

VAKOLAn tiedote

78/98



Petri Kapuinen

Väkilannoitteen sijoituslaitteet nurmiviljelyssä

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimus

Osoite
Vakolantie 55
03400 VIHTI

Puhelin
(09) 224 251

Telekopio
(09) 224 6210

Agricultural Engineering Research

Address
Vakolantie 55
FIN-03400 VIHTI
FINLAND

Telephone int.
+358 9 224 251

Telefax int.
+358 9 224 6210

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|--|----|
| ALKULAUSE | 3 |
| JOHDANTO | 4 |
| 1 VÄKILANNOITTEEN SIOITUSLAITTEET | 6 |
| 1.1 Kiekkovantaalla varustettu suorakylvölannoitin | 7 |
| 1.2 Lautasvantaalla varustettu suorakylvölannoitin | 8 |
| 1.3 Varsinainen nurmien sijoituslaite | 9 |
| 1.4 Pneumaattinen yleiskylvölannoitin | 12 |
| 2 LAITEKUSTANNUSTEN ALENTAMISMAHDOLLISUUDET KÄYTTÖALUEEN LAAJENNUKSELLA | 13 |
| 3 JATKOTUTKIMUSTARPEET | 13 |
| KIRJALLISUUS | 15 |

ALKULAUSE

Tämä selvitystyö sai alkunsa Karjanlantatutkimusohjelman yhteydessä, jossa väkilannoitetta käytettiin lannoitusaineena selvittäessä ravinteiden oikeaa sijoituspaikkaa nurmessa. Poiketen lietalannasta väkilannoitetta voitiin levittää haluttuun matalaankin sijoitusvyöhykkeeseen ilman, että se tulvi sijoitusvaosta nurmen pinnalle. Lietalantaa käytettäessä tämä olisi aiheuttanut lietalannan ravinnepitoisuuksista riippuvaa virhettä. Sijoitusvyöhykkeen ollessa matala ja lannan ravinnepitoisuuden ollessa pieni suurin osa lietalannasta olisi tullut levitetynsi letkulevitystä vastaavalla tavalla.

Väkilannoitteen sijoituskäsittelyistä saatiin hiesusavisella koekentällä parhaita vannesvaihtoehtoja käytettäessä parempia satoja kuin vastaavista pintalannoituskäsittelyistä. Koekenttä vastasi voimakkaasti typpilannoitukseen vielä ympäristötuen ehdot ylittävälläkin typpilannoitustasolla, ja sijoitus paransi typen hyväksikäyttöä typpilannoituksen rajoittaessa sadonmuodostusta. Sijoitustekniikan käytöstä oli tulosten perusteella odotettavissa typen paremmasta hyväksikäytöstä aiheutuvia sadonlisäyksiä, jotka saattoivat kattaa menetelmän pintalevitysmenetelmiä suuremmat kustannukset. Lisäksi muissa tutkimuksissa oli selvinnyt, että nurmien pintalannoitus satovuosien aikana fosforia sisältävillä lannoitteilla johti huomattavaan liukaisen fosforin kuormaan fosforirajoitteisissa vesistöisissä aiheuttaen niiden rehevöitymistä. Menetelmä näytti siten olevan taloudellisesti mielekäs tapauksissa, joissa ympäristötukijärjestelmän mukainen typpilannoitus rajoitti sadonmuodostusta, ja lisäksi ympäristön kannalta toivottava.

Tässä raportissa selvitetään vaihtoehdot nurmien väkilannoitteen sijoituslaitteeksi. Samalla selvitetään menetelmän kiistatta korkeampien konekustannusten alentamismahdollisuuksia. Lähtökohtana tässä on tiloilla jo olevien koneiden soveltuvuuden selvittäminen tähän tarkoitukseen sekä tarkoitukseen erikseen hankittavien koneiden käyttömahdollisuuksien selvittäminen tilan muissa töissä.

Tämä raportti on osa Maatalouskoneiden tutkimussäätiön ja Kemira Agro Oy:n rahoittamaa tutkimusta "Nurmien väkilannoituksen aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentämismahdollisuudet sijoitustekniikan avulla". Selvityksen ja sijoituslaitteen rakentamisen on rahoittanut Maatalouskoneiden tutkimussäätiö, jolle Maatalouden tutkimuskeskuksen maatalousteknologian tutkimus esittää kiitoksensa.

Tätä alkulausetta kirjoitettaessa tutkimus on laajenemassa käsittämään sijoituksen soveltuvuutta yhteensä viiden nurmikasvilajin lannoitukseen. Tutkimuksen tulokset ovat valmistuttuaan sovellettavissa myös lietalannan sijoitukseen kasvavaan nurmeen, jolloin niiden merkitys maataloudelle on huomattava. Lisäksi hankkeessa kehitetty sijoituslaite soveltuu erinomaisesti myös lietalannan sijoitukseen. Siten tavoitteena ollut menetelmän konekustannusten alentaminen käyttämällä sijoituslaitetta myös tilan muissa töissä toteutui hyvin konkreettisella tavalla tässä hankkeessa.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Maatalousteknologian tutkimus

JOHDANTO

Nurmiviljelyssä vesiliukoista fosforia huuhtoutuu vesistöihin merkittävästi käytettäessä satovuosina pintalevitystekniikkaa fosforilannoitteiden levitykseen. Tämä johtuu siitä, että nurmessa aivan ylimmän maakerroksen fosforipitoisuus kasvaa satovuosien aikana, koska nurmea ei näinä vuosina muokata. Samalla vesiliukoisen fosforin osuus fosforin kokonaisuudesta kasvaa. Tämä vesiliukoinen fosfori on suoraan vesistöissä elävien levien käytettävissä. Koska sisävetemme ovat pääsääntöisesti fosforirajoitteisia, tämä fosforikuorma johtaa vesistöjen rehevöitymiseen. (TURTOLA ja JAAKKOLA 1995.) Väkilannoitteen sijoittamisella pyritään vähentämään tätä ravinnekuormaa.

Suomessa viljeltiin 709 000 ha nurmea vuonna 1996 (ANON. 1996). Maatalouden ympäristötuen perustuen (ANON. 1995) mukainen säilörehunurmen fosforin peruslannoitusmäärä on 30 kg/ha ja vastaavasti heinänurmen 15 kg/ha. Kuitenkin korjattaessa heinänurmea myös odelma voidaan heinänurmillakin käyttää yhtä paljon fosforia kuin säilörehunurmillakin. Laitumen perusfosforilannoitusmäärä on 20 kg/ha. Määrillä tarkoitetaan neljän vuoden jakson vuosikeskiarvoja. (ANON. 1997.) Karjanlannasta laitumelle tulevaa fosforia ei kuitenkaan oteta huomioon, vaan sillä tarkoitetaan ainoastaan lisälannoitusta väkilannoitteilla ja periaatteessa myös karjanlannalla. Lisäksi varastosta levitetyn karjanlannan fosforista otetaan huomioon vain 75 % (ANON. 1997). Peruslannoitusmäärät vastaavat nurmiviljelyssä fosforitilaltaan välttävän maan tarkennettua lannoitusta, joten niitä suurempien fosforimäärien käyttäminen on harvoin mahdollista ottaen huomioon, että 90 % viljelyalastamme kuuluu ympäristötukijärjestelmän piiriin (SIKKAMÄKI 1996). Toisaalta jokainen viljelijä voi aina käyttää peruslannoitusmääriä.

Fosforipäästöjen vähentämiseksi myös karjanlanta tulisi sijoittaa silloin, kun sitä levitetään kasvavaan nurmeen (TURTOLA ja KEMPPAINEN 1998). Sijoitettaessa lietelantaa nurmeen ei ole mielekäästä käyttää pienempää määrää lantaa kuin ympäristötukijärjestelmä (ANON. 1997) sallii liukoista tyyppiä yhdelle sadolle ja fosforia satovuodelle, koska tällöin sijoitusvantaisten aiheuttamat kasvustovauriot kasvavat suhteessa sijoitettavaan lantamäärään. Sopivat levitysmäärät määräytyvät yleensä nurmen fosforilannoitustarpeen mukaisesti. Ympäristötukijärjestelmän mukaiset keskimääräiset vuosittaiset fosforin levitysmäärät saavutetaan yleensä yhdellä sijoituskerralla. Tämä on tavallisesti järkevintä toteuttaa välittömästi ensimmäisen säilörehusadon korjuun jälkeen. Yleensä samalla saadaan riittävä typpilannoitus toista satoa varten. Lannoitettaessa ympäristötukijärjestelmän (ANON. 1997) sallimien fosforimäärien mukaan lannan mukana tulee kaliumia ylimäärin nurmen tarpeisiin nähden niin, että sitä riittää jopa seuraavan vuoden ensimmäisen sadon tarpeisiin. Sen sijaan ensimmäisen sadon typpentarve joudutaan tyydyttämään väkilannoitteilla.

Jos oletetaan nurmien keskimääräiseksi kasveille käyttökelpoiseksi fosforilannoitukseksi 30 kg/ha ja karjanlannan kasveille käyttökelpoisen fosforin osuudeksi 75 %, nurmien fosforilannoitukseen tarvitaan yhteensä 28,4 milj. kg karjanlannan fosforia. Suomessa tuotettu nautakarjan lanta sisälsi vuonna 1991 9,24 milj. kg fosforia (KAPUINEN 1994). Määrät eivät ole muuttuneet tästä merkittävästi. Näin ollen nautakarjan lannan fosfori

riittää kattamaan noin kolmanneksen nurmien edellä mainitulla tavalla lasketusta fosforilannoituksesta ja kaksi kolmasosaa fosforista joudutaan antamaan väkilannoitteena riippumatta karjanlannan typen hyväksikäytön tehokkuudesta.

Nautakarjan lantamäärästä noin 40 % arvioidaan olevan lietelantaa, jonka levittäminen kasvavaan nurmeen sen vuosittaisen fosforitarpeen tyydyttämiseksi on mahdollista myös varsinaisten satovuosien aikana. Virtsan määräksi voidaan arvioida noin 20 %. Myös sen levittäminen kasvavaan nurmeen on mahdollista varsinaisten satovuosien aikana. Kiinteää lantaa käytettäessä voitiin aikaisemmin fosforia antaa myös kahdelle ensimmäiselle varsinaiselle satovuodelle niin sanottuna varastolannoituksena, mutta ei enempää, koska liukoisen typen määrä olisi ylittänyt suojaviljalle sallitun (KEMPPAINEN 1989). Valtioneuvoston päätös 219/98 (ANON. 1998) maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta muutti tilanteen täysin. Karjanlantana saa vuodessa levittää vain 170 kg/ha kokonaistyyppiä. Tämän mukana tulee noin 45 kg/ha kasveille käyttökelpoista fosforia, mikä vastaa suojaviljalle sallittua peruslannoitusmäärää. Tämä valtioneuvoston päätös yhdessä maatalouden ympäristötukijärjestelmän (ANON. 1997) kanssa käytännössä estää fosforin varastolannoituksen nautakarjan lannalla vuoden 1998 huhtikuun alusta lukien. Kuivalantaan kiinteästi kytkeytyvä virtsa voidaan hyödyntää satovuosinakin tyypilannoitteena, mutta koska se ei sisällä juurikaan fosforia, nurmeen joudutaan levittämään väkilannoitefosforia ensimmäisestä satovuodesta lähtien. Tässä yhteydessä väkilannoitteen sijoittaminen muodostuu ajankohtaiseksi.

Tehokasta nurmiviljelyä harjoittavilla tiloilla, joilla viljanviljely on rajoitettu nurmen perustamisessa käytettävään suojaviljaan, nurmen sallitun fosforilannoitusmäärän täyttäminen pelkästään karjanlannan fosforilla on ympäristötukijärjestelmän (ANON. 1997) puitteissa mahdollista vain C-tukialueella, koska siinä eläinyksiköiden määrä ylittää 1,5 yksikköä hehtaaria kohti. A- ja B-tukialueilla osa nurmiviljelyn sallitusta fosforilannoitusmäärästä joudutaan antamaan joka tapauksessa väkilannoitteena, jollei karjanlannan levitystä keskitetä nurmille ja samalla viljellä huomattavaa määrää esimerkiksi viljakasveja.

Lypsylehmän vuodessa tuottamassa lannassa on tyypillisesti noin 70 kg kokonaistyyppiä, 15 kg fosforia ja 60 kg kaliumia (KAPUINEN ja KARHUNEN 1990). Kokonaistyypeistä noin 38 kg on liukoista siltä osin kuin se on lietelantaa. 1,5 eläinyksikön tuottama lanta hehtaarille levitettynä vastaa noin 17 kg/ha kasveille käyttökelpoista fosforia. Tämä vastaa lähinnä viljanviljelyn tarpeita ja sallittuja vuotuisia keskiarvoja neljän vuoden jaksossa (ANON. 1997). Ympäristötukijärjestelmän (ANON. 1997) fosforilannoitusrajoitusten puitteissa, jotka C-tukialueella ovat keskeisimmät lannanlevitysmäärää nurmiviljelyssä rajoittavat tekijät, eläinmäärä nurmihehtaaria kohti voisi olla noin 2,7 nautayksikköä. Valtioneuvoston päätös 219/98 (ANON. 1998) rajoittaa sen käytännössä hieman pienemmäksi, noin 2,4:än. Käytännössä ympäristötukijärjestelmän (ANON. 1997) mukainen määrä voi olla jopa 4 ny/ha, jos laidunkauden pituudeksi oletetaan 4 kuukautta, koska laitumelle tulleen lannan fosforia ei oteta huomioon. Laitumelle tulevaa lantamäärää ei oteta huomioon myöskään valtioneuvoston päätöksen 219/98 (ANON. 1998) mukaisessa määrässä, joten eläinyksiköiden määrä voi olla noin 3,6 kpl/ha. Periaatteessa määrä voisi olla suurempikin, jos eläimet pidetään pellolla tätä pidemmän aikaa hyväksyttävällä

tavalla, koska ainoastaan karjasuojasta ja varastosta levitetyn lannan ravinteet huomioidaan. Tätä strategiaa noudattavilla nurmiviljelyyn keskittyneillä tiloilla ylimääräistä väkilannoiteperäistä fosforia ei välttämättä tarvita ympäristötukijärjestelmän sallimien fosforilannoitusmäärien täyttämiseen. Väkilannoitteen sijoittamisen pääasiallinen motiivi näillä tiloilla voisi olla parempi typen hyväksikäyttö ympäristötukijärjestelmän (ANON. 1997) asettamien typpilannoitusrajoitusten puitteissa. C-tukialueella tämän tyyppinen tilanne toteutuu harvoin, mutta on mahdollinen poutivilla kivennäismailla lähinnä A- ja B-tukialueilla (KAPUINEN 1998).

Nurmiviljelyn intensiivisyys mitattuna eläinyksiköinä hehtaaria kohti ei kuitenkaan voi olla koko C-tukialueella edellä kuvatun suuruinen, koska eläinyksikön karkearehuja ei voida tuottaa 2,7 eläinyksikköä hehtaaria kohti vastaavalla 0,37 hehtaarilla ilman laitumia Etelä-Suomea lukuunottamatta. Jos fosforilannoituksen tasona pidetään myös Pohjois-Suomessa 30 kg/ha, on myös siellä nurmiviljelyssä käytettävä väkilannoitefosforia karjanlannan fosforin lisäksi. Todellisuudessa nurmen fosforin tarve ei kuitenkaan ole näin suuri, vaan kyseinen 30 kg/ha on vain sallittu yläraja lannoitukselle ja sitä kannattaa hyödyntää vain karjanlanta käytettäessä. Esimerkiksi Kotkaniemessä tehdyissä väkilannoitteen sijoituskokeissa raiheinäsadon mukana pellosta poistui fosforia vain noin 18 kg/ha. Tämän mukaan laskien nurmien fosforilannoituksen tarve olisi vain 12,76 milj. tn ja nautakarjanlannan fosfori kattaisi noin 72 % nurmien fosforin tarpeesta. 30 kg/ha fosforipoistuma edellyttäisi jo noin 10 000 kg/ha kuiva-ainesatoja. Yleinen tarve lannoittaa nurmia väkilannoitefosforilla on vähäinen, jos nautakarjanlanta käytetään järkevästi ja vain nurmien lannoitukseen. Käytännössä karjanlanta sisältää enemmän fosforia kuin mitä vastaavan karjan rehuissa fosforia pelloilta poistuu, koska niille annetaan fosforia myös kivennäisissä. Nurmiviljelyn fosforilannoitusta ei siten tarvitse täydentää väkilannoitefosforilla.

Väkilannoitteen sijoittamisesta nurmeen on suurin etu karkeilla ja jäykillä kivennäismailla, jotka suurella todennäköisyydellä sijaitsevat A- tai B-tukialueilla. Väkilannoitteen sijoitustekniikka on tässä mielessä tarpeellinen ympäristön kannalta koko maassa mutta nykyisen ympäristötukijärjestelmän puitteissa hyödyllinen viljelijän kannalta lähinnä vain A- ja B-tukialueilla.

1 VÄKILANNOITTEEN SIJOITUSLAITTEET

Väkilannoitteen sijoittamiseen voidaan käyttää kolmen tyyppisiä laitteita: kiekkovantailla varustettuja suorakylvökoneita, lautasvantailla varustettuja suorakylvökoneita ja varsinaisia tarkoitukseen suunniteltuja nurmen sijoituslannoittimia. Lisäksi voidaan koneen rakenteen, ei vantaiston, puolesta erottaa omaksi ryhmäksi pneumaattiset yleiskylvölannoittimet. Niiden vantaisto voi periaatteessa edustaa mitä hyvänsä kolmesta edellä esitetystä. Näistä suomalaisilla tiloilla olevat laitteet edustavat pääasiassa kiekkovantailla varustettuja suorakylvölannoittimia.

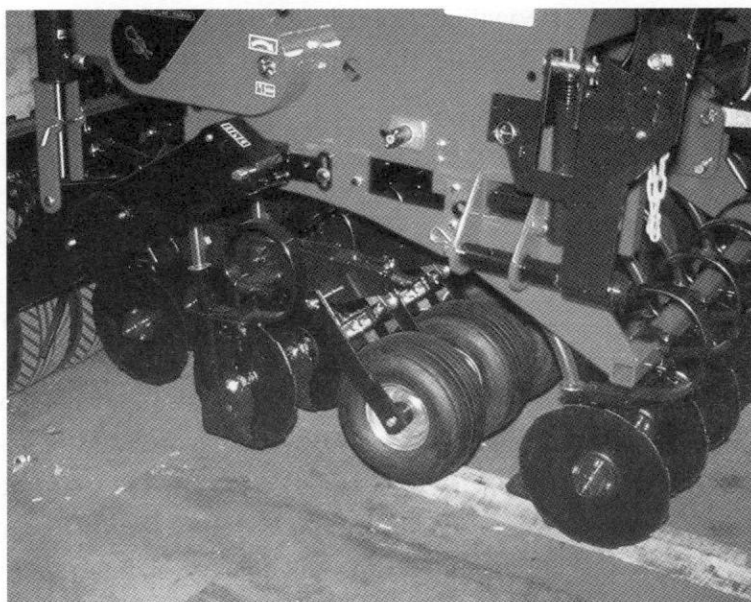
1.1 Kiekkovantaalla varustettu suorakylvölannoitin

Eräät suorakylvölannoittimet soveltuvat tarkoitukseen sellaisenaan (kuvat 1 ja 2). Niissä on kaikki tarvittavat komponentit: kiekkeleikkurit ja niihin integroidut lannoitteen sijoitusvantaat ja koneen perässä tiivistuspyörät. Tämän tyyppin sijoitusvantaat ovat lievästi auraavaa tyyppiä. Laitteen saatavissa oleva ja yleinen käytössä oleva työleveys, noin 3 m, on sopiva myös yleisesti käytettävissä olevan vetovoiman (4-vetotraktori, noin 75 kW) kannalta. Järeillä traktoreilla voidaan vetää myös leveämpiä 4 m leveitä laitteita. Lannoitevantaiden väli, 0,25 m, on varsin sopiva väkilannoitteen sijoittamiseen. Ne on alunperinkin suunniteltu toimimaan varsin paljon kasvavaa nurmea muistuttavissa olosuhteissa.

Soveltuvuuden edellytyksenä on kuitenkin, että kylvö- ja lannoitevantaiden korkeusasemaa toisiinsa nähden voidaan säätää helposti ja keskitetysti niin paljon, että kylvövantaat kulkevat nurmen pinnan yläpuolella lannoitevantaiden tehdessä varsinaisen lannoitteen sijoituksen. Esimerkkinä soveltuvasta laitteesta on Väderstad Rapid[®] (kuva 1) ja Tume Agrimaster[®] (kuva 2). Vastaavassa Juko Multiseedissa[®] kylvövantaiden perussäätö on 20 mm lannoitevantaista ylempänä, ja sitä voidaan muuttaa tästä ainoastaan portaittain 10 mm ylös tai alaspäin. Näin ollen kylvövantaat työskentelevät korkeintaan 30 mm lannoitevantaiden yläpuolella. Tämä ei yleensä riitä, vaan kylvövantaat tulisi voida nostaa noin 60 mm lannoitevantaiden yläpuolelle riittävän lannoitteen sijoitusyvyyden saavuttamiseksi. Eräissä tapauksissa kylvövantaista ei kuitenkaan tarvitse nostaa maasta ylös, koska niitä voidaan hyödyntää yhdistettäessä nurmen paikkauskylvö ja sijoituslannoitus toisiinsa.



Kuva 1. Väderstad Rapid[®] 300 C -suorakylvölannoitin.



Kuva 2. Tume Agrimaster[®] 3000 HKL -suorakylvölannoitin.

Tume Agrimaster® (kuva 2) suorakylvölannoitin on ensisijaisesti orientoitunut tarkkaan siemenen kylvösyvyyteen. Kylvövantaat sopeutuvat kahden rinnakkaisen vantaan ryhmissä pellon pinnan vaihteluihin edessä olevan kannatuspyörän avulla. Sen sijaan lannoitevantaat on kiinnitetty samalle vannasakselille, ja niiden korkeusasema voi vaihdella toistensa suhteen ainoastaan kiinnitysjousten sallimissa rajoissa. Väderstad Rapidissa® (kuva 1) siemenvantaat on kiinnitetty kahdelle vannasakselille. Näitä koneita käytettäessä tasainen sijoitusvyvyyden saavuttaminen edellyttää, että nurmessa ei ole kohtuuttoman suuria korjuukaluston pyörien aiheuttamia painautumia tai muita vastaavia korkeusvaihteluita. Juko Multiseedissa® kahden rinnakkaisen lannoitevantaan ja neljä rinnakkaisen kylvövantaan ryhmä on kytketty samaan kehykseen, joka mukautuu sen edessä ja takana olevien kannatuspyörien avulla maan pinnan vaihteluihin, mikä sallisi periaatteessa edellä mainittuja koneita suuremman vaihtelun nurmen pinnassa kohtisuoraan ajosuuntaa vastaan ilman, että työsyvyys vaihtelee liikaa, jos laite muutoin soveltuisi väkilannoitteen nurmeen sijoittamiseen.

Suorakylvökoneissa lannoite johdetaan kiekkoleikkurin sivuun kiinnitetyllä vannasputkella leikkurin avaamaan uraan. Suorakylvökoneet on alkuperäistä käyttötarkoitustaan varten suunniteltu siten, että lannoitteen sijoitusvyvyys voi olla korkeintaan noin 40 - 50 mm. Tämä rajoite ei johdu pelkästään lannoite- ja kylvövantaiden keskenäisestä korkeuserosta, vaan rakenteiden vahvuudesta, koneen painosta ja suunnittelun perustana olevasta tunkeutumismoimasta. Esimerkiksi Juko Multiseedin® vannasta voidaan painottaa noin 785 N:n ja Tume Agrimasterin® vannasta 750 N:n voimalla koneen säiliöiden ollessa tyhjä, kun kaikki lannoite- ja kylvövantaat ovat maassa. Ajettaessa pelkät lannoitevantaat maassa voima voisi olla kolminkertainen, säiliöt täynnä jopa suurempi. Aikaisempien tutkimustulosten (KAPUINEN 1998) mukaan satotulos olisi parempi, jos sijoitusvyvyys olisi suurempi, esimerkiksi 80 mm. Tarvittava painotus kasvaa kuitenkin hyvin jyrkästi työsyvyyden kasvaessa 40 - 50 mm:stä. 80 mm:n sijoitusvyvyyden saavuttamiseksi tarvitaan vartavasten tarkoitukseen suunniteltu sijoituslaite, koska tarvittava painotus on noin 4 kN. Käytännön testissä Väderstad Rapidilla® säiliöt lähes tyhjänä vain lannoitevantaat maassa työsyvyyttä ei voitu kasvattaa yli 40 - 50 mm:n, koska jyräpyörät kohosivat maasta yritettäessä kasvattaa työsyvyyttä. Lannoitevantaiden painotus oli tässä vaiheessa noin 2,2 kN.

1.2 Lautasvantaalla varustettu suorakylvölannoitin

Suorakylvökoneiden kanssa suurin piirtein samanlaiseen tulokseen päästään myös lautasantalla varustetulla kylvölannoittimella, joista esimerkkinä on aikaisemmin markkinoilla ollut Tume-jyräcombiin® perustuva lautasantalla varustettu Tume DC®. Valmistajalla on tämä vannastyypin ohjelmassa, mutta sitä käytetään pääasiassa vientiin menevissä suorakylvökonemalleissa (kuva 3). Edellisestä sijoitusvannastyypistä poiketen leikkuri on auraavan asennon lisäksi kovera, jolloin se leikkaa nurmen auki kuten lautasäes ja vetovastuksen pystysuora vannasta maasta kohottava komponentti jää pieneksi, minkä tähden tämän tyypisillä vantailla varustettua konetta ei tarvitse painattaa yhtä voimakkaasti kuin varsinaista pelkästään auraavalla vantaalla varustettua varsinaista suorakylvökonetta. Tästä on se haitta, että maata nousee nurmen pintaan. Tälläkään vannastyypillä ei voida saavuttaa suurempaa työsyvyyttä kuin noin 40 - 50 mm, koska se ei ole suunniteltu kestävämpään

tätä suuremmasta työsyvyydestä aiheutuvia suuria voimia. Jos käytetään peräpyöräkylvölannoitinta (esimerkiksi Tume-jyräcombi®) tai suorakylvölannoitinta (esimerkiksi Tume Agrimaster®), johon nämä vantaat on asennettu, erillisiä tallauspyöriä ei tarvita, vaan koneen jyräpyörät sulkevat sijoitusvaon. Nurmeen sijoittamista varten tällä vannaustyypillä varustettuihin tavanomaisiin kylvölannoitimiin on lisättävä tallauspyörät vantaiden perään, joten ne eivät sellaisenaan sovi tähän tarkoitukseen.



Kuva 3. Lautasvantaalla varustettu Tume Agrimasterin suorakylvökoneversio.

1.3 Varsinainen nurmien sijoituslaite

Vasta varsinaisella nurmien sijoituslannoitukseen tarkoitettulla koneella voidaan saavuttaa haluttu 80 mm sijoitussyvyys. MTT/Vakolassa tämä toteutettiin kytkemällä vanha nostolaitesovitteinen kylvölannoitin (Tume® 250KL), josta alkuperäinen vantaisto oli purettu pois, välirungon avulla traktorin nostolaitteisiin (kuva 4). Varsinaiset sijoitusvantaat kiinnitettiin välirunkoon. Sijoitusvantaina käytettiin Yetter® 2995 -lannoitevannasta (kuva 5 ja 6). Lannoite johdettiin vantaisiin kylvölannoittimen lannoitelaatikon syöttökoteloista alkuperäisillä letkulla. Vantaiden väli oli 0,25 m, johon yhtenä syynä oli kylvölannoittimen alkuperäinen lannoitevannasväli ja syöttökoteloiden väli, 0,25 m. Toinen peruste valittuun vannasväliin oli halu pienentää vannasväliä aikaisemmissa kenttäkokeissa (KAPUINEN 1998) käytetystä 0,30 m:stä.

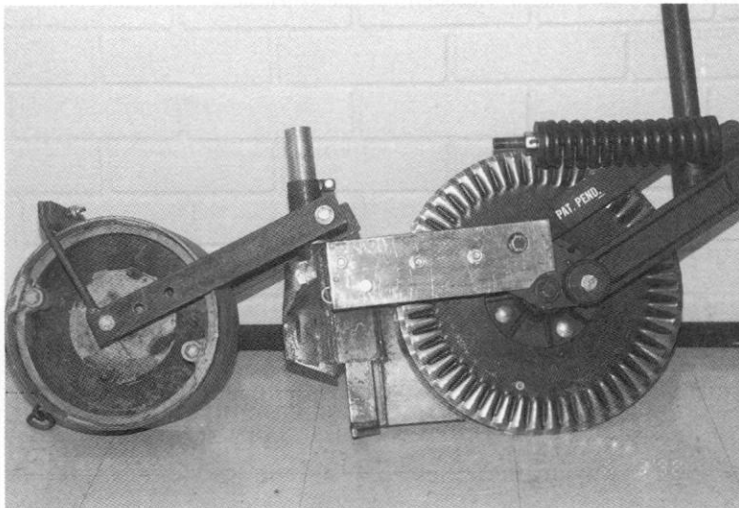
Yetter® 2995 -lannoitevannas valittiin pääasiassa sen integroidun rakenteen takia. Muuta rakenteeltaan vastaavaa lannoitevannasta ei onnistuttu löytämään. Kyseisen lannoitevannas voidaan kiinnittää sijoituslaitteen runko-



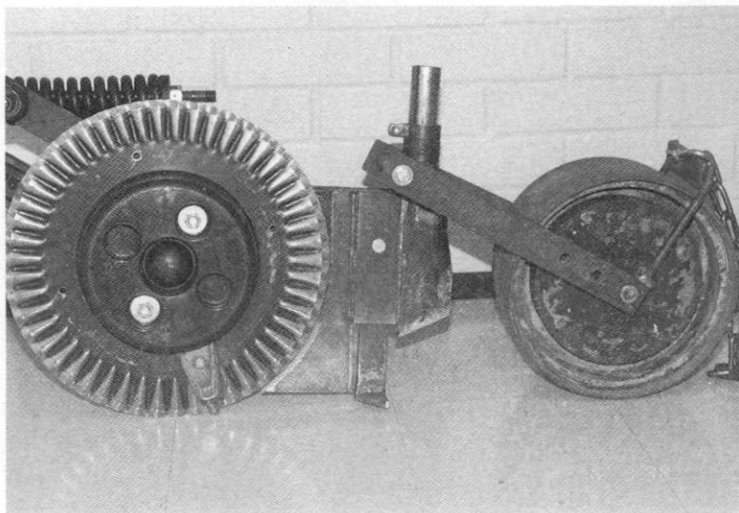
Kuva 4. Tume® KL 250 ja välirunko vantaineen.

rakenteisiin usein eri tavoin käyttäen hyväksi valmistajan eri kiinnitysrungon profiileille tarkoitettavia sovitussosia. Itse kiinnitystappi voi olla suora tai mutkallinen. Mutkallista kiinnitystappia voidaan hyödyntää asemoitaessa lannoitusvannasta esimerkiksi kylvöriiviin nähden. Käytettäessä vannasta väkilannoitteen nurmeen sijoittamiseen tällä ominaisuudella ei ole merkitystä, joten valittiin suora kiinnitystappi. Koska sijoitusvantaan runko kääntyy kiinnitystapin ympäri, kaarrostojen tekeminen on mahdollista. Tätä ominaisuutta tarvitaan sijoitettaessa esimerkiksi kaartuvien piiriojien vieressä. Leikkurit voidaan tarvittaessa myös lukita kääntymättömiksi. Lannoitevannas on valittavissa sekä oikea- että vasenkätisinä. Erikätisten versioiden käyttö saattaa olla tarpeen, jos koneen runkorakenteissa on osia, jotka sattuisivat muutoin vantaan kiinnityskohdalle. Toteutetussa ratkaisussa toiselle puolelle konetta asennettiin vasenkätiset ja toiselle oikeakätiset sijoitusvantaat.

Sijoitusvantaan leikkuri on laakeroitu jousikuormitteiseen suuntaistuettuun sijoitusvantaan runkorakenteeseen, johon myös vannasputki on kiinnitetty (kuva 5). Vantaan työsyvyys säädetään kiinnittämällä kiekko-leikkuriin haluttua työsyvyyttä vastaava rajoitinpyörä



Kuva 5. Yetter® 2995 -lannoitevannas rungon puolelta.



Kuva 6. Yetter® 2995 -lannoitevannas rungon vastaiselta puolelta.

(kuva 6). Sijoitusvantaan valmistaja tekee näitä rajoitinpyöriä kahta eri kokoa, jotka on tarkoitettu 75 ja 100 mm:n työsyvyyksille. Periaatteessa myös muita kokoja voitaisiin käyttää. Haluttu työsyvyys saavutetaan painottamalla sijoituslaitetta kunnes leikkurin rajoitinpyörä koskettaa nurmen pintaa. Tarvittaessa lannoitevantaan kuormitusjoususta kiristetään, kunnes rajoitinpyörä koskettaa nurmea kohtuullisen pienellä jousen puristumalla.

Sijoitusvantaan korkeusasema runkorakenteeseen nähden voi muuttua kuormitusjousen kuormituksesta riippuen enintään 0,14 m. Tämän ominaisuuden ansiosta valitulla sijoitusvantaalla pystytään lannoite sijoittamaan haluttuun syvyyteen, vaikka pellon pinnan korkeus vaihtelisi sijoituslaitteen yhtenäisen runkorakenteen leveydellä 0,14 m. Paras hyöty tästä ominaisuudesta

saadaan ajaen aina samaan suuntaan kuin korjuukalustolla ennen lannoitteen sijoitusta on ajettu. Tällöin korjuukaluston mahdollisesti tekemät ajourapainauumat ovat sijoituksen ajosuunnan kanssa samansuuntaiset. Ajourapainaumien poikki ajettaessa työsyvyyden mukautuminen ei ole yhtä täydellistä kuin ajourien suuntaan ajettaessa, koska varsinainen sijoitusvannas seuraa kiekkeleikkuria noin 0,2 metrin päässä. Loivareunaisten painumien yli ajettaessa ajosuunnalla ei ole juuri merkitystä. Sijoitussuunnan poikki kulkevat painauumat edustavat pääasiassa tätä tyyppiä.

Vannasputki (kuvat 5 ja 6), jolla lannoite johdetaan sijoitusuraan, valitaan käytettävän lannoitteen mukaisesti. Valmistaja toimittaa niitä rakeisille ja nestemäisille lannoitteille. Nestemäisellä lannoitteella tarkoitetaan tässä yhteydessä lähinnä nesteytettyä ammoniakkaa. Koska vannasputki on irrallinen pulttikiinnitteinen osa, sen voi tehdä myös yksilöllisesti varsinaista tarkoitustaan varten, kuten kuvissa 5 ja 6. Kokeessa käytettiin alkuperäistä rakeisille lannoitteille tarkoitettua vannasputkea.

Kiinnitettäessä vannasputkea runkorakenteeseen on oleellista, että vannasputken ja leikkurin välissä on kieleke (kuvat 5 ja 6), joka mukailee leikkurin reunan kaarevuutta noin 1 mm:n etäisyydellä. Jotta tämä etäisyys säilyisi vakiona on vannasputken rakenteen oltava melko jäykkä siihen kohdistuvien suurten voimien takia. Kieleke estää kasvinjätteitä takertumasta leikkurin ja vannasputken väliin, mikä on erittäin tavallista rakenteissa, joissa leikkuria ja vannasputkea ei ole integroitu keskenään. Tätä ominaisuutta parantaa lisäksi leikkuriin kiinnitettävä kaavin, joka pyörii leikkurin mukana viistäen vannasputken kielekettä katkaisten ja poistaen yksittäiset väliin joutuneet korret. Käytännössä rakenne tekee sijoitusvantaasta lähes tukkeutumattoman. Kasvinjätteet eivät takerru siihen esimerkiksi ajettaessa heinäkarhetta pitkin.

Alkuperäisestä sijoitusvannaskonstruktioista puuttuu nurmeen sijoittamisessa tarvittava tallauspyörä, joka tarvitaan sijoitusvaon sulkemiseksi. Se voidaan kiinnittää sijoitusvantaan rungon häntään samaan kohtaan kuin vannasputki (kuvat 5 ja 6). Tallauspyöränä voidaan käyttää 0,15 m leveää massapyörää, joka omalla painollaan sulkee sijoitusvaon. Tallauspyörän riittäväksi halkaisijaksi on käytännössä todettu 0,3 m. Sopiva massa tämän kokoiselle tiivistyspyörälle on noin 44 kg. Sijoituslaitteen ollessa kuljetusasennossa tiivistyspyörä jää riippumaan sijoituslaitteen runkorakenteista esimerkiksi ketjun avulla. Tiivistyspyörä voisi olla myös jousikuormitteinen, mutta sijoitusvantaisten maassa pitämiseksi tarvittava massa on niin suuri, että tässä tarkoituksessa tällä ratkaisulla ei voida pienentää laitteen massaa. Jousikuormitetusta ratkaisusta voisi olla hyötyä käytettäessä sijoitusvannasta lietalannan sijoituslaitteessa, jota voidaan painottaa lähes rajattomasti siirtäen painoa lietevaunulta.

Nostolaitesovitteisena ratkaisuna sijoituslaite vaatii suuren massansa takia vetokoneeseen melko suuren traktorin. Laitteen tarvitsema vetotehokin on melko suuri. Yhden yksikön vetovastus on mittausten mukaan noin 2,5 kN hiesusavimaalla. Sopiva ajonopeus on noin 5 km/h. Suurimmillaan nopeus voisi olla 7,2 km/h eli 2 m/s. Jokainen sijoitusvannas vaatisi siten enimmillään noin 5 kW tehon. Laitteen vetotehontarve olisi siten 20 kW työlevyyden metriä kohti. Kolmen metrin levyisen laitteen vetämiseen tarvittaisiin käytännössä 75 kW:n tehoinen traktori. Käytännön viljelyssä hinattava laite olisi suuren massan takia kuitenkin käyttökelpoisempi kuin nostolaitesovitteinen. Traktorin tulee olla nelipyörävetoinen ja varustettu pariipyörillä, koska vetovoiman tarvekin on suuri eikä luisto voi juuri ylittää 5 %. Kolmen metrin levyisen laitteen vetovastus on noin 30 kN. Tässäkin tapauksessa

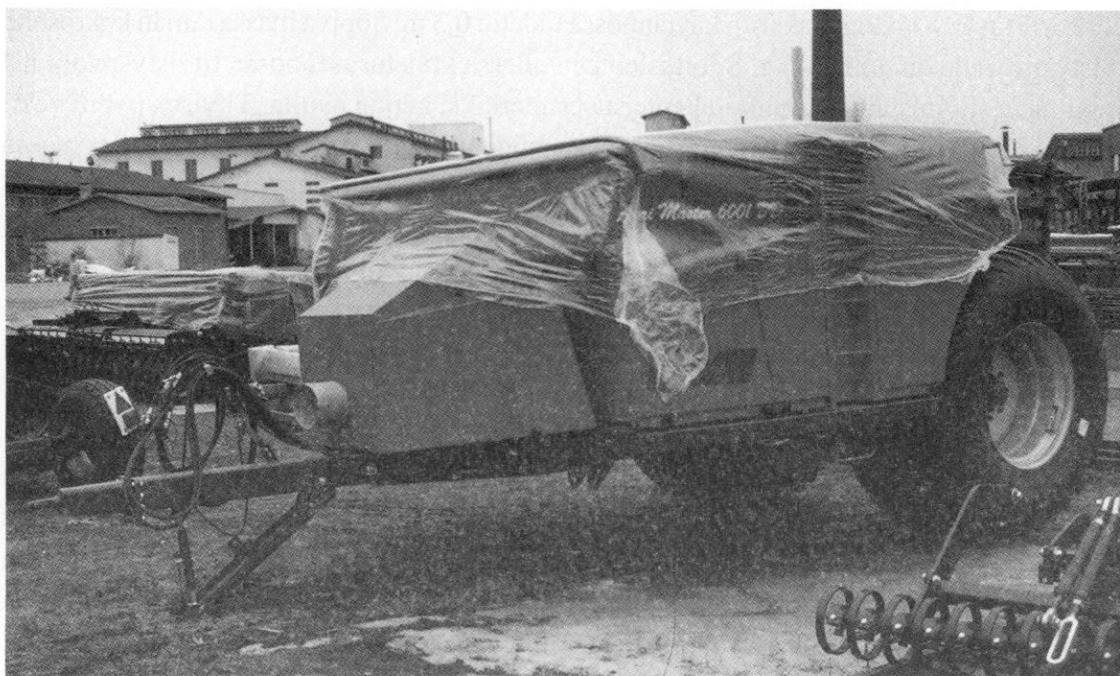
vetotraktorin massan tulee olla noin 5000 kg, jotta laitetta voitaisiin liikutella. Tämäkin edellyttää, että kehävoimakerto on 0,61, mikä voi toteutua vain nurmessa, jossa on hyvin kehittynyt juuristo, joka kykenee sitomaan pintamaan. Kesällä 1997 tehdyissä kokeissa massaltaan 5460 kg:n nelivetotraktori kykeni vetämään 2,5 m leveää nostolaitesovitteista konetta vaikeuksitta.

Lisäpainojen tarvetta voidaan vähentää siirtäen painoa traktorin taka-akselilta sijoituslaitteelle. Tämä voidaan toteuttaa nostolaitesovitteisessa sijoituslaitteessa hydraulisynterillä, jonka toinen pää kiinnitetään traktorissa työntövarren korvakkeeseen ja toinen pää sijoituslaitteeseen vetovarsien kiinnityskorvakkeiden korkeudelle ja etäisyydelle. Toteutus vaatii synteriin vaikuttavan öljynpaineen säätöjärjestelmän ja ehdottomasti nelipyörätoisen traktorin.

Sijoitusvantaan maassa pitämiseksi tarvittava painotusvoima kasvaa voimakkaasti pyrittäessä yli 40 - 50 mm:n työsyvyyteen. 40 - 50 mm:n työsyvyyden saavuttamiseksi riittää noin 750 N:n painotus vannasta kohti, jolloin lisäpainoja ei juuri tarvita, mutta jotta 80 mm:n työsyvyys saavutettaisiin, konetta on painatettava voimalla, joka on lähellä sijoitusvantaisten valmistajan sallimaa suurinta arvoa 4,0 kN. Tämä johtaa siihen, että 80 mm:n syvyyteen sijoittavasta koneesta tulee lähes viisi kertaa painavampi kuin 40 - 50 mm:n syvyyteen sijoittavasta. Käytännössä tämä johti siihen, että nostolaitteen nostokyky oli ääriarjoillaan riittävää lisäpainotusta käytettäessä koneen työleveyden ollessa 2,5 m. Tätä leveämmän koneen käyttö nostolaitesovitteisena lienee käytännössä mahdoton.

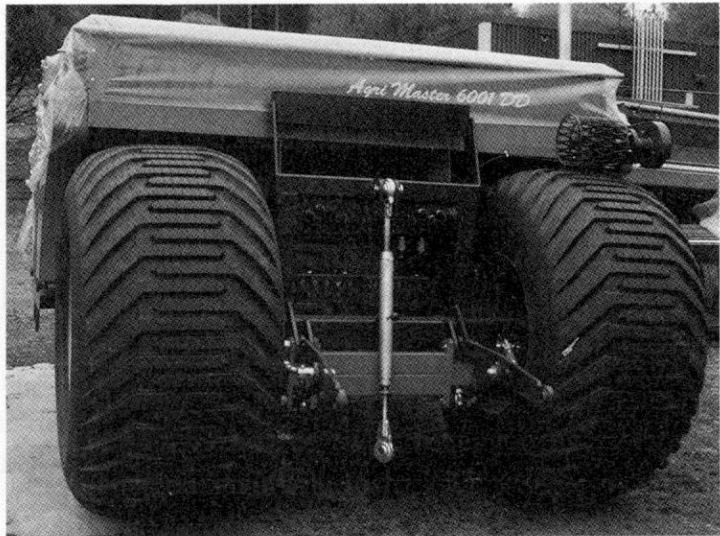
1.4 Pneumaattinen yleiskylvölannoitin

Pneumaattiset yleiskylvölannoittimet (esimerkiksi Tume Agrimaster "Multimaster", kuva 7) koostuvat hinattavasta lannoite- ja siemensäiliöstä ja sen perään kolmipistenostolaitteisiin kiinnitettävistä erillisistä lannoitus- ja kylvöyksiköistä, joihin lannoite ja siemenet siirretään ilmanvirtauksen avulla letkuja pitkin. Lannoitus- ja kylvöyksiköitä painotetaan laitteen



Kuva 7. Tume Agrimaster® "Multimaster".

perässä olevilla kolmipistenostolaitteilla (kuva 8). Nurmeen sijoittamiseen voidaan käyttää lannoitusyksikköä. Lannoiteyksikön leveys voi olla 6 - 8 metriä. Lannoitevantaat mukautuvat kahden ryhmässä nurmen pinnan vaihteluihin, joten se soveltuu tavallista Agrimasteria® paremmin epätasaisenkin nurmen lannoitukseen. Koneen oma lannoitusyksikkö voidaan myös helposti korvata esim. MTT/Vakolassa suunnitellun kaltaisella tarkoitukseen varta vasten suunnitellulla sijoituslaitteella.



Kuva 8. Tume Agrimaster® "Multimasterin" kolmipistenostolaite.

2 LAITEKUSTANNUSTEN ALENTAMISMAHDOLLISUUDET KÄYTTÖ-ALUEEN LAAJENUKSELLA

Varsinaisen nurmien sijoituslannoituslaitteen hinta muodostuu merkittäväksi. Väliurion ja vantaiston veroton hinta metriä kohti on noin 10 000 mk. Kaksiakselisena ratkaisuna sitä voidaan kuitenkin käyttää myös lietalannan sijoitukseen sekä nurmeen että viljakasvustoon. Laite yksinkertaisesti vain varustetaan aktiivisella jakolaitteella ja kiinnitetään lietevaunun perään sekä järjestetään riittävä painatus lietevaunun perästä. Tyytymällä 40 - 50 mm:n sijoitussyvyyteen painatusta voidaan vähentää noin viidennekseen siitä, mitä se sijoitettaessa 80 mm:n syvyyteen ja vetokalustoa voidaan pienentää vastaavasti. Tämä saattaa olla mielekästä, jos suuren sijoitussyvyyden käyttö ei osoittaudu merkittävästi pientä paremmaksi. Varsinaista suorakylvökoneita voidaan käyttää suorakylvöön ja väkilannoitteen sijoitukseen nurmeen sekä paikkauskylvöön. Kummallakin yhteiskäyttöstrategialla voidaan merkittävästi alentaa pääomakustannuksia.

3 JATKOTUTKIMUSTARPEET

Koska työsyvyyden kasvattaminen 40 - 50 mm:stä 80 mm:iin lisää näin radikaalisti lisäpainatustarvetta ja samalla myös koneen vetovastusta, on vastaisuudessa syvän sijoituksen mielekkyys arvioitava uudelleen. Koska aikaisemmissa tutkimuksissa (KAPUINEN 1998) on havaittu, että sijoittamalla lannoite 80 mm:n syvyyteen saavutetaan parempi sato kuin sijoittamalla 40 - 50 mm:n syvyyteen, on tämän eron suuruus selvitettävä jatkotutkimuksella, jotta voidaan arvioida syvän sijoituksen edut suhteessa sen aiheuttamiin kustannuksiin. Lisäksi aikaisemmissa tutkimuksissa (KAPUINEN 1998) sijoituskaluston massa on ollut yhtä suuri riippumatta työsyvyydestä. Sen mitoitus on vastannut suurempaa

työsyvyyttä, koska se on täytynyt mitoitaa suuremman sijoitussyvyyden mukaisesti, jotta samaa kalustoa on voitu käyttää kaikissa koejäsenissä työsyvyydestä riippumatta. Jatkossa onkin selvitettävä, kumoaisiko matalassa sijoituksessa kevyen kaluston käytöstä saatava hyöty syvän sijoituksen satoedun.

Eri nurmikasvit poikkeavat toisistaan kasvurytminsä ja juuristonsa puolesta. Tämän takia eri nurmikasvilajien soveltuvuus sijoitukseen tulisi selvittää jatkotutkimuksessa. Tämän tyyppinen tutkimus ei pelkästään tuo tietoa väkilannoitteen sijoittamisesta nurmeen, vaan myös lietalannan sijoittamisesta, jolloin tiedon sovellusalue kattaa koko nurmiviljelyn. Väkilannoitetta käyttäen voidaan tutkia lietalannan sijoittamista selvästi tarkemmilla levitysmäärillä kuin lietalantaa käyttäen, jolloin sijoituslaitteen rakennetta voidaan optimoida selvästi tarkemmin. Laajennettaessa tulosten tulkintaa lietalannan sijoitukseen on vain erikseen tarkistettava, voidaanko kyseisellä optimoidulla rakenteella sijoittaa riittävä määrä lietalantaa.

KIRJALLISUUS

ANON. 1995. Maa- ja metsätalousministeriön päätös maatalouden ympäristötuen perusteista 768: 1 - 6.

ANON. 1996. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Maataloudellinen kuukausitilasto 7.

ANON. 1997. Maatalouden ympäristötuen perustuki. Maa- ja metsätalousministeriö. Maatalousosasto. Yleiskirje 85: 1 - 11 + liite.

ANON. 1998. Valtioneuvoston päätös maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta. Suomen säädöskokoelma 219: 909 - 913.

KAPUINEN, P. 1994. Lannan käytön taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. Maatalouden tutkimuskeskus. Maatalousteknologian tutkimuslaitos. Vakolan tutkimusselostus 68: 1 - 90.

KAPUINEN, P. 1998. A Light Liquid Manure Injector for Grasslands in Polar Farming. Proceedings of the Fourth International Dairy Housing Conference, St. Louis, Missouri, USA, 28.-30.1998: 346-354.

KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. 1990. Lietelantajärjestelmien toimivuus. Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos. Vakolan tutkimusselostus 59: 1 - 108.

KEMPPAINEN, E. 1989. Nutrient content and fertilizer value of livestock manure with special reference to cow manure. *Annales agriculturae. Agrogeologia et chimica* 28, 154: 163-284.

SIKKAMÄKI, J. 1996. Suomen maatalouden ympäristötukijärjestelmän sisältö ja toiminta. Ajankohtaista maatalouden ympäristöekonomiaa. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 216: 7 - 35.

TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. 1995. Loss of phosphorus by surface runoff and leaching from a heavy clay soil under barley and grass ley in Finland. *Acta agric. Scand. Sect B. Soil and Plant Sci*: 159-165.

TURTOLA, E. & KEMPPAINEN, E. 1998. Lietelannan pintalevitys - riski vesistöille. Leipä leveämmäksi 1: 14 - 15.

VAKOLAn tutkimuseloituksia

47. Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987.
48. Jauhituksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. 1987.
49. Maatalouskoneiden tietokanta. 1988.
50. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys. 1988.
51. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset. 1988.
52. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. 1988.
53. Hellävarainen perunankorjuu. 1989.
54. Syyskylvöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätvehnän satoon 1975-1988. Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hiesusaven rakenteeseen ja viljavuuteen 1989.
55. Ei julkaisua.
56. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa. 1989.
57. Kylmäilmakuivurin mitoitus ja käyttö. 1990.
58. Leikkuupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa. 1990.
59. Lietelantajärjestelmien toimivuus. 1990.
60. Heinän varastokuivaus. 1991.
61. Viljankuivauksen pölyhaitat. 1992.
62. Säilörehun siirto ja käsittely talvella. 1991.
63. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset. 1992.
64. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu. 1993.
65. Hellävarainen perunan kauppakunnostus. 1993.
66. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II. 1993.
67. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina. 1993.
68. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. 1994.
69. The effect of ground profile and plough gauge wheel on ploughing work with a mounted plough. 1994.
70. Järeän sahatavaran mekaaniset ominaisuudet. 1995.
71. Varattu
72. Lannan levitys kasvustoon. 1996. Osa 1. Lietelannan sijoituslaitteen rakenteelliset vaatimukset suomalaisissa olosuhteissa.
73. Lannan levitys kasvustoon. 1996. Osa 2. Lietelannan levitysmahdollisuudet kasvavaan viljanoraaseen.
74. Kylmäkasvattamoiden kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot. 1996.
75. Koneiden turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen. 1996.
76. Laboratorioiden työn ja työympäristön kehittäminen. 1996.
77. Pienmoottoreiden päästöt. 1997

VAKOLAn rakennusratkaisuja

- 1/1994 Kylmä osakuivikepohjainen emolehmäkasvattamo.
- 2/1995 Rehtijärven keinokosteikko.
- 3/1995 Puurakenteiset ruokinta-aidat ja parrenerottimet.
- 4/1996 Perustamistapojen hintavertailu.
- 5/1997 Havaintoja kylmäpihattojen lannankäsittelystä.
- 6/1997 Kalustohallista toimiva sikala

VAKOLAn tiedotteita

- 50/91 Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivaamossa
- 51/92 Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa
- 53/93 Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu
- 56/93 Maaseuturakentamisen ideakilpailu
- 57/93 Syyskylvöjen varmentaminen
- 58/93 Maatilan ja maatilamatkailun jätehuolto
- 59/93 Maatilamyymälätoiminta vanhassa maatilan asuinrakennuksessa
- 60/93 Tyhjen maatilarakennusten uusi käyttö
- 61/94 Lietelannan varastointi ja levitys
- 62/94 Tuotantorakennusten alapohjia ja piha-alueiden päällysrakenteita
- 63/94 Turvallinen puunpilkonta
- 64/94 Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus eläinsuojassa
- 65/94 Oksainen hake pienpolttimissa
- 66/94 Pako- ja savukaasujen analysointi
- 67/94 Käyttökokemuksia jyräkylvöannoittimista
- 67S/94 Brukserefareheter av vältkombisåmaskiner
- 68/94 Käsikäyttöisten liekittimien käyttöominaisuuksia
- 69/95 Renkaiden vaikutus traktorin vetokykyyn ja maan tiivistymiseen
- 70/95 Hakkeen kuivaus imuilmalla
- 71/95 Klappikattiloiden käyttöominaisuudet
- 72/96 EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan lietesäiliön katteena
- 73/96 Kevytsaviharkkojen kuivuminen ja lujuus
- 74/97 Rikkakasvien torjunta viljoista rivivälisarauksella
- 75/97 Öljypellavan leikkuupuinti
- 76/97 Tilasäiliöopas
- 77/98 Yrttikuivurin suunnittelu ja käyttö
- 78/98 Väkilannoitteen sijoituslaitteet nurmiviljelyssä

