



VAKOLA

RUKKILA
00001 HELSINKI 100
90-534 161

VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS
FINNISH RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

J. Karhunen ja M. Pyykkönen

Painepesulaitteista ja niiden käytöstä

Vakolan tiedote 26/77

ERIPAINOS KONEVIESTI N:o 1/78

Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella on suoritettu painepesulaitteiden koetus, jossa mitattiin mm. pesulaitteiden tehon tarve, veden kulutus, pumpun paine ja pesuteho. Koetukseen osallistui 8 pesuria. Koetuksen tulokset on julkaistu erillisinä koetusselostuksina. Tämä tiedote on lyhyt yhteenveto koetuksen aikana tehdyistä havainnoista.

Rakenne ja toiminta

Painepesulaitteen tärkeimmät osat ovat runkoon kiinnitetty moottori ja pumppu sekä paineletku ja paineletkun kädensija suutinputkineen. Pesussa käytettävä paine saadaan aikaan tavallisesti mäntäpumpulla, jossa on 2...6 sylinteriä. Lisäämällä sylinterien lukumäärää on pyritty vähentämään pumpun aiheuttamaa ääntä ja alentamaan pumpun kierrosnopeutta, ja näin lisäämään rakenteen kestävyyttä. Markkinoilla olevien pesulaitteiden pumppujen työpaine vaihtelee 49...157 bar, mutta laitteet, joiden pumppujen työpaine on 80...110 bar, soveltuvat ehkä parhaiten maatalouskäyttöön.

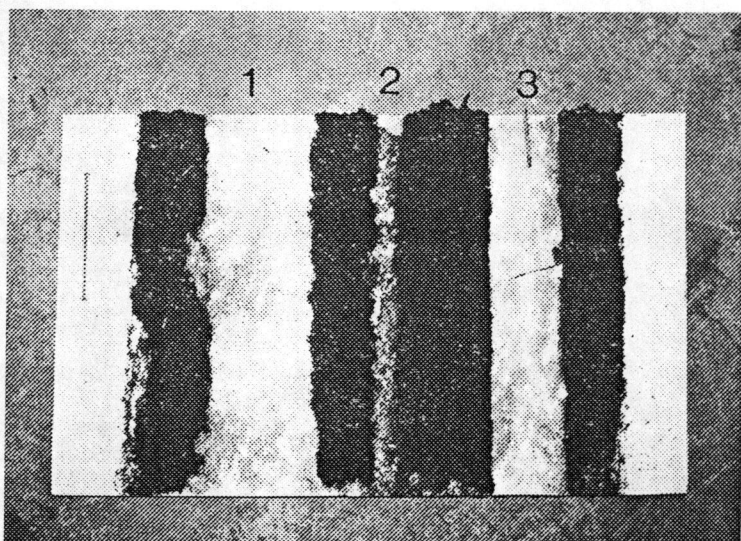
Pesulaitteen voimanlähteenä on tavallisesti sähkömoottori, mutta on laitteita, joihin tilattaessa saa polttomoottorin. Pesureissa käytettävien sähkömoottorien nimellistehot ovat 1,1...4,8 kW. Moottori käyttää pumppua joko suoraan akselinsa tai kiilahihnojen välityk-

sellä. Jos laitteessa on kiilahihnavälitys, pesuria hankittaessa on syytä tarkistaa, miten helppoa hihnojen kiristys ja vaihto on. Hihnat kestävät kuitenkin melko hyvin, jos huolehditaan siitä, että pumpussa ei ole painetta, kun laite käynnistetään. Painepesulaitteen moottori on syytä varustaa suojakytkimellä.

Painepesulaite liitetään vesijohtoon, josta tulee riittävästi vettä valmistajan suosittelemalla paineella. On myös laitteita, jotka tarvittaessa imevät käyttämänsä veden. Pesulaitteiden vedenkulutus on 7...22 l/min. ja suurin sallittu käyttöveden lämpötila 60...90°C.

Pesurin tulopuolella on vedensuodatin, joka poistaa vedessä mahdollisesti olevat epäpuhtaudet. On hyvä, jos vedensuodatin on riittävän iso ja tehokas, sillä vedessä olevat epäpuhtaudet vahingoittavat pumppua.

Tulopuolelta vesi joutuu pumpun kautta painepuolelle. Pumpun jälkeen on pesulaitteissa ohivirtausventtiili, jonka



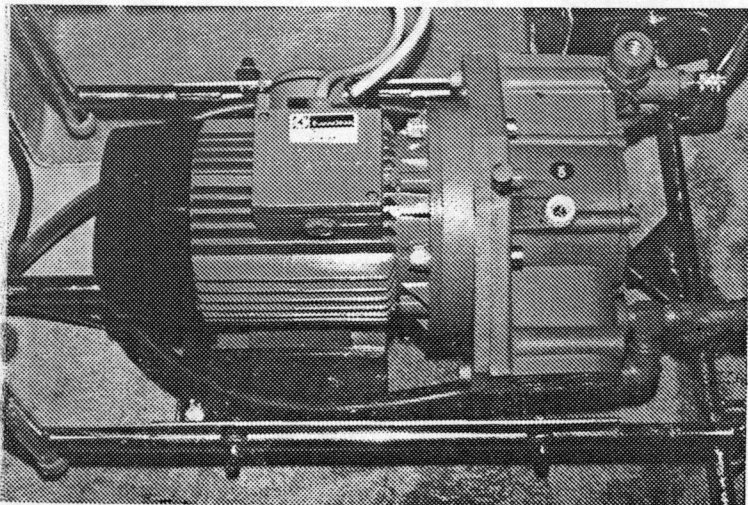
Kuva 1. Painepesulaitteilla päästään parempaan pesutulokseen kuin harjalla pesten. Painepesun jälkeen puhdistetun pinnan bakteeripitoisuus on selvästi alhaisempi kuin harjalla pesemisen jälkeen. Kuvassa kaista 1. on pesty 65 bar paineella ja pesutehoksi saatiin 1,5 m²/h, keskikaista (2.) on pesty vesiletkulla 2...4 bar paineella, jolloin pesuteho oli 0,46 m²/h. Suorareunainen kaista no. 3. on pesty 108 bar paineella jolloin pesuteho oli 10 m²/h.

kautta vesi virtaa käyttöventtiiliin ollessa suljettuna tai suuttimen ollessa tukossa. Pumpun jälkeen on eräissä pesulaitteissa myös paineensäätöventtiili, jonka avulla painetta voidaan portaattomasti säätää määrättyissä rajoissa. Esim. Rinki 100 ja Satar 1019-pesulaitteissa pumpun työpainetta voidaan säätää 57...84 bar, kun käytetään pesusuutinta SS 2510.

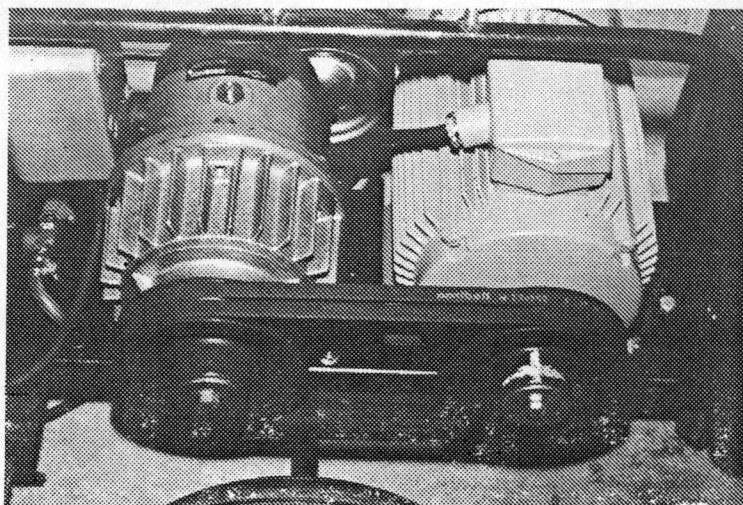
Jos paineletku on riittävän pitkä, noin 10 m, voidaan pestä suuri ala laitetta siirtämättä. Kun paineletku liittyy pumppuun ja kädensijaan pikaliittimin, on letkua helppo käsitellä laitetta siirrettäessä eikä letku kierry solmuille pesun aikana. Jotta pikaliittimet toimisivat hyvin, on niitä säännöllisesti rasvattava.

Kädensijan suihkuputkineen on oltava sopivan mittainen. Liian lyhyt kädensija vaikeuttaa lattioiden ja seinien pesua sekä pakottaa pesijän olemaan hyvin lähellä suihkua. Toisaalta liian pitkät suihkuputket ovat altaissa paikoissa, esim. koneita pestäessä, hankalat. Kädensijassa on ehdottomasti oltava käyttöventtiili, joka sulkeutuu, kun pesijän ote irtoaa kahvasta.

Kädensijassa on joko yksi tai kaksi suihkuputkea. Jos suihkuputkia on vain yksi, suuttimet ovat tavallisesti vaihdettavia, pikaliittimin liitettäviä. Jos suihkuputkia on kaksi, toinen suutin on tarkoitettu pesua ja toinen pesuaineen levitystä varten ja suuttimet on



Kuva 2. Painepesulaitteen pumppu, joka on asennettu suoraan sähkömoottorin akselille.



Kuva 3. Painepesulaitteen pumppu ja moottori. Voimansiirto tapahtuu kiilahihnojen avulla.

yleensä liitetty kiertein suihkuputken päähän. Suihkuputken ja kädensijan oikealla muotoilulla voidaan huomattavasti pienentää kädensijassa vaikuttavia voimia ja pesijän käsiin kohdistuvaa rasitusta.

Pesuaineen lisäys tapahtuu joko imupuolelle tai tavallisimmin painepuolelle injektorin avulla. Pesuaineen määrä säädetään avaamalla syöttöventtiiliä. Käytetystä ratkaisusta johtuu, että annostelu ei ole kovin tarkkaa. Pesuaineen kulutusta on aina seurattava ja syöttömäärä säädettävä kulutuksen mukaan sopivaksi. Pesuainetta levitettäessä koetukseen osallistuneiden pumppujen työpaine oli yleensä 2,0...8,3 bar paitsi Gerni-pesulaitteessa, jossa pumpun työpaine oli 33 bar. Veden kulutus pesuainetta levitettäessä oli 13,3...20,1 l/min ja pesuaineen osuus seoksen määrästä oli 4,3...12,0 % syöttöventtiilin ollessa täysin auki.

Isku-pesulaitteessa pesuaine syötetään imupuolelle ja pesuaineen seossuhde oli 12 % tai 100 %.

Pesulaitteilla voidaan suihkuttaa vettä tai veden ja pesutai desinfiatioaineen seosta. Eräillä pesulaitteilla voidaan lisäksi suihkuttaa pelkkää pesutai desinfiatioainetta.

Pesuteho

Tärkeimmät pesutehoon vaikuttavat tekijät ovat paine, vesimäärä ja pesutaisyyys.

Pumpun paine mitattiin paineletkun alkupäästä. Pumpusta lähtien paine alenee injektorissa (0,5...16 bar), paineletkussa, käyttöventtiilissä ja suutinputkessa. Vesisuihkun paine mitattiin suutinpainemittarilla suihkun keskeltä. Suihkun paineeseen vaikuttavaa ennen suutinta vallitseva paine, vesimäärä sekä suihkun leveys ja tasaisuus. Suihkun paine alenee nopeasti etäisyyden kas-

vaassa, kuva 9. Suihkun leveys (hajoituskulma) oli 4...20° suurempi kuin suuttimiin oli merkitty. Esim. 25°-suuttimen suihku voi olla 45°. Useimpien suuttimien suihkun tasaisuus (paineen ja vesimäärän jakaantuminen suihkun poikkeilekkauksessa) oli huononlainen. Koepenissä pestäessä se voi huonontaa pesutehoa. Käytännössä epätasaisuudesta ei ole niin paljon haittaa, koska sama alue suihkutetaan yleensä useita kertoja. Karjasuojien pesuun sopii leveähkö suutin, 25°...40° ja koneitten pesuun kapeampi, esim. 15°. Pistemäistä suihkua, 0°, voidaan käyttää sokkeloisten koneitten pesussa. Tällöin on kuitenkin varottava, ettei suihkuteta vettä laakereihin.

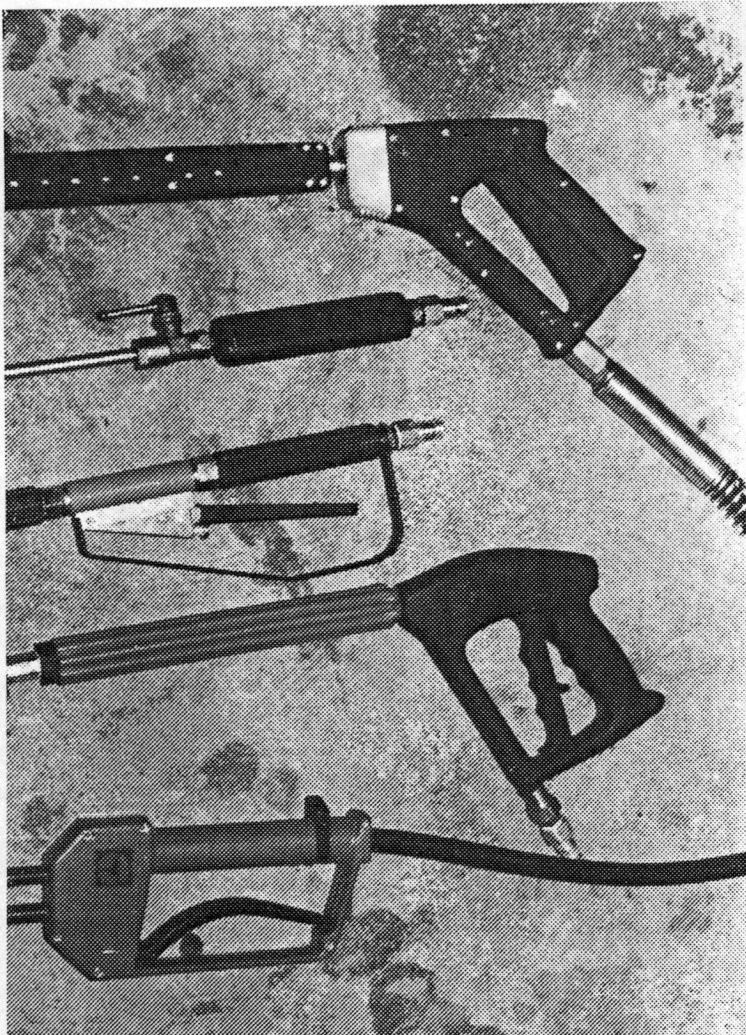
Työskentelyn kannalta mukavin pesutaisyyys on n. 20...30 cm. Vaikeasti irrotettavaa likaa (lehmänlanta) pestäessä

suurin pesuteho saavutetaan kokeiluilla pesureilla huomattavasti lähempää pestäessä (5...16 cm), kuva 10.

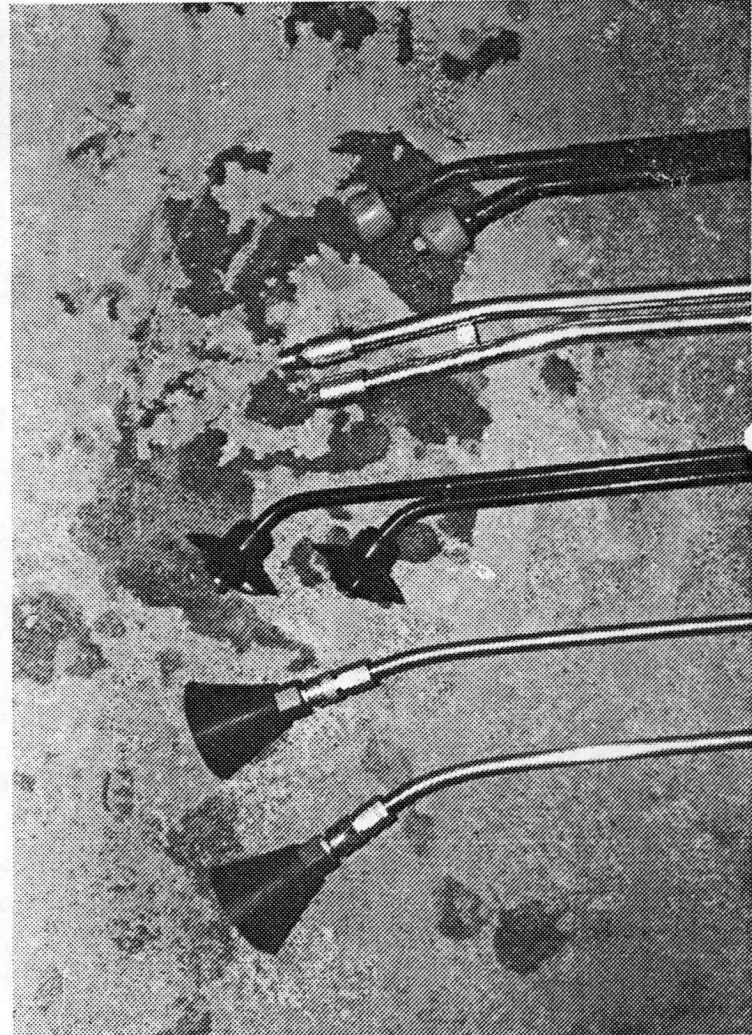
Lika ja pinta

Pesutulokseen vaikuttavat puolestaan pesuaineen lisäksi myös pestävän lian laatu ja liian kaantuneen pinnan ominaisuudet. Lehmänlanta pidetään hyvin tarttuvana ja vaikeasti pestävänä likana. Sianlanta ei myöskään ole kovin helposti pestävää, mutta sitä pidetään kuitenkin lehmänlantaan verrattuna helpompana. Saksalaisten tutkimusten mukaan lehmänlanta on vaikeinta likaa, mutta vasikanlanta on lähes yhtä vaikeaa. Sianlanta tarttuu merkittävästi löyhemmin alustansa kuin edelliset. Sian rehu irtosi pesussa helpommin kuin sianlanta.

Kun materiaaleja liataan, lika tarttuu helpommin epätasaiseen ja huokoiseen pintaan



Kuva 4. Eri tavalla muotoiltuja painepesulaitteiden kädensijoja. Jos takakahvan kulma on liian jyrkkä kohdistuu kädensijassa vaikuttava työntövoima peukalon ja etusormen väliin, mikä tekee pesemisen epämiellyttäväksi ja raskaaksi.



Kuva 5. Eri tavalla muotoiltuja suihkuputkien päitä. Jos suihkuputken päässä on liian terävä kulma vesisuihku pyrkii nostamaan suihkuputkea, mutta jos kulma on sopivan loiva vesisuihku kannattaa suihkuputkea.

kuin sileään ja kovaan alustaan. Ensimmäisellä likaamiskerralla kovaksikin maalattuun pintaan tarttuu jonkin verran likaa. Tämä kuivunut lika muodostaa tartuntapinnan uudelle lialle ja muutaman levityskerran jälkeen lähes kaikki levyt ovat saman näköisiä alla olevan pinnan laadusta riippumatta. Useaan kertaan pesty pinta kuluu ja kulumisen seurauksena lika tarttuu entistä helpommin. Betoni sekä höylätty ja höyläämätön puu sekä maalaamaton vaneri ovat pintoja, joihin lanta ja lannan tapainen lika tarttuu helposti ja jossa tällainen lika on hyvin tiukassa.

Höylätyn ja höyläämättömän laudan sekä yleensä kaikkien puupintojen pesu painepesurilla on hidasta (Sundahl, 1974). Ainoa poikkeus on suomalainen filmipintainen vaneri, jossa filmipinta muodostaa kovan likaa hylkivän ja helposti pestävän pinnan. Monia muita sileitä ja kovia materiaaleja,

kuten kaakelia, klinkkeriä, muovilaminaattia, PVC-muovilaattaa ja alkydilakalla maalattua teräslevyä ei 49 bar paineella pestäessä saatu täysin puhtaaksi. Lika, joka jäi jäljelle ohuena kalvona, lähti kuitenkin harjalla pestäessä helposti. Myös asbestisementtilevyihin ja galvanoituihin teräslevyihin jäi painepesun jälkeen likaa, mutta tätä likaa oli vaikea saada pois harjalla pesten.

Jos lika on tiukasti kiinni sileällä pinnalla, ei painepesurin suihku pääse tunkeutumaan lian ja pinnan väliin ja pesutulos jää heikommaksi kuin huokoista pintaa pestäessä. Jos sileä, kova pinta sitävastoin on sellainen, että lika tarttuu siihen vain hyvin löyhästi, vesisuihku kuorii levyn puhtaaksi hyvin helposti. Tällaisia likaa hylkiviä, helposti pestäviä rakennusaineita ovat filmipintainen vaneri, lasi ja muovipäällysteinen alumiinilevy.

Taulukko 1. Erilaisten rakennusaineiden puhdistamiseen käytetty suhteellinen puhdistusaika ja puhtaus. Höylätty lauta = 100. Levyt on liattu lehmän lannalla ja pesty 49 bar paineella. Puhtausarvostelussa 5 = täysin puhdas, 0 = hyvin likainen. (Sundahl, 1974).

Aine/pintakäsittely	Suht. puhdistusaika	Puhtaus
Erittäin helppoja puhdistaa:		
asvalttilakalla maalattu lastulevy	14	5,0
filmipintainen vaneri	17	5,0
asvalttilakalla maalattu rappaus	17	5,0
asvalttilakalla maalattu höylätty lauta	18	5,0
asvalttilakalla maalattu höyläämätön lauta	25	4,9
Helppoja puhdistaa:		
kumimatto	43	5,0
ikkunalasi	45	5,0
alumiininen aaltolevy (TRP 20)	47	4,0
muovinen aaltolevy PVC (TRP 18)	48	1,5
silikonikyllästetty lastulevy	53	5,0
epoksimaalilla maalattu teräs	55	3,5
teräshierretty betoni	60	2,5
PVA-muovimaalilla maalattu rappaus	62	3,0
alkydilakalla maalattu teräs	62	1,0
Melko vaikeita tai vaikeita puhdistaa:		
PVA-muovimaalilla maalattu lastulevy	70	2,5
alkydimaalilla maalattu vaneri	70	2,3
alumiinilevy, sileä	73	4,0
galvanoitu teräslevy	79	2,5
kaakeli	85	1,3
asbestisementti	96	3,0
muovilevy, PVC, sileä	96	1,0
kosteudenkestävä lastulevy	99	2,3
höylätty mäntylauta	100	3,2
Hyvin vaikeita puhdistaa:		
lauhierretty betoni	101	3,3
mäntylauta	111	
vaneri	120	3,3

Eräänä kokeiltavana aineena oli myös alumiininen aaltopelti (Sundahl 1974). Aaltopellin puhdistukseen käytetty aika oli lähes sama kuin sileän levyn puhdistamiseen, mutta aaltolevyn peseminen painepesurilla oli hyvin epämiellyttävää. Lisäksi oli vaikea puhdistaa aaltojen sivuja, jonne helposti jäi likaa.

Maalaaminen saattaa jossain määrin muuttaa rakennusaineiden pesuominaisuuksia. Esim. Asvalttilakka tekee pinnan helpoksi puhdistaa varsinkin, jos lakka sivellään sileälle alustalle tai rappauksen päälle. PVA-muovivarilla tai kloorikautsuvärillä maalattuun pintaan lika tarttuu tiukasti ja painepesun jälkeen pintaan jäi likaa, jota oli vaikea saada pois harjalla pesten. (Sundahl 1974).

Epoksiesterimaalilla ei ollut juuri vaikutusta pesutulokseen kun pestävät levyt liattiin lehmänlannalla.

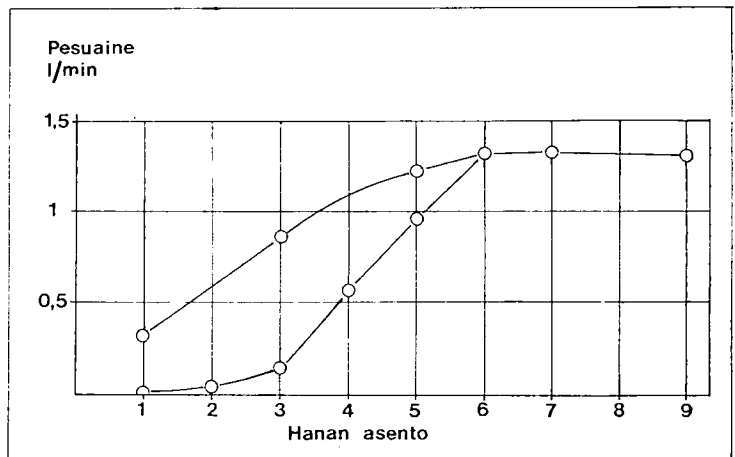
Liotus

Liotus on pesumenetelmästä riippumatta tärkeä ja hyödyllinen toimenpide. Paras tulos saavutetaan kun liotus suoritetaan vedellä päivää ennen pesua ja juuri ennen pesun alkamista pestävä alue kastellaan uudelleen. Jos jälkimmäiseen liotukseen käytetään liotusainetta, pitenee pesuun tarvittava aika (Sundahl, 1974). Jos liotus suoritetaan vain kerran noin 30 min ennen pesun alkua liotusainetta käyttäen, on varsinainen pesu huomattavasti työläämpi kuin pelkkää vesiliotusta käytettäessä. Sundahl

lin mukaan näyttää siltä, että liotusainetta käytettäessä lika liukenee tehokkaasti liotusaineeseen ja näin syntynyt likaliuos puolestaan imeytyy pestävään pintaan, mikä vaikeuttaa ja hidastaa pesua.

Kun lehmänlannalla liatut vanerilevyt upotettiin 30 sekunniksi veteen ja veden annettiin tämän jälkeen imeytyä 30 min pesuteho oli 61 m²/h 108 bar paineella pestäessä vesimäärän ollessa 14,5 l/min ja 2,1 m²/h. Kun paine oli 65 bar ja vesimäärä 10,3 l/min. Vastaava teho kuivia levyjä pestäessä oli 10 m²/h ja 1,5 m²/h. Pestäessä sikalan kalkkittuja kiviseiniä, joissa oli kuivunutta sianlantaa ja pölyä, työsaavutus oli 48 m²/h. Lika irtosi helpommin, kun seinät kastettiin ennen pesua. Työsaavutus oli tällöin liotus mukaan lukien 68 m²/h. Pumpun paine oli 88...96 bar ja vesimäärä 12,5 l/min.

Koneita pestäessä ei pelkkä vesi riitä poistamaan likaa. Paksun rasvaisen lian peitossa olleesta traktorista lika ei irronnut pelkällä vedellä, vaan likaa täytyi liottaa pesuaineella. Traktorin pesuun kului n. 30 min. Jos pesuaine lisätään veden joukkoon painepesussa, on pesuaineen syöttömäärän oltava riittävän suuri, esim. varsoolia n. 8 %, jotta pesuaineen lisäämisellä olisi merkitystä. Koneita pestäessä on edullista levittää pesuaine ensin käsiruiskulla ja käyttää painepesuria vain pelkkään vesipesuun. Näin menetellen pesuaineen menekki pysyy pieninä.



Kuva 6. Kahden pesulaitteen pesuaineen tilavuusvirta eri syöttöhanan asennoilla. Pesuaineen syöttö on hyvin epämääräistä ja pesuaineen määrä on mitattava syöttöhanan jokaisen säädön jälkeen.

Vesivahingot

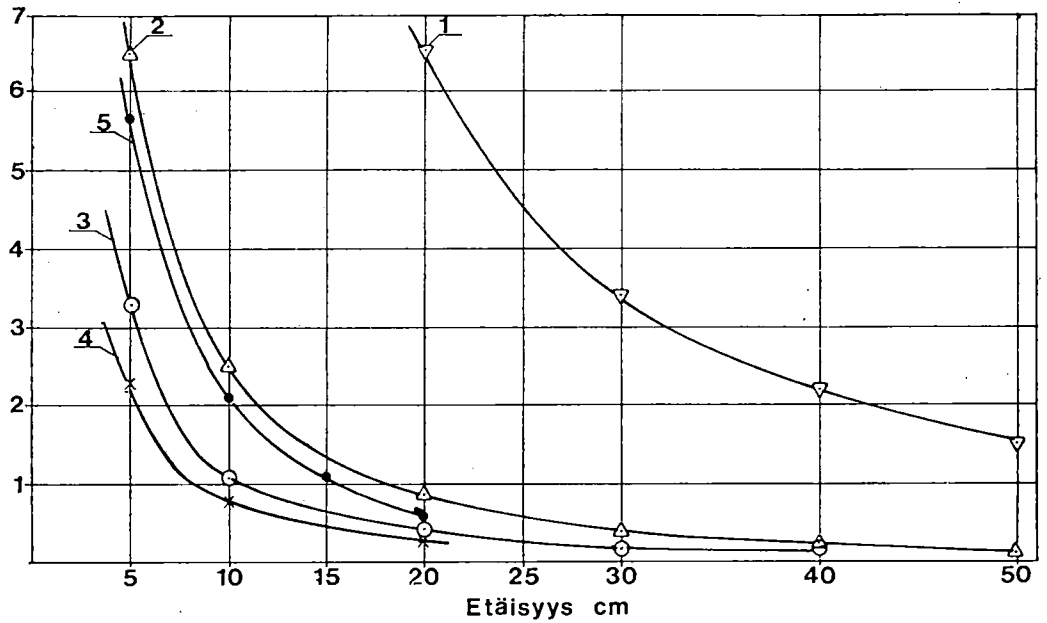
Käyttöohjeissa suositellaan yleensä pesuetäisyydeksi 10...30 cm. Jos käyttöohjeita noudatetaan, ei ole vaaraa, että yleisesti käytössä olevat rakennusaineet vahingoittuisivat, edellyttäen, että vesisuihku ei ole liian kauan samassa paikassa.

Eräässä saksalaisessa kokeessa suihkutettiin vettä 83 bar paineella 30 cm etäisyydeltä styrokslevyyn. Kun suihku oli koko ajan liikkeessä, ei vahinkoja syntynyt, mutta kun suihku oli paikallaan, vaurioita syntyi 1 sekunnissa. Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella pestiin styrokslevyjä 108 bar painetta käyttäen. Vaikka suihkua liikuteltiin koko ajan melko nopeasti, levy vaurioitui 40 cm etäisyydeltä pestäessä. Pesuetäisyyden ollessa 50 cm levy ei vaurioitunut.

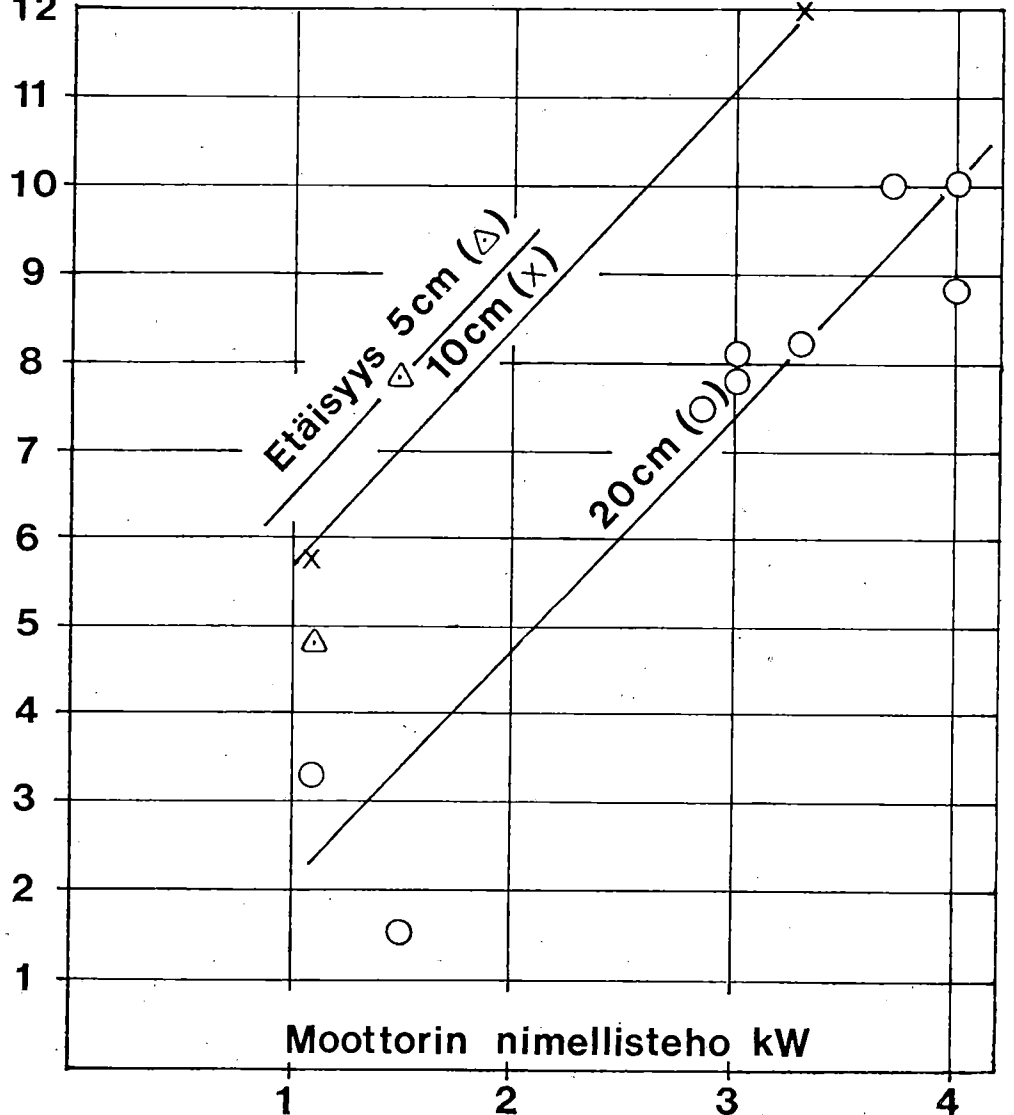
Vanerilevyllä suoritettiin kulumiskoe, jossa levyä pestiin min. Suihkon pyyhkäisy nopeus oli joka pesukerralla 0,92 m²/min. Koska lian irrottamiseen tarvittiin keskimäärin 4,6 pesukertaa, vastaa 1000 pesukertaa noin 217 pesua. Jos oletetaan, että seinää pestään 6 kertaa vuodessa, vastaa 217 pesua 36 vuoden pesuja. Vanerilevyn kohta, jota oli pesty 1000 kertaa, ei juuri ollut kulumunut. Kun samalla pesulaitteella kulutettiin vanerilevyjä siten, että suihku pidettiin koko ajan samassa kohdassa 10 cm päässä levystä, kesti 11 min kunnes vanerin ensimmäinen kerros oli kulumunut puhki, taulukko 2.

Painepesu lisää betonilattioiden kulumista. Esim. lihasikallassa 10 vuoden pesut, jos sikala pestään noin 2,5 kertaa vuodessa, vastaavat noin 1...2 min yhtäjaksoista suihkuttamista.

Suihkon paine bar



Pesuteho m²/h



Kuva 10. Moottorin nimellisteho ja pesuteho 5, 10 ja 20 cm etäisyydeltä pestäessä. Pesuteho suurenee etäisyyden pienentyessä. Kun pestään liian läheltä (suihkon paine yli 2,5 bar) pesuteho pienenee jälleen.

Kuva 9.

Suihkon paine eri etäisyydellä suuttimesta:

- 1 = 88 bar 12,5 l/min. suutin 4°
- 2 = 96 bar 12,4 l/min. suutin 25°
- 3 = 88 bar 12,6 l/min. suutin 44°
- 4 = 65 bar 10,3 l/min. suutin 53°
- 5 = 84 bar 19,5 l/min. suutin 44°

Taulukko 2. Vanerin kulutusko. Suihkutusaika, jonka kuluttua vanerin ensimmäinen kerros kului puhki.

Etäisyys cm	Suihkun paine bar	Ensimmäinen kerros puhki min
6,5	4,6	4
10	2,5	11

Tämä merkitsee, että lattiasta kuluu pelkän pesun vaikutuksesta noin 2...3 mm kerros. Halkeamien reunoilla kuluminen on erittäin voimakasta ja selvästi nopeampaa kuin vahingoittumattomissa kohdissa. Kun suihkutuskulmaa muutetaan 45 asteesta 60 asteeseen, betonin kuluminen lisääntyy 50...100 %. Suihkutusetäisyyden lisääminen 15 mm:stä 60 mm:iin vähensi lattian kulumista 50 % (Nilsson, 1971). Käytännössä suihku pidetään ainakin 5...10 cm päässä pestävästä lattiasta, mutta tiukasti istuvaa likaa voidaan irroitella suihkuttamalla 5...10 mm etäisyydeltä.

Painepesulla voi olla epäedullinen vaikutus eräiden maalien pintakerrokseen, vaikka näkyvää vauriota ei olekaan havaittavissa. PVA-muovimaaliin, alkydimaaliin ja jossain määrin myös kloorikautsumaaleihin lika tarttuu painepesun jälkeen helpommin ja peseminen on vaikeampaa kuin ennen painepesua. Jos maali ei ole tarttunut tiukasti alustaansa, saattaa maali lisäksi lohkeilla irti jo ensimmäisessä painepesussa.

Koneita pestäessä on syytä olla huolellinen, sillä jos suihku suunnataan suoraan laakereihin, voi niihin päästä vettä. Kertavoideltuun, huulitiivis-

teellä varustettuun laakeriin, GRAE 20 NPPB, suihkutettiin vettä 96 bar paineella 12,5 l/min 15° suuttimella noin 15 cm etäisyydeltä 15 s ajan. Tämän jälkeen laakeri avattiin ja siellä todettiin olevan vettä. Tällaisia laakereita on esim. leikkuupumureissa.

Tiivistelmä

Painepesulaitetta käytettäessä puhdistustyö on helpompaa kuin harjalla pestäessä. Myös pesutulos ja työsaavutus ovat painepesuria käytettäessä paremmat kuin harjalla pestäessä. Jos pesulaitetta käytetään oikein, pesuetäisyys pidetään 10...30 cm, suihkutuskulma on noin 45° ja suihku pidetään koko ajan liikkeessä, ei veden aiheuttama kulutus muodostu kovin suureksi. Tehokkuuten-

sa, kalliin hintansa ja suhteellisen vähäisen käyttönsä vuoksi painepesulaitteet sopivat hyvin yhteiskäyttöön.

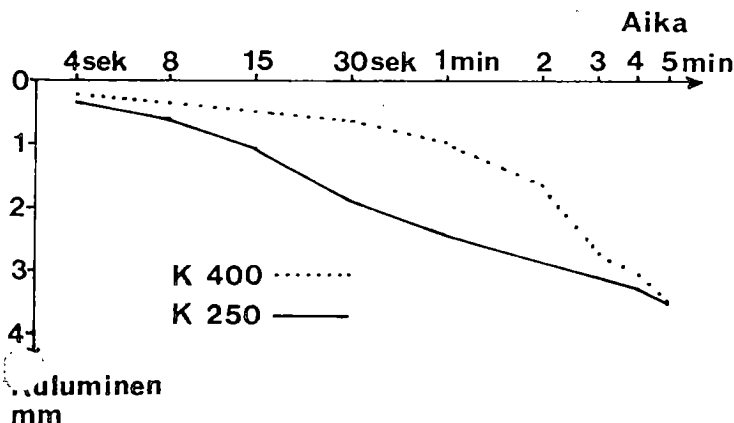
Kirjallisuutta

ENGLERT, G. 1976. Auf diese Druckwerte kommt es an bei Hochdruckreinigung. Top Agrar 1976, 11.

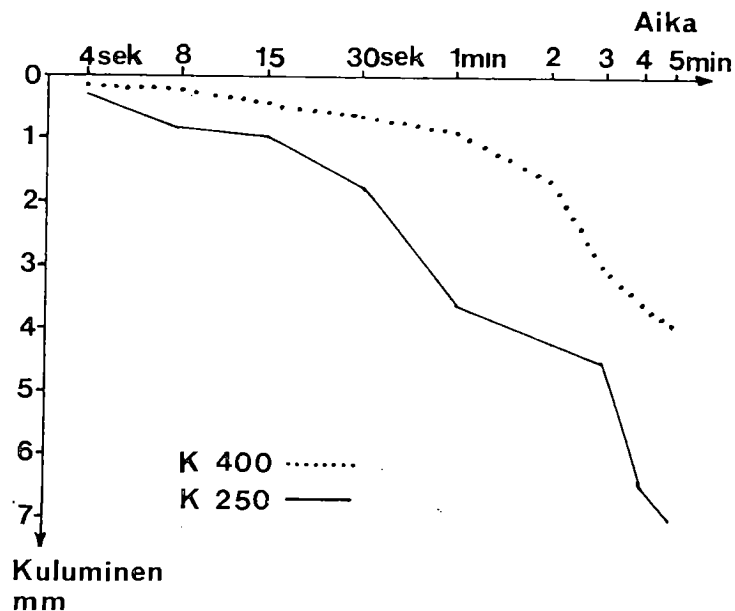
GUUL-SIMONSEN, F. 1975. Val av högtryckstvättare. Traktor Journalen 27: 192—194.

NILSSON, CH. 1971. Krav på betonggolv vid högtrycksrengöring. Aktuellt från Lantbruks-högskolan 162. 24 s.

SUNDAHL, A-M. 1974. Byggnadsmaterial i djurstallar. Nedsmutsning — rengöring. Aktuellt från Lantbrukshögskolan 211. 34 s.



Kuva 11. Betonipinnan kuluminen suihkutettaessa pintaa 1,6 cm etäisyydeltä. Pumpun paine oli 78 bar ja vesimäärä 27 l/min. (Nilsson, 1971.)



Kuva 12. Kun betonipinnassa oli 0,1 mm levyinen halkeama, kuluminen oli huomattavasti nopeampaa kuin pinnan ollessa ehjä. (Nilsson, 1971.)