahoin jäätynyt. Puristimen voimantarpeen ollessa joillakin tiloilla suuri pakko ohjattiin suunnanvaihtventtiiliä käsin. Pihatto- ja sikalalaitteitten leveät raappalinjat vaativat suurta painetta; kahdessa koneessa paine oli jouduttu säätämään äärimmilleen. Laitteiden nimellisteho lantakourun pituusmetriä kohden ilmenee taulukosta 5.

3.3 Lannanpoistoaika

Sylinterien työliikkeen nopeudet on esitetty taulukossa 2. Jos puristimeen on liitetty eläinten jaloissa liikkuva siirtokuljetin, sen nopeus ei saisi olla suurempi kuin taulukossa mainitut 4-6 cm/s. Jotta lannanpoistoaika ei toisaalta tulisi liian pitkäksi, on monikouruinen laite jaettava kahden tai useamman hydrauliyksikön hoidettavaksi. Määrätynlaiset sylinterit voidaan myös kytkeä sarjaan, jolloin sama öljy käyttää yhtä aikaa kahta tai useampaa sylinteriä. Järjestelmä vaatii automaattisen tasausventtiilin sylinterien välille.

Laitteitten lannanpoistonopeus riippuu eläinten ja kuivikkeen määrästä. Pienessä navetassa konetta käytetään usein navetta-
töiden aikana. Tällöin aika tahtoo venyä 15-20 minuuttiin, vaikka eläimiä olisi vähemmän kuin kymmenen. Kuivikkeen määrän kasvaessa lannanpoistoaika piteni taulukon 5 mukaisesti. Koneita pidettiin liian hitaina yleensä vain suurissa navetoissa, joissa päivittäiseksi käyttöajaksi tuli 2-4 tuntia.

Taulukko 5. Hydraulipumpun moottorin nimellisteho sekä lannanpoisto aika lantakourun pituusmetriä kohden, kun kuiviketta käytetään päivässä 1,5 kg/ny tai 2,5 kg/ny.

Laitte	Nimellisteho W/m		Lannanpoisto aika min/m		Koneellis- tamisaste	
	Pienin	Keskim.	Suurin	Kuivikkeita/ny		
Alfa-Laval	63	114	190	0,7	0,8	kokonaan
Lanta-Hydro	57	131	270	0,9	1,1	kokonaan
Optimaatti	63	121	270	0,6	0,8	osittain
Pasmatik	44	98	170	0,8	0,8	kokonaan
Paskervilleri	51	95	160	0,7	0,9	kokonaan
Pomo	52	97	200	0,8	0,9	kokonaan
Tauno	33	136	290	0,5	0,5	osittain
Trional	46	122	400	0,7	0,8	kokonaan
				0,9	0,9	kokonaan
				0,4	0,4	osittain

Taulukosta nähdään, että niillä tiloilla, joilla lannanpoisto oli vain osittain koneellistettu, lannanpoisto sujui paljon nopeammin kuin kokonaan koneellistetuissa eläinsuojissa. Osittain koneellistettuja olivat esimerkiksi emakkosikalat, joissa oli usein vain puristimella varustettu poikkikouru, johon lanta työnnettiin siirtokouruista käsikolalla. Samoin pienissä navetoissa saattoi olla vain pelkkä puristin.

Jos eläimet jäävät tai pääsevät lantakouruun koneen käydessä, konetta ei voida jättää käymään ilman valvontaa. Etenkään nuoret eläimet eivät osaa siirtyä pois raapan tieltä. Esimerkiksi avokourullisissa pihatoissa siirtokuljettimien nopeuksien tulisi olla mahdollisimman pienet.

4. LAITTEIDEN VIAT JA HÄIRIÖT

Mittausten yhteydessä seurattiin laitteiden toimintaa ja toiminnan mahdollisesti tarvitsemaa apua. Samalla haastateltiin käyttäjiä. Jotta koneet muistettiin käydä osa osalta läpi, kirjattiin mittaus- ja haastattelutiedot kyselykaavakkeelle. Tutkimukseen pyrittiin saamaan mukaan myös kaikkien valmistajien vanhempia laitteita.

Lannanpoistolaitteissa esiintyneet viat tai toimintahäiriöt, jotka ovat edellyttäneet hoito- tai korjaustoimenpiteitä on esitetty taulukossa 6. Kaikkia lukuja ei voida sellaisenaan verrata keskenään, koska osa laitteista, kuten esimerkiksi Pasmatik-koneet ovat kaksi kertaa suurinta osaa muita koneita vanhempia, taulukko 7.

4.1 Siirtokourut

Siirtokouruissa hoitoa vaativat eniten raapat. Raappojen kääntymistä työ- ja paluuasentoon haittaavat sellaiset kourujen väärät rakenteet kuin pohjan notkot tai koholla olevat virtsakourun kannet. Raappojen nivelet vaativat yleisesti säännöllistä puhdistamista, jotta raapat kääntyisivät kunnolla.

Vetopalkkien taipuminen tai raappojen törmääminen poikkikourun ylle rakennettuun siltaan aiheuttivat raappojen rikkoontumisia. Raapat irtosivat yleisimmin huonon lukituksen tai sen puuttumisen tahi niveltapin katkeamisen takia.

Taulukko 6.

Lannanpoistolaitteiden eri kohteiden toimintahäiriöiden hoito tai korjaustoimenpiteiden lukumäärä 100 konetta kohti. Kymmentä pienempiä lukuja ei ole otettu mukaan.

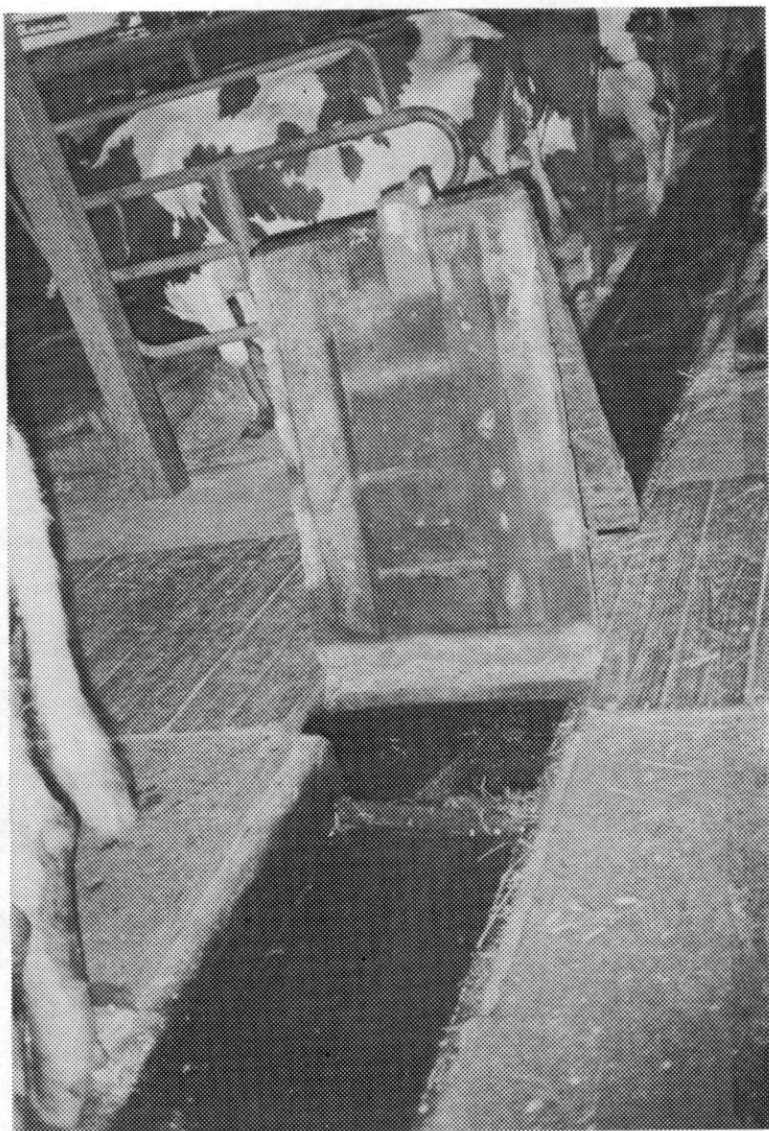
Työ tai häiriö	Alfa-Laval	Lanta-hydro	Opti-maatti	Paskervilleri	Pasmatik	Pomo	Tauno	Trional
Koneiden lukumäärä kpl	22	20	21	21	19	20	21	20
<u>Raappakuljetin</u>								
Raappojen nivelten puhdistus tai seuranta	32	47	48	48	47	35	57	25
Raapat irtoavat	18	59	-	14	29	20	-	15
Raapat vääntyvät	45	29	19	38	12	10	23	20
Kourun pään puhdistus	23	12	19	14	-	10	14	20
Kertaajan puhdistus	-1)	1)	1)	100	-1)	1)	100	100
Ratapalkin alustan puhdistus tai palkin kunnostus	32	12	14	43	82	10	43	50
Risteyksessä tukos	23	15	-	24	42	30	-	15
Hidas	-	-	-	-	-	-	-	10
<u>Puristin</u>								
Häiriöitä olkia käytettäessä	23	53	-	32	72	37	29	13
Häiriöitä määrällä lannalla	41	27	21	37	44	32	29	19
Painetta säädetty	14	-	16	16	11	-	18	19
Voima lopussa	23	13	-	-	-	11	18	38
Jäätynyt	-	-	-	-	-	11	-	19
Läppävika	23	40	-	26	33	11	35	50
<u>Hydrauliikka</u>								
Öljyvuotoja	36	50	25	30	68	30	55	16
Putkien ja liittimien rikot	-	55	-	20	89	35	29	48
Sylinterien rikot	-	25	-	10	47	25	10	26
Koneiston korjaus	32	30	10	25	42	20	40	21
<u>Rakennustekniset viat</u>								
Lantakasan hajoitus								
pieni tila	-	-	37	-	-	11	21	-
kasa kaatuu seinälle	14	-	16	16	-	21	16	-
lanta löysää ja jäätyy	23	15	11	32	16	11	-	19
muu syy	18	-	-	-	-	10	10	37
Sylinteri irtoaa valusta	-	-	-	-	-	-	-	10
Asennus- tai valuohjeet puutteelliset	14	15	-	14	11	-	-	-

1) Laitteessa ei ole kertaajaa

Huonot tai puuttuvat vetopalkin ohjaimet tahi lannan kerääntymisen palkin ja kourun pohjan taikka seinän väliin aiheutti vetopalkin vääntymisiä.

Kourujen risteyksien tukokset johtuvat usein siitä, että liian matalista aukoista yritetään työntää liian suuria kivi- ja tukkoja poikkitaikouruihin. Risteyksien aukkoja voidaan suurentaa korottamalla navetan lattiaa poikkikourun kohdalla tai tekemällä risteyksiin saranoidut kannet, kuva 12. Saranoituja kansia käytettiin vain kahdessa navetassa, vaikka niistä

olisi ollut hyötyä lähes kaikissa poikkikourullisissa laitteissa. Joissakin tapauksissa tukos johtui siitä, että pitkittäiskourun raappa ei vienyt lantaa perille poikittaiskouruun asti vaan lanta kasaantui 20 cm päähän poikittaiskourusta. Vika korjattiin joko raappaa siirtämällä tai viistoamalla pitkittäiskourun pohja kourujen liittymässä. Lantakourun ollessa leveä käytetään Paskervillerissä, Taunossa ja Trionalissa männän liikkeen kertaajaa. Kuivaa lantaa siirrettäessä on kertaaja säännöllisesti puhdistettava, lietelantaa poistettaessa vain esimerkiksi kerran vuodessa.



Kuva 12. Jos lannan kulkuaukko kourujen risteyksissä on ahdas, voidaan sitä väljentää käännettävillä kourun kansilla.

4.2 Puristin

Runsas kuivikkeiden ja etenkin pitkän oljen käyttö aiheuttaa tukoksia puristimissa. Olkitukkoja on autettava menemään puristimen aukosta sisään. Tiivismäntälaitteissa syntyy eniten tukoksia puristimen syöttökuilussa, johon kuivikelanta helposti holvaantuu. Liian vähäinen kuivikkeen käyttö aiheuttaa helposti kirnuamisilmiön: lanta tulee takaisin lantalasta puristimen paluuliikkeen aikana. Jos puristimelle tulee runsaasti nestettä, saadaan neste ulos lisäämällä siihen kuivikkeita. Myös tiivismäntäpuristimia on jouduttu joskus kuivittamaan.

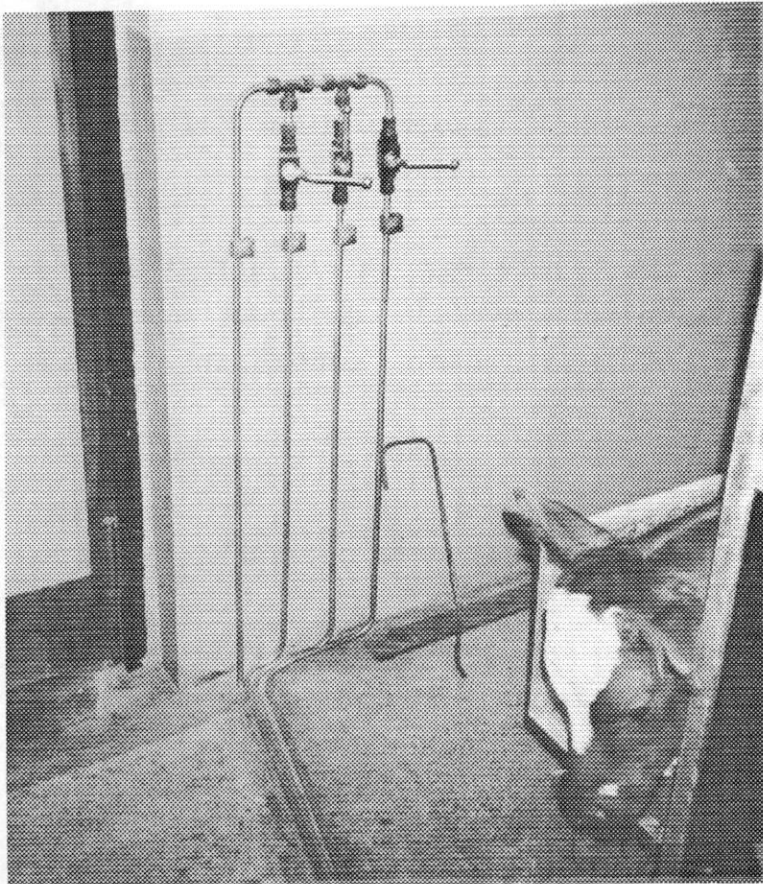
Puristimen voima ei aina riitä, kun lantakasa kasvaa suureksi tai kasan pinta jäätyy. Usein puristimen suunnanvaihtopaine on asetettu koneen asennuksen yhteydessä niin alhaiseksi, että vastuksen suurennuttua puristimen männän liike lyhenee. Kun suunnanvaihtopainetta on korotettu on tilanne saatu korjautumaan. Koneen kestävyys kannalta onkin parempi säätää paine mieluummin tarpeen mukaiseksi kuin käyttää vain varmuuden vuoksi korkeita paineita. Voimien riittämättömyys ilmeni erityisesti 1987 -talven pakkasissa.

Puristimen läpän toimintahäiriöitten aiheuttaja on useimmiten läpän kääntömekanismi. Sivusta saranoidun läpän kitkatoimista pakko-ohjausta joudutaan usein säätämään. Tiivismäntäpuristimen läpän toimintahäiriöt olivat suurimmaksi osaksi jousen katkeamisia. Jousen katkeaminen ei käyttäjien mukaan paljontaan haitannut koneen toimintaa.

Jos puristin on hidas, täytyy siirtokuljettimien tuomaa lannan määrää säädellä käyttämällä vain osaa kuljettimista kerrallaan. Monikouruisessa koneessa pitäisi joka kourulle olla sulkuventtiili, jotta esimerkiksi jonkin osan korjauksen aikana muu osa koneesta saadaan toimimaan. Venttiili ei kuitenkaan saa olla kourussa, kuva 13, vaan seinällä, kuva 14.

Kuva 13.

Siirtokourun käyttöventtiili on asennettu lantakoruun koneen käyttäjää ajattelematta.



Kuva 14.

Siirtokouruja on voitava käyttää toisistaan riippumatta. Käyttöventtiilit on tässä koneessa asennettu siististi seinälle ja niitä on helppo käyttää.

Puristimen jäätymiset olivat melko harvinaisia. Mikäli puristimen suulta on suuri pudotus lantalaan, on talvella varottava tyhjentämästä lantala puristimen suuta myöten. Avopuristimen perässä ollut jatkoputki saattoi jäätyä, jos sen lämpöeristäminen oli epäonnistunut. Puristimessa ja putkessa pitäisi olla 10 cm lämpöeristys.

4.3 Hydraulikka

Hydrauliikkaputkien, -letkujen ja -liittimien öljyvuodoista osa johtui siitä, että putkistot olivat huonosti suojattuja tai huonosti kiinnitettyjä. Teräsputkissa esiintyi pitkittäisiä, putken väsymisestä johtuvia halkeamia. Ruostumattomat teräsputket on eristettävä koneistosta ja pitkien linjojen mutkissa on käytettävä letkujatkeita. Liittimissä havaittiin syöpymisestä johtuvia vuotoja. Myös sylintereiden vuodot olivat pääasiassa syöpymisestä johtuvia. Syöpymiä havaittiin usein ruostumattomasta teräksestä tehtyjen putkien läheisyydessä. Syöpymisnopeus vaihteli tiloittain riippuen laitteen lantaisuudesta ja kosteudesta.

Sylintereiden vauriot olivat pääosin kiinnitysten tai hitsaus-saumojen ratkeamisesta johtuvia. Joitakin sylintereitä oli vääntynyt tapaturmaisesti, kun kouruun oli pudonnut lankkuja tai muuta vastaavaa.

Hydraulipumppuja oli vaihdettu joko rikkoontumisen tai liian pienen tehon vuoksi.

Hydraulikoneiston puutteista oli tavallisimpia sarjaan kytkettyjen sylinterien iskunpituuden tasausventtiilin puuttuminen. Tasausventtiili oli toimitettu joihinkin koneisiin vasta jälkeen päin.

4.4 Rakennus ja lannanpoistojärjestelmän suunnittelu

Varsinkin silloin, kun suunnitellaan lannanpoistojärjestelmää vanhoihin rakennuksiin, jätetään lantala usein liian vähälle huomiolle. Lantala saatetaan jättää jopa rakentamatta; riittää,

että lanta työnnetään seinästä ulos. Lantakasaa joudutaan useimmilla tiloilla hajottamaan tai siirtämään kesken talven.

Tiloilla, joilla käytettiin niukasti kuiviketta (0,1...1,8 kg/ny.pv) jouduttiin lantakasan kuori rikkomaan 6...26 kertaa vuodessa, jotta puristin olisi vienyt lannan ulos navetasta. Tiivismäntäkoneita (Lanta-Hydro ja Pasmatic) käytettäessä lantakasan hajotustarve oli vähäisempi kuin avopuristinkonetta käytettäessä. Tiivismäntäpuristimen lantaputki sijoitetaan lantalan keskeltä nousevaksi siten, että kasa täyttyy keskeltä päin. Puristin kykenee suuren paineen (15 bar) ansiosta puristamaan lantaa suureenkin kasaan.

Avopuristimia käytettäessä jouduttiin lantakasaa hajottamaan seuraavista, rakenteista johtuvista syistä:

- lantala oli liian pieni tai lanta tuli aivan lantalan nurkkaan
- suojaseinä puuttui tai oli liian matala
- katettu lantala oli liian matala
- ympäristön vedet valuivat lantalaan
- virtsan erotus ei toiminut karjasuojassa
- puristimen voima loppui alhaisen paineen tai lannan-murtajan puuttumisen takia

Osalla tiloista lanta ajetaan jo talvella pellolle, koska siihen on paremmin aikaa kuin keväällä.

Lannanpoistolaitteiden asentaminen piirustusten mukaan tehtyihin kouruihin oli yleensä onnistunut suuremmitta vaikeuksista. Joissakin tapauksissa tilalle oli toimitettu väärän pituiset raapat tai vääräkätinen siirtokuljetin. Puristimen asentamisessa paikoilleen oli hankaluuksia parilla tilalla. Sylinterien kiinnitys betoniin petti viidellä tilalla.

Lantakourujen risteyksessä oli usein tukoksia, koska kourut olivat yleensä matalia. Aukon korkeuden on oltava risteyksessä vähintään 30 cm käytettäessä pitkää olkea kuivikkeena. Vain vanhoissa navetoissa on 30 cm syvät kourut, uusissa joudutaan lattiaa korottamaan risteyksessä, viistoamaan siirtokourujen pohja tai nostamaan risteyksen silta ylös, kuva 12. Kourujen

risteyksen pitäisi olla + -mallinen, eikä L-mallinen, jotta voitaisiin käyttää kääntyviä raappoja. Hitsatun kiilaraapan yhteydessä kourun pää on puhdistettava säännöllisesti, muuten raappa ja ratapalkki saattavat vääntyä.

4.5 Sähkölaitteet

Kahdella tilalla pumpun moottori oli kytketty virheellisesti. Joitakin kontaktoreita oli rikkoontunut. Köysivetoisen siirtokuljettimen sähköinen rajakatkaisin ei kestänyt pihatoissa juuri vuotta enempää.

Sähköverkon jännite oli yleensä 380-395 V. Vain yhden sähkölaitoksen alueella jännite oli 365-370 V, eli hieman alle nimellisjännitteen.

5. LAITTEIDEN HOITO- JA KORJAUSTYÖAIKA

Taulukossa 7 esitetään laitteiden vuotuiset hoito- ja korjaustyöajat. Ajat vaihtelevat niin paljon, että vasta 10-15 tunnin eroja voidaan pitää 95% todennäköisyydellä merkitsevinä. Laitteiden koko ja ikä lisäsivät vain vähän työaika. Nautayksiköksi on laskettu 1 lehmä tai 2 nuorta eläintä tahi 2 emakkoa taikka 8 lihasikaa. Kunkin työn vaatima tuntimäärä on saatu käyttäjiä haastatteleamalla tai epäselvissä tapauksissa luokittelemalla työ jatkuvaksi, päivittäin, viikottain, kuukausittain tai vuosittain toistuvaksi taikka kertatyöksi. Taulukon keskiarvoissa eivät ole mukana muita huomattavasti työlämmät, ts. yli 60 tuntia vuodessa vaativat laitteet. Niiden lukumäärät on kuitenkin ilmoitettu. Sinänsä 60 tuntiakin vuodessa merkitsee esimerkiksi navetassa vain 5 min lannanpoistokertaa kohden. Hoito- ja korjaustyöaika lisäsivät näillä 60 tunnin tiloilla:

- puristimen hitaus olkia käytettäessä, 8 tapausta
- lannan liika löysyys kyseisellä puristimella poistettavaksi, 7 tapausta
- vetopalkin alustan puhdistustarve, 6 tapausta
- raappojen seuranta ja niiden auttaminen, 5 tapausta
- kourujen liittymän tukkeutuminen, 4 tapausta
- kourun pään tai kertaajan puhdistustarve, 3 tapausta

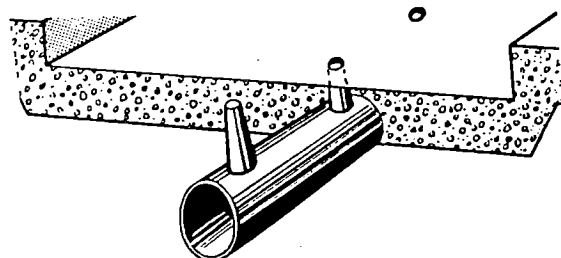
Taulukko 7. Lämmanpoistolaitteiden hoitoon ja korjauksiin keskimäärin tarvittavat työtunnit vuodessa. Suuritoisimpia laitteita, tunteja yli 60, ei ole otettu mukaan laskettaessa keskimääräisiä työtunteja.

	Alfa- Laval	Lanta- hydro	Opti- maatti	Pasker- villeri	Pasma- tik	Pomo	Tauno	Trional
Laitteiden ikä keskimäärin tut- kimushetkellä	2,5 17	2,7 12	2,5 17	2,5 18	5,9 13	2,5 17	3,4 12	2,6 4
Parsinavetat eläinten määrä ny	22	22	27	21	31	26	25	26
kuiviketta kg/pv.ny	1,3	2,2	1,8	1,4	1,7	1,9	1,8	2,1
työtunteja/vuosi	21	21	9	18	29	18	20	30
Laitteita, jotka tarvitsivat yli 60 työtuntia/ vuosi	0	1	0	0	3	2	0	2
Pihatot ja liha- sikalat	2	3	1	3	-	1	4	6
eläinten määrä ny	88	56	24	61	-	50	34	40
kuiviketta kg/pv.ny	0,3	0,1	0	1,8	-	0,8	0,2	0,2
työtunteja/vuosi	-	7	8	39	-	8	13	15
Laitteita, jotka tarvitsivat yli 60 työtuntia/ vuosi	2	0	0	2	-	0	0	0
Emakkosikalat	3	5	3	-	6	2	4	11
eläinten määrä ny	35	27	19	-	30	16	30	17
kuiviketta kg/pv.ny	0,7	1,6	3,4	-	1,9	2,9	2,2	2,1
työtunteja/vuosi	19	26	12	-	15	16	45	8
Laitteita, jotka tarvitsivat yli 60 työtuntia/ vuosi	1	0	0	0	2	0	0	2

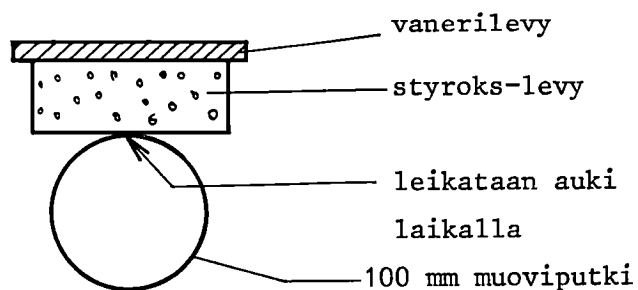
6. VIRTSAN EROTUS

6.1 Virtsan erotuslaitteet

Virtsakourut joudutaan sekakuiviketta käytettäessä puhdistamaan keskimäärin taulukon 8 mukaisesti. Puhdistuskertojen määrään vaikuttavat paitsi kuivikkeen määrä myös virtsakourun kaltevuus ja kansileveyn rei'itys. Erilaisia virtsakourun rakenteita on esitetty kuvissa 15, 16 ja 17.

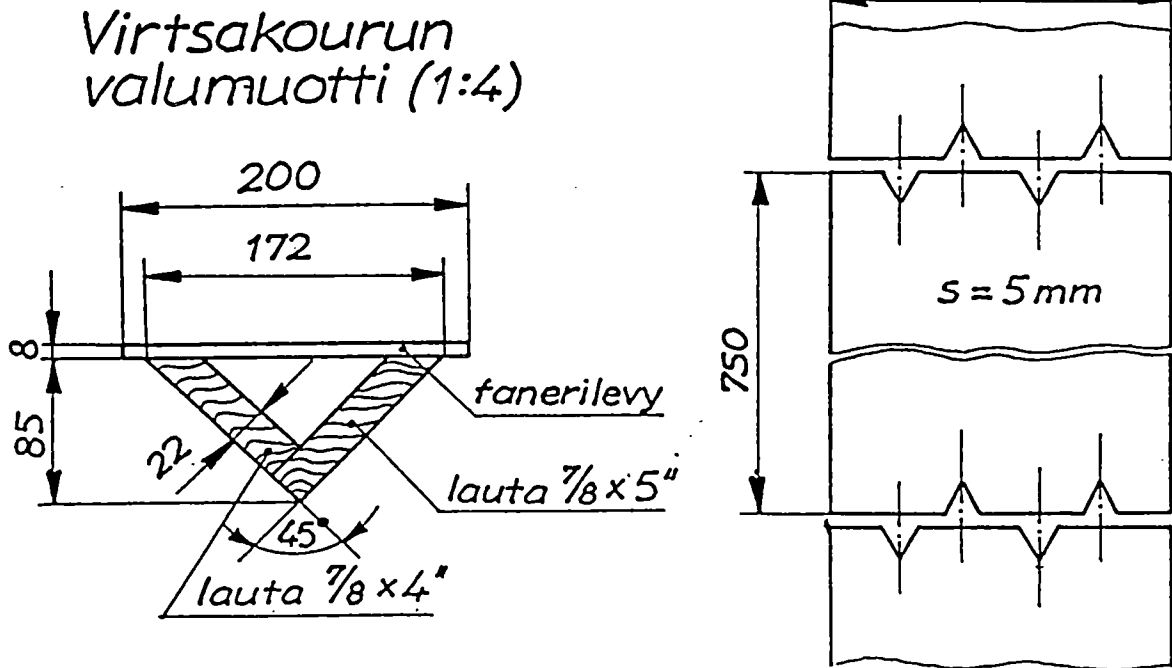


Kuva 15. Trional-tuttiputki



Kuva 16. Virtsakourun valumuotti

Virtsapeltti



Kuva 17. Virtsakourun valumuotti ja kourun kansi, malli Tauno.

Taulukko 8. Rakenteeltaan erilaisten virtsakourujen vaatimat keskimääräiset puhdistuskerrat vuodessa sekakuiviketta käytettäessä. Kuivikkeen määrä vaihteli nautayksikköä kohti yhdestä kolmeen kiloon päivässä.

Kuiviketta kg/pv.ny	Kourun kaltevuus				
	0 cm/m		1 cm/m		0 cm/m
	Suomulevy	Reikälevy	Suomulevy	Reikälevy	Tuttiputki
1	4	8	5	3	0,4
2	3	5	5	3	0,3
3	2	1	5	3	0,2

Virtsakouru pysyi lähes yhtä hyvin auki, käytettiinpä seka-kuivikkeessa oljen lisäksi turvetta, sahanpurua tai kutterinlastua. Sekakuiviketta käytettäessä puhdistustarve oli keskimäärin neljä kertaa vuodessa. Sen sijaan käytettäessä kuivitukseen pelkkää turvetta jouduttiin virtsakourua puhdistamaan keskimäärin kerran viikossa. Sekakuivikkeen määrän lisääntyessä puhdistustarve vähentyi. Kourujen eri muotojen ja pintamateriaalien (betoni tai muovi) vaikutusten välillä ei aineiston vähyydestä johtuen voitu havaita

merkitseviä eroja. Sen sijaan kourun suuri tilavuus vähentää puhdistustarvetta. Niinpä esimerkiksi Ø 75 mm muoviputki on liian pieni. Suorilla tai kartiomaisilla pyöreillä, taikka suorilla, kolmion muotoisilla rei'illä varustetut kansilevyt toimivat hieman paremmin kuin suomulevyillä varustetut, mutta merkitseviä eroja ei ollut. Kartiomaisilla rei'illä varustettu tuttiputki toimi kaikkein parhaiten, mutta sitä oli vain sikaloissa. Sen sijaan sähkösenusputkea muottina käyttäen valetut suorat reiät virtsakourun kannessa toimivat huonosti. Jos kantena käytetään lautaa, ovat moottorisahalla sahatut rakomaiset reiät paremmat kuin poratut pyöreät reiät. Vanhoissa navetoissa, joissa oli lyhyet, 7-10 m pitkät lantakourut, virtsan erotus oli hoidettu siten, että kourun pohja vietti sekä parresta pois päin että puristimeen päin. Kourun loppupäästä virtsa johdettiin putkea pitkin virtsakaivoon. Järjestelmä näytti toimivan sekä olki- että sekakuiviketta mutta ei aina turvekuiviketta käytettäessä.

Riittävän avaran, Ø 12,5 cm, vaakasuoraan asennetun, muovisen tuttiputken lisäksi, kuva 15, muita hyviä virtsakourun malleja ovat esimerkiksi muoviputken ja laudan avulla valettu tai V-urainen, kuvat 16 ja 17.

Yleisin kuivike oli olki, jota käytti yksinomaan tai muun kuivikkeen ohella yhdeksän tilaa kymmenestä, taulukko 9. Vuonna 1987 oli monella alueella oljen saanti huonoa, joten käytettiin lisäkuivikkeita, lähinnä kutterilastua.

Taulukko 9. Kuivikelaji

Kuivike	Tiloja
Olki	88
Olki ja kutterinlastu	29
Olki ja sahanpuru	13
Olki ja turve	8
Kutterinlastu	8
Turve	6
Sahanpuru	3
Turve ja kutterinlastu	1
Olki, turve ja sahanpuru	1
Olki, turve ja kutterinlastu	1

Ritiläpohjaisissa pihatoissa virtsanerotus ei toiminut vaikka virtsakourua puhdistettiin 2 viikon välein. Koska virtsa ei erottunut, lanta oli löysää, eivätkä puristimet vieneet sitä ulos. Lisäksi lantakasan päälle jäättyi kuori, jota jouduttiin särkemään vähintään kerran kuussa. Pihatoissa lannanpoisto toimii hyvin kun lanta kerätään siirtoraapoilla poikkikouruun ja käsitellään sen jälkeen lietelantana.

6.2 Kuivikkeiden ominaisuuksia

- + hyvä ominaisuus
- huono ominaisuus

Olki

- + puhdistaa virtsakourun kannen, lanta ei jäädy kasassa yhtenäiseksi kimpaleeksi, jos olkea on riittävästi, noin 4 kg/ny.pv
- + sopii puristimessa kirnuuntuvan lannan kuivittamiseen
- + silputtuna toimii vähemmin häiriöin kuin pitkänä
- aiheuttaa kourujen risteyksissä häiriöitä
- aiheuttaa eräissä koneissa puristinhäiriöitä
- holvaantuu tiivismäntäkoneiden puristimeen (Lanta-Hydro ja Pasmatik)
- ei voida käyttää silppuamattomana ritilänavetoissa

Sahanpuru

- + on helppo levittää
- on usein märkää tilalle tuotaessa
- voi tukkia turvotessaan puristimen
- tukkii virtsakourun

Turve

- + ei tuki kourujen risteyksiä ja puristimia yhtä helposti kuin pitkä olki
- likaa hydraulioöljyn etenkin sarjaan kytketyissä sylintereissä
- lisää virtsapeltien ja -kourujen puhdistustarvetta aina 3 tuntiin/vuosi.ny asti

Kutterinlastu

- + on kuivaa
- on yleensä hankittava jo kesällä ja varastoitava talveksi

7. TAPATURMAT

Ihmisille haastattelutiloilla oli sattunut kaksi tapaturmaa:

- karjanhoitajan jalka oli emakkosikalassa jäänyt raapan ja poikkikourun kannen väliin
- lehmä oli potkaissut raappoja korjannutta isäntää päähän

Eläimille oli sattunut tapaturmia vähän. Eräessä kiinteälattiaisessa makuuparsipihatossa, jossa raappalinjan nopeus oli suuri, 6,5-8,8 cm/s, kiinteän kolan väliin oli jäänyt yhden lehmän utare ja toisen lehmän häntä. Raappa vaihdettiin sen jälkeen kääntyväksi.

Eräessä parsinavetassa seinän viereisen lehmän häntä oli joutunut puristimeen, joka oli asennettu liiaksi navetan seinän sisäpuolelle.

Kahdessa navetassa lehmän sorkka oli vaurioitunut lehmän astuttua raapan tai sen nivelen päälle.

Yhden sian jalka oli jäänyt raapan ja karsinaportin väliin, portin jäätyä auki lannanpoiston ajaksi.

8. KAASUJEN JA VEDON AIHEUTTAMAT HAITAT

Lannanpoistopuristimen ulosmenoaukosta ei vetänyt eikä sieltä tullut kaasuja, ellei puristimen suuta tyhjennetty kokonaan.

Sellaisessa lietelantajärjestelmässä, jossa on suoraan lietelantasäiliöön lantaa siirtävä kuljetin, ilma saattaa alipaineilmanvaihdon yhteydessä virrata lantasäiliöstä eläinsuojaan päin. Eräessä sikalassa, missä lantasäiliön puurakenteinen kansi oli laho ja reikäinen, mitattiin lannanpoiston aikana seuraavat kaasupitoisuudet:

		Kaasujen pitoisuus sikalassa	Ihmiselle haitalliseksi tunnettu pitoisuus 8 tunnin aikana	15 min aikana
Rikkivety	ppm	9	10	15
Ammoniakki	"	7	25	40
Hiilidioksidi	"	2300	5000	5000

Yksinään ei minkään kaasun pitoisuus ollut haitalliseksi tunnettua pitoisuutta korkeampi. Kaasujen yhteinen vaikutus lasketaan seuraavasti:

$$8 \text{ h:} \quad 9/10 + 7/25 + 2300/5000 = 1,64$$

$$15 \text{ min:} \quad 9/15 + 7/40 + 2300/5000 = 1,24$$

Laskelman mukaan haitalliseksi tunnettu yhteispitoisuus ylitettiin edellä esitettyssä tapauksessa 64 ja 24 prosentilla. Lyhytaikainenkin oleskelu tällaisessa sikalassa lannanpoiston aikana saattaa aiheuttaa haittaa terveydelle. Kahdessa aikaisemmin tutkitussa navetassa lantakouru oli koetettu tiivistää seinän kohdalle laitettujen kumiläppien avulla. Niitä ei kuitenkaan oltu saatu tiiviiksi, vaan rikkivety levisi lantakourua myöten ympäri navettaa lantasäiliön sekoituksen aikana.

Varmin ilmanvirtauksen estäjä lantasäiliön ja eläinsuojan välillä on vesilukko. Jos vesilukkoa ei ole mahdollista rakentaa, on lantasäiliön kansi tehtävä tiiviiksi. Kanteen tai lantakouruun voidaan lisäksi laittaa puhallin, joka imee ilmaa eläinsuojasta päin. Puhaltimen ilmamäärän on oltava niin suuri, että eläinsuojasta pois päin liikkuvan ilman nopeus lantakanavassa on vähintään 0,5 m/s. Lantasäiliön sekoituksen aikana kannessa oleva puhallin tulee yleensä tehottomaksi, koska lantasäiliön kannen läpi pannaan lantapumppu, jonka aukosta vuotaa ilmaa. Lantasäiliö olisi yleensä tyhjennettävä kesällä, jolloin ovet ja ikkunat voidaan avata tai eläimet eivät ole rakennuksessa. Jos lantasäiliö on niin pieni, että lantaa joudutaan ajamaan ympäri vuoden, olisi lannanajon aikana käytettävä ylipaineilmanvaihtoa. Potkuripuhaltimia käytettäessä se käy päinsä muuttamalla puhaltimien pyörimissuuntaa suunnanvaihtokytkimellä.

9. KESTÄVYYS

Yleensä koneiden kestoiäksi oletetaan investointilaskelmissa 10 vuotta. Tässä tutkimuksessa oli 10 vuotta tai sitä vanhempia laitteita 6 eli 3,5% laitteista. Vanhoja koneita huollettiin vuosittain ja jokaisen huollon yhteydessä esimerkiksi raapoista tai niiden nivelholkeista uusittiin 5% - 10%.

Laitteen kestävyysvaikuttavat sen käyttötunnit ja käyttöikä. 20 nautayksikön navetassa laitetta käytetään noin 20 min. lannanpoistokertaa kohden. Jos laitetta oletetaan kesäaikaanakin käytettävän yhtä paljon, saadaan vuotuiseksi käyttötuntimääräksi 243. Taulukossa 10 esitetään laitteiden eri osien ikä, kun vuotuisesti tuntimääräksi oletetaan 243 tuntia. Syöpymisessä tuntimäärä ei ratkaise, vaan koneen ikä.

Samankin valmistajan eri laitteiden ja niiden osien kestävyys vaihtelee melkoisesti, jopa 4-14 vuoteen. Taulukossa 10 esitetään erilaisten vikojen ilmenemisikä. Jos ilmenemisikä on esimerkiksi 3, esiintyi kyseistä vikaa vähintään joka toisessa kolmevuotiaassa laitteessa.

Ruostumattomasta teräksestä tehtyjen hydrauliputkien huonohkoa kestävyyttä on nykyisissä koneissa pyritty parantamaan liittämällä putki letkuilla pumppuun ja sylintereihin. Tällöin pumpun tärinä sekä sylinterin ja koneiston mahdollinen liike suunnanvaihdon hetkellä ei siirry niin voimakkaana putkeen. Vain yksi teräsvahvisteisista kumiletkuista samoinkuin muovin (nylon-) putkista oli haljennut. Kumi- ja muoviputkien kestoikä ei sen vuoksi tullut tässä tutkimuksessa esille. Muoviletkun liittimet vuotivat usein vain tiukumalla eikä niitä aina kiristetty, koska pienet vuodot eivät vaikuttaneet öljyn kulutukseen ja koska se lisäksi suojasi liittimiä ruostumiselta.

Sylintereissä oli suunnittelu-, valmistus- tai asennusvikoja. Sylinteri saattoi esimerkiksi olla vinossa asennossa vetopalkkiin nähden. Tällainen vinous saattoi vioittaa hydraulisylinterin kantta tai sylinterin kiinnitysosia. Männävarsien kromauksen vauriot olivat harvinaisia ja ne oli usein korjattu

takuuna takuuajan jälkeenkin.

Raappojen nivelet olivat putkistojen lisäksi useiden koneiden heikko kohta. Nivelen kuluessa esimerkiksi poikkileikkaukseltaan kovera raappa saattoi nousta lannan pinnalle paluuliikkeen aikana. Silloin raapan mahdollinen lukituslaite kului pois ja tapin pää kului pyöreäksi. Lukituslaitteita oli tehty joillakin tiloilla järeämmiksi hitsaamalla raapan akselitapin päähän levy tai ruuvi ja kiinnitysmutteri. Joillakin tiloilla oli uusittu raapat vetopalkkeineen.

Muutamien laitteiden puristimen läpän pakko-ohjausniveleitä täytyi ruveta kunnostamaan melko varhaisessa vaiheessa, jopa 2-3 vuoden ikäisinä. Erään koneen vetopalkki oli aikaisemmin vain 3 mm levyä. Useilla tiloilla se ruostui 6-7 vuoden käytön jälkeen. Toisaalta 9, 10 jopa 12 vuotta vanhoja palkkeja oli edelleen käytössä.

Taulukko 10. Erilaisten vikojen ilmenemisikä.






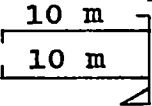
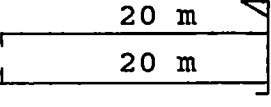

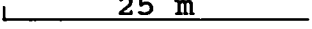
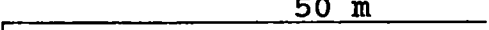

Vika	SY	Ikä/v	Konemerkkejä, joissa kyseistä vikaa ilmeni
Putket hankautuvat rikki	Kiinnitys koneistoon ilman letkuja tai huono tuenta, sylinterin nivellissä väljää	3	2
Liittimet hankautuvat rikki	-"-	Yli 10	3
Ruostumattomat putket väsyvät	Tärinä, huonot taivutukset	5	5
Sylinterit väsyvät	Hitsisaumat, huono tuenta	6,5	5
Sylinterit syöpyvät	(muutamia)	7-10	3
Sylinterien tiivisteet kuluvat	-	Yli 10	3
Raappojen nivelet kuluvat	-	5-10	4
Raapat kuluvat	-	Yli 10	3
Puristimen läpän pakko-ohjausnivelet kuluvat	-	3,5-7	3
Hydraulipumppu kuluu	-	6,5- Yli 10	3
Ratapalkki syöpyy rikki	Pieni ainepaksuus	6,5- Yli 10	1

10. HINTA

Lannanpoistolaitteen hintaan vaikuttavat kourujen pituus ja lukumäärä sekä puristimien koko ja tyyppi. Mitä suurempi laitteisto on sitä suurempia ja kalliimpia sylintereitä ja pumppuja on käytettävä.

Tiivismäntälaitteet ovat yleensä kalliimpia kuin avomäntäpuristimella varustetut laitteet. Lisäksi hinnat vaihtelevat valmistajittain. Laitteiden hintaesimerkkejä on taulukossa 11.

Taulukko 11. Lannanpoistolaitteiden hintoja

Laitteen asennuskaavio	Laite	Hinta asennettuna
	Puristin	12.000 - 22.000
	Puristin ja 10 m- raappakuljetin	13.000 - 22.000
	Puristin ja 20 m- raapat	18.000 - 29.000
	2 puristinta ja	
	20 m-raapat	24.000 - 30.000
	Puristin ja 30 m- raapat	25.000 - 36.000
	Puristin ja 50 m- raapat	31.000 - 44.000
	2 kpl 25 m-	
	raappakuljetin	25.000 - 36.000
	2 kpl 50 m-	
	raappakuljetin	30.000 - 45.000

Asennuskustannuksista oli tietoja vain 23 tilalta. Kustannukset vaihtelivat suuresti: esimerkiksi 21-24 nautayksikön laitteen 799 markasta 3.000 markkaan. Asennuskustannukset eivät 80-luvulla paljoakaan nousseet. Tietoja on tosin vain muutamista koneista. Lannanpoistolaite on syytä ostaa asennettuna, kiinteään hintaan.

Takuuehdot vaihtelevat; mm. eräs valmistaja hyväksyy vain valtuuttamansa asentajan asennuksen. Toinen hyväksyy ostajan tekemän asennuksen ja antaa takuun muilta osin paitsi asennuksen osalta.

20 nautayksikön laitteen käyttökustannukset voitaisiin laskea esimerkiksi taulukon 12 mukaan. Esimerkissä hydrauliputkisto ja siirtokuljetin on uusittu viiden vuoden kuluttua. Laitteiston kuoletusajaksi on oletettu 10 vuotta.

Taulukko 12. Laskelma 20 nautayksikön lannanpoistolaitteen vuotuisista käyttö- ja korjauskustannuksista

Kustannukset	mk/vuosi
A. Käyttökulut	
sähkö 3 kW/0,8 x 243 h/vuosi x 0,35 mk/kWh	319 mk
öljy (35 l x 15 mk/l) : 2 vuotta	263 mk
suodin (100 mk/kpl) : 2 vuotta	50 mk

vuotuiset käyttökulut	632 mk
B. Korjauskulut	
hydrauliputkien uusiminen (25 m x 32 mk/m + asennus 1.500 mk) : 10 vuotta	230 mk
siirtokuljettimen uusiminen (36 m x 150 mk/m + asennus 2.000 mk) : 10 vuotta	740 mk

vuotuiset korjauskulut	970 mk
Käyttö- ja korjauskulut A + B yhteensä	1.602 mk

Lannanpoistolaitteen vuotuiset kustannukset ovat taulukon 12 laskelman mukaan noin 5-6 % laitteen hankintahinnasta.

11. LANNANPOISTOLAITTEEN ASENNUS JA KÄYTTÖOHJEET

Asentajan ammattitaito ja huolellisuus vaikuttavat suuresti laitteen toimintaan ja kestävyYTEEN. Asennuksessa on kiinnitettävä erityisesti huomiota seuraaviin seikkoihin:

- hydrauliputkistot kiinnitetään ja suojataan kunnolla
- raapat kiinnitetään oikeaan kohtaan
- raapat sovitetaan niin, että ne pääsevät supistumaan riittävästi

- sylinterit asennetaan yhdensuuntaisesti vetopalkkien kanssa
- huolehditaan siitä, että hydraulijärjestelmään ei pääse roskaa asennuksen yhteydessä
- asennetaan puristin oikeaan kohtaan, jotta mäntä ei mene liian ulos tai käy navetassa lehmien jaloissa
- asennetaan vetopalkin alle riittävä määrä riittävän korkeita ohjureita
- kiinnitetään sylinterit vanhoihin kouruihin riittävän usealla ja paksulla tapilla
- kytketään putkistot oikein, jotta siirtokuljettimet liikkuvat oikeassa tahdissa

Hydraulikoneiston kyljessä olevat öljynvaihto-ohjeet olivat yleisimmät käyttö- ja huolto-ohjeet. Muutamiin laitteisiin oli olemassa erillinen käyttöohjekirja, joka tosin saattoi olla kadonnut jo lannanpoistolaitteen tilalle tuonnin aikana. Vain yhden koneen mukana oli navetan seinälle tarkoitettut koneen käyttö- ja hoito-ohjeet. Ne olivat kuitenkin tarpeettoman laajat käsittäen valmistajan kaikki mahdolliset konetyypit.

Laitteiden käyttö- ja hoito-ohjeissa pitäisi olla ohjeet ainakin seuraavista seikoista:

- kiilaraapalla varustettujen kourujen päiden säännöllinen puhdistaminen
- raappojen nivelien ja vetopalkin alustan ajoittainen puhdistaminen
- koneen vuosipuhdistus ja tarkastus, jolloin irtoamassa olevien raappojen lukitukset ja kuluneet nivelet kunnostetaan ja kääntymättömyys korjataan kuluneet alapinnat ja kääntymisvasteet kunnostamalla

Hydrauliöljyä ei useimmiten vaihdettu vuosittain, eikä se kaikissa koneissa näytä tarpeelliselta. Käyttöohjeet pitäisi olla seinällä, jotta esimerkiksi lomittaja pystyisi käyttämään konetta.

12. LANNAN PELLOLLELEVITYSKELPOISUUS

Lanta oli usein vetistä, koska kuivikkeita monesti käytettiin vähänlaisesti. Suurin osa lantaloista oli katottomia, katettuja oli vain 19, ja osaan pääsi lisäksi pintavesiä ulkopuolelta. Itä-Suomen karjatilojen joka kolmas lantala oli katettu, mutta muun tutkimusalueen navetoiden lantaloista vain joka kymmenes. Katettujen lantaloiden haittapuolena oli yleensä pienuus ja mataluus, jolloin lantala jouduttiin välillä tyhjentämään. Joissakin uusissa lantaloissa virtsakaivo oli lantalan alla. Tällaisissa tapauksissa valumareiat olisi sijoitettava lantalan reunoille eikä keskelle, jossa ne jäävät lantakasan alle ja tukkeutuvat.

Kiinteää karjanlantaa kuormattiin yleisimmin traktorin etukuormaimella, taulukko 15.

Pellolle levityksessä yleisimmin käytetty laite oli lannanlevityslaitteilla varustettu monitoimiperävaunu.

Taulukko 15: Lannan kuormaus- ja pellollelevitystavat

Kuormauksessa käytetyt laitteet % kokonaismäärästä

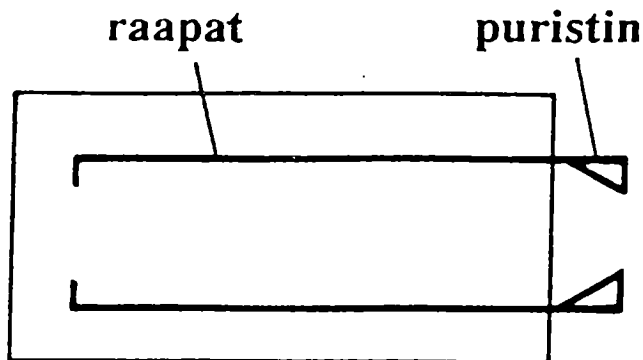
- . Traktorin etukuormain 45%
- . Traktorin takakuormain 33%
- . Traktorikaivuri 20%
- . Traktorin lantatalikko 2%

Levityksessä käytetyt laitteet % kokonaismäärästä

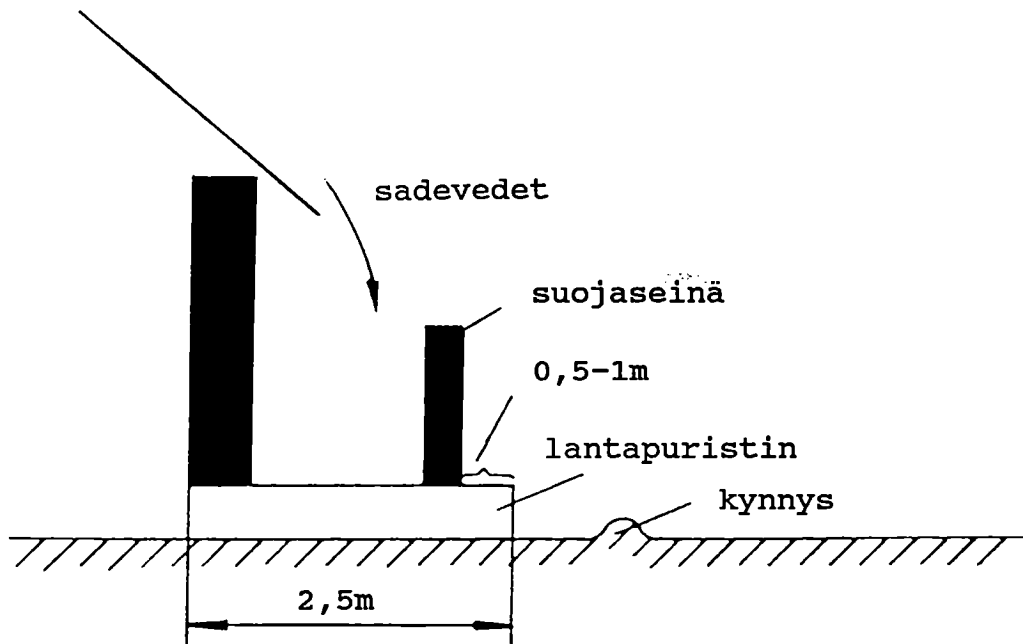
- . Monitoimiperävaunu 74%
- . Takalevy 8%
- . Äes 6%
- . Purkaimella varustettu lantatalikko 6%
- . Lantatalikko 6%

13. LANNANPOISTOLAITTEEN SISOITTAMINEN RAKENNUKSIIN**Lantala**

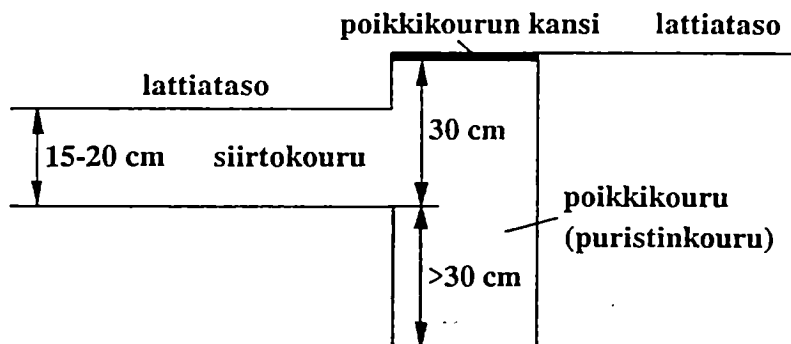
Lannanpoiston suunnittelu alkaa lantasaäiliöstä, sen sijaintipaikasta ja -korkeudesta. Lannanpoistolaitteen rakenne saadaan yksinkertaisimmaksi ja halvimmaksi silloin kun lanta voidaan työntää suoraan lantakourun päästä lantalaan. Lantala pitäisi voida sijoittaa kuvan 18 esittämällä tavalla kourujen päähän. Hyvin hoidetun lannanpoiston, johon kuuluu riittävän tehokas virtsanerotus ja/tai riittävä kuivitus, tuloksena on korkea, siisti tunkio. Haluttaessa voidaan lantalan ympärille rakentaa matala säleaita näköesteeksi. Lannan pursuminen navetan seinälle voidaan estää valamalla puristinputken päälle yli 1,5 m korkea suojaseinä, kuva 19.



Kuva 18. Kahden kourun laite



Kuva 19. Lantalan suojaseinä. Jos lantala on päädyssä, suoja-
seinä voi olla vielä lähempänä eläinsuojaa.



Kuva 20. Siirto- ja poikkikourun risteyksen korkeuserot.

Kourut

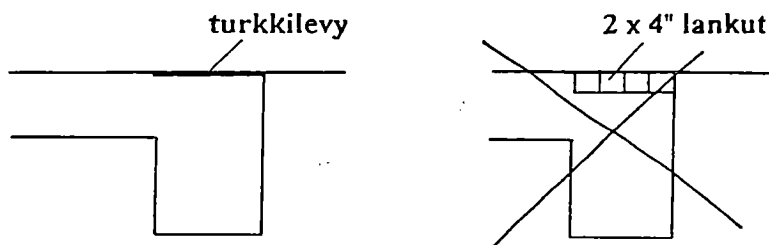
Jos lantalan sijoituksen tai muun syyn takia halutaan rakentaa ristikkäinen poikkikouru, täytyy kouruilla olla riittävä korkeusero. Jos poikkikouru katetaan ritilällä tai kansilla ja käytetään pitkää olkea kuivikkeena, on siirtokourun pohjasta poikkikourun kanteen oltava noin 30 cm, kuva 20. Pieniin navetoihin ja emakkosikaloihin, missä lantaa tulee suhteellisen vähän, saattaa olla edullisinta hankkia vain pelkkä puristin tai puristimella varustettu poikkikouru. Näin saadaan koneellistetuksi lannanpoiston raskain vaihe, eikä ovia lantalaan

tarvitse avata. Lannanpoisto on myös nopeampaa kuin silloin, jos kaikissa kouruissa olisi koneelliset raapat.

Vanhat navetat, joissa on 25-30 cm syvät lantakourut ja lantala navetan lattiaa alempana, sopivat hyvin koneellistettaviksi. Niiden lannanpoiston koneellistamista rajoittavat kuitenkin muunmuassa seuraavat seikat:

- kapeassa lantakourussa, esimerkiksi vain 35 cm, siirtokuljetinta voidaan joutua auttamaan, koska lannalle jää vain kapea kulkutila kourussa.
- niin lyhyessä kourussa, että sen varrelle mahtuu vain esimerkiksi neljä nuorta eläintä, voidaan kovalla pakkaamalla joutua hajottamaan kangella puristimen suulle jäätynyttä lantaa. Lanta jäätyy, kun sitä tulee vähän.
- jos pudotusta lantalaan on 2-3 m, voi olla edullista varustaa puristinsylinteri lämmitysvastuksella kaiken varalta.

Jos siirtokourut ovat matalia, vain 15-20 cm, on pitkää olkea kuivikkeena käytettäessä poikkikourun kansi varustettava ohuella kannella, kuva 21, tai lattiaa poikkikourun kohdalla korotettava tai varustettava poikkikourun kansi risteyksien kohdalla saranoiduilla luukuilla, jotka nostetaan lannanpoiston ajaksi ylös, kuva 12. Silputtu olki- ja turvekuivike menevät matalammastakin aukosta kuin aikaisemmin mainittu 30 cm.



Kuva 21. Tee kokoojakourun kansi ohueksi kourujen liittymässä.

Puristinkourun yläpään olisi ulotuttava ainakin metrin päähän viimeisestä risteyksestä, jotta sielläkin voitaisiin käyttää normaalia, kääntyvää raappaa. Jos katettujen kourujen päässä käytetään hitsattua kiilaraappaa, pitäisi katteen olla avattava, jotta kourun perälle mahdollisesti pakkautuva lanta

voitaisiin poistaa. Olkilanta on niin kovaa, että se pakkautuessaan lyhentää puristimen paluuisua, ja jos silloin hydraulikon painetta korotetaan, saattaa vetopalkki nousta paikaltaan ja vetopalkki ja raapat vääntyä.

Puristimet

Puristimia on kahta tyyppiä: poikkileikkaukseltaan suorakulmion muotoinen avopuristin, kuva 1, ja pyöreä tiivismäntäpuristin. Avopuristimen lantaputken suu ulottuu 2,5-6 m päähän navetan seinästä. Tiivismäntäkoneen yhteydessä lantäsäiliö voi olla kauempanakin, jopa 30 m etäisyydellä. Tiivismäntäkone pystyy myös puristamaan löysempää lantaa, eikä virtsan erotus ole lantakourussa välttämätöntä. Sen sijaan puristimen luona tai lantäsäiliössä pitää olla virtsan erotuslaite, silloin kun lantäsäiliön seinät ovat niin matalat, että ympäristöön voi päästä valumia. Puristimen tyypistä riippumatta ei virtsan erotus ole välttämätöntä, jos kouruun laitetaan riittävän paljon turve- tai olki- ja turvekuiviketta. Turvekuivike sitoo virtsan ammoniakkia olkea paremmin. Lantäsäiliön pohja on avopuristinta käytettäessä kourun pohjan tasalla tai sitä alempana ja tiivismäntäpuristinta käytettäessä puristinta ylempänä. Navetan seinien ulkopuolella olevat koneen osat, kuten puristin ja lantaputki on lämpöeristettävä huolellisesti vähintään 10 cm paksuisella eristeellä.

Kouruvalut

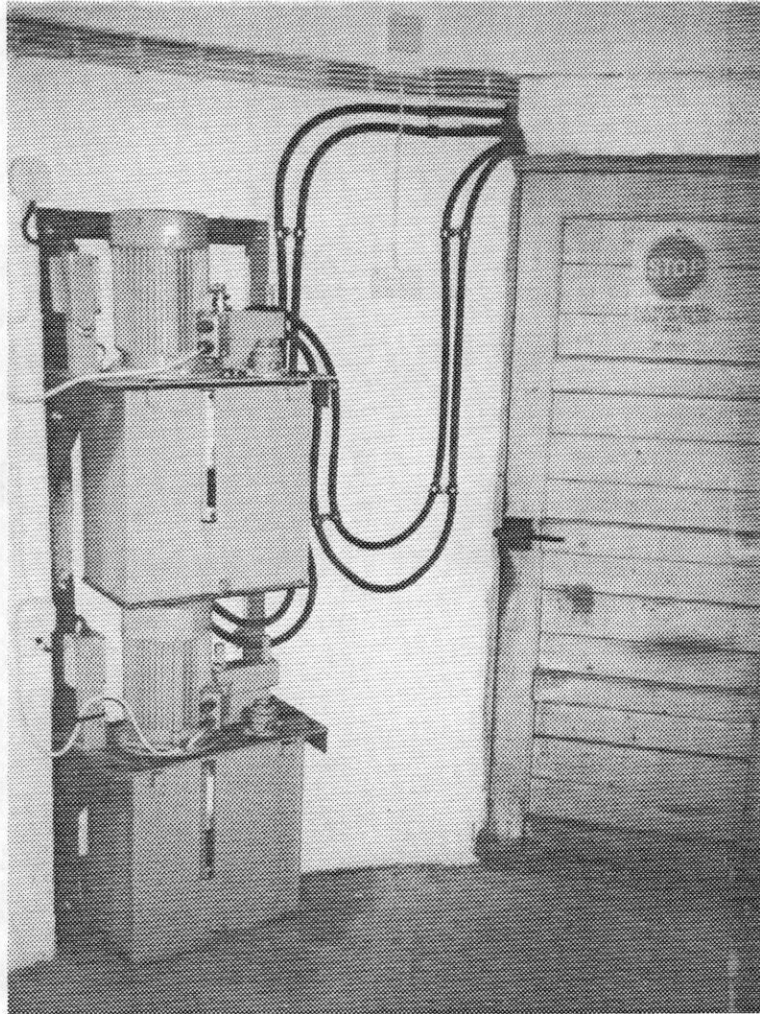
Lantakourussa ei saa olla sellaisia pahkoja ja olakkeita, joihin raapat saattavat tarttua kiinni. Sen sijaan jotkut koneenvalmistajat sallivat loivaa aaltomaisuutta kourussa, esimerkiksi 1 cm kolmen metrin matkalla.

Hydraulisynterien kiinnitystapin tartunnat on syytä kiinnittää betoniin huolellisesti, samoin ratapalkin ohjaustappeja on oltava riittävästi. Virtsakourun kannen muotti on tuettava niin hyvin, ettei se nouse valun aikana ylös, koska muuten kansilevyn paikka jää liian ylös ja raapat hankaavat levyt puhki.

Ennen laitteen tilaamista on syytä tutustua valuohjeisiin sekä koneen käyttöohjeisiin.

Ritilät

Sekä lehmiä että mulleja parressa pidettäessä lantakouru voi olla kokonaan tai osittain katettu. Molemmissa tapauksissa olkiset lantatukot voivat nostaa ritilöitä paikoiltaan. Ritilällä varustetussa parsinavetassa virtsan erotus yleensä onnistuu. Pihatoissa sen sijaan lanta tallautuu ja sekoittuu virtsan kanssa lietteeksi. Lanta kerätään pihatossa silloin poikkikouruun, josta se lasketaan lietelantasäiliöön tai pumppukaivoon. Pihattojen, samoinkuin parsinavetoissa vasikkakarsinoiden leveissä kouruissa käytetään kaksipuolisia- tai T-raappoja. Jos eläimet heittelevät pihatoissa rehua pöydältä ritilälle, pöydän reunaan on tehtävä 30 cm korkea este, jottei putoava rehu kuormita lannanpoistolaitetta toispuolisesti.



Kuva 22. Hydraulikoneisto voidaan asentaa eläintilan ulkopuolelle silloin, kun sylintereiden lähellä on sopiva tila.

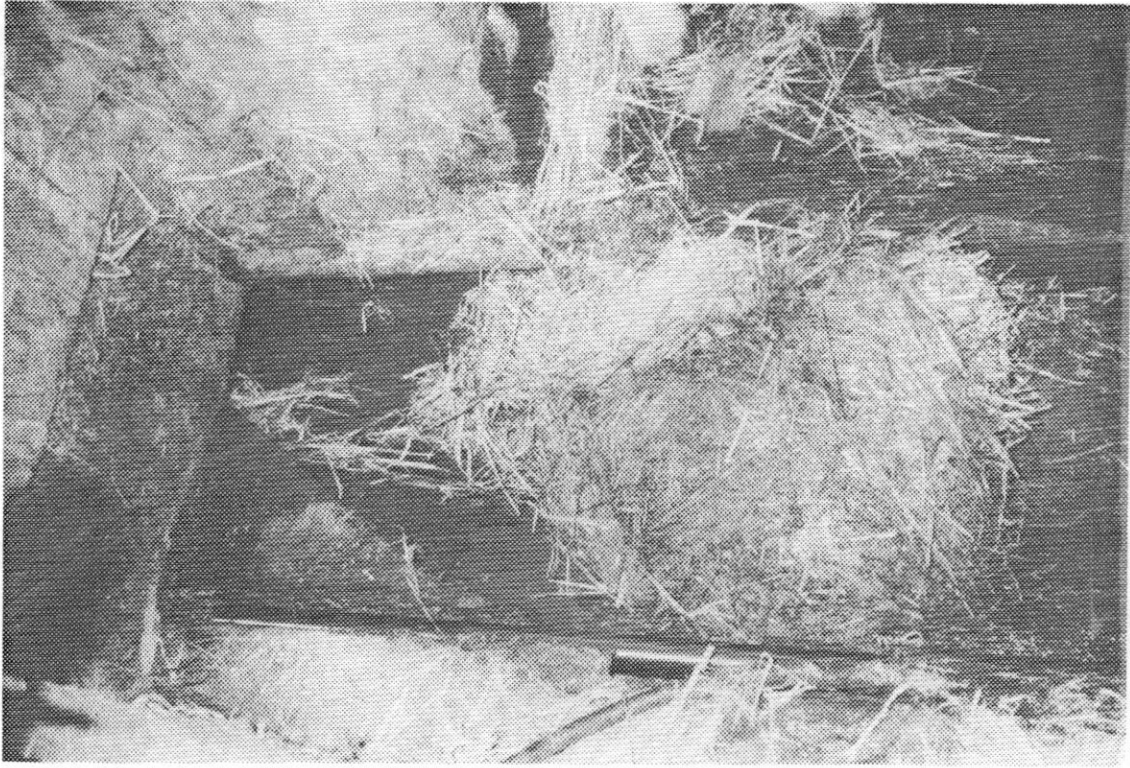


Kuva 23.

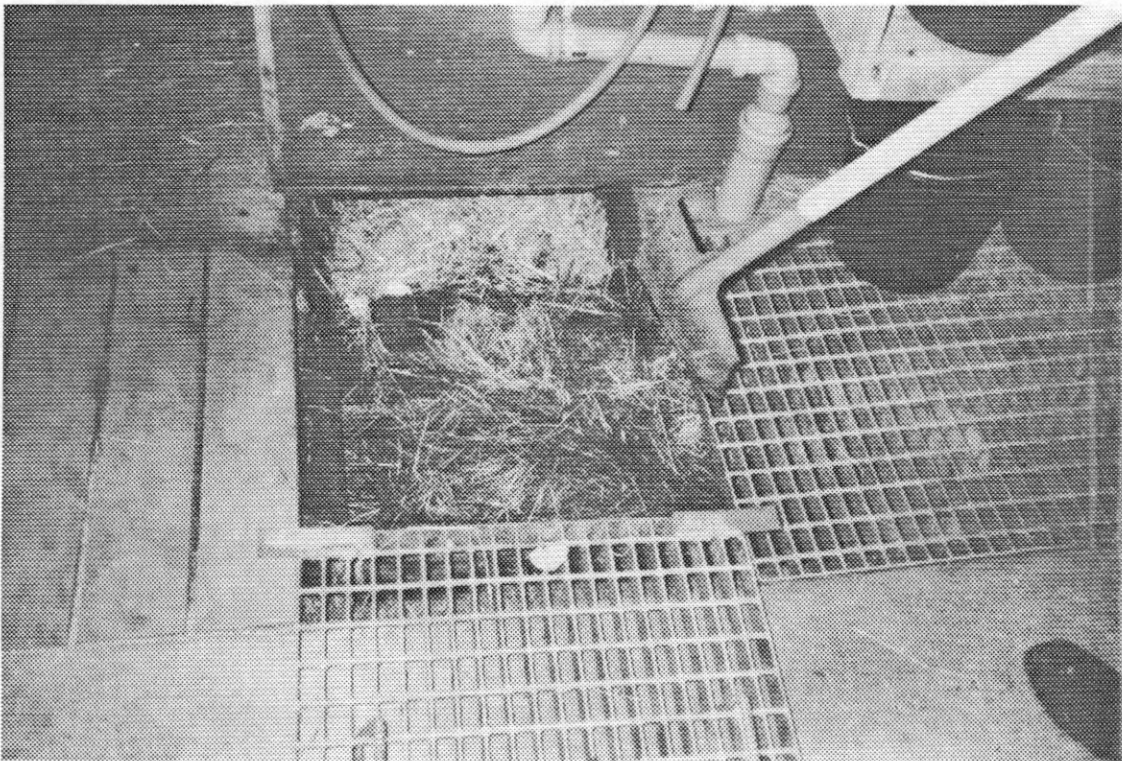
Käytävän vierelle seinään kiinnitetty hydraulikoneisto. Öljyn paineen osoittava mittari olisi hyödyllinen kaikissa hydraulilaitteistoissa.



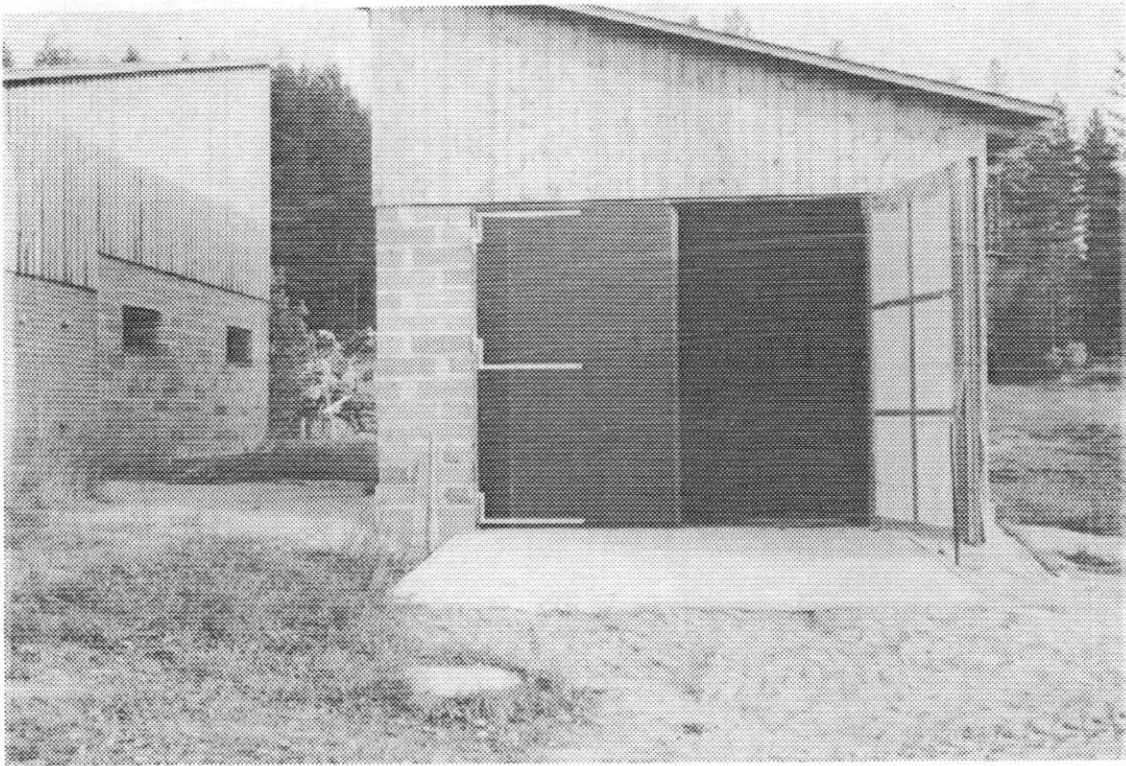
Kuva 24. Lattialle sijoitettu hydraulikoneisto. Pimeässä nurkassa olevan koneen pienet öljyvuodot saattavat jäädä huomaamatta.



Kuva 25. Käytettäessä kuivikkeena runsaasti pitkää olkea, kuiviketukat saattavat jäädä hetkeksi pyörimään puristimen suulle.



Kuva 26. Kourujen risteyksissä ja puristimen suulla tehdään runsaasti vielä töitä talikolla ja lapiolla.



Kuva 27. Tiivismäntäpuristinkoneella lanta voidaan siirtää karjarakennuksesta hieman pidemmällekin. Katettu lantala on rakennettu virtsasäiliön päälle. Tästä lantalasta saadaan kaikki ravinteet talteen.



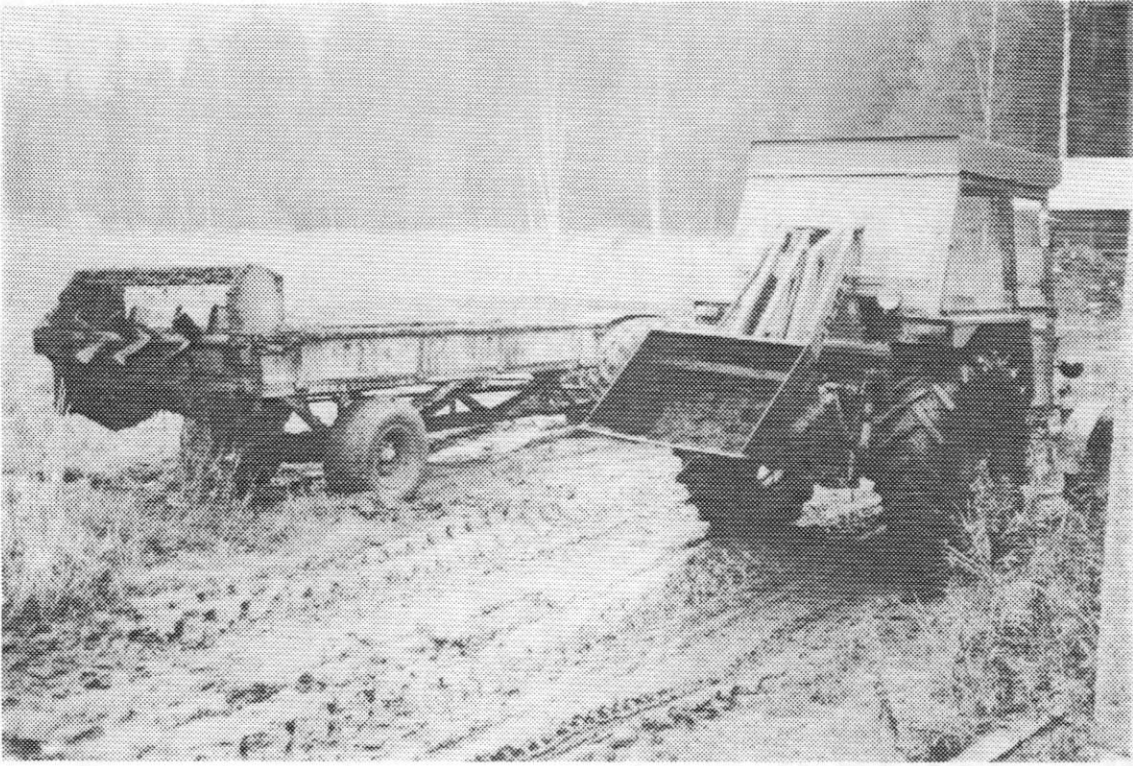
Kuva 28. Lantala on syytä rakentaa selkeäksi, varsinkin jos se tyhjennetään traktorin kuormaimella.



Kuva 29.
Karjarakennuksen puolei-
nen suojaseinä on har-
voin liian korkea.



Kuva 30.
Lannanpoistoketjun suun-
nittelussa jätetään lan-
tala liian usein huomiotta.



Kuva 31. Tutkimustiloilla lanta kuormattiin yleisimmin traktorin taka- tai etukuormaimella ja levitettiin yleisperävaunulla.

KIRJALLISUUTTA

1. Holma, M., Lannanpoistolaitteet, Toiminta- ja soveltuvuustutkimus, Työtehoseuran julkaisuja 204, Työtehoseura r.y. Helsinki 1978.
2. Miekko-oja, H.M., Metallioppi, Teknillisten Tieteitten Akatemia, Helsinki 1960.
3. Peltola, I., ym., Pintaturpeen käyttö lypsylehmien kuivikkeena, Työtehoseuran julkaisuja 274, Työtehoseura r.y. Helsinki 1986.
4. Vahala, J., Karjanlannan talteenotto, säilytys sekä koneellinen poisto ja levitys, Käytännön maamies 4/1982 ss. 68-72.

MARKKINOILLA OLEVIA LANNANPOISTOLAITTEITA

<u>Tuotenimi</u>	<u>Valmistaja</u>	<u>Pääedustaja</u>
Alfa-Laval	Fabriken Odin Ab Ruotsi	Hankkija
Kvanttori	Bioteräs Oy 41800 KORPILAHTI	Valmistaja
Lanta-Hydro	Suomen Karjatilatarvike Oy 14500 IITTALA	Valmistaja
Optimaatti	Timo Vuoristo 36840 POHJA	Valmistaja
Paskervilleri	Pellonpaja Oy 62375 YLIHÄRMÄ	SOK
Pasmatik	Konepaja Heikkilä Ky 21840 KARINAINEN	Valmistaja
Pomo	Merivirta Oy 31400 SOMERO	Kesko
Tauno	Pihkala Ky 36720 AITOO	Valmistaja
Trional	Kone Oy Trional 31500 KOSKI TL	Tuko

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUKSIA

- | No | Nimi |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 38. | Haber, P., Traktorin turvakaari. 1984. |
| 39. | Karhunen, J., Tuunanen, L., Eläinsuojien ilmanvaihdon mitoitus. 1984. |
| 40. | Horvath, A., Ståhlberg, P., Wilèn C., Oljen pelletointi ja pellettien käyttö polttoaineena. 1985. |
| 41. | Aarnio, K., Karhunen, J., Koivisto, K., Lietelannan kompostointilämmön talteenotto. 1986. |
| 42. | Ahokas, J., Luomi, V., Palva, T., Parmala, S-P., Schäfer, W., Kasviöljyt dieselmoottorin polttoaineena. 1986. |
| 43. | Ahokas, J., Mikkola, H., Traktorin polttoaineenkulutukseen vaikuttavia seikkoja. 1986. |
| 44. | Karhunen, J., Tuunanen, L., Alipaineilmanvaihto kotieläinsuojissa. 1986. |
| 45. | Kemppainen, E., Koivisto, K., Kompostoinnin vaikutus lietelannan laatuun ja käsiteltävyyteen. 1987. |
| 46. | Sarin, H., Castrèn, H., Pyykkönen, M., Käyttökokemuksia 80-luvulla rakennetuista kalustovajoista, varastokuivureista ja pihatoista. 1987. |
| 47. | Mäkelä, J., Mikkola, H., Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987. |
| 48. | Puumala, M., Karhunen, J., Louhelainen, K., Vilhunen, P., Jauhatuksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. 1988. |
| 49. | Schäfer, W., Ahokas, J., Maatalouskoneiden tietokanta, 1988. |

