

Hannu Mikkola

Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimuslaitos

Osoite
Vakolantie 55
03400 VIHTI

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

Institute of Agricultural Engineering

Address
Vakolantie 55
FIN-03400 VIHTI
FINLAND

Telephone int. +
358-0-224 6211
Telefax int. +
(90) 224 6210

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto	3
2. Lannoitteiden käyttö ja levitysmenetelmät	4
3. Levitystasaisuuden taloudellinen merkitys	5
4. Suomessa käytettävät ja tutkimukseen valitut lannoitteenlevittimet	7
5. Levitystasaisuuden mittaaminen	14
5.1. Levitystasaisuusmittausten tulokset	17
5.2. Säädot levitettäessä ojan pientareen lähellä	24
6. Käyttäjien kommentteja levittimisestä ja lannoitteenlevityksestä yleensä	26
6.1. Keskipakolevittimien käyttäjien kommentit	26
6.2. Puhallinlevittimien käyttäjien kommentit	27
7. Apuvälineitä ajotarkkuuden parantamiseen	28
7.1. Ajolinjojen merkintätavat	28
7.2. Koejärjestely ja tulokset	31
7.3. Muita ajolinjojen merkintäkokeiden yhteydessä tehtyjä havaintoja	32
8. Yhteenveto	33
LÄHDELUETTELO	34

1. JOHDANTO

Tietoa Suomessa käytettävien lannoitteenlevittimien levitystasaisuudesta on ollut niukalti saatavilla. Tutkimuslaitoksilla ei ole levitystasaisuuden mittaamiseen sopivaa, tarpeeksi suurta hallia, eikä vertailukelpoisia tuloksia saada kuin tuulelta ja sateelta suojatussa paikassa. Mittauksissa kuluu suuria määriä lannoitetta ja kaiken lisäksi mittaukset ovat varsin työläitä, kun ne joudutaan tekemään käsityönä.

Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa on levitystarkkuuden mittaamismenetelmiä kehitetty niin, että yhden koeajon tulos saadaan muutaman minuutin kuluttua ajosta. Nopea ja luotettava mittaamenetelmä olisi välttämätön apuväline myös suomalaisille konesuunnittelijoille, koska millään muulla tavalla ei saada riittävää määrää tietoa lannoitteenlevittimen ominaisuuksista.

Tämän tiedotteen ollessa kirjoitusvaiheessa ruotsalaiset tekivät sen, mistä VAKOLAsa vain haaveiltiin tätä koetta suunniteltaessa. Statens Maskinprovningar mittasi kahdeksan Ruotsissa käytettävän lannoitteenlevittimen levitystasaisuuden käyttäen kokeissa 14 lannoitelajia, jotka kattavat 80 % Ruotsissa myytävistä lannoitteista. Käyttöohjeissa annettujen säätöohjeiden lisäksi kokeiltiin, voidaanko levitystasaisuutta parantaa säätöjä muuttamalla. Monissa tapauksissa levitystasaisuutta kuvaava vaihtelukerroin pienentyi jopa kymmeniä %-yksiköitä, kun säädöt saatiin kohdalleen.

Suomalaisille ei tuloksista ole sanottavaa konkreettista hyötyä. Kokeessa mukana olleista kahdeksasta koneesta viisi on ollut myynnissä myös Suomessa, mutta valitettavasti kokeissa ei käytetty yhtäkään Kemiran valmistamaa lannoitetta.

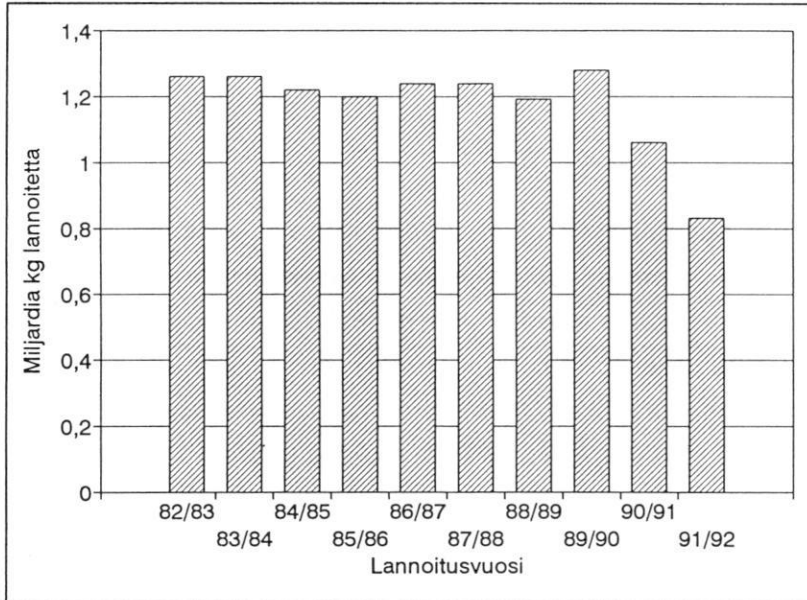
Kemira on kuitenkin kiinnostunut lannoitteiden ominaisuuksien lisäksi myös levittimien levitysominaisuuksista ja niinpä tämän kokeen järjestäminen osoittautui mahdolliseksi. Uudenkaupungin lannoitetehtaan suurin varasto, kooltaan 40 m x 40 m, pidettiin tyhjänä kokeiden tekemiseen kuluneen puolentoista viikon ajan. Lisäksi Kemira lahjoitti kokeissa käytetyn lannoitteen, yhteensä 8400 kg.

Kokeen tekemistä ovat edesauttaneet myös kahdeksan eteläsuomalaista maatilaa luovuttamalla koneensa korvauksetta koekäyttöön. Koneet olivat vähän käytettyjä ja kuntonsa puolesta lähes uuden veroisia. Uusien koneiden kokeilemisen sijasta päädyttiin tähän ratkaisuun, koska kaikkia nyt mukana olleita koneita ei olisi saatu valmistajan tai myyjäliikkeen kautta.

Esitämme lämpimät kiitokset kaikille kokeen suunnittelussa ja toteutuksessa mukana olleille henkilöille ja erityisesti Auvo Leskelälle, Jaakko Karsilalle, Kalevi Väisäselle Kemirasta sekä niille kahdeksalle viljelijälle, joiden koneita olemme kokeessa käyttäneet.

2. LANNOITTEIDEN KÄYTTÖ JA LEVITYSMENETELMÄT

Peltojen lannoitukseen käytettiin Suomessa 1980-luvulla noin 1,2 miljardia kiloa lannoitetta vuodessa. Myyntimäärien vaihtelut (Kuva 1.) johtuvat siitä, että hyvinä satovuosina lannoitetta on ostettu jonkun verran varastoon ja nämä varastot on käytetty huonon vuoden jälkeen. Kahtena viimeisenä lannoitusvuonna myyntimäärät ovat selvästi vähentyneet, mikä johtuu kesannoitavan alan suurenemisesta. Vuonna 1992 oli kesantoa 528 000 ha.

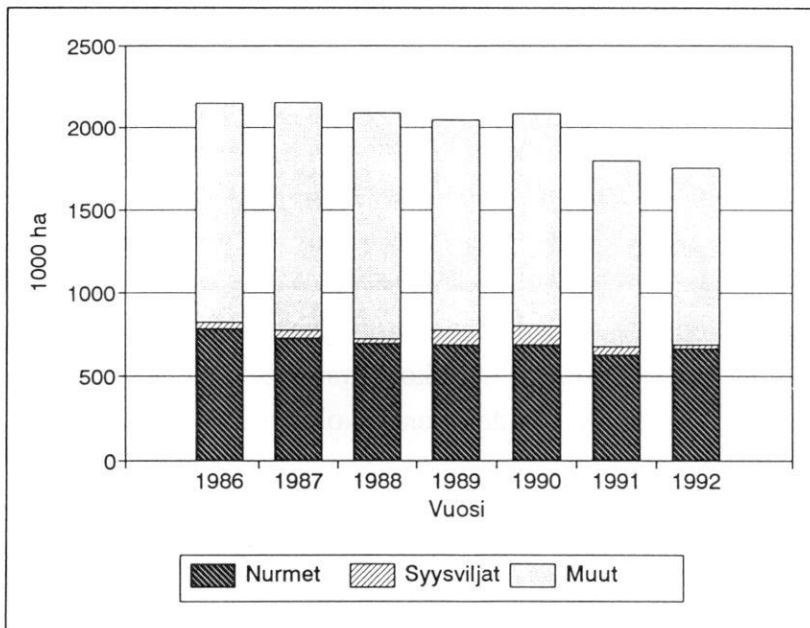


Kuva 1.

Lannoitteiden myyntimäärä, miljardia kg lannoitusvuosina 1982/1983 - 1991/1992.

Kevätviljat, öljykasvit ja herne lannoitetaan lähes yksinomaan sijoittamalla. Sokerijuurikkaasta lannoitetaan sijoittamalla 60 % ja ammattimaisesti viljellystä perunasta 50 %. Syysviljat lannoitetaan kylvön yhteydessä sijoittamalla ja keväällä

pintaan. Nurmikasveille (kuivaheinä-, säilörehu-, siemen-, tuorerehu- ja laidunnurmet) väkilannoitteet levitetään aina pintaan. Pintaan lannoitettavan peltoalan osuus koko viljellystä peltoalasta on kahden viime vuoden aikana ollut 37 - 39 %.



Kuva 2.

Nurmikasvien, syysviljojen ja muiden viljelykasvien osuudet viljellystä pinta-alasta. Viherkesantoja ei ole laskettu mukaan viljeltyyn pinta-alaan.

Kuvassa 2 on esitetty peltoalan käyttö siten, että voidaan verrata pintaan lannoitettavien ja sijoituslannoitusmenetelmällä lannoitettavien peltoalojen osuuksia.

Kuvassa sokerijuurikas ja peruna on luettu kokonaisuudessaan ryhmään muut, vaikka niiden alasta runsas puolet (yli 34 000 ha) lannoitetaan sijoittamalla ja loput pintaan. Toisaalta syysviljat lannoitetaan osittain sijoittamalla.

Peltoalojen suhteet eivät kerro kuitenkaan koko totuutta sijoitetun ja pintaan levitetyn lannoitemäärän osuudesta, koska pintaan lannoitettavia kasveja lannoitetaan muita runsaammin. Kemiran tekemän markkinatutkimuksen mukaan intensiivisessä nurmiviljelyssä (sis. laidun-, säilörehu- ja tuorerehunurmet) käytetään vuosittain lannoitetta 650-850 kg/ha. Yleisin lannoite on Typpirikas 2, mutta toisella ja kolmannella lannoituskerralla käytetään myös NK-lannosta ja Oulunsalpietaria. Heinänurmilla, joista korjataan odelma laiduntamalla tai säilörehuksi, käytetään vuodessa noin 600 kg lannoitetta. Edellä olevan perusteella pelkästään nurmien lannoittamiseen käytetty lannoitemäärä on vähintään puolet koko käytetystä lannoitemäärästä.

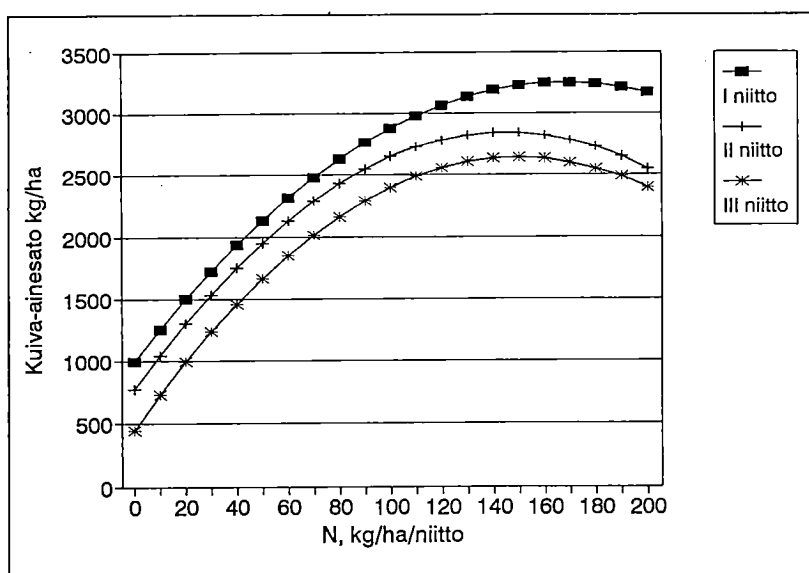
Syysviljojen osuus viljeltävästä pinta-alasta on vähäinen, mutta niillä on joissain tapauksissa suuri merkitys yksittäisille tiloille. Syysviljojen syys- ja kevätlannoituksen yhteenlaskettu määrä on 600 - 700 kg/ha. Rukiin lannoitukseen käytetyt määrät ovat lähempänä alarajaa ja syysvehnän ylärajaa. Syyslannoitteena on Fosforirikas Y-lannos yleisin, mutta Typpirikas 3 ja PK-lannos ovat myös suosittuja. Kevätlannoitukseen käytetään pääasiassa Oulunsalpietaria; syysvehnälle 300 - 350 kg/ha ja rukiille 200 - 250 kg/ha.

3. LEVITYSTASAISUUDEN TALOUDELLINEN MERKITYS

Lannoitteen levitystasaisuus vaikuttaa sadon määrän ja laadun lisäksi korjuukustannuksiin. Lannoitus on kasvutekijä, jonka kannattavuutta kuvataan vähenevän lisätuoton lakia käyttäen. Käytännössä laki toteutuu siten, että alilannoituskohdassa menetetään enemmän kuin mitä ylilannoituskohdassa saadaan takaisin. Vähenevän lisätuoton laista johtuu myös, että tasaisella lannoitteenlevityksellä on sitä suurempi merkitys mitä suurempia lannoitemääriä käytetään.

Kuva 3.
Typpilannoituksen vaikutus nurmen kuiva-ainesatoon (HIIVOLA ym. 1974).

Levitystasaisuus arvoitellaan käyttäen tunnuslukuna vaihtelukerrointa. Mitä suurempi vaihtelukerroin on, sitä epätasaisempaa lannoitteenlevitys on.

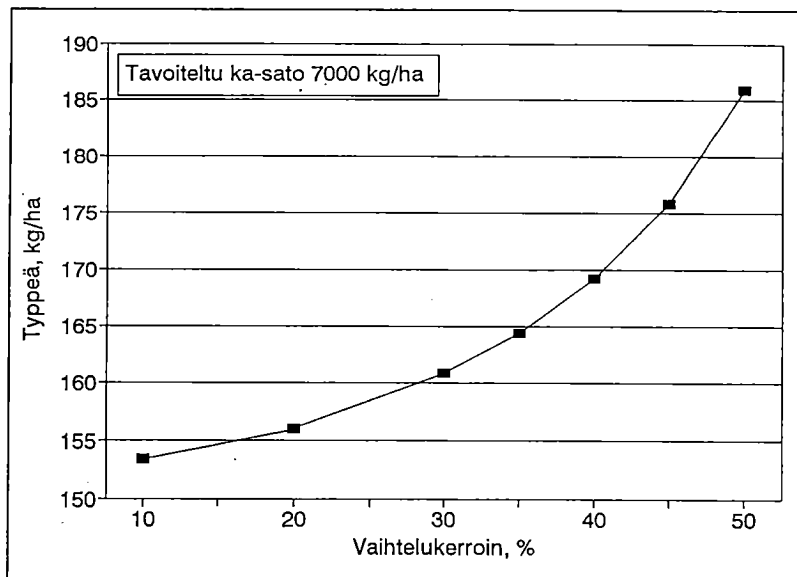


Yleisesti käytetty levitystasaisuuden arvosteluasteikko on seuraava:

Vaihtelukerroin	Levitystasaisuus
$0 < VK < 5$	Erittäin hyvä
$5 \leq VK < 10$	Hyvä
$10 \leq VK < 15$	Tyydyttävä
$15 \leq VK < 20$	Välttävä
$20 \leq VK$	Huono

Verrattaessa yllä olevaa levitystasaisuuden arvosteluasteikkoa ja kuvaa 4 keskenään nähdään, että säilörehunurmen satotappiot kasvavat nopeasti, kun vaihtelukerroin on suurempi kuin 20 %. Viljan viljelyssä epätasaisen levityksen aiheuttamien satotappioiden suuruuteen vaikuttaa paljolti lakoviljan osuus. Lannoitusta suunniteltaessa yleinen tapa on päättää ensiksi typpimäärä, jonka vilja juuri ja juuri sietää lakoutumatta. Sitten valitaan maan viljavuustietojen perusteella lannoite, josta saadaan sopiva määrä muita pääravinteita. Näin meneteltäessä jo pienetkin tavoitetasoa ylittävät määrät aiheuttavat lakoutumista ja huomattavia satotappioita. Myöhäisessä kasvuvaiheessa levitettävien laonestoaineiden markkinoille tulo antaa nykyisin mahdollisuuden torjua laosta aiheutuvia haittoja myöhään kasvukauden aikana, mikä toisaalta on lisännyt houkutusta typpilannoituksen maksimointiin.

Levitystasaisuuden parantumisesta saadaan taloudellista etua joko suurempana satona tai pienempinä lannoituskustannuksina. Kuvasta 4 käy ilmi, kuinka suuri typpimäärä on hehtaarin säilörehunurmelle vuodessa (kolmena eränä) levitettävä, jos tavoitteena on saada 7000 kg:n kuiva-ainesato ja lannoitteen levitystasaisuutta kuvaava vaihtelukerroin on 10 - 50 %. Laskelma perustuu HIIVOLAN ym. 1974 esittämään aineistoon.



Kuva 4. Levitystasaisuuden vaikutus typpilannoitustarpeeseen, kun tavoitteena on saada säilörehunurmelta 7000 kg:n kuiva-ainesato. Korjukertoja on kolme ja lannoite levitetään kolmena eränä (40 %, 33 % ja 27 % typen kok. määrästä/levityskerta).

Levitystasaisuuden merkitystä voidaan havainnollistaa seuraavan esimerkin avulla. Levitystasaisuutta kuvaava vaihtelukerroin pienenee 25 %:sta 10 %:iin, kun suhteellisen huolellinen keskipakolevittimen käyttäjä alkaa merkitä ajokaistat molemminpuolisella vaahdotusmerkillä tai

Levitystasaisuuden merkitystä voidaan havainnollistaa seuraavan esimerkin avulla. Levitystasaisuutta kuvaava vaihtelukerroin pienenee 25 %:sta 10 %:iin, kun suhteellisen huolellinen keskipakolevittimen käyttäjä alkaa merkitä ajokaistat molemminpuolisella vaahdotusmerkillä tai

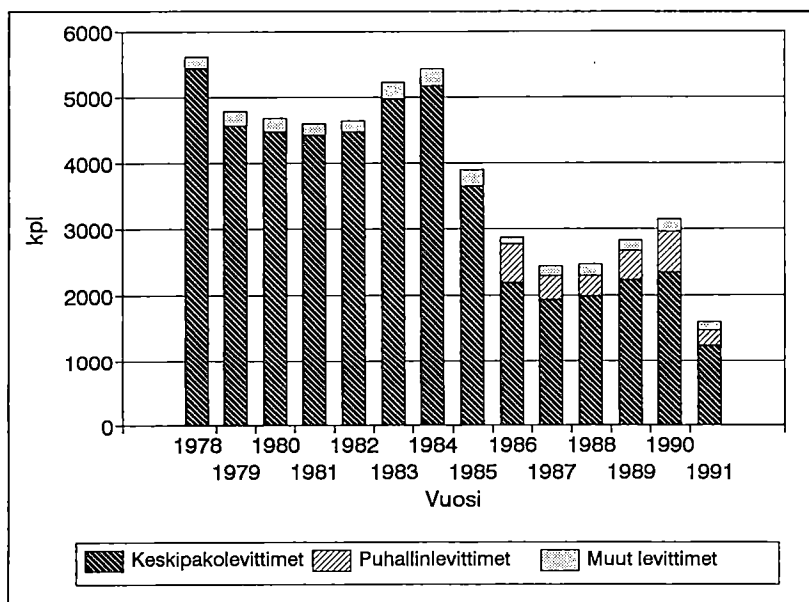
linjakepeillä. Näin hän pystyy ajamaan siten, että kaistat ovat yhtä leveitä ja oikean levyisiä. Mikäli hän käyttää saman määrän lannoitetta kuin ennenkin, hän saa hehtaarin alalta säilörehunurmea 149 kg aikaisempaa suuremman kuiva-ainesadon, joka rehuyksiköiksi muutettuna tekee 103 ry. Jos hän tyytyy yhtä suureen satoon kuin ennenkin, typpilannoitusta voi vähentää 10 kg/ha. Typpirikas Y-lannos 2:ta käytettäessä vähennys merkitsee 50 kg lannoitetta hehtaaria ja vuotta kohden.

Koko Suomen nurmialalla edellä esitetyn esimerkin mukainen levitystasaisuuden parantuminen säästäisi vuodessa 33 milj. kg lannoitetta. Rekkakuormiksi muutettuna säästö olisi 826 kuormaa (40 000 kg/kuorma). Vaikka tämän tutkimuksen tavoitetaso asetettaisiin paljon alemmaksi, esimerkiksi parantaa lannoitteen pintalevityksen levitystasaisuutta yhdellä %-yksiköllä, tavoitteen toteutuessa säästyisi yli kaksi miljoona kiloa lannoitetta eli 55 rekkakuormaa.

4. SUOMESSA KÄYTETTÄVÄT JA TUTKIMUKSEEN VALITUT LANNOITTEENLEVITTIMET

Myyntitilastojen perusteella Suomessa käytettävistä lannoitteenlevittimistä yhdeksän kymmenestä on keskipakolevittimiä (lannoitteenlevittimen kestoikäsi on oletettu 15 vuotta). Laatikkolevittimet ovat paljon harvinaisempia. Niiden myyntimäärä on ollut melko vakaasti 190 kpl vuodessa ja niillä on siten oma pieni mutta uskollinen käyttäjäkuntansa. Kaikki Suomessa myydyt puhallinlevittimet, hieman yli 2500 kpl, ovat vielä niin uusia, että suurin osa niistä lienee edelleen käyttökuntoisia. Kuvassa 5 on esitetty lannoitteenlevittimien myyntimäärät vuosina 1978 - 1991.

Kuva 5.
Lannoitteenlevittimien myyntimäärät Suomessa vuosina 1978 - 1991.



Valittaessa levittimiä tähän tutkimukseen pääkriteereinä olivat:

1. koneita on myyty

viime vuosien aikana runsaasti, 2. puhelinkyselyjen perusteella kone kiinnostaa viljelijöitä. Seuraavassa on esitelty lyhyesti levittimet, jotka näiden kriteerien perusteella tutkimukseen valittiin. Rakennetta ei ole selostettu yksityiskohtaisesti, vaan esille on otettu pelkästään asiat, jotka käytön kannalta poikkesivat muista vastaavanlaisista koneista. Koneiden tekniset tiedot on esitetty taulukossa 1.

Bögballe BL600

Bögballe BL 600 on Tanskassa valmistettu 1-lautaslevitin, joka on pitkään ollut myös Suomen markkinoilla. Bögballessa huomio kiinnittyy ensiksi säätövipuihin, jotka olivat selkeydessään ja täsmällisyydessään koko joukon parhaat. Varsin vakava puute kuitenkin on, että ohjaamalla varustetusta traktorista ei vipuihin ylety oikein mitenkään. Maahantuojan mukaan levittimeen olisi saatavilla levitysmäärän hydraulinen kaukosäätölaite, mutta hintasyistä niitä ei ole tuotu ainuttakaan.

Yhdistetty käyttöohje ja varaosakuvasto on selkeä ja havainnollinen. Levitysmäärän säätämiseksi on neuvottu kaksi erilaista tapaa. Levitystaulukko on seuraaville lannoitteille: Typpirikas Y-lannos 2 ja 3, Kloorivapaa Y-lannos, Oulunsalpietari ja Urea.



Kuva 6. Bögballe BL600 -keskipakolevitin. Säätöviput ovat erittäin hyvät, mutta niihin on vaikea ylettyä.

Bögballe D600

Bögballe D600 oli tutkimuksen ainoa 2-lautaslevitin. Sen työleveys on 12 m kuten muidenkin tutkimuksessa olleiden keskipakolevittimien. Levityisleveys on kuitenkin noin puolitoistakertainen muihin keskipakolevittimiin verrattuna, mikä on otettava huomioon erityisesti pellon reunakaistoja lannoitettaessa. Onneksi koneessa on vakiovarusteena piennarsiivet, jotka asennetaan oikean puoleisen levityslautasen normaalsiipien tilalle.



Kuva 7. Bögballe D600 -keskipakolevitin. Levitettäessä lannoitetta ojan pientareen lähellä on syytä vaihtaa oikean puolen lautaseen piennarsiivet ja säätää vasemman lautaseen siivet toiseen asentoon.

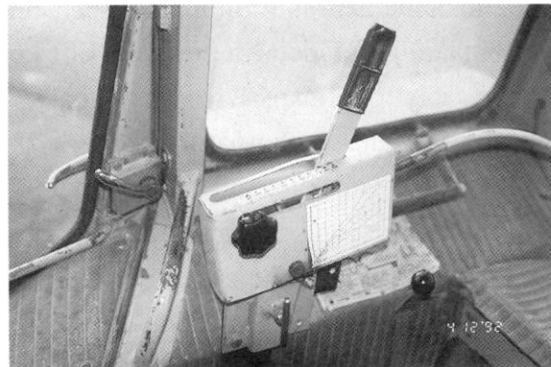
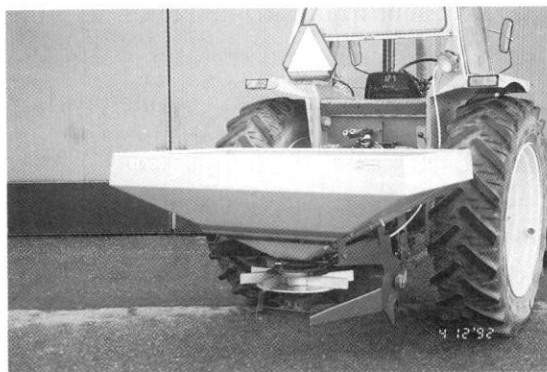
Samalla pitää säätää vasemman puolen levityslautasen siivet toiseen asentoon. Siipien vaihtoon ja säätöön kuluu aikaa 5 minuuttia ja siihen tarvitaan 13 mm:n avain.

Levityslaitteen rakenteesta johtuen koneessa ei tarvita levityskuvion suunnan säätövipua, mikä tekee koneen käytön huomattavasti yksinkertaisemmaksi kuin 1-lautaslevittimen. Levitysmäärän hydraulinen kaukosäätö kytkettiin traktorin 1-toimiseen hydrauliventtiiliin. Säätölaitteen rakenne on sellainen, että säätörengas sulkeutuu, kun sylinteriin päästetään venttiilillä öljyä. Säätörengas avautuu kahden kierrejousen vetämänä, kun sylinteristä päästetään öljy pois. Käytännössä luukku avautuu hiljalleen myös itsestään, jos traktorin venttiili vuotaa. Siirtoajossa lautasen päälle valuu lannoitetta, joka ryöpsähtää pellolla konetta käynnistettäessä.

Käyttöohje on selkeä ja havainnollinen. Levitysmäärän säätö on neuvottu vain testisuppiloa käyttäen ja testisuppilo on lisävaruste. Käyttöohjeessa on levitystaulukko seuraaville lannoitteille: Typpirikas Y-lannos 2 ja 3, Kloorivapaa Y-lannos, Oulunsalpietari, Urea. Koneen huoltaminen on melko yksinkertaista, vaikka säiliö ei olekaan kipattava kuten 1-lautaslevittimissä.

Elho EL700

Elho EL700 on kotimainen 1-lautaslevitin. Lannoitteen määrä säädetään kaapelikäyttöisellä kaukosäätölaitteella ja levityskuvion suunta levityslautasen etupuolella olevasta vivusta. Määränsäätövivun liike on tarkkaan säätöön liian lyhyt. Vivun siirtäminen yhdellä senttimetrillä vaikuttaa syöttömäärään 18 kg/min. Ajonopeuden ollessa 8 km/h kyseinen vivun siirto vaikuttaa hehtaarille levitettävään lannoitemäärään 113 kg. Säätöä vaikeuttaa lisäksi vivun suurehko vällys (9 mm).



Kuva 8. Elho EL700 -keskipakolevitin. Säätövivun suurehko vällys ja lyhyt liikerata vaikeuttivat tarkkaa säätöä.

Yhdistetty käyttöohje ja varaosaluettelo on melko selkeä. Käyttöohjeessa ei ole ilmoitettu koneen oikeaa työkorkeutta, mikä olisi kuitenkin oleellisen tärkeä tieto. Levitystaulukko on seuraaville lannoitteille: Typpirikas Y-lannos 3, Fosforirikas Y-lannos, Vähäfosforinen Y-lannos, Oulunsalpietari, Urea, Kalkkisalpietari, Hiven PK-lannos.

Elho Matic 800

Elho Matic 800 on saman valmistajan tekemä puhallinlevitin kuin edellinen keskipakolevitin. Kaikki koneen osat, jotka joutuvat välittömästi tekemisiin lannoitteen kanssa, on valmistettu muovista tai ruostumattomasta teräksestä. Säiliön kansi ja seula ovat Elhossa vakiovarusteita, mikä kannattaa ottaa huomioon esimerkiksi hintavertailuja tehtäessä.



Kuva 9. Elho Matic 800 -puhallinlevitin. Syöttölaite saa käyttövoimansa joko voimanottoakselilta tai lisävarusteena saatavalta maapyörältä.

Koneeseen oli asennettu lisävarusteena saatava maapyörä, jonka käyttämänä syöttölaite syöttää lannoitetta suhteessa kuljettuun matkaan. Levitystyön aikana on siten mahdollista muuttaa ajonopeutta traktorin vaihteistolla. Moottorin kierrosluku on kuitenkin pidettävä vakiona, jotta lannoitteen siirto puhaltamalla syöttölaitteesta suuttimiin toimii, kuten on suunniteltu.

Telasyöttöperiaatteella toimivia syöttöakseleita on kaksi. Toinen syöttää lannoitteen vasemman puolen suuttimiin ja toinen oikean puolen suuttimiin. Kummankin akselin syöttömäärä on säädettävä erikseen. Jos koneeseen ei ole hankittu maapyörää, syöttölaite saa käyttövoimansa voimanottoakselilta. Traktorin ohjaamoon sijoitettavalla, kaapelitoimisella kaukosäätölaitteella kytketään syöttö päälle ja pois päältä. Väliasennossa syöttää vain oikean puolen syöttölaite ja työleveys on tällöin puolet normaalista eli 6 m. Työleveyttä voidaan pienentää myös sulkemalla syöttölaitteen sulkuluukkuja.

Yhdistetty käyttöohje ja varaosaluettelo on selkeä ja melko havainnollinen. Lukeminen olisi helpompaa, jos kuvat olisi sijoitettu tekstin joukkoon oikeille paikoilleen. Koneen varustukseen kuuluu pussi kiertokokeen tekemistä varten. Kiertokokeen työvaiheet on neuvottu käyttöohjeessa. Levitystaulukosta saa ohjeellisen säätöarvon nopeuksille 3, 4, 5, 6, 7 ja 8 km/h.

Junkkari 700

Junkkari 700 on toinen tutkimukseen osallistuneista kotimaisista keskipakolevittimistä. Junkkari Oy:ssä tehtäneen tämän kevään aikana päätös joko tämän mallin tai Ylön konkurssipesältä hankitun Ylö Viskan valmistuksen jatkamisesta. Molempien valmistaminen nykyoloissa ei liene järkevää.

Käytön kannalta oleellisin ero Bögballe BL600 ja Elho 700 -keskipakolevittimiin on kaukosäädön toteutuksessa. Junkkarin kaukosäätölaitteessa on vipu sekä lannoitteen määrän säätöön että levityssuunnan säätöön. Vivut ovat jäməköitä, asteikot selkeitä ja kaapelien välitys pieni. Säätö ei ole portaaton, koska vivut nojaavat hammastettua kaarta vasten. Kun määrän säätö käytännössä tapahtuu asentojen 1 ja 8 välillä, käytössä on 28 lovea. Yksi lovi vaikuttaa syöttömäärään noin 5 kg/min. Ajonopeuden ollessa 8 km/h vivun siirtäminen yhdellä lovella vaikuttaa hehtaarille levitettävään lannoitemäärään 31 kg. Levityssuunnan kaukosäädön ansiosta ei tarvitse nousta traktorista, kun reunakaistojen jälkeen aletaan lannoittaa lohkon keskiosaa. Vivut saisivat liikkua herkemmin, mutta muilta osin kaukosäätö on varsin onnistunut.



Kuva 10. Junkkari 700 -keskipakolevitin. Kaukosäätölaitteessa on vipu sekä lannoitemäärän että levityskuvion suunnan säätöä varten.

Yhdistetty käyttöohje ja varaosaluettelo on melko selkeä ja havainnollinen. Levitysmäärän tarkistamiseksi neuvotaan täyttämään ensiksi säiliö, ajamaan taulukon osoittama matka ja punnitsemaan säiliön täyttämiseen tarvittava lannoitemäärä. Näin menetellen voidaan välttää karkeat levitysvirheet, mutta kovin tarkkaa tulosta lienee mahdotonta saada. Käyttöohjeessa on levitystaulukko seuraaville lannoitteille: Typpirikas Y-lannos 2 ja 3, Kalirikas Y-lannos, Vähäfosforinen Y-lannos ja Oulunsalpietari.

Tume P1350

Tume P1350 -puhallinlevitin oli niin painonsa kuin säiliökokonsakin puolesta tutkimuksessa mukana olleista levittimistä suurin. Tumen vakiovarusteisiin kuuluvien säiliön kannen ja seulan lisäksi koneessa oli seuraavat lisävarusteet: lannoitesäiliön lisälaidat, levityspuomien hydraulinen taitto ja vaahtomerkitsein.

Syöttölaite on periaatteeltaan ja säädöiltään samanlainen kuin Tume-kylvö-lannoitus-koneissa. Syöttölaite saa käyttövoimansa traktorin oikeasta takapyörästä kitkarullan välityksellä. Kitkarullan toimintaa ohjataan traktorin 1-toimisen hydrauliventtiilin vivulla. Kitkarulla painuu jousen vetämänä rengasta vasten, kun sylinteristä päästetään öljy pois. Jos traktorin venttiili vuotaa, syöttö kytkeytyy myös itsestään. Siirtoajon ajaksi kitkarulla onkin lukittava ketjulla. Syöttöakselin toinen puolisko voidaan pysäyttää puolituskytkimellä. Kytintä käytetään köydestä vetämällä.

Kitkarullan ansiosta traktorin nopeutta voidaan levitystyön aikana muuttaa vaihteistolla levitysmäärän muuttumatta. Moottorin kierrosnopeuteen pätee sama sääntö kuin muihinkin puhallinlevittäjiin eli levityksen aikana on pidettävä vakio kierrosnopeus.



Kuva 11. Tume P1350 -puhallinlevitin. Tumen syöttölaitetta pyörittää traktorin takarengasta vasten painettava kitkarulla.

Kiertokoe tehdään aivan samojen periaatteiden mukaan kuin esimerkiksi kylvö-lannoituskoneiden kiertokoe. Muoveja tai pressuja ei tarvitse levitellä koneen alle, koska kiertokoekaukalo kuuluu koneen vakiovarusteisiin. Syöttölaitteen voimansiirrossa on kaksi välitystä, joista välitystä A käytetään levitysmäärän ollessa alle 700 kg/ha ja välitystä B levitysmäärän ollessa yli 700 kg/ha.

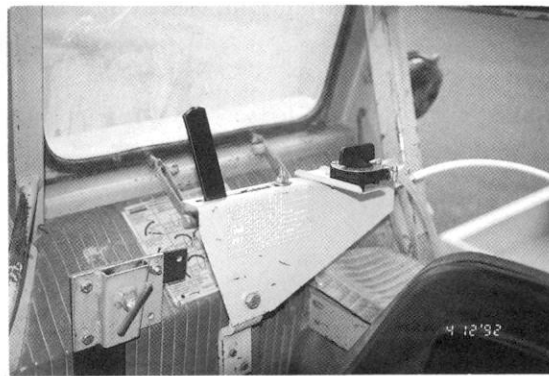
Yhdistetty käyttöohje ja varaosaluettelo on melko selkeä ja havainnollinen. Lukeminen olisi helpompaa, jos kuvat olisivat selkeämpiä ja ne olisi sijoitettu tekstin joukkoon oikeille paikoilleen. Levitystaulukossa on annettu ohjeelliset säätöarvot.

Ylö Pneuma 707

Tutkimukseen otettiin mukaan konkurssiin menneen Ylö-tehtaan valmistamista puhallinlevittäjistä pienempi Pneuma 707. Suurempi Ylö Pneuma 1000 on ollut VAKOLAN koetuksessa vuonna 1988 ja sen levitystarkkuudesta saatiin lisätietoa myös johdanto-osassa mainitusta ruotsalaisesta tutkimuksesta. Ylö Pneuma 707:n työleveys on 7 m, kun kaikkien muiden tutkimuksessa mukana olleiden työleveys oli 12 m. Se on kokonsa ja hintansa puolesta tarkoitettu pienemmille tiloille kuin 12 m:n puhallinlevittäjät.

Syöttölaitetta voisi kuvata sanalla vanhanaikainen, koska vastaavanlaisia ei ole valmistettu enää aikoihin. Syöttökammion vasemmassa sivussa on kaksi päällekkäistä levyä, joista ulompi on säätölevy. Levyn liikkeessa eteenpäin syöttöpyörien vieressä olevat raot suurenevat ja syöttö lisääntyy. Levyä liikutetaan traktorin ohjaamosta kaapelivälitteisellä vivulla. Rakennetta kutsutaan nimellä reikäsyöttö.

Lannoitteen määränsäätövivun liike on tarkkaan säätöön liian lyhyt. Vivun siirtäminen yhdellä senttimetrillä vaikuttaa syöttömäärään 8,5 kg/min. Ajonopeuden ollessa 8 km/h kyseinen vivun siirto vaikuttaa hehtaarille levitettävään lannoitemäärään 91 kg. Säätöä vaikeuttaa lisäksi vivun suurehko vällys (10 mm).



Kuva 12. Ylö Pneuma 707 -puhallinlevitin. Säätvivun suurehko välys ja lyhyt liikerata vaikeuttivat tarkkaa säätöä.

Yhdistetty käyttöohje ja varaosaluettelo on selkeä ja havainnollinen. Käyttöohjeen mukaan kiertokoe tehdään pellolla levitystä aloitettaessa. Puomin päätysuuttimeen sidotaan ilmaa läpäisevä pussi, johon 30 sekunnin ajon aikana kertynyt lannoite punnitaan. Hehtaarille levitettävä lannoitemäärä saadaan laskukaavan avulla. Vaa'an kuljettaminen pellolla ei kuitenkaan ole kovin mukavaa ja olisi tietenkin hyvä, jos kone olisi säädetty oikein jo ennen pellolle menoa. Käyttöohjeessa on annettu ohjeelliset säätöarvot.

Taulukko 1. Keskipakolevittimien teknisiä tietoja

Merkki	Bögballe	Bögballe	Elho	Junkkari
Malli	BL600	D600	EL700	700
Tyyppi	1-lautasl.	2-lautasl.	1-lautasl.	1-lautasl.
Valmistusno	20774	678	0302642	1118
Työleveys, m	12 (6-15)	12 (10-12)	12	12 (10,12,15)
Heittoleveys, m	24	38	23	23
Pituus, cm	166	143	121	121
Leveys, cm	186	220	165	161
Täyttökorkeus, cm	94	82	94	97
Lannoitesäiliö				
- tilavuus, l	560	610	640	645
- täyttöaukon mitat, cm	132x180	111x214	111x156	112x154
Suosittelunopeus, r/min	540	540	540	540
Seulan silmäkoko, mm	-	10x31	10x21	-
Suosittelun levitys- lautasen korkeus maasta, cm	55 ¹⁾	75	Ei ilm.	60,65,70 ²⁾
Paino varusteineen, kg	177	294	131	151
Varusteet:	-	Seulat (2) Hydr. käytt. kaukosäätö	Seula Kaukelik. kaukosäätö	Kaukelik. kaukosäätö

1) Ureaa levitettäessä 80 cm, minkä lisäksi konetta kallistetaan eteenpäin.

2) Käytettävän lannoitelajin mukaan.

Taulukko 2. Puhallinlevittimien teknisiä tietoja

Merkki	Elho	Tume	Yl6
Malli	Matic 800	P1350	Pneuma 707
Valmistusnro	2810100	375	16210
Työleveys, m	12	12	7
Heittoleveys, m	14,5	14,0	12,0-15,0
Päämitat kulj.asennossa			
- pituus, cm	159	184	128
- leveys, cm	197	285	195
- korkeus, cm	274	284	250
Päämitat työasennossa			
- pituus, cm	159	204	128
- leveys, cm	1137	1150	638
- korkeus, cm	114	135	91
Täyttök korkeus, cm	107	131	91
Lannoitesäiliö			
- tilavuus, l	795	1250	680
- täyttöaukon koko, cm	98x157	75x224	84x164
Suositteltu v.o.a:n nopeus, r/min	540	540	540
Seulan silmäkoko, mm	10x22	10x10	-
Suositteltu levityspuomin korkeus, cm	70	80-85	60
Suuttimien lukumäärä, kpl	14	20	8
Suuttimien väli keskim., mm	850	605	878
	(780-940)	(595-615)	(875-890)
Paino varusteineen, kg	462	570	209
Varusteet	Lann.säiliön kansi, maapyörä, seula	Lann.säiliön kansi, kitkarulla, vaahtomerk., hydr. puomin nosto, kiertokoevarustus	Vaahtomerk.

5. LEVITYSTASAISUUDEN MITTAAMINEN

Levitystasaisuuskokeissa käytettiin Typpirikas Y-lannos 2:ta ja Oulunsalpietaria. Ennen levitystasaisuuskokeita tehtiin kaikilla levittimillä kiertokokeet kummallakin käytetyllä lannoitteella. Kuvista 13 - 15 käy ilmi keskipakolevittimien kiertokokeen tekotapa. Levitintä käytettiin pienimpiä säätöasentoja kokeiltaessa yksi minuutti ja syöttömäärän ollessa yli 50 kg/min 30 s. Syöttömäärää kuvaava käyrä perustuu vähintään kuuteen mitattuun pisteeseen.

Kuva 13.

Traktorin taakse, levittimen alle levitettiin kuormapeite.

**Kuva 14.**

Kuormapeitteen liepeet käännettiin levittimen säiliön päälle. Tässä vaiheessa varmistettiin, että levityssiivikko ei ota peitteeseen kiinni. Tarkistuksen jälkeen kone käynnistettiin, v.o.a:n nopeudeksi säädettiin 540 r/min ja konetta käytettiin yksi minuutti (suurimmissa säätöasenoissa 30 sekuntia) syöttö kytkettynä päälle.



Kuva 15. Lopuksi kerättiin peitteen päälle kertynyt lannoite saaviin ja punnittiin. Levitysmäärä kg/ha saatiin laskemalla.

Elho Matic 800 ja Ylö Pneuma 707 -puhallinlevittimien kiertokokeet tehtiin siten, että suuttimiin sidottiin ilmaa läpäisevät pussit ja levitintä käytettiin syöttö kytkettynä yksi minuutti (Kuva 16). Tämän jälkeen pusseihin kertynyt lannoite punnittiin. Tume P1350 oli ainoa levitin, jonka varustukseen kuului perinteinen kiertokoeveivi ja kouru. Kiertokokeet tehtiin näitä varusteita käyttäen.

**Kuva 16.**

Elho Matic 800 ja Ylö Pneuma 707 puhallinlevittimien kiertokokeet tehtiin sitomalla suuttimiin ilmaa läpäisevät pussit.

**Kuva 17.**

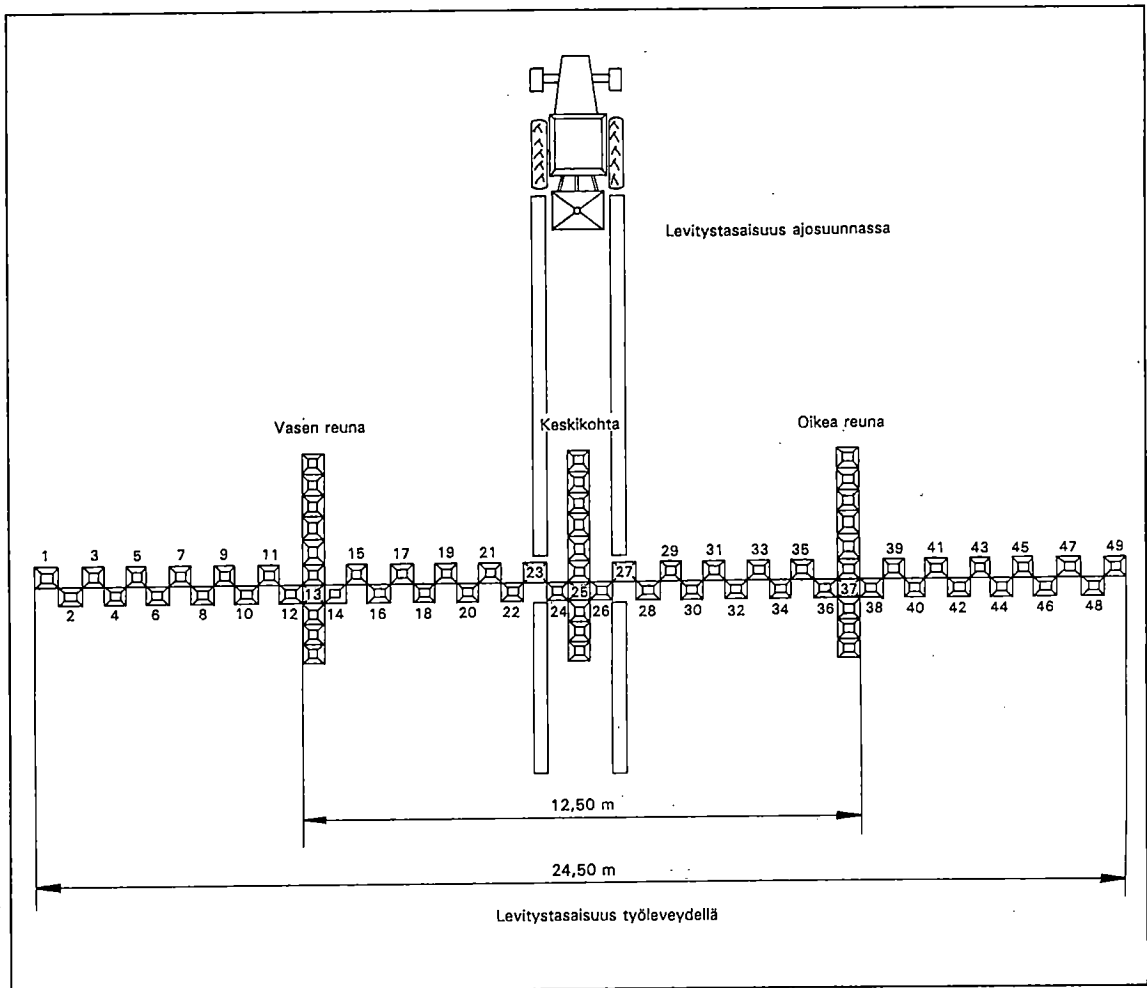
Tumen kiertokoe tehdään samalla tavoin kuin kylvö-lannoituskoneiden kiertokoe.

Levitystasaisuuden mittaamisessa noudatettiin soveltuvin kohdin standardia ISO 5690/1 (Equipment for distributing fertilizers - Test methods - Part 1: Full width fertilizer distributors). Kokeissa käytettäviksi lannoitteiksi valittiin Typpirikas Y-lannos 2 ja Oulunsalpietari siksi, että ne ovat yleisimmät pintalannoituksessa käytettävät lannoitteet. Typpirikasta Y-lannos 2:ta käytettäessä tavoitellut levitysmäärät olivat 150, 400 ja

600 kg/ha sekä Oulunsalpietaria käytettäessä 200 ja 400 kg/ha.

Levitystasaisuutta mitattaessa koejärjestely oli kuvan 18 mukainen. Mittalaatikat olivat kooltaan 50 cm x 50 cm ja niiden sisällä oli rakeiden poukkoilua estävä kennosto. Kaikissa kokeissa ajonopeus oli 8,6 km/h ja voimanottoakselin nopeus 540 r/min. Tavoitellun levitysmäärän ollessa 150 tai 200 kg/ha ajettiin kaksi kertaa mittalaatikoiden yli ja laatikoihin kertynyt lannoite punnittiin sen jälkeen. Tavoitellun levitysmäärän ollessa 400 tai 600 kg/ha laatikoihin kertynyt lannoite punnittiin yhden ajokerran jälkeen. Mitattaessa levitystasaisuutta ajosuunnassa käytettiin Typpirikasta Y-lannos 2:ta ja levitysmäärä oli 400 kg/ha.

Koneen asento säädettiin vesivaa'an avulla vaakasuoraan sekä pituus- että leveysuunnassa. Koneen korkeus mittalaatikoiden yläpinnasta säädettiin käyttöohjeen mukaan. Keskipakolevittimien levityskuvion muoto säädettiin käyttöohjeen mukaan.



Kuva 18. Mittausjärjestely levitystasaisuutta mitattaessa.

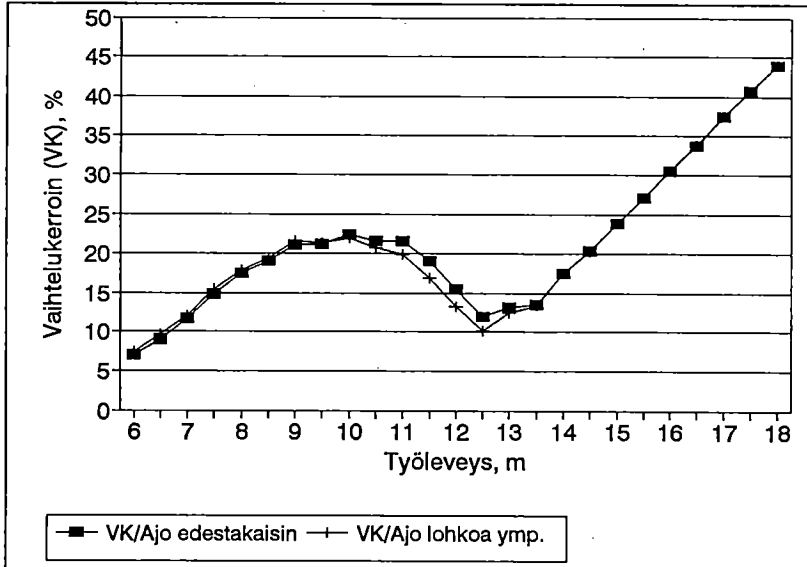
5.1. Levitystasaisuusmittausten ja kiertokokeiden tulokset

Levitystasaisuus koneen työleveydellä on esitetty vaihtelukerrointa käyttäen kuvissa 19 - 25. Koska ajotapa vaikuttaa lannoitteenlevittimen levitystasaisuuteen, vaihtelukerroin on laskettu kahta ajotapaa käyttäen: 1. ajo edestakaisin ja 2. ajo lohkoa ympäri. Ajettaessa edestakaisin levityskuvion vinoudesta johtuva virhe kertaantuu ja siksi ajo lohkoa ympäri on aina suositeltavampi tapa.

Jos kuvassa näkyy vain yksi käyrä, ajotapa ei ole tällöin vaikuttanut levitystasaisuuteen ja levitystasaisuutta kuvaavat käyrät ovat päällekkäin. Levitystasaisuus ajosuunnassa on esitetty taulukossa 5 tämän kappaleen lopussa. Tuloksia on kommentoitu lyhyesti jokaisen koneen kohdalla.

Kuvien suuren määrän vuoksi tähän kappaleeseen on otettu vain yksi esimerkki kunkin koneen levitystasaisuudesta ja loput kuvat ovat liitteinä 1 - 13. Yhteenveto levittimien levitystasaisuudesta koneen työleveydellä on esitetty taulukossa 4. Kiertokokeiden tulokset verrattuna käyttöohjeessa annettuihin levitysmääriin ovat liitteinä 14 - 17.

Bögballe BL600



Kuva 19.

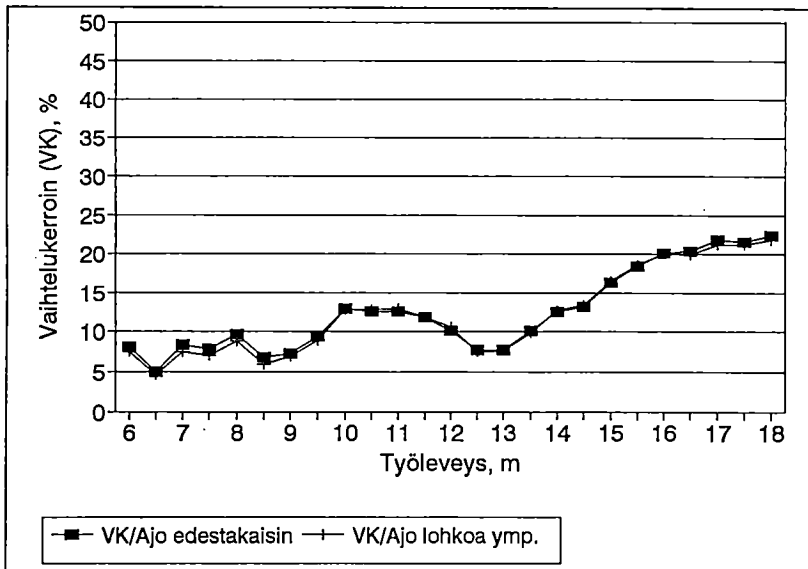
Bögballe BL600 -keskipakolevittimen levitystasaisuus koneen työleveydellä levitetäessä Typpirikas Y-lannos 2:ta. Tavoiteltu lannoitusmäärä oli 400 kg/ha.

Työleveyden ollessa 12,0 m - 13,5 m vaihtelukerroin oli < 15 % ja levitystasaisuus sannaallisesti arvosteltuna tyydyttävä. Paras työleveys olisi tässä tapauksessa 12,5 m. Ajotapa vaikutti levitystasaisuuteen vain vähän eli levityskuvio oli lähes symmetrinen.

Kaikkien kokeiden perusteella Bögballe BL600:n levitystasaisuus koneen työleveydellä oli Typpirikas Y-lannos 2:ta levitettäessä hyvä tai tyydyttävä. Oulunsalpietaria levitettäessä levityskuvio oli vino ja levitystasaisuus välttävä, jos ajettiin lohkoa ympäri. Edestakaisin ajettaessa levitystasaisuus oli huono.

Ruotsalaisten koetustulosten mukaan on ilmeistä, että levitystasaisuutta olisi voitu parantaa säätöjä muuttamalla. Ruotsissa tehdyissä kokeissa Bögballe BL600:n levitystasaisuus oli hyvä tai erittäin hyvä, kun kokeet ajettiin parhailla mahdollisilla säädöillä. Paras levitystasaisuus saavutettiin muulla kuin käyttöohjeessa ilmoitetulla säädöllä.

Bögballe D600



Kuva 20.

Bögballe D600 -keskipakolevittimen levitystasaisuus koneen työleveydellä levitetäessä Typpirikas Y-lannos 2:ta. Tavoiteltu lannoitusmäärä oli 400 kg/ha.

Tutkimuksessa mukana olleiden yhdellä levityslautasella varustettujen keskipakolevittimien heittoleveys oli 23 - 24 m ja mittausjärjestely oli näiden levitystasaisuuden mittaamiseen

riittävä. Bögballe D600:n heittoleveydeksi mitattiin normaalissäädöillä 38 m, eikä ko-

neen levityskuviota pystytty kokonaan mittaamaan, vaikka mittausleveyttä lisättiin kummallakin reunalla 2 m. Mittausjärjestelyn riittämättömyyden vuoksi kokeita tehtiin vähemmän kuin muilla koneilla.

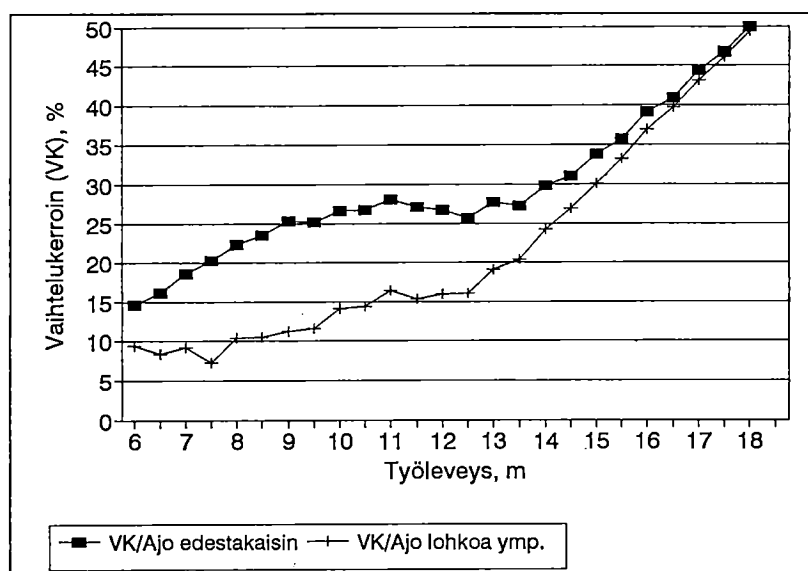
Työleveyden ollessa välillä 12,5 m - 13,5 m vaihtelukerroin oli < 10 % ja levitystasaisuus sanallisesti arvosteltuna hyvä. Levityskuvio on symmetrinen ja hyvin laakea. Ajotapa ei vaikuta levitystasaisuuteen. Käytetty työleveys vaikuttaa paljon vähemmän tämän levittimen levitystasaisuuteen kuin kokeiltujen yksilautaslevittimien levitystasaisuuteen. Ruotsissa tehdyissä levitystasaisuusmittauksissa on saatu hyvin samansuuntaisia tuloksia näiden mittaustulosten kanssa.

Elho EL700

Kuva 21.

Elho EL700 -keskipako-levittimen levitystasaisuus koneen työleveydellä levitetäessä Typpirikas Y-lannos 2:ta. Tavoiteltu lannoitusmäärä oli 400 kg/ha.

Käyttöohjeessa ei ollut ilmoitettu levittimen oikeaa korkeutta kasvustosta. Säätkorkeudeksi valittiin 60 cm mitattuna kasvuston (kokeissa



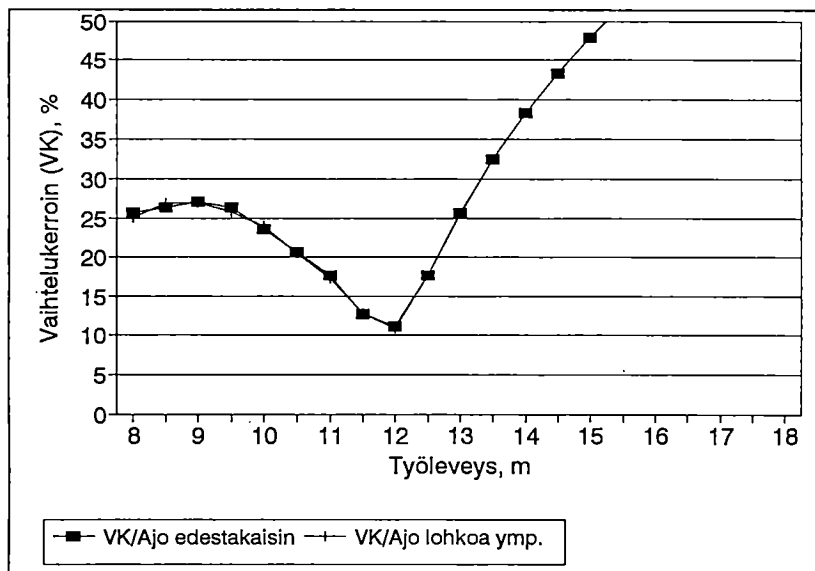
mittalaatikoiden) yläreunasta levityslautasen yläreunaan. Levityskuviot olivat vinoja etenkin Typpirikasta Y-lannos 2:ta levitetäessä. Lohkoa ympäri ajaen levitys oli huomattavasti tasaisempaa kuin edestakaisin ajaen. Valmistaja ilmoittaa koneen työleveydeksi 12 m, mutta levitystasaisuus oli yleensä parhaimmillaan työleveyden ollessa 8 m. Koneen säätäminen 60 cm:ä korkeammalle olisi ilmeisesti lisännyt työleveyttä, mutta noston vaikutusta levitystasaisuuteen on mahdoton arvioida.

Elho Matic 800

Työleveyden ollessa 12,0 m vaihtelukerroin oli levitysmäärästä ja lannoitteesta riippuen 11 - 16 % ja levitystasaisuus sanallisesti arvosteltuna tyydyttävä tai välttävä. Levityskuvio oli symmetrinen eikä ajotapa vaikuttanut levitystasaisuuteen. Jo melko pienikin ($\pm 0,5$ m) poikkeama 12 m:n työleveydestä huononsi selvästi levitystasaisuutta.

Elho Matic 800:n syöttölaitetta käyttävä maapyörä oli kytketty pois käytöstä, koska viljelijä kertoi pyörän luistaneen savisella pellolla. Koska pyörä ei ollut käytössä, sitä ei myöskään laskettu maahan ja siitä aiheutui seuraavanlainen koevirhe: seitsemäs suutin vasemmalta luettuna suihkutti osan lannoitteesta pyörän vartta vasten ja levitys-

kuvioon tuli tälle kohdalle piikki. Kaikkien kokeiden uusiminen ei kuitenkaan ollut mahdollista siinä vaiheessa, kun virhe huomattiin. Kuvassa 22 esitetty tulos on saatu uusintakokeesta ja muiden kokeiden osalta tehtiin laskennallinen korjaus. Korjauksen vaikutus tuloksiin työleveysalueella 10 - 14 m on esitetty taulukossa 3.



Kuva 22. Elho Matic 800 -puhallinlevittimen levitystasaisuus koneen työleveydellä levitetäessä Typpirikas Y-lannos 2:ta. Tavoiteltu lannoitusmäärä oli 400 kg/ha.

Taulukko 3. Elho Matic 800 -puhallinlevittimen neljän kokeen tuloksiin tehdyn korjauksen vaikutus vaihtelukertoimiin.

Työleveys, m	Vaihtelukertoimien arvot ja niiden muutos							
	Typpir. 2, 150 kg/ha		Typpir. 2, 600 kg/ha		Ouluns., 200 kg/ha		Ouluns., 400 kg/ha	
	Alkup., %	Muutos, %-yks.	Alkup., %	Muutos, %-yks.	Alkup., %	Muutos, %-yks.	Alkup., %	Muutos, %-yks.
10,0	31,5	-0,8	29,8	-2,2	28,1	-1,2	28,5	-0,8
10,5	27,7	-1,4	27,5	-2,3	24,0	-1,8	24,7	-1,2
11,0	26,7	-1,7	24,3	-2,6	22,6	-2,5	20,1	-1,8
11,5	20,9	-3,0	18,8	-3,2	18,5	-3,9	16,1	-2,6
12,0	20,0	-3,8	15,0	-4,1	19,6	-4,1	17,3	-2,7
12,5	25,6	-3,0	18,2	-3,2	26,1	-3,1	23,6	-2,1
13,0	31,6	-2,6	25,6	-2,2	32,2	-2,5	30,6	-1,7
13,5	37,5	-2,3	32,4	-1,8	38,1	-2,3	36,8	-1,4
14,0	42,7	-2,0	38,3	-0,6	43,3	-2,0	42,2	-1,3

Korjaus pienensi vaihtelukertoimien arvoja enimmillään 4,1 %-yksikköä. Korjatut arvot kuvaavat levitystasaisuutta optimitilanteessa. Todellinen levitystasaisuus on hieman huonompi, mutta kuitenkin lähempänä laskettua kuin mitattua arvoa.

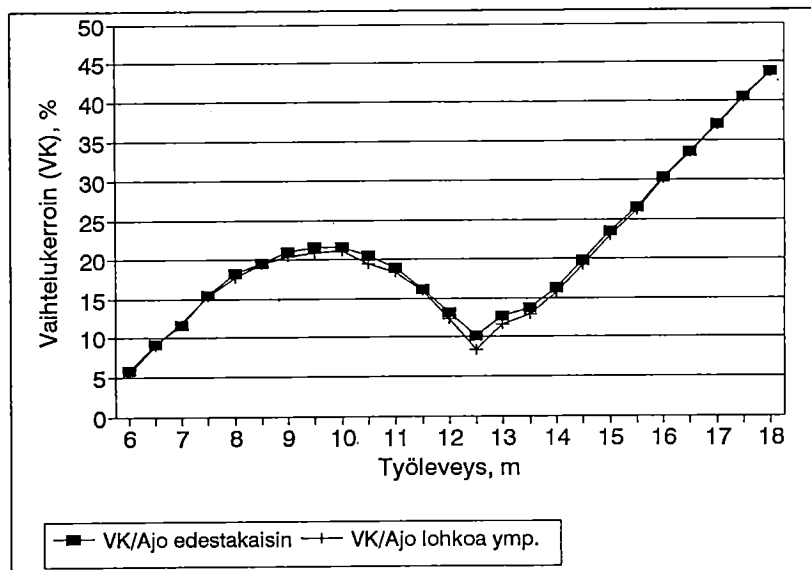
Junkkari 700

Kuva 23.

Junkkari 700 -keskipakolevittimen levitystasaisuus koneen työleveydellä levitetäessä Typpirikas Y-lannos 2:ta. Tavoiteltu lannoitusmäärä oli 400 kg/ha.

Työleveyden ollessa 12 - 14 m vaihtelukerroin oli yleensä < 15 % ja levitystasaisuus sanallisesti arvosteltuna tyydyttävä tai hyvä. Viidestä tehdystä kokeesta kolmessa levityskuvio oli hieman vino ja ajamalla lohkoa ympäri levitystasaisuus oli parempi kuin ajettaessa edestakaisin.

Oulunsalpietarin suuremmalla levitysmäärällä tehdystä kokeesta tavoiteltu levitysmäärä oli muista poiketen 600 kg/ha säätövirheestä johtuen. Käytetty työleveys vaikuttaa Junkkari 700:n levitystasaisuuteen enemmän kuin muiden kokeiltujen yksilautaslevittimien.



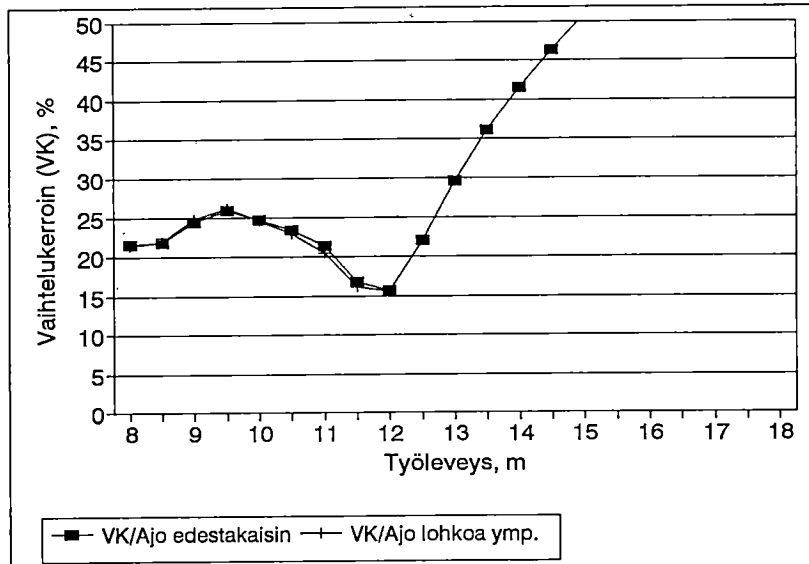
Tume P1350

Kuva 24.

Tume P1350 -puhallinlevittimen levitystasaisuus koneen työleveydellä levitetäessä Typpirikas Y-lannos 2:ta. Tavoiteltu lannoitusmäärä oli 400 kg/ha.

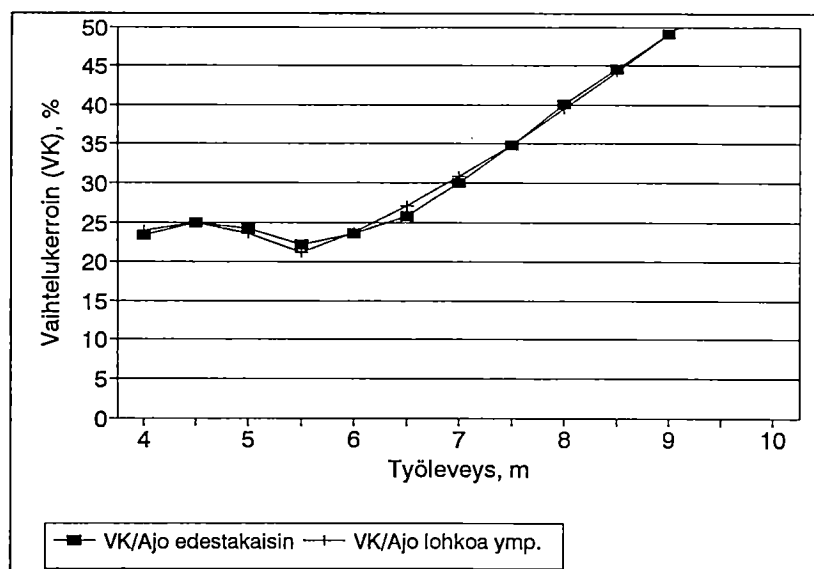
Edullisin työleveys oli 11,5 - 12,0 m. Pieniä määriä (≤ 200 kg/ha) levitetäessä vaihtelukerroin oli parhaimmillaankin yli 20 % ja levitystasaisuus sanallisesti arvioituna huono. Tätä suurempia määriä levitetäessä levitystasaisuus oli välttävää. Levityskuvio oli symmetrinen eikä ajotapa vaikuttanut levitystasaisuuteen. Jo melko pienikin poikkeama ($\pm 0,5$ m) edullisimmasta työleveydestä huononsi selvästi levitystasaisuutta.

Selvitettäessä syytä Tume P1350 -puhallinlevittimen välttävään tai huonoon levitystasaisuuteen todettiin, että syöttölaitteen ja suuttimien säädöissä olisi ollut tarkentamisen



varaa. Ruotsissa ja Norjassa tehdyissä virallisissa mittauksissa levittimen levitystasaisuus on ollut useimmissa kokeissa hyvä. Valmistajan mukaan käyttöohjeeseen lisätään kohta, jonka avulla käyttäjä voi tarkastaa ja tarvittaessa korjata suuttimien säädön.

Ylö Pneuma 707



Kuva 25.

Ylö Pneuma 707 -puhallinlevittimen levitystasaisuus koneen työleveydellä levitetäessä Typpirikas Y-lannos 2:ta. Tavoiteltu lannoitusmäärä oli 400 kg/ha.

Ylö Pneuma 707 -puhallinlevittimen levityskuvio on lähes kolmion muotoinen ja levitystasaisuus on aivan suurimpia määriä lukuunottamatta huono. Levitys-

kuvio on symmetrinen eikä ajotapa vaikuta levitystasaisuuteen. Koneen ilmoitettu työleveys on 7 m, mutta kokeiden perusteella suositeltavin työleveys olisi 5,5 m. Kuljettaja pystyy vaikuttamaan levityksen tasaisuuteen ainoastaan käyttämällä mahdollisimman suurta syöttöä ja säätämällä levitysmäärän ajonopeutta muuttamalla. 400 kg/ha ja tätä pienempiä levitysmääriä ei pysty levittämään tasaisesti mitenkään.

Ylö Pneuma 707:n huono levitystasaisuus johtunee siitä, että lannoitesuihku suuntautuu suuttimista kohti levityskuvion keskikohtaa, kun sen pitäisi suuntautua suoraan taaksepäin. Lannoiteputkien päässä olevien kulmakappaleiden kaarevuus on liian suuri. Levitystasaisuus saattaisi parantua, jos kulmakappaleiden kiinnitystä muutettaisiin. Myös puhaltimen pyörimisnopeuden alentaminen levitettäessä pieniä määriä saattaisi parantaa levitystasaisuutta, mutta tällöin on vaarana lannoiteputkien tukkeutuminen.

Taulukossa 4 esitetystä yhteenvedosta koneiden levitystasaisuudesta on annettu suositus edullisimmasta työleveydestä, kun halutaan käyttää mahdollisimman suurta työleveyttä. **Kaikki keskipakolevittimillä tehdyt kokeet kuitenkin osoittavat, että hyvä nyrkkisääntö levitystasaisuuden kannalta parhaasta työleveydestä olisi puolet valmistajan ilmoittamasta työleveydestä eli tässä tapauksessa 6 m.** Siis tinkimällä työtehosta, voi keskipakolevittimillä saada lannoitteet levitetyksi tasaisesti.

Taulukko 4. Yhteenveto lannoitteenlevittimien levitystasaisuudesta koneen työlevyydellä. Edullisin työlevyys on ilmoitettu suluissa levitystasaisuusarvostelun alla.

Levitin	Typpirikas Y-lannos 2, kg/ha			Oulunsalpietari, kg/ha	
	150	400	600	200	400
Keskipakolevittimet					
Bögballe BL600	hyvä (13,5)	tydyttävä (12,0-13,5 m)	tydyttävä (13,5-14,5 m)	välttävä ²⁾ (11,5-13,0 m)	välttävä ²⁾ (12,0-14,0 m)
Bögballe D600 ¹⁾	hyvä (11,5-13,0 m)	hyvä (12,5-13,0 m)			
Elho EL700	tydyttävä ²⁾ (8,5-12,5 m)	tydyttävä ²⁾ (8,0-10,5 m)	hyvä ²⁾ (8,0-8,5 m)	hyvä ²⁾ (7,5-9,5 m)	hyvä ²⁾ (< 10,5 m)
Junkkari 700	hyvä ²⁾ (13,5 m)	hyvä ²⁾ (12,5 m)	hyvä ²⁾ (12,5 m)	tydyttävä ²⁾ (12,5-14,0 m)	tydyttävä (12,5-14,0 m)
Puhallinlevittimet					
Elho Matic 800	välttävä (11,5-12,0 m)	tydyttävä (11,5-12,0 m)	tydyttävä (12,0 m)	tydyttävä (11,5 m)	tydyttävä (11,5-12,0 m)
Tume P1350	huono (11,5-12,0 m)	välttävä (11,5-12,0 m)	välttävä (11,0-12,0 m)	huono (11,0-12,0 m)	välttävä (11,5-12,0 m)
Ylö Pneuma 707	huono (4,0 m)	huono (5,0-6,0 m)	tydyttävä (5,0-5,5 m)	välttävä (4,0 m)	välttävä (4,0 m)

¹⁾ Levityskuvion leveyden vuoksi tuloksissa ei voitu ottaa huomioon kuvion reunojen vaikutusta.

²⁾ Tulos on saatu lohkoa ympäri ajaen.

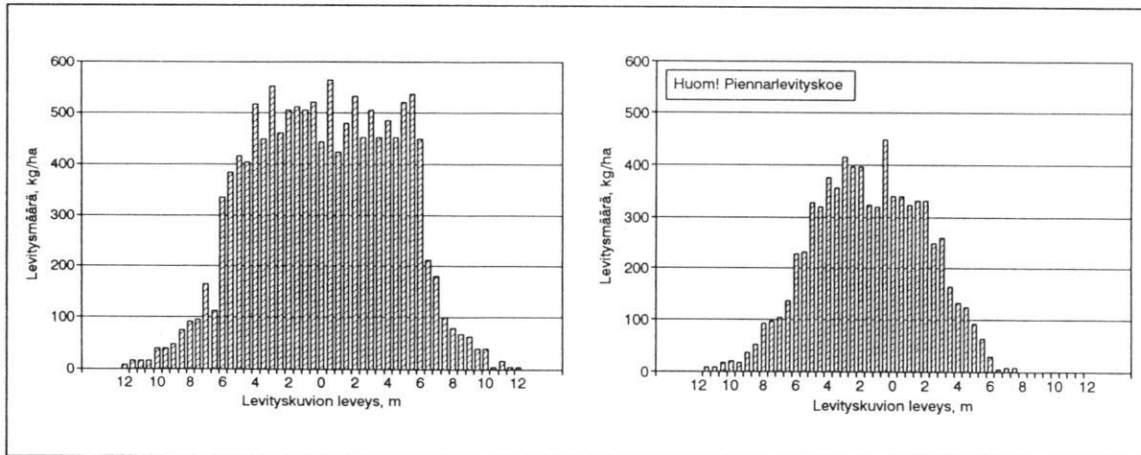
Taulukko 5. Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus ajosuunnassa.

Levitin	Vaihtelukerroin, %		
	Vasen reuna	Keskikohta	Oikea reuna
Bögballe BL600	18,3	16,2	22,4
Elho EL700	10,6	12,8	18,7
Elho Matic 800	17,4	11,3	12,7
Junkkari 700	14,4	11,4	25,1
Tume P1350	29,1	9,4	21,0
Ylö Pneuma 707	13,9	13,8	15,7

Levitystasaisuuteen ajosuunnassa vaikuttaa mm. syöttölaitteen tai levityslautasen ominaisuudet ja se, miten tasaisesti lannoite valuu syöttölaitteeseen. Taulukon 4 arvoista tärkeimpiä ovat keskikohdan levitystasaisuutta kuvaavat luvut. Reunoilta mitattu vaihtelu ei kuvaa lopullista tilannetta, koska vaihtelu tasaantuu päällekkäisen levityksen ansiosta. Keskipakolevittimistä Elhon ja Junkkarin levitystasaisuus ajosuunnassa on tyydyttävä ja Bögballen välttävä. Puhallinlevittimistä Tumen levitystasaisuus on hyvä ja Elhon ja Ylön tyydyttävä.

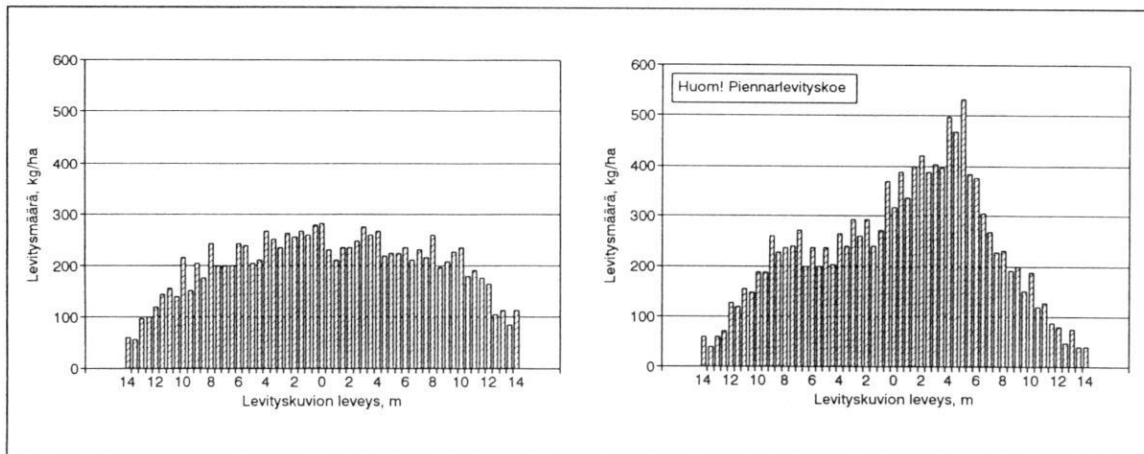
5.2. Säädot levitettäessä ojan pientareen lähellä

Pellon reunakaistan lannoittamista varten keskipakolevittimen levityskuvion muotoa on mahdollista säätää siten, että lannoitetta tulisi reunaan asti lähes sama määrä kuin muuallekin ja että ojaan menisi lannoitetta mahdollisimman vähän. Tutkimuksessa tehtiin kaikilla keskipakolevittimillä yksi koe, jossa piennarsäädön vaikutusta tutkittiin. Tässä kokeessa oli lannoitteena Typpirikas Y-lannos 2 ja tavoiteltu levitysmäärä oli 400 kg/ha. Jokaisesta keskipakolevittimestä on esitetty levityskuvion muoto ajettaessa käyttäen normaalisäätöä ja piennarsäätöä.



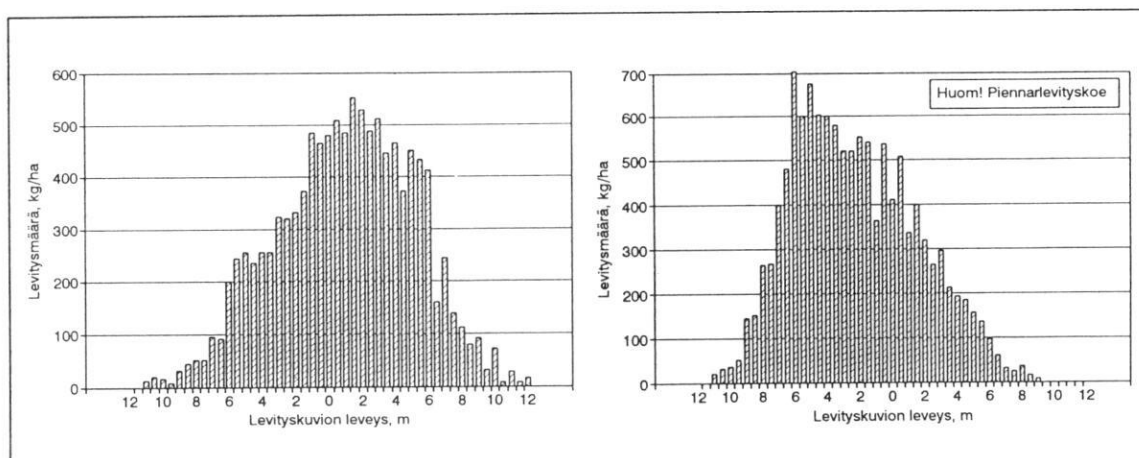
Kuva 26. Bögalle BL600:n levityskuvio käytettäessä normaalisäätöä ja piennarsäätöä.

Piennarsäätöä käytettäessä levityskuvio siirtyi vasemmalle ja oikea reuna oli kohtalaisen jyrkkä. Määränsäätö oli kummassakin kokeessa sama, mutta piennarsäätöä käytettäessä levitysmäärä väheni noin neljänneksen. Käytäntöä ajatellen säätö toimi hyvin.



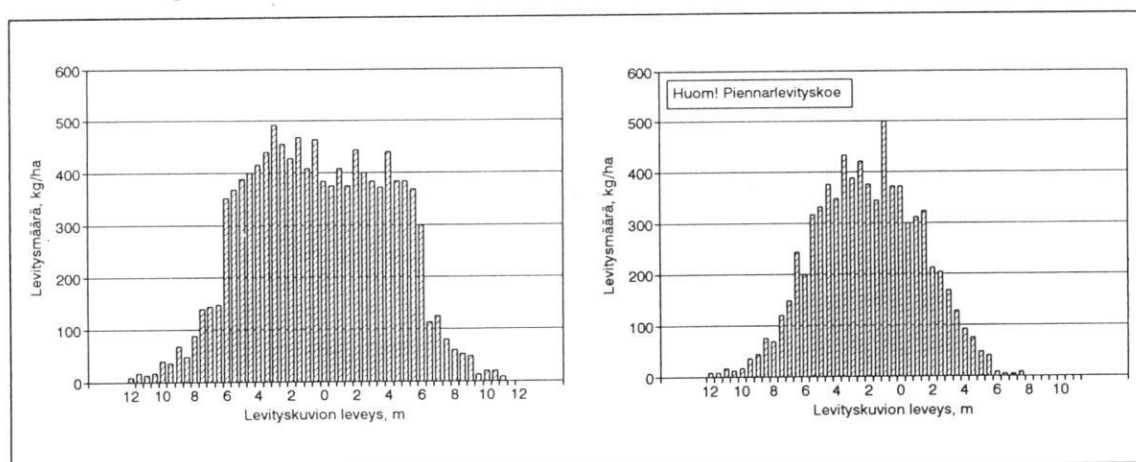
Kuva 27. Bögalle D600:n levityskuvio käytettäessä normaalisäätöä ja piennarsäätöä.

Piennarsäätö vaikutti levityskuvion oikeaa reunaa jyrkentävästi. Vajavaisesti lannoitettu kaista ojan pientareella oli kuitenkin leveähkö. Ojan pientareen lähellä ajettaessa olisi-kin koneen heittolevyettä kavennettava alentamalla v.o.a:n pyörimisnopeutta tai kallistamalla konetta taaksepäin. Säätöohjeet on annettu käyttöohjeessa.



Kuva 28. Elho EL700:n levityskuvio käytettäessä normaalisäätöä ja piennarsäätöä.

Levityskuvio oli normaalisäätöä käytettäessä oikealle vino eli suunnan säätöä olisi käyttöohjeen mukaan pitänyt korjata siirtämällä säätövipua oikealle. Piennarsäätöä käytettäessä levityskuvio siirtyi selvästi vasemmalle. Koska kuvion oikea reuna laski melko loivasti ja tasaisesti, reunaa jäi leveäkö vajavaisesti lannoitettu kaista ja keskilinjaa vasemmalle puolelle tuli lannoitetta enemmän kuin oli tarkoitus.



Kuva 29. Junkkari 700:n levityskuvio käytettäessä normaalisäätöä ja piennarsäätöä.

Piennarsäätöä käytettäessä levityskuvio siirtyi vasemmalle ja oikea reuna oli kohtalaisen jyrkkä. Määränsäätö oli kummassakin kokeessa sama, mutta piennarsäätöä käytettäessä levitysmäärä väheni noin neljänneksen. Junkkari 700:n levityskuvio on hyvin samanmuotoinen kuin Bögballe BL600:n ja myös piennarsäädön vaikutus on samanlainen. Käytäntöä ajatellen säätö toimi hyvin.

Piennarsäädön merkityksen selvittämiseksi tehtiin laskelma, jossa verrattiin ojaan ja pientareelle menevää lannoitemäärää ajettaessa käyttäen normaalisäätöä ja piennarsäätöä. Laskelma tehtiin perustuen kuvassa 29 esitettyihin Junkkari 700:n tuloksiin. Esimerkkitalalla oletettiin olevan 15 ha nurmea, joka koostui viidestä kolmen hehtaarin lohkoista. Lohkojen oletettiin olevan suorakaiteen muotoisia, mitoiltaan 100 m x 300 m. Laskelman mukaan normaalisäätöä käytettäessä ojaan ja pientareelle menisi 107 kg

lannoitetta ja piennarsäätöä käytettäessä 5 kg. Luvut koskevat koko 15 ha:n alaa ja yhtä levityskertaa (Typpirikasta Y-lannosta 400 kg/ha).

6. KÄYTTÄJIEN KOMMENTTEJA LEVITTIMISTÄÄN JA LANNOITTEENLEVITYKSESTÄ YLEENSÄ

Tutkimuksessa mukana olleiden lannoitteenlevittimien omistajat olivat koneisiinsa melko tyytyväisiä. Tasaisen levitysjäljen ohella nopeutta ja yksinkertaista käyttöä pidettiin tärkeinä ominaisuuksina. Suursäkkien käyttäjät edellyttivät, että koko säkillinen mahtuu kerralla säiliöön. Jos lannoitteenlevittimellä oli voitava levittää lannoitetta laidunmaille, joilla oli kiviä ja puita, keskipakolevitin oli ainut vaihtoehto.

Nykyisten lannoitteenlevittimen työteho todettiin suureksi ja levittimen hankintaa joka tilalle pidettiin turhana. Karjatiloilta omaa levitintä pidettiin tarpeellisena, koska lannoitetta levitetään monta kertaa kasvukauden aikana. Pelkästään syysviljojen lannoittamiseen hankittua levitintä saatetaan käyttää vain yhtenä, kahtena päivänä vuodessa, eikä kaikkina vuosina lainkaan.

Keskipakolevittimiä on käsitelty yhtenä ryhmänä, koska itse konetta koskevat kommentit olivat hyvin samansuuntaisia. Puhallinlevittimistä on merkkikohtaiset kommentit, koska koneissa oli todettu joitakin vikoja. Tutkimuksessa ei selvitetty, olivatko viat koneyksilöstä johtuvia vai tyyppivikoja.

6.1. Keskipakolevittimien käyttäjien kommentit

Keskipakolevittimien omistajat eivät tehneet kiertokokeita, vaan katsoivat säädöt käyttöohjeen taulukoista ja omista muistiinpanoistaan aiemmilta vuosilta. Koneen korkeus säädettiin metrimitan avulla ja asento silmävaraisesti. Voimanottoakselin kierrosnopeudeksi säädettiin yleensä traktorin kierroslukumittarin mukaan 540 r/min. Yksi viljelijöistä kertoi ajavansa jalkakaasulla ja käyttävänsä vaihtelevaa kierroslukua.

Keskipakolevittimen säätämistä pidettiin yleensä helppona. Toisaalta yksi viljelijöistä oli sitä mieltä, että säätämiseen kannattaa uhrata aikaa saman verran kuin itse lannoitteen levittämiseen. Säätämisen näennäisestä helppoudesta huolimatta viljelijät olivat lannoitetta levittäessään epävarmoja, meneekö lannoitetta aiottu määrä ja tuleeko lannoite tasaisesti levitetyksi.

Kaikkien keskipakolevittimien ilmoitettu työleveys oli 12 m, mutta käytännön työleveydeksi arvioitiin 6-8 m. Ilmoitettua pienempää työleveyttä käytettiin, koska viljelijät uskoivat näin saavansa lannoitteet tasaisemmin levitetyksi ja koska edellisen kerran ajojälkiä ei erottanut kauempaa. Ajokaistoja ei merkitty ja yleensä ajettiin edestakaisin, koska sen todettiin helpottavan ajojälkien näkemistä. Kaikki kolme 1-lautaslevittimen käyttäjää olivat todenneet kasvustossa värieroja ja epäilivät syyksi epätasaista lannoitteenlevitystä.

Keskipakolevittimen huonoimpana ominaisuutena pidettiin sitä, että reunakaistat jäävät huonommin lannoitetuiksi kuin muu osa peltoa. Ojiin lannoitetta ei haluttu

levittää ja siksi ojan viereen pyrittiin jättämään suojakaista. Voimanottoakselin kierrosnopeutta laskettiin tai levitintä pidettiin alempana kuin normaalisti. Yksi viljelijöistä ilmoitti käyttävänsä piennarsäätöä ja yksi olisi pitänyt ihanteena tilannetta, että reunoille voisi levittää laatikkolevittimellä ja keskelle keskipakolevittimellä.

6.2. Puhallinlevittimien käyttäjien kommentit

Keskipakolevitintä kalliimman puhallinlevittimen tärkeimmäksi hankintaperusteeksi mainittiin usko tai toive paremmasta levitystasaisuudesta. Kiertokokeen tekomahtolisuus ja syöttölaitteen käyttö kuljetun matkan mukaan (Elhon ja Tumen kohdalla) olivat osaltaan vaikuttaneet päätökseen.

Kaikki puhallinlevittimen käyttäjät tekivät kiertokokeen ja merkitsivät ajolinjat vaahtoimerkityksellä. Puomin korkeus säädettiin mitan kanssa tai silmävaraisesti. Tavoitellut ja toteutuneet levitysmäärät olivat pitäneet melko hyvin paikkansa ja ajolinjojen merkintä toi varmuutta ajoon. Kasvustot olivat värin perusteella olleet yleensä tasaisia, mutta Ylön käyttäjä oli havainnut säännönmukaisia, lakoutuneita raitoja, joiden esiintyminen on koetulosten perusteella helppo selittää. Kaikki käyttäjät totesivat, että ajettaessa pitää olla tarkkana, ettei jää kokonaan lannoittamattomia kohtia tai tule kaksinkertaista lannoitusta.

Elho Matic 800

Elho Matic 800:n osalta on jo aiemmin todettu, että maapyörä oli luistanut savipellolla ja syöttölaitteen voimansiirto oli muutettu voimanottoakselikäyttöiseksi. Valmistaja on toimittanut koneen omistajalle uuden traktorikuvioisen renkaan ja jäykemmät jouset, jotka painavat pyörää voimakkaammin maata vasten. Niitä ei kuitenkaan ollut vielä asennettu paikalleen ja kokeiltu käytännössä.

Syöttölaitetta käyttävä ketju on hypännyt toisinaan pois paikaltaan ja tämän vian korjaamiseksi valmistaja on toimittanut jäykemmän kiristysjousen. Kokeiden aikana syötön kytkin takerteli ja työleveyden puolittaminen tuotti vaikeuksia. Syötön säätölaitteen numerot olivat niin pienikokoisia, että niiden erottaminen oli vaikeaa.

Elhon puomien ylösnostamista helpottaa nivelkohdassa oleva väkipyörä ja jousikuoritteiset salvat lukitsevat puomit kuljetusasentoon. Puomien kannatusvaijereissa olevat jouset vähentävät puomeihin kohdistuvaa räsitystä epätasaisella pellolla. Syöttölaitteiden avattavat pohjaläpät helpottavat koneen tyhjentämistä ja pesemistä.

Tume P1350

Tume oli varustettu hydraulisella puomien nostolla, mikä selvästi helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä. Nostosylinterin alla oleva tuki on kuitenkin liian heikkorakenteinen ja taipuessaan se painaa alla olevat ilmaletkut lyttyyn. Tumen puolituskytkin takerteli ja kytkimen salpa vaikeutti kiertokoeurun käyttöä. Opettelun jälkeen kiertokokeen tekeminen oli kuitenkin helppoa.

Puomien kannatusköydet ovat kulutustavaraa ja toisinaan köysi luiskahti nivelkohdassa olevasta ohjaimestaan. Köyden venymisen vuoksi sen pituutta pitäisi säätää melko usein, ettei puomi jää nivelen kannatukselle. Rengasohjain ja kevennysjousella varustettu vaijeri Elhon tapaan poistaisi nämä vaivat. Lannoitesäiliön kannessa pitäisi olla tukisalpa, ettei tuuli pääse heittämään auki olevaa kantta kiinni. Toivomuslistalle voisi vielä lisätä, että syöttölaitetta käyttävän kitkarullan liikerataa pidennettäisiin.

Ylö Pneuma 707

Ylössä ei ollut todettu varsinaisia mekaanisia vikoja, mutta syötön kytkin oli raskaskäyttöinen. Lisäksi käyttäjää epäilytti, avautuuko kaapelikäyttöinen syöttölaite aina yhtä paljon syöttöä kytkettäessä. Parempi ratkaisu olisi, jos syöttö säädettäisiin vaikkapa omalla käsipyörällään ja syöttöakselille olisi käyttökytkin. Nivelakseli on normaalissa työasennossa vinossa ja putket saattavat konetta alas laskettaessa irrota, vaikka käyttäisi mahdollisimman pitkää akselia. Säiliön pohja on liian laakea ja lannoitetta on siksi työnnettävä käsin säiliön keskelle. Puomit ovat kevyet ja niiden nostaminen on helppoa.

7. APUVÄLINEITÄ AJOTARKKUUDEN PARANTAMISEEN

Levittimistä johtuvan epätarkkuuden ohella huono ajotarkkuus heikentää levitystasaisuutta. Kaikki, jotka ovat levittäneet lannoitetta talven ruskeaksi kulottamalle nurmelle tai heti säilörehun korjuun jälkeen, tietävät, kuinka mahdotonta on nähdä edellisen ajokerran jäljet. Arvioiminen on sitä vaikeampaa mitä suurempi levittimen työleveys on ja mitä kapeampi levitin on suhteessa sen työleveyteen. Keskipakolevitin, jonka työleveys on 12 m, asettaa arvioijan kyvyt jo todella kovalle koetukselle.

Mahdollisuuksia ajotarkkuuden parantamiseen on kuitenkin olemassa. Ongelma on, miten viljelijät saataisiin motivoitua käyttämään näitä keinoja. Raha on tunnetusti hyvä motiivi moneen tarkoitukseen ja tässäkin tapauksessa on yksinkertaisten laskelmien avulla todettavissa, että ajolinjojen merkitsemisestä saa vuosittain hyvän tuntipalkan ja kymmenen vuoden aikana rahanarvoista etuutta kertyy useammankin etelänmatkan verran.

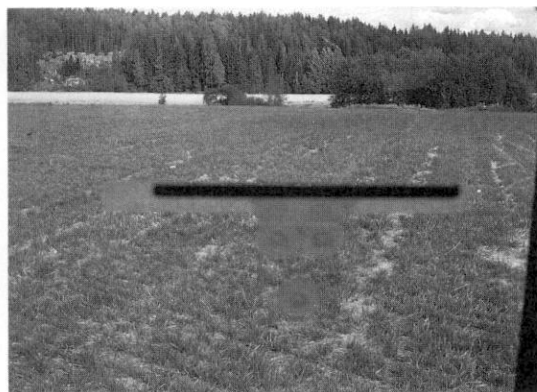
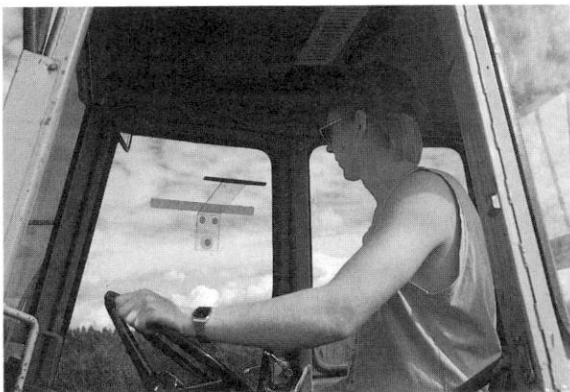
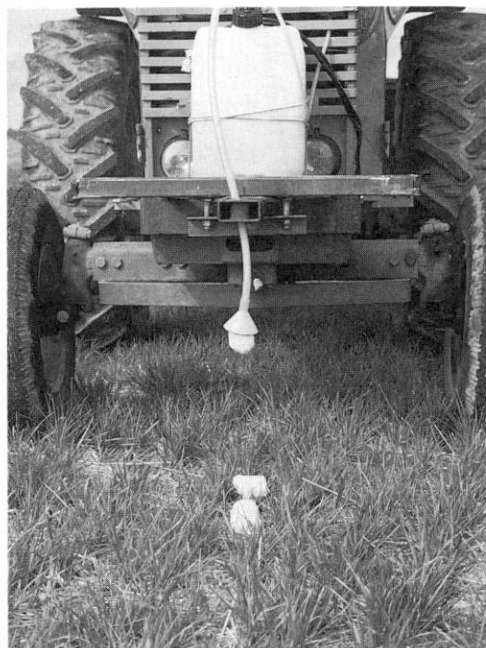
7.1. Ajolinjojen merkintätavat

Kesällä ja syksyllä 1992 VAKOLAssa kokeiltiin seuraavia ajolinjan merkintätapoja: tähtäyskepit pellon päissä, keskilinjan vahtomerkitsin, molemminpuolinen vahtomerkitsin traktorin takana, molemminpuolinen vahtomerkitsin traktorin edessä. Näillä saavutettua ajotarkkuutta verrattiin ajoon ilman mitään merkintää, mikä on vallitseva tapa.

Masa-keskilinjan merkitsimen kanssa käytetään nestesäiliönä säilöntäainekannua, josta riittää vaahdotusnestettä pitkäänkin työrupeamaan.

Kuva 30.

Keskilinjän vaahtomerkitsimen säiliö asennettuna traktorin nokalle. Merkitsintä käytetään sähkökatkaisijalla traktorin ohjaamosta.



Kuva 31. Keskilinjän vaahtomerkitsimeen kuuluu traktorin sivulasiin kiinnitettävä tähtäin.

Kuva 32.

Molemminpuolinen vaahtomerkitsin oli asennettu puhallinlevittimeen. Vasemmassa yläreunassa näkyy 12 m:n välein asetettuja tähtäyskeppejä.



Puhallinlevittimeen asennetussa vaahtomerkitsimessä ei käytetty lainkaan sihtejä letkujen päissä, vaan vaahdon annettiin purkautua suoraan letkusta.

**Kuva 33.**

Markkinoiden ainut molemminpuolinen vaahtomerkitsin, jota voidaan käyttää myös keskipakolevittimen kanssa ja traktorin edessä tai takana.

**Kuva 34.**

Teleskooppipuomien pituus säädetään levittimen työleveyden mukaan.

Elhon vaahtomerkitsin on paketti, joka voidaan kiinnittää traktorin nokalle tehtyyn kiinnikkeeseen muutamassa minuutissa. Vaahtokannut ovat tukevaa tekoa ja kooltaan riittävän suuret.

7.2. Koejärjestely ja tulokset

Koealue oli lievästi kumpuileva nurmi, josta oli korjattu heinä. Pellolla kasvoi 5-10 cm:n pituista odelmaa ja traktorin pyöristä jäi peltoon jäljet. Koetilanne ei siten vastannut vaikeinta mahdollista tapausta eli ensimmäistä levitystä nurmelle keväällä tai levitystä myöhemmin kesällä heti säilörehun korjuun jälkeen. Tämä on otettava huomioon verrattaessa tuloksia, jotka on saatu ajettaessa ilman merkintää ja ajettaessa keskilinjan vaahtomerkitsimen kanssa.

Kokeessa oli kaksi henkilöä, joilla kummallakin on runsaasti kokemusta traktorin ajosta eri töissä. Kummatkin saivat kokeilla merkitsimiä ennen varsinaista koeajoa niin kauan, että merkitsimen käyttö oli tuttua. Itse merkintäkokeessa koehenkilöt ajoivat pelolle merkityn 200 m pituisen alueen viisi kertaa päästä päähän pyrkien pitämään 12 m:n

etäisyyden edellisiin ajojälkiin. Peltoon jäi täten neljä kaistaa, joiden leveys mitattiin 10 m:n välein. Kokeiden tulokset on esitetty taulukossa 6. Kuvassa 35 on esitetty esimerkin vuoksi, miten koehenkilön A ajolinjat kulkivat hänen ajaessaan ilman mitään merkintälaitteita.

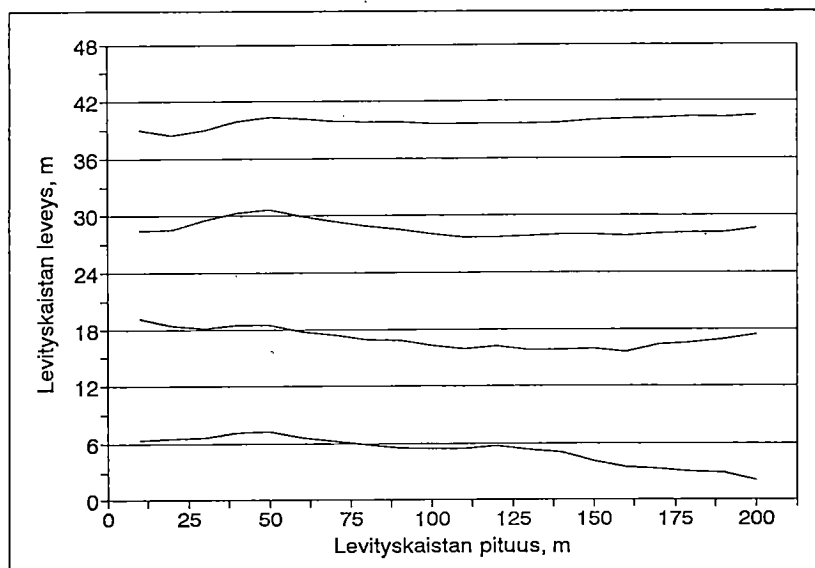
Taulukko 6. Ajolinjojen merkintäkokeen tulokset.

Merkintätapa	Ajokaistan leveys keskimäärin, m		Keskimääräinen poikkeama (\pm) tavoitellusta 12 m:n työleveydestä, m	
	Koehenkilö A	Koehenkilö B	Koehenkilö A	Koehenkilö B
Ei merkintää	11,20	12,10	1,10	0,80
Tähtäyskepit	12,10	11,90	0,50	0,50
Keskilinjjan vaahtomerkitsin (Masa)	10,60	12,50	1,50	1,00
Molemminpuolinen vaahtomerkitsin edessä (Elho)	12,00	12,30	0,20	0,30
Molemminpuolinen vaahtomerkitsin takana (Sarvelä)	11,70	12,10	0,40	0,20

Kuva 35.

Koehenkilön A ajolinjat hänen ajaessaan ilman mitään merkintälaitteita.

Tuloksista voidaan yksiselitteisesti todeta, että pyrittäessä ajamaan tarkasti, on käytettävä molemminpuolista vaahtomerkitsintä traktorin edessä tai takana. Koehenkilöistä A piti edessä olevaa



merkitsintä mukavampana, kun taas koehenkilö B mieltä takana olevaan merkitsimeen.

Tähtäyskepit vähensivät vaihtelun puoleen verrattuna ajoon ilman merkitsimiä ja keskimäärin kaistat olivat hyvin tarkkaan halutun levyisiä. Tähtäyskepit eivät kuitenkaan sovellu kumpareisille pelloille tai pelloille, joilla on suuria kiviä tai metsäsaarekkeitä. Keppien näkeminen alkaa olla vaikeaa, jos saran pituus on yli 300 m. Kokeessa käytettiin valkoisia, keltaisia ja punaisia keppejä, joista valkoiset näkyivät parhaiten. Sekaantumisen välttämiseksi joka toinen keppi voisi olla valkoinen ja joka toinen

keltainen. Kepit kannattaa tehdä esimerkiksi 50 mm x 50 mm soirosta ja niiden on oltava noin kahden metrin pituisia. On suositeltavaa asettaa kepit pysyvästi ojan pientareelle, ettei niitä tarvitse pystyttää joka vuosi uudelleen. Keppejä voidaan käyttää hyväksi myös kasvinsuojeluruiskutuksissa, jos levittimen ja ruiskun työleveys on sama, tai määritettäessä kynnon aloituskohtia.

Keskilinjan vaahtomerkitsimestä ei ollut hyötyä tilanteessa, jossa peltoon jäi traktorin jäljet. Kumpikin koehenkilö piti tähtäintä tarpeettomana tai suorastaan haitallisena, koska tähtäminen heiluvassa traktorissa on hyvin epämääräistä. Lisäksi tähtäin pysyi huonosti kiinni traktorin ikkunassa. Kumpikin koehenkilö piti silmämääräistä arviota tähtäintä parempana ja tätä näkökantaa tukee myös koetulos. Valmistajan edustaja Matti Rätty on kuitenkin sitä mieltä, että tähtäintä voidaan vielä kehittää ja että hyvän tähtäimen kanssa pystyy ajamaan tarkemmin kuin ilman.

Tulosta ei pidä tulkita niin, että keskilinjan vaahtomerkitsimestä ei ole mitään hyötyä. Aivan ilmeisesti keskilinjan vaahtomerkitsin parantaa ajotarkkuutta, jos peltoon ei jää minkäänlaisia jälkiä ja näinhän tilanne on varsin usein lannoitetta levitettäessä. Keskilinjan merkitsimen avulla ei kuitenkaan päästä samaan tarkkuuteen kuin molemminpuolisella vaahtomerkitsimellä tai tähtäyskepeillä.

7.3. Muita ajolinjojen merkintäkokeiden yhteydessä tehtyjä havaintoja

Traktorin jälkien todettiin näkyvän auringonpaisteessa parhaiten, kun niitä katsoo myötävaloon. Pilvisellä säällä jäljet erottuvat parhaiten, kun niitä katsoo ajosuuntaan. Tämä havainto puoltaa suositusta ajaa lannoitteenlevittimellä mieluummin lohkon ympäri kuin edestakaisin.

Molemminpuolisen vaahtomerkitsimen vaahtopallot näkyvät paremmin kuin keskilinjan merkitsimen, koska ne ovat puolta lähempänä. Kastelukannun sihtejä kannattaa käyttää vaahtomerkitsimen suulakkeena, jos pellolla ei ole odelmaa tai orasta. Oraspellolla vaahtopallot häviävät näkymättömiin jo melko lyhyenkin kasvuston sekaan. Kun sihdit irrotetaan, vaahto tulee letkuista pötkylöinä. Ne jäävät kasvuston päälle, ja näkyvät vaahtopalloja paremmin. Vaahtomerkitsimen letkuiksi sopivat Upolet-muoviletkun suojaputket paremmin kuin kirkas tai kudovahvistettu muoviletku, koska suoja-putki ei painu niin helposti lyttyyn.

Merkintätavan valinta on kiinni lähinnä omasta viitseliäisyydestä. Tähtäinkeppien tekemiseen ja pystyttämiseen saattaa kulua 2-3 päivää, mutta sen jälkeen asian hyväksi ei tarvitse tehdä mitään muutamaan vuoteen, mikäli pintalannoitettavat lohkot pysyvät samoina. Vaahtomerkitsimen käyttäjän on huolehdittava vaahdotusaineen hankinnasta ja levittimen täyttöpaikalla on oltava vettä. Elhon vaahtomerkitsimen käyttäjä saattaa pitää puomeja hankalina, jos pellolla on paljon sähköpylväitä tai muita esteitä tai jos peltolohkot ovat pieniä. Ilman pientä vaivannäköä merkitseminen ei onnistu, mutta tästä vaivannäöstä saa taatusti palkan.

8. YHTEENVETO

Tutkimuksessa mukana olleiden koneiden omistajien haastattelu osoitti, että lannoitteen levitystasaisuutta pidettiin tärkeänä. Levitysnopeus, pellon vähäisempi tallaantuminen, säiliön koon ja muodon soveltuvuus suursäkitäyttöön ovat kuitenkin tekijöitä, joiden vuoksi paluuta laatikkolevittimen käyttöön ei edes harkita. Keskipakolevittimien käyttäjät epäilivät itsekkin, että he eivät pääse samaan tarkkuuteen kuin laatikkolevittimellä tai rivilannoittimella, joita he olivat aikaisemmin käyttäneet. Liekö onnellinen sattuma vai talonpoikaisjärjen osoitus, että keskipakolevittimiä käyttävien viljelijöiden suosima työleveys on 1/2 tai 2/3 valmistajan ilmoittamasta työleveydestä. Olipa asia kuinka hyvänsä, näin toimien keskipakolevittimellä voi saada lannoitteet levitetyksi hyvinkin tasaisesti.

Kiertokoe ja ajolinjojen merkintä olisivat ne työvaiheet, joilla levityksen aikana vallitseva epäily oikeasta levitysmäärästä ja tasaisuudesta voitaisiin poistaa ja joilla levitystarkkuutta eniten voitaisiin parantaa. Puhallinlevittimien käyttäjille näiden työvaiheiden omaksuminen lannoitteenlevitykseen liittyviksi rutiineiksi on useimmiten onnistunut, koska se on koneen rakenteen puolesta helpompaa. Kiertokoevarustus (esimerkiksi testisuppilo) pitäisi ehdottomasti olla myös keskipakolevittimen hintaan kuuluva vakiovaruste ja ajolinjojen merkintää on markkinoitava joka paikassa, missä yksi tai useampi viljelijä kokoontuu.

Kahdella lautasella varustettujen levittimien ansiosta keskipakolevittimet ovat säilyttäneet suosionsa Keski-Euroopan maissa ja näin käynee myös Suomessa. Kaksi vastakkaisiin suuntiin pyörivää levityslautasta vähentää levityskuvion toispuoleisuudesta aiheutuvaa säätöongelmaa. Toisaalta levityskuvion leventymisen myötä on suhtauduttava entistä vakavammin koneen säätöihin levitettäessä lannoitetta pellon reunoille.

Puhallinlevittimien tarkkuutta voidaan parantaa valmistamalla syöttölaitteet entistä tarkemmiksi ja suuntaamalla hajotinlevyt oikein. Myös vipujen ja lisälaitteiden toimivuudessa on parantamisen varaa. Puhallinlevittimen perusajatus koneesta, jossa on yhdistetty keskipakolevittimen työleveys ja laatikkolevittimen tarkkuus, on edelleenkin kehittämisen arvoinen ja tämän tyyppiselle koneelle löytynee ostajia myös tulevaisuudessa.

Keskipakolevittimien syöttötaulukot ja lannoitteenlevittimien syöttötaulukot yleensäkin ovat lähinnä suuntaa antavia johtuen lannoitteen vaihtelevista ominaisuuksista. Tässä asiassa pallo voidaan heittää lannoitteiden valmistajille. Vaikka markkinoillamme ovat rakeistetut seoslannoitteet ovat eräkohtaisesti tasalaatuisia niin erien välillä raekoko ja lannoitteen juoksevuus saattaa vaihdella. Varmasti viljelijät ja levittimien valmistajat odottavat päivää, jolloin lannoitteet voidaan fysikaalisten ominaisuuksiensa perusteella selkeästi jakaa vaikkapa kolmeen luokkaan. Jos luokkien laatuvaatimukset ovat riittävän tiukat, lannoitteenlevittimien valmistajilla on silloin mahdollisuus tehdä paikkansa pitävät levitystaulukot.

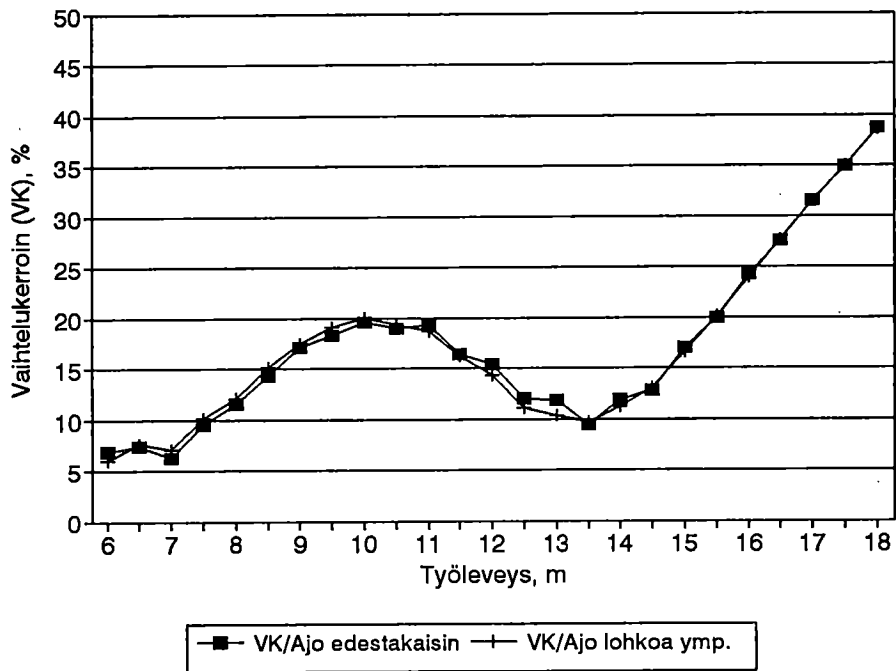
LÄHDELUETTELO

- ANON 1985. Equipment for distributing fertilizers - Test methods -Part 1: Full width fertilizer distributors. ISO-standardi 5690/1: 1-14.
- "- 1988. Ylö Pneuma 1000 -puhallinlevitin. VAKOLAn koetusselostus 1244: 1-13.
- "- 1991. Konstgödselspridare Tume P1350. Statens maskinprovningar. Meddelande 3282: 1-20.
- "- 1992a. Inställningsrekommendationer för Bögballe C II. Statens maskinprovningar. Meddelande 3345: 1-10.
- "- 1992b. Inställningsrekommendationer för Bögballe BL600. Statens maskinprovningar. Meddelande 3346: 1-9.
- "- 1992c. Inställningsrekommendationer för Ylö Pneuma 1000. Statens maskinprovningar. Meddelande 3350: 1-11.
- "- 1992d. Lannoitteiden myynnin jakautuminen maaseutukeskusalueittain lannoitusvuonna 1991/1992. Kemira Agro.
- "- 1992e. Maatilatilastollinen vuosikirja 1991. Maatilahallitus 1992.
- BJERKHOLT J. 1991. Sentrifugalsprederen - spredejevnhet, tilstand og bruk. Norges landbrukshøgskole. Institutt for tekniske fag: Hovedoppgave 1991.
- HIIVOLA, S-L., HUOKUNA, E. & RINNE, S-L. 1974. The effect of heavy nitrogen fertilization on the quantity and quality of yields of meadow fescue and cocksfoot. *Annales Agriculturae Fenniae* 13: 149-160.
- RIIHIMÄKI S. 1987. Tarkempaan lannoitukseen pintalevittimillä. Työtehoseuran maataloustiedote 341: 1-8.

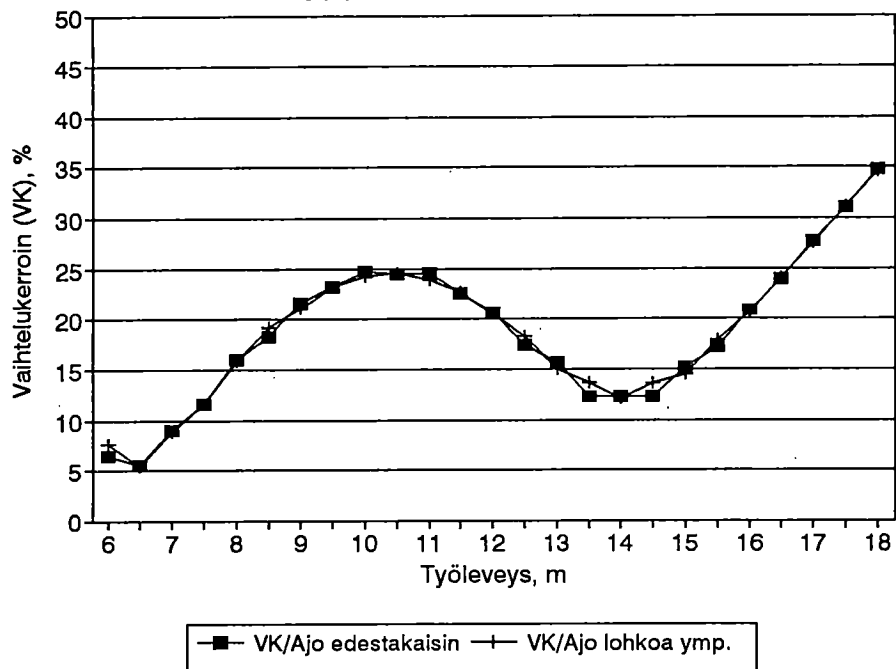
Liite 1

BÖGBALLE BL 600

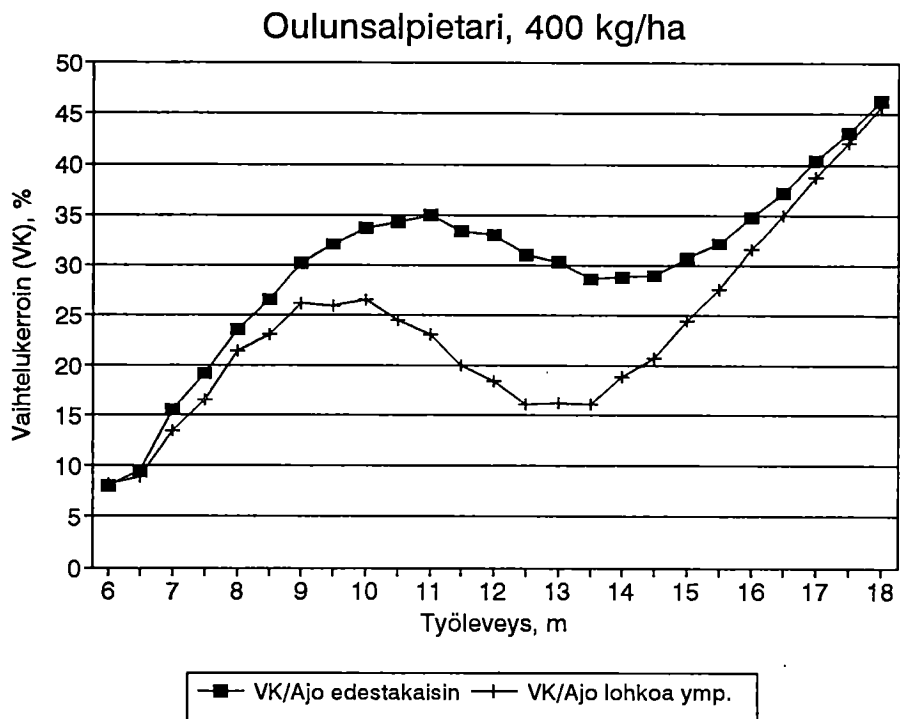
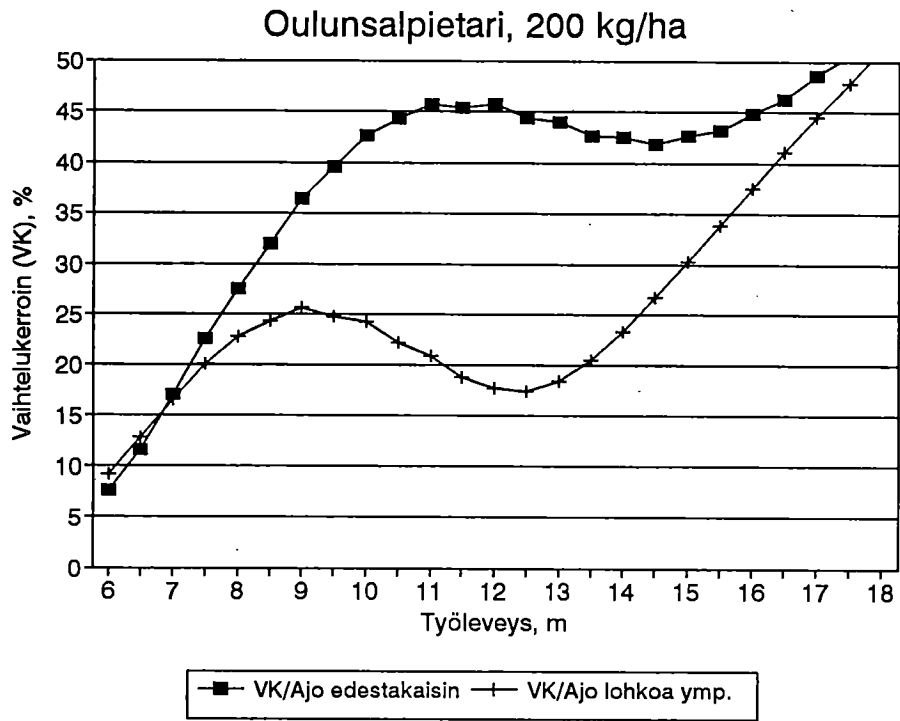
Typpirikas 2, 150 kg/ha



Typpirikas 2, 600 kg/ha



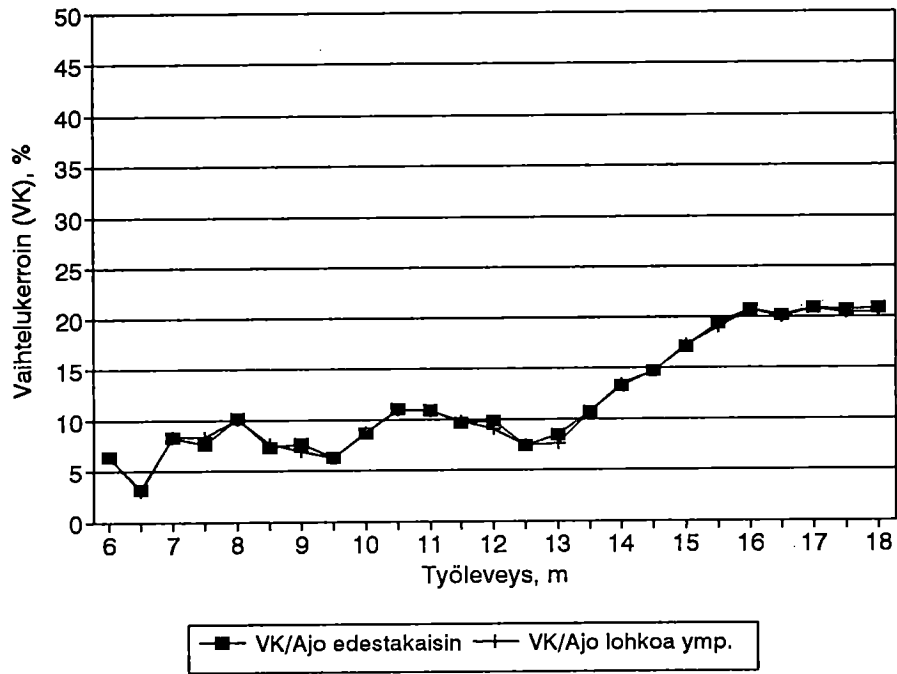
BÖGBALLE BL 600



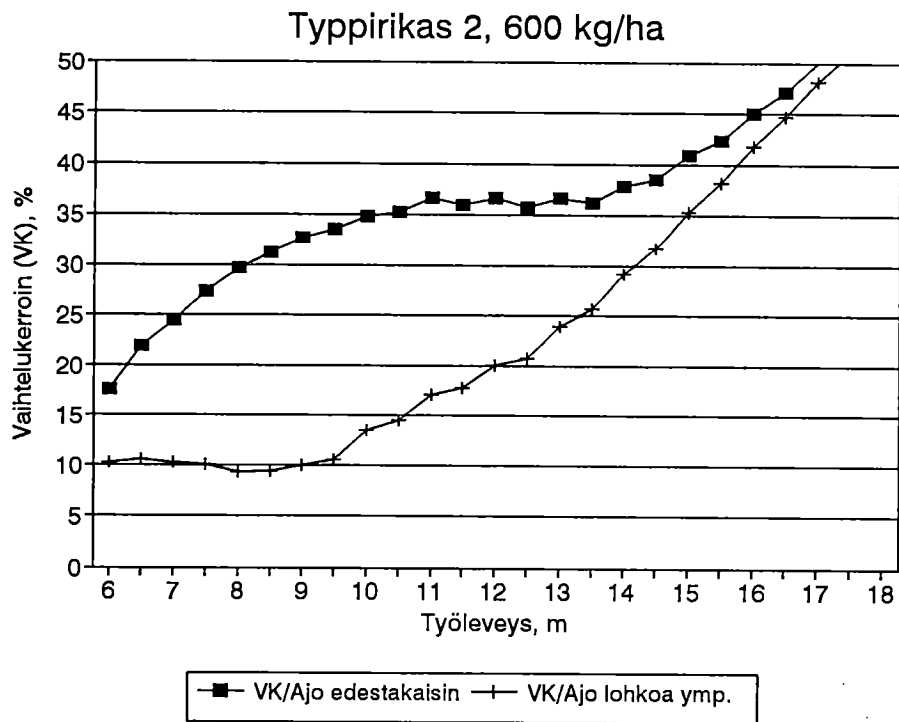
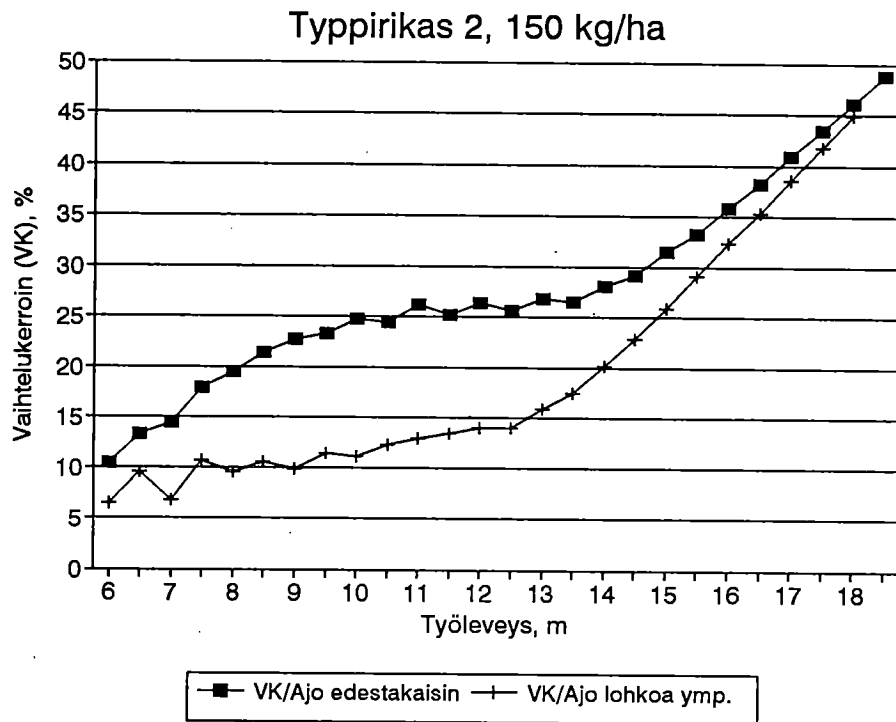
Liite 3

BÖGBALLE D 600

Typpirikas 2, 150 kg/ha



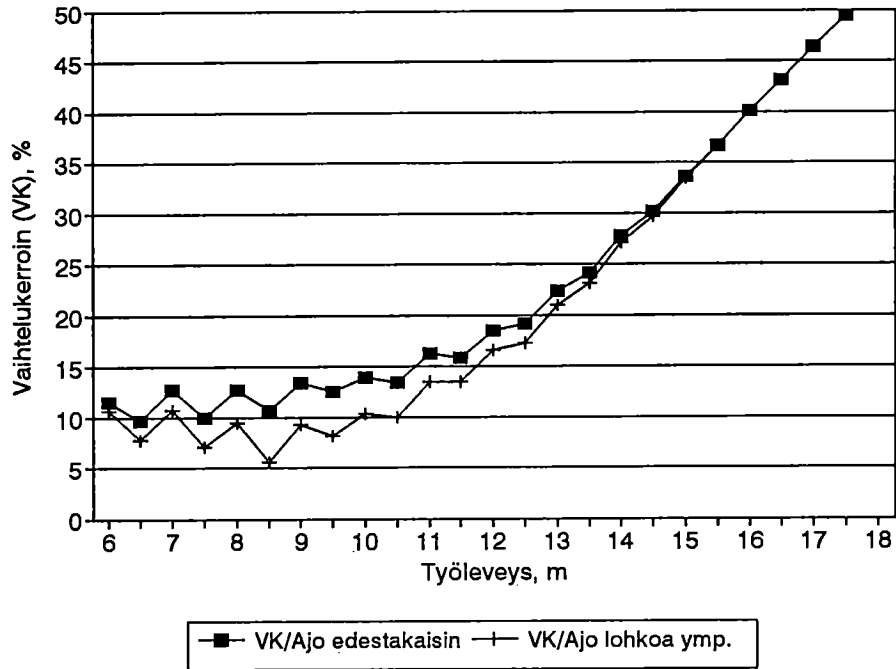
ELHO EL 700



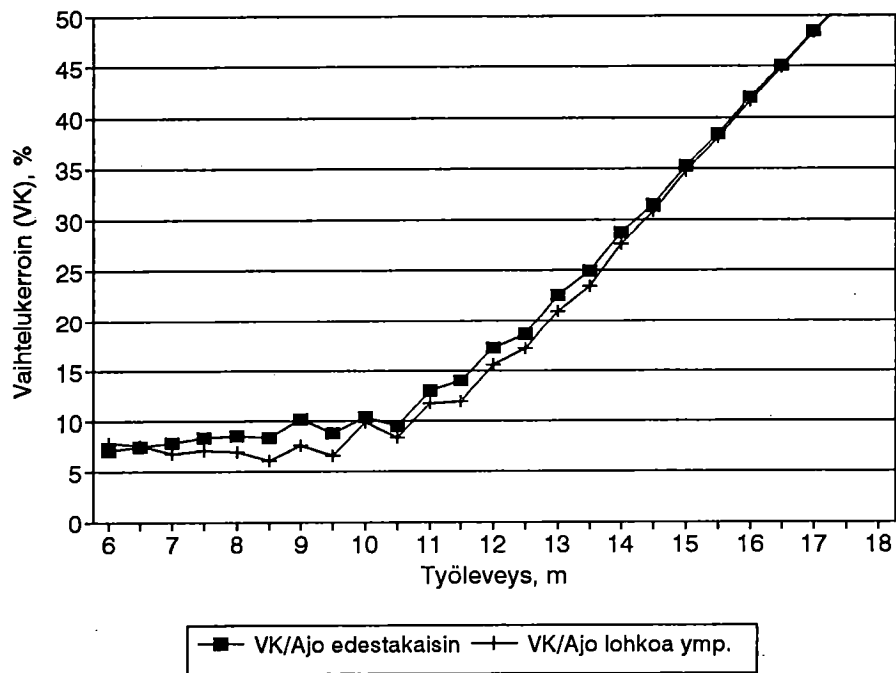
Liite 5

ELHO EL700

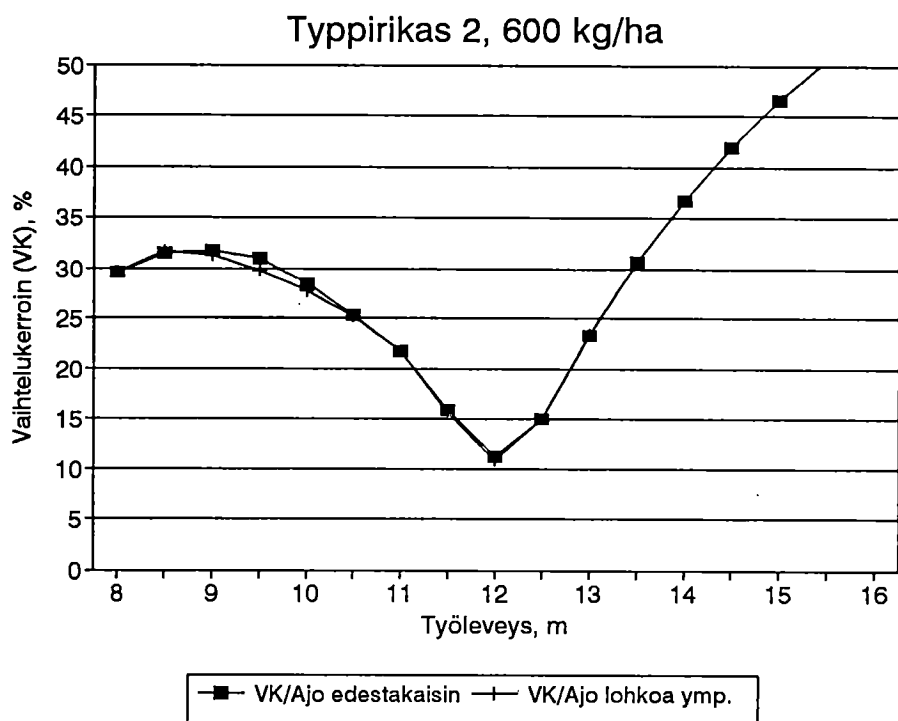
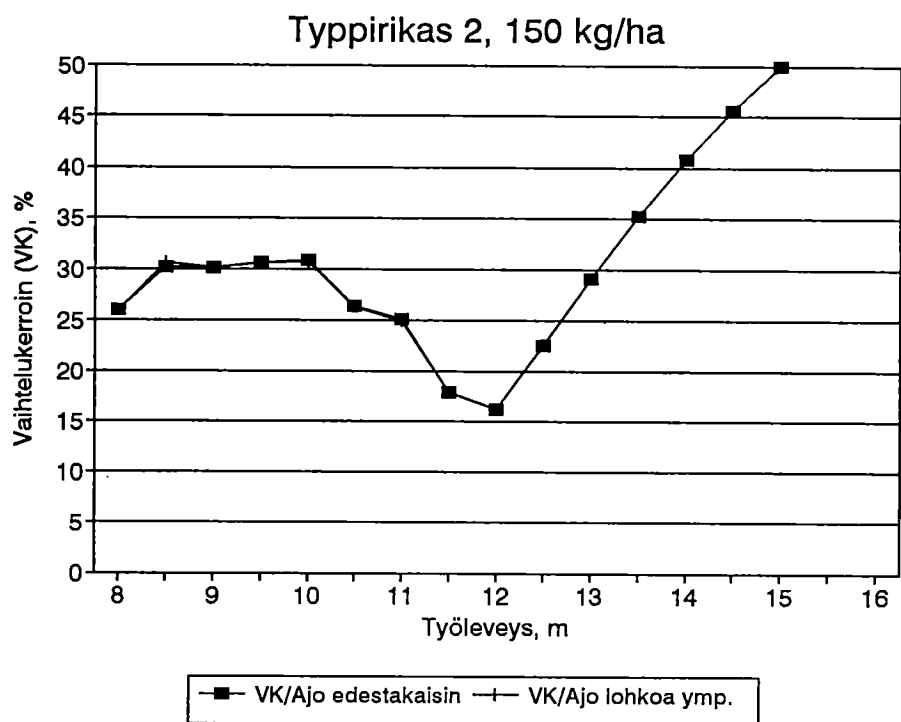
Oulunsalpietari, 200 kg/ha



Oulunsalpietari, 400 kg/ha

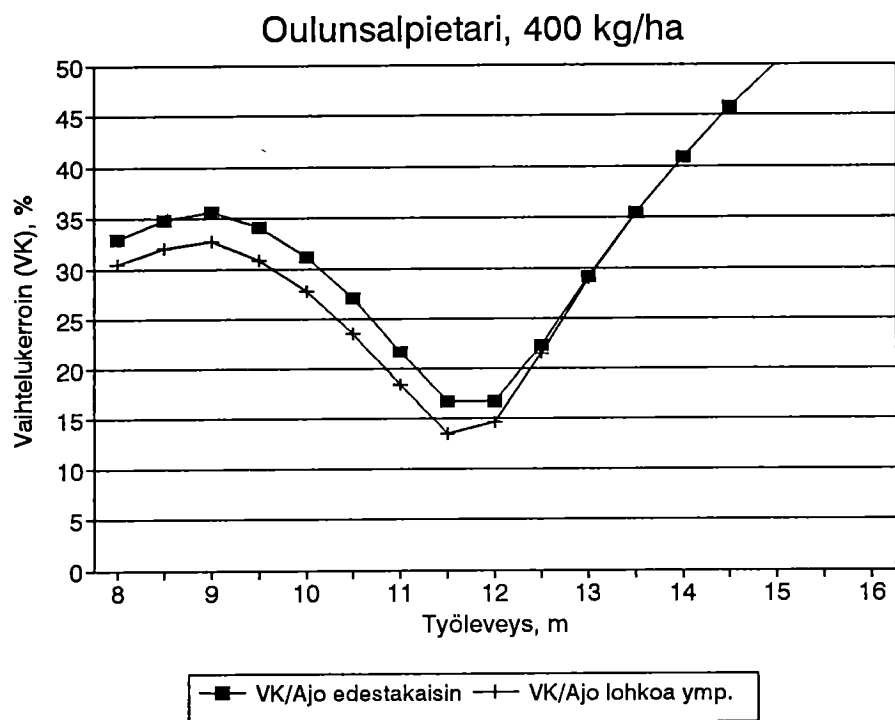
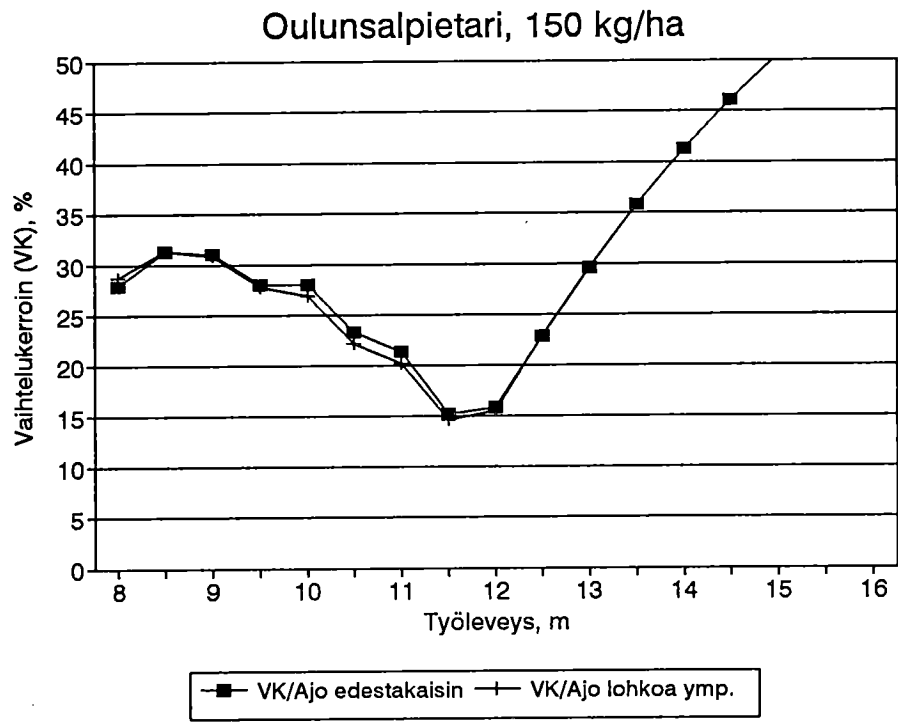


ELHO MATIC 800



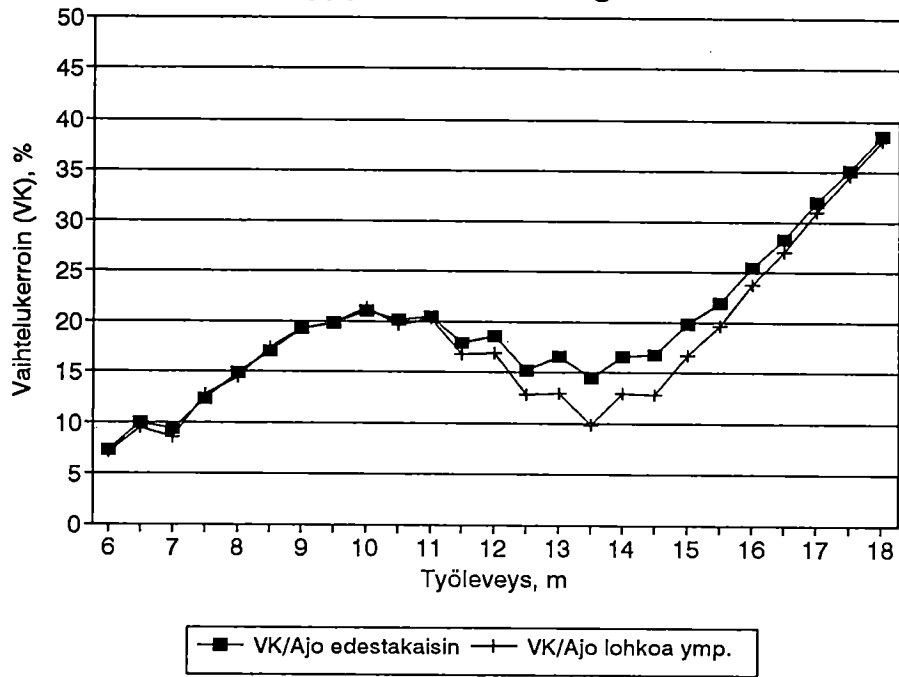
Liite 7

ELHO MATIC 800

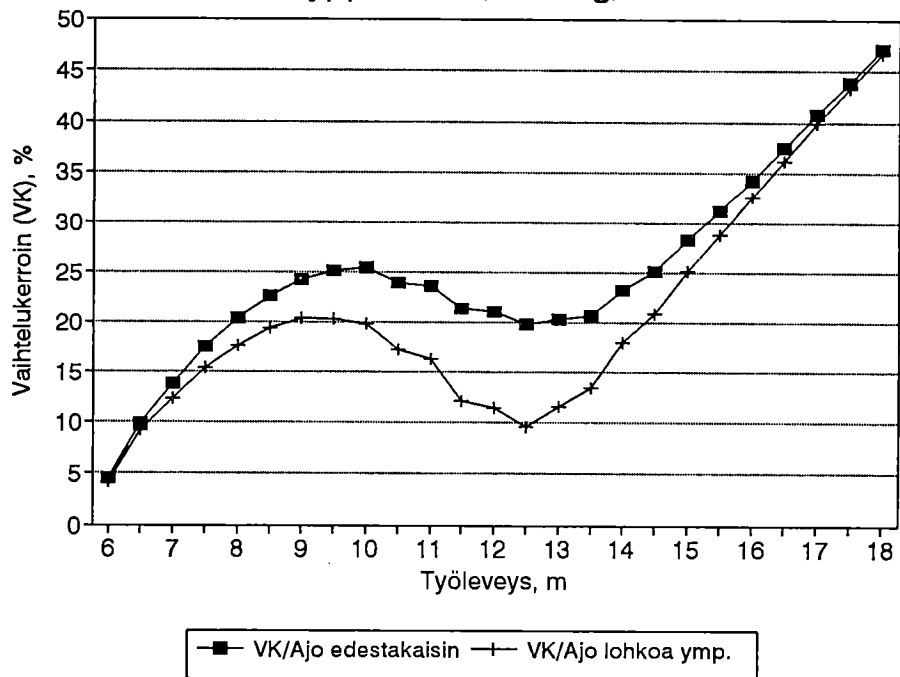


JUNKKARI 700

Typpirikas 2, 150 kg/ha



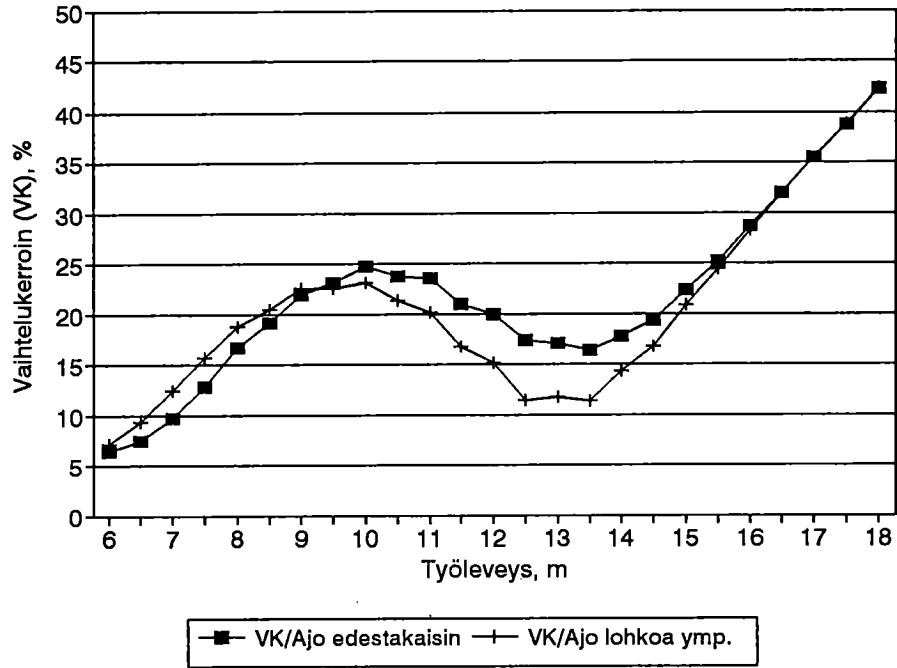
Typpirikas 2, 600 kg/ha



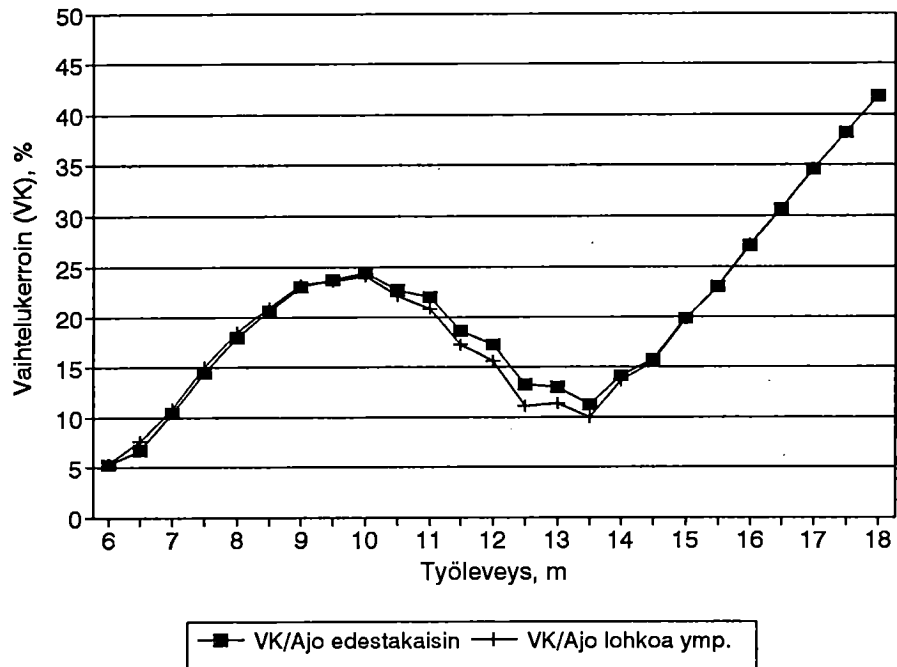
Liite 9

JUNKKARI 700

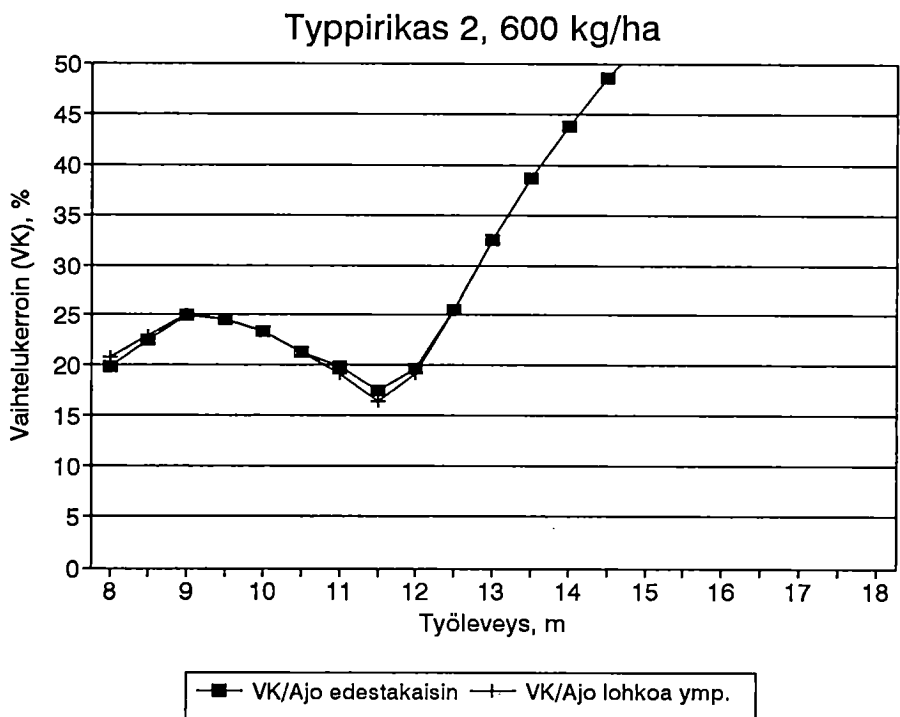
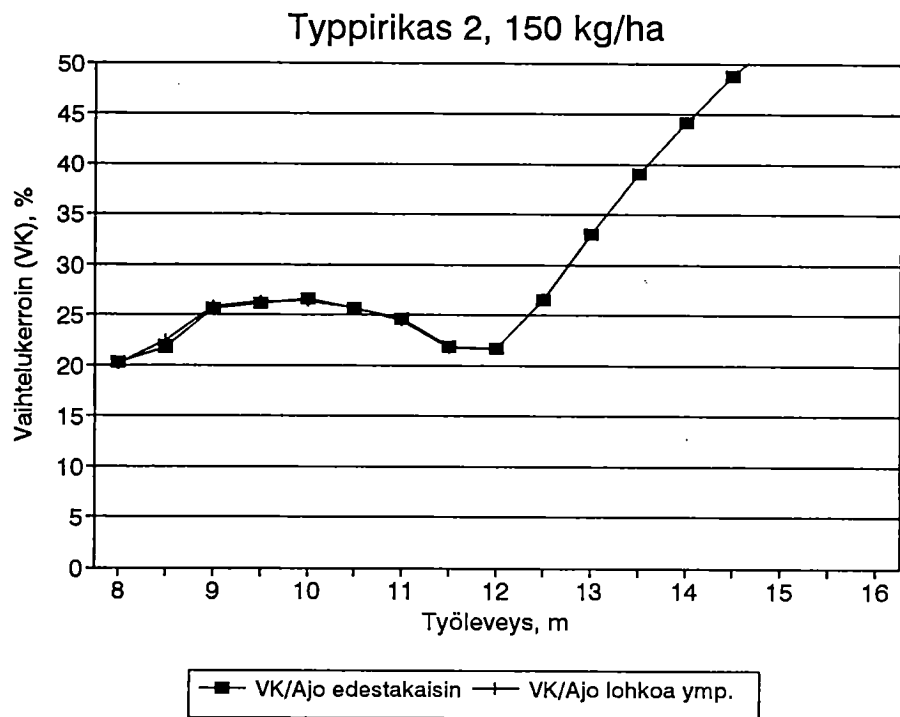
Oulunsalpietari, 200 kg/ha



Oulunsalpietari, 600 kg/ha



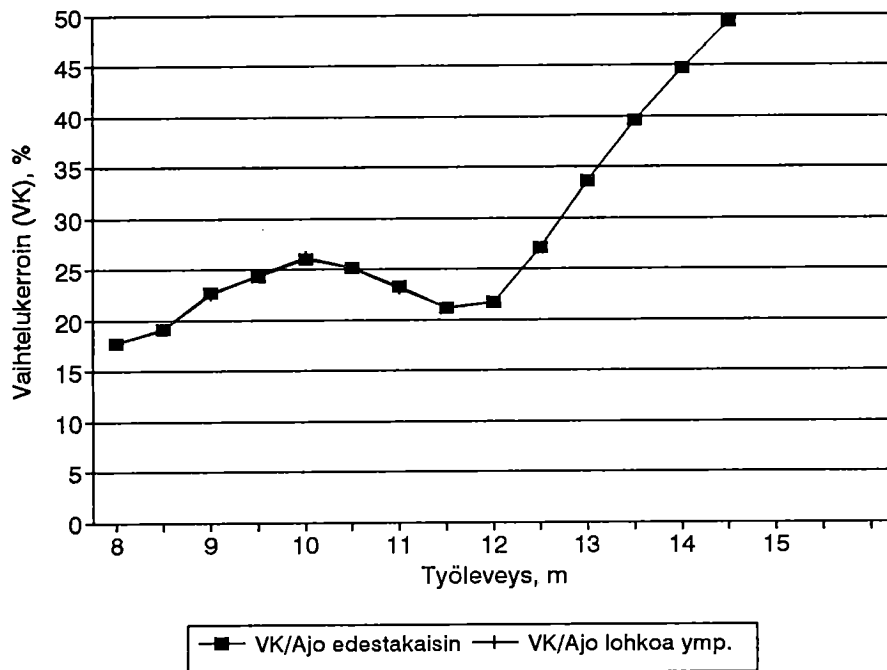
TUME P 1350



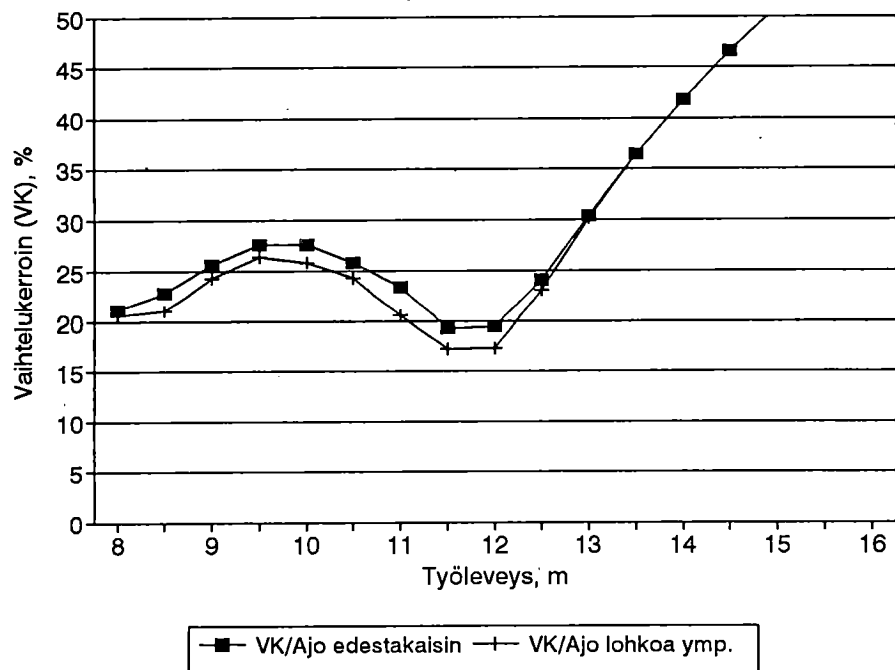
Liite 11

TUME P 1350

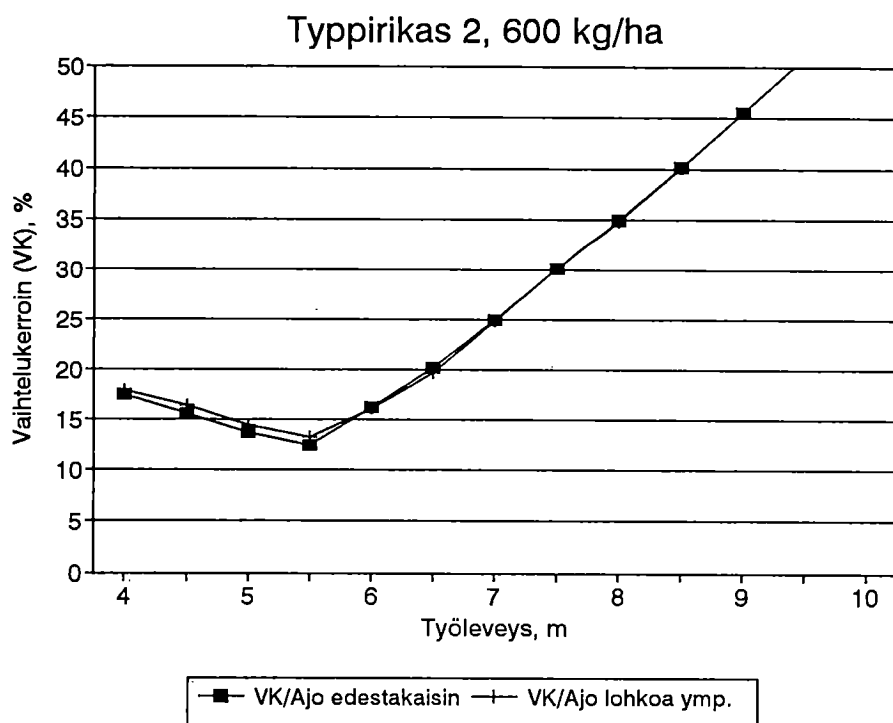
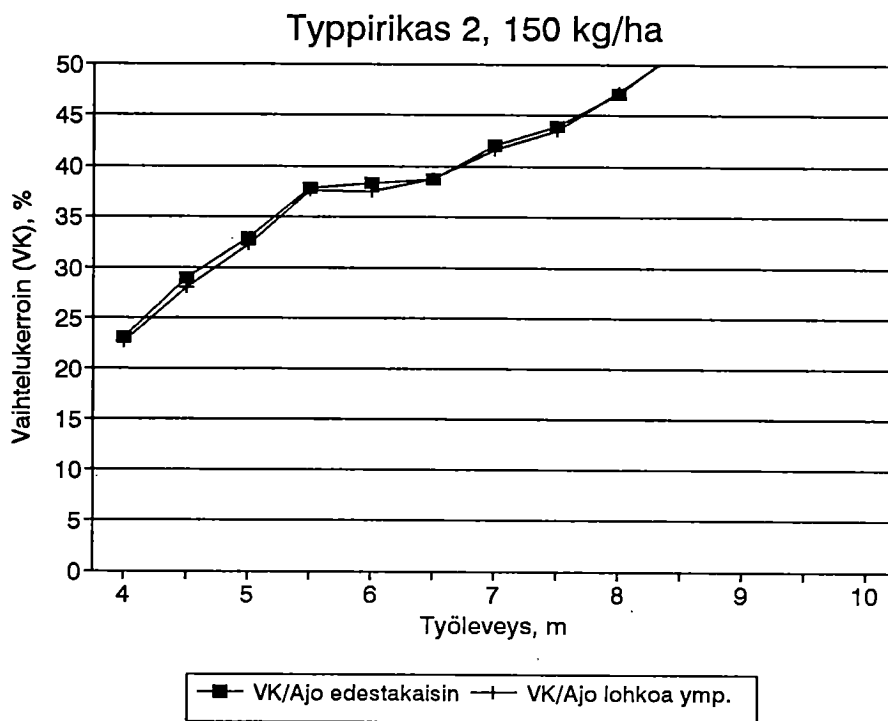
Oulunsalpietari, 200 kg/ha



Oulunsalpietari, 400 kg/ha

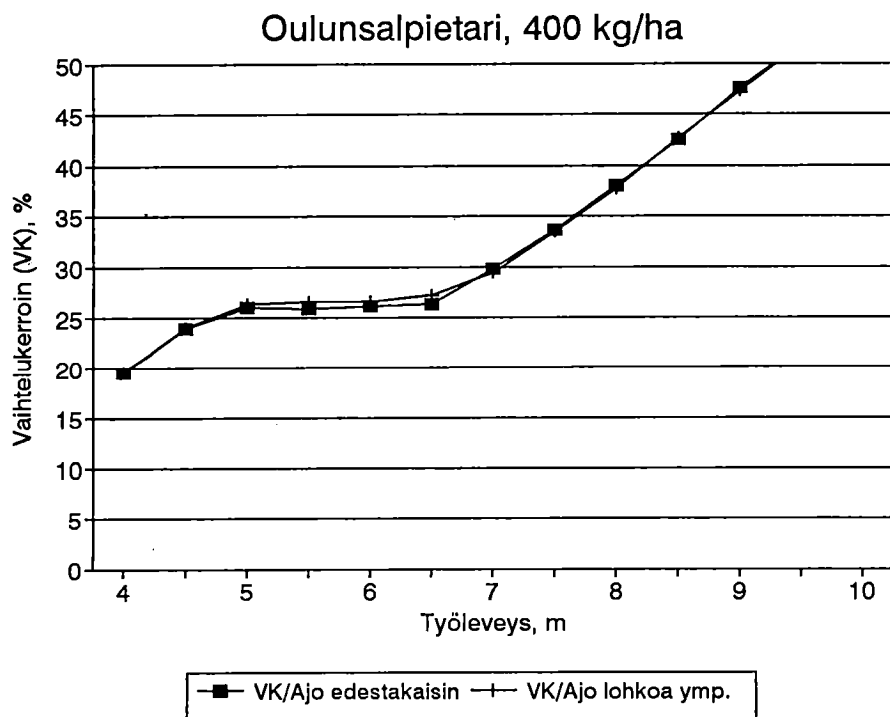
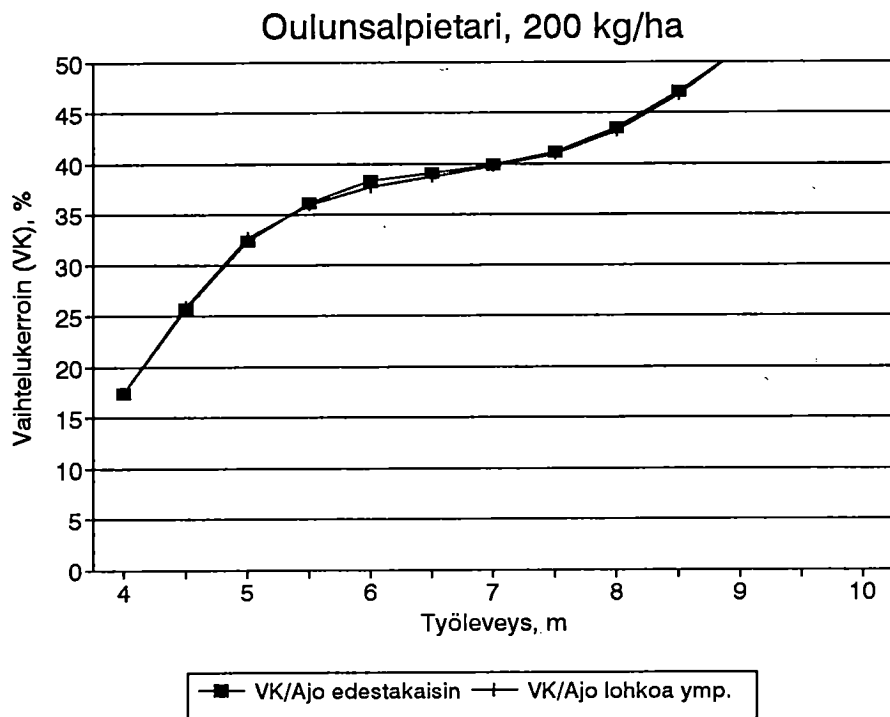


YLÖ PNEUMA 707

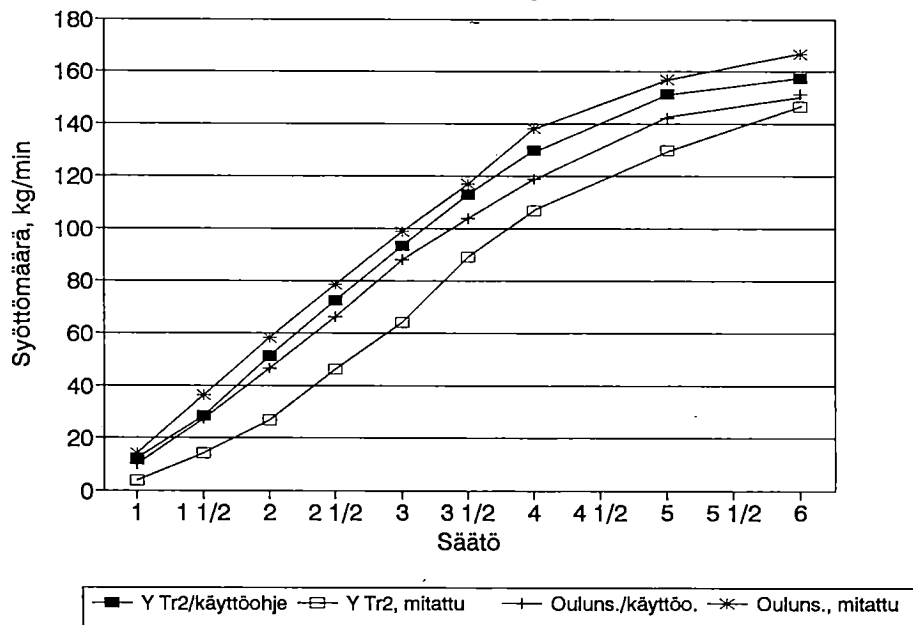


Liite 13

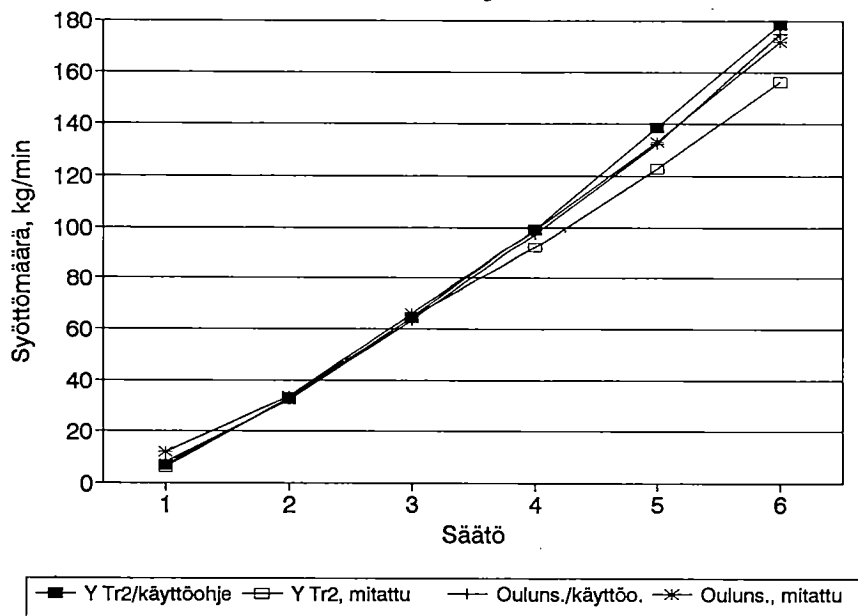
YLÖ PNEUMA 707



Bögballe BL600 syöttötaulukko

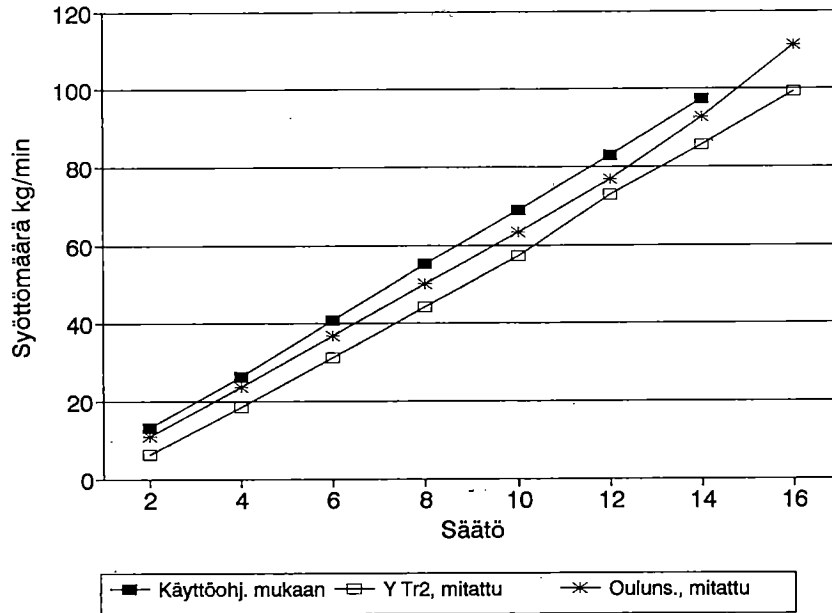


Bögballe D600 syöttötaulukko

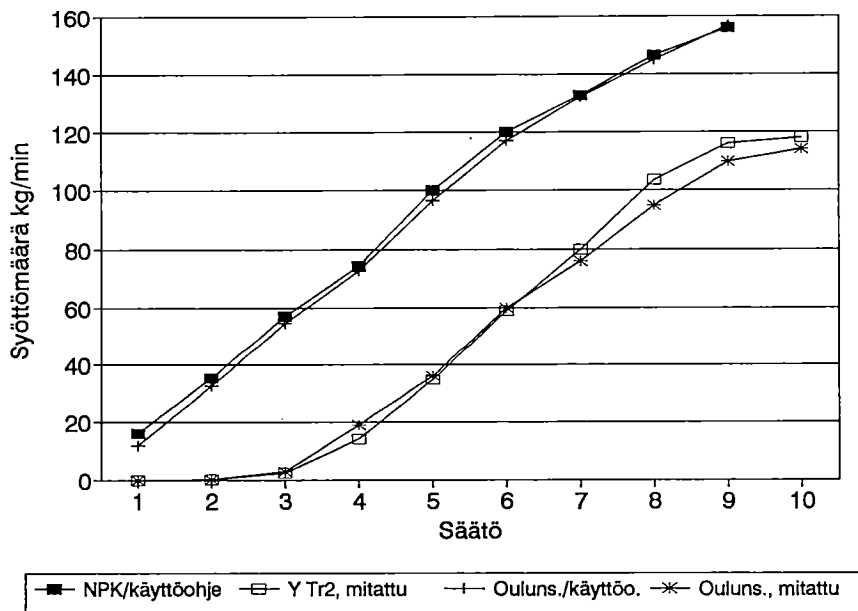


Liite 15

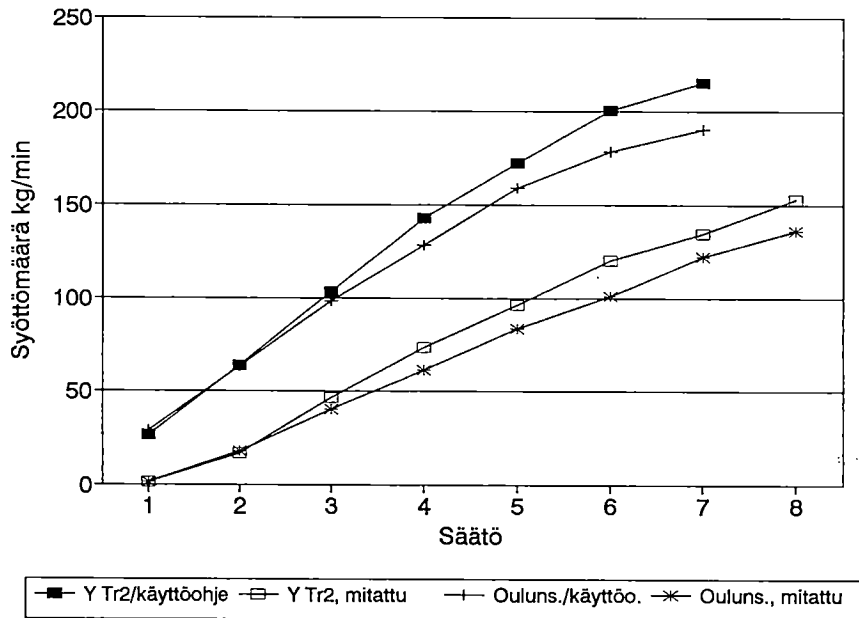
Elho Matik 800 syöttötaulukko



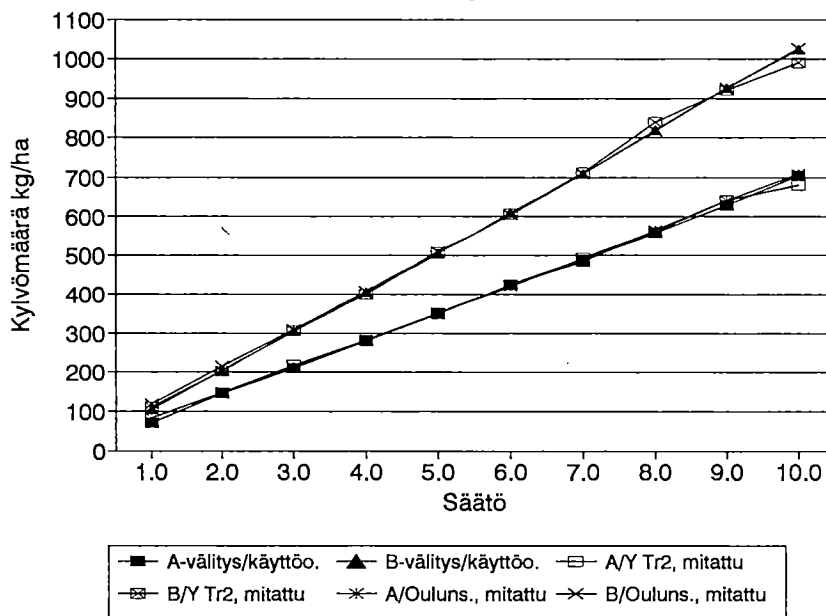
Elho EL700 syöttötaulukko



Junkkari 700 syöttötaulukko

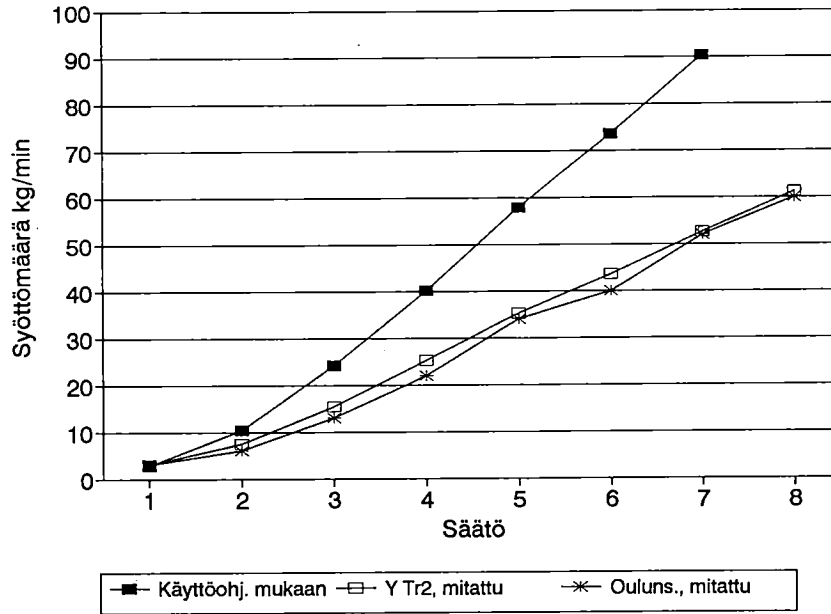


Tume P1350 kylvötaulukko



Liite 17

Ylö Pneuma 707 syöttötaulukko



VAKOLAN TIEDOTTEITA

- 35/83 MÄKELÄ, O., Viljankuivausopas. 1983.
- 36/83 Pohjoismaiset tilasäiliön pesulaitteet. 1983.
- 37/85 WARTIOVAARA, L., Astianpesukoneet. 1985.
- 38/86 AHOKAS, J., MIKKOLA, H., Traktori ja polttoaineen kulutus. 1986.
- 39/87 MÄKELÄ, J., LAUROLA, H., Leikkuupuimurin kulkukyky upottavissa oloissa. 1989.
- 40/87 LAUROLA, H., Leikkuupuimureiden teknisiä mittoja. 1987.
- 41/87 PUUMALA, M., Jauhatustyön järjestelyjä ja kustannuksia. 1987.
- 42/88 AARNIO, K., KARHUNEN, J., Lannanpoistolaitteiden toimivuus ja kestävyys. 1988.
- 43/88 MANNI, J., Käytännön ohjeita konevaraston hankintaa suunnittelevalle. 1988.
- 44/89 Pohjoismaiset lypsykone- ja laiteohjeet. 1989.
- 45/89 Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella. 1989.
- 45 S/89 NYSAND, M., Rundbalsensilering. 1989.
- 46/90 MANNI, J., KAPUINEN, P., Kevytsora lietesäiliön katteena. 1990.
- 47/90 KARHUNEN, J., Lietelannan kompostointi. 1990.
- 48/90 LEPPÄNEN, K., NYSAND, M., Turvallinen ja nopea työkoneiden kytkentä. 1990.
- 49/91 LEHTINIEMI, T., PUUMALA, M., Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina. 1991.
- 50/91 MANNI, J., Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivaamossa. 1991.
- 51/92 VIROLAINEN, V., Viherkesannon perustaminen ja hoito. 1992
- 52/92 KARHUNEN, J., Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa. 1992
- 53/93 MIKKOLA, H., Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus. 1993

