

Rauli Koskela & Tapio Tuomisto

PIENSIEMENLEVITTIMEN LEVITYSOMINAISUUDET

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Agrologin (AMK) tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Koskela Rauli ja Tuomisto Tapio

Työn nimi: Pienisienlevittimen levitysominaisuudet

Ohjaaja: Esala Jussi

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia APV-pienisienlevittimen levitysominaisuuksia eri siemenillä ja levitysmäärillä. Lisäksi tavoitteena oli testata, päästäänkö kyseisellä koneella sellaisiin levitysleveyksiin, että sillä voidaan kylvää piensiemettä kasvustoon käyttämällä ruiskutusuria. Tutkimuksessa perehdyttiin pienisienlevittimen ominaisuuksiin ja hallissa suoritettavan levitystestin tekemiseen. Markkinoilla olevat pienisienlevittimet ovat rakenteeltaan ja toimintaperiaatteeltaan lähes identtisiä. Kaikki markkinoilla olevat levittimet toimivat sähköllä, ja niissä on rungon päälle asetettu muovinen säiliö. Sähkötoimisten pienisienlevittimien myynti on viime vuosina noussut nykyisen tukipolitiikan sekä levittimien taloudellisuuden ja tehokkuuden ansiosta.

Tutkimuksessa keskityttiin neljän eri pienisienlevittimen levittämiseen. Näiden lisäksi kokeiltiin levittämistä viljalla, lannoitteella ja piensiementen seoksella. Tutkimukset suoritettiin Ilmajoen koulutilan hallissa, jossa levitettiin siemeniä lattialle asetettuihin astioihin. Astioiden punnitustuloksista tehtiin graafiset levityskäyrät. Näiden levityskäyrien avulla siemenille muodostettiin vaihtelukerrointa käyttäen sopivat levitysleveydet ja suunniteltiin sopivat ajotekniikat.

Pienisienlevittimillä päästiin 3-12 metrin työleveyksiin riippuen levittimen asetuksista ja levitettävästä materiaalista. Isompien siementen, kuten ohran ja lannoitteen levittämistä ei kyseisellä levittimellä voi pitää mielekkäänä levittimen ominaisuuksista johtuen, myös kevyillä siemenillä, kuten nurminadalla, levitysleveys jää vaatimattomaksi. Parhaiten kone soveltuu hyvät lento-ominaisuudet omaavien piensiementen levittämiseen, sillä niillä päästään hyvin levitysleveyksiin ja määriin.

Avainsanat: pienisienlevitin, levitysominaisuudet, levitysleveys, levitystasaisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture, Ilmajoki

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation:

Author/s: Rauli Koskela and Tapio Tuomisto

Title of thesis: Spreading features of single disc spreaders

Supervisor: Esala Jussi

Year: 2015

Number of pages: 39

Number of appendices: 2

The aim of this study was to find out the spreading evenness and the spreading width of an APV single disc spreader; using different materials and spreading rates. Also we wanted to find out if it is possible to get as good a working width needed so that we can use the same tracks with a sprayer. This study focused on becoming familiar, in a hall, with the features of the single disc spreader and how to perform spreading tests.

All single disc spreaders that are used to spread small seeds have almost identical construction and working principles. This is the reason why studying only one spreader is valid. All the spreaders on the market work with electricity and have a plastic hopper over a steel frame. EU politics and overall efficiency of the spreaders have resulted in the market for electric single disc spreaders to increase during the last few years

The study focused on the spreading of four different grass seeds. The spreading effectiveness was also tested with grain, fertilizer and a mixture of different grass seeds. The hall used for the test was at the Vocational Education Centre Sedu's school farm. In this hall the seeds were spread on the floor and collected using collecting trays. The trays were then weighed and the results used to draw a graphic diagram of the seed's spread width and evenness. These diagrams were used to create an effective swath width and driving technic

Small seeds were spread at working widths of 3 to 12 meters depending on the spreader settings and seeds used. Spreading barley or fertilizer is not effective because of the small hopper in the spreader. Also light grass seeds aren't good because the spreading width is so narrow. This spreader is best suited for spreading seeds that have good flying features, such as: a round shape and a heavy weight. Using these seed types spreading is even and the working widths are good.

Keywords: single disc spreader, spread width, spread evenness

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
1 Johdanto.....	7
1.1 Tausta.....	7
1.2 Tavoite.....	7
2 Keskipakolevitin.....	8
2.1 Keskipakolevittimen rakenne ja toimintaperiaate.....	8
2.2 Levitysleveys ja levitystasaisuus.....	9
2.3 Levityskuvio.....	10
3 Piensiementen keskipakolevitin.....	12
3.1 Levitin.....	12
3.2 Piensiemenen levitysominaisuudet.....	13
4 Levitystarkkuus.....	15
4.1 Levitystasaisuus.....	15
4.2 Levitystestien standardi.....	15
4.3 Levitystarkkuuden taloudelliset vaikutukset.....	16
4.4 Levitysleveyden ja -tasaisuuden säätäminen.....	17
5 Tutkimuksen suorittaminen.....	19
6 Tulokset ja tulosten tarkastelua.....	22
6.1 Yleistä.....	22
6.2 Timotei.....	22
6.3 Puna-apila.....	25
6.4 Kevätrypsi.....	28
6.5 Muut testatut materiaalit.....	30
7 Johtopäätökset.....	33
7.1 Päästiinkö testaustavoitteeseen?.....	33
7.2 Ohjeet käyttäjälle.....	33

7.2.1 Timotei.....	33
7.2.2 Puna-apila.....	34
7.2.3 Kevätrypsi.....	34
7.2.4 Muut.....	34
7.3 Oman levittimen ominaisuudet.....	34
8 Pohdinta.....	36
LÄHTEET.....	38
LIITTEET.....	39

Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. APV-piensiemenlevitin. 12

Kuva 2. Levitysmäärän säätö. 20

Kuva 3. Syöttöaukon paikan säätö. 20

Kuvio 1. Vaihtelukertoimen muuttuminen työleveyttä muutettaessa. (Hannula 1993, 18.).....	10
Kuvio 2. Levityskuvioita (How to check your G4 spread pattern 2003, 8).	11
Kuvio 3. Vaihtelukertoimen laskeminen	15
Kuvio 4. Ajotapa (How to check your G4 spread pattern 2003, 7).	18
Kuvio 5. Timotein levityksessä mitatut levityskuviot kolmella eri aukon säädöllä. .	23
Kuvio 6. Timotein levityksessä mitatut levityskuviot kolmella eri syöttökohdan säädöllä, syöttöaukon säätö 6.....	24
Kuvio 7. Timotein kylvön levitystasaisuutta kuvaava käyrä lohkoa kiertäen 4,5 metrin ajokaistavälillä.....	25
Kuvio 8. Puna-apilan levityksessä mitatut levityskuviot kahdella eri syöttökohdan säädöllä.	26
Kuvio 9. Puna-apilan kylvön levitystasaisuutta kuvaava käyrä lohkoa edestakaisin ajaen 8 metrin ajokaistavälillä.	27
Kuvio 10. Vaihtelukertoimen muuttuminen ajokaistan välin kasvaessa puna-apilan kylvössä edestakaisella ajotekniikalla.....	28
Kuvio 11. Kevätrypsin levityksessä mitatut levityskuviot kolmella eri syöttökohdan säädöllä, syöttöaukon säätö 3.....	29

Kuvio 12. Kevätrypsin kylvön levitystasaisuutta kuvaava käyrä lohkoa edestakaisin ajaen erisuurilla ajouraväleillä (8,5 m ja 7 m).....	29
Kuvio 13. Ohran levityskuvio.....	30
Kuvio 14. Lannoitteen levityskäyrä.....	31
Kuvio 15. Nurminadan levityskuvio.	31
Kuvio 16. Seoksen levityskäyrä.	32
Kuvio 17. Timotein levityskuvio kevyemmällä testillä (liite 1).	35

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Euroopan unionin vuoteen 2015 sijoittuvassa maataloustukiuudistuksessa ympäristösitoumuksen osana voidaan valita lohkokohtaisena toimenpiteenä kerääjäkasvien viljely. Toimenpiteelle saa tukea 100 €/ha/v. (Katajamäki 2014, 88.) Kyseisten kerääjäkasvien kylvöön voidaan käyttää testaamaamme kylvökonetta. Euroopan unionin tukipolitiikan lisäksi viljelijöiden mielenkiintoa kyseisiä laitteita kohtaan lisäävät piensiemenvittimien edullisuus ja levityksen tehokkuus.

Viime vuosina markkinoilla ovat yleistyneet yksilautaiset sähköllä toimivat piensiemenvittimet. Tästä syntyi mielenkiinto kokeilla, millaisiin levitysolevyksiin ja -tarkkuuksiin tällaisella vittimellä on mahdollista päästä piensiementä levitettäessä. Lisäksi mielenkiintoa kasvatti tieto, että piensiemenvittimiä ei ole aikaisemmin juurikaan tutkittu.

1.2 Tavoite

Testauksessa on tarkoitus saada selville, päästäänkö kyseisellä koneella sellaisiin työleveyksiin ja levitystasaisuuksiin, että sillä voitaisiin käyttää kasvustossa samoja ajouria kasvinsuojeluruiskun kanssa. Lisäksi tavoitteena on selvittää siemenen koon, muodon ja painon vaikutusta siemenen lento-ominaisuuksiin. Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää, miten suuriin työleveyksiin eri siemenillä päästään.

Tavoitteena testissä oli antaa tietoa piensiemenvittimen levitysominaisuuksista ja antaa tavalliselle käyttäjälle tietoa vittimestä, joka helpottaisi tämän tyyppisten vittimien käyttöä. Kuten Parish (3) sanoo, vittimien hyvä käyttö on ympäristön ja taloudellisuuden kannalta tärkeää.

2 KESKIPAKOLEVITIN

Keskipakolevittimiä on varusteiltaan ja käyttöominaisuuksiltaan hyvin erilaisia riip-puen levittimen käyttökohteista, mutta kaikki levittimet perustuvat samaan raken-teeseen ja toimintaperiaatteeseen. Mäkelän ja Mikkolan (1987, 5) mukaan keski-pakolevitin on Suomessa yleisin pintalevitykseen käytettävä lannoitteenlevitin.

2.1 Keskipakolevittimen rakenne ja toimintaperiaate

Keskipakolevitin koostuu rungosta, säiliöstä, levitinlautasesta, pohjaluukusta ja pohjaluukun säätölaitteistosta. Keskipakolevittimen säiliössä oleva materiaali levi-tetään nopeasti pyörivän levitinlautasen avulla. Keskipakolevittimessä on valutus-syöttö eli säiliössä oleva materiaali valuu vapaasti syöttöaukon läpi levitinlautasel-le, yleensä syöttöaukon yläpuolella on jonkin tyyppinen sekoitinakseli tai karistin, joka estää materiaalin holvaantumisen säiliöön ja täten parantaa juoksevuutta. Levitinlautaselle päätyvän levitettävän materiaalin määrää säädetään pohjaluukun asennolla. Materiaalin pudotuspaikkaa lautasella voidaan yleensä säätää sivu-suunnassa. Pudotuspaikkaa muuttamalla saadaan kompensoitua levitysmäärästä aiheutuvat levityskuvion epätasaisuus ja toispuoleisuus.

Keskipakolevittimiä on olemassa lautas- ja siivikkolevittiminä. Siivikkolevitin eroaa lautaslevittimestä pidemmällä levitinsiivillä, jotka tulevat huomattavasti lautasen yli. Lisäksi siivikkolevittimessä voi olla lautaslevitintä enemmän siipiä ja siipien pituus voi pareittain vaihdella. Siiven pituudella tavoitellaan levitettävälle materiaalille suurta lähtönopeutta ja tätä kautta hyvää levitysleveyyttä ja siipien pituusvaihtelulla tavoitellaan levitystasaisuutta.

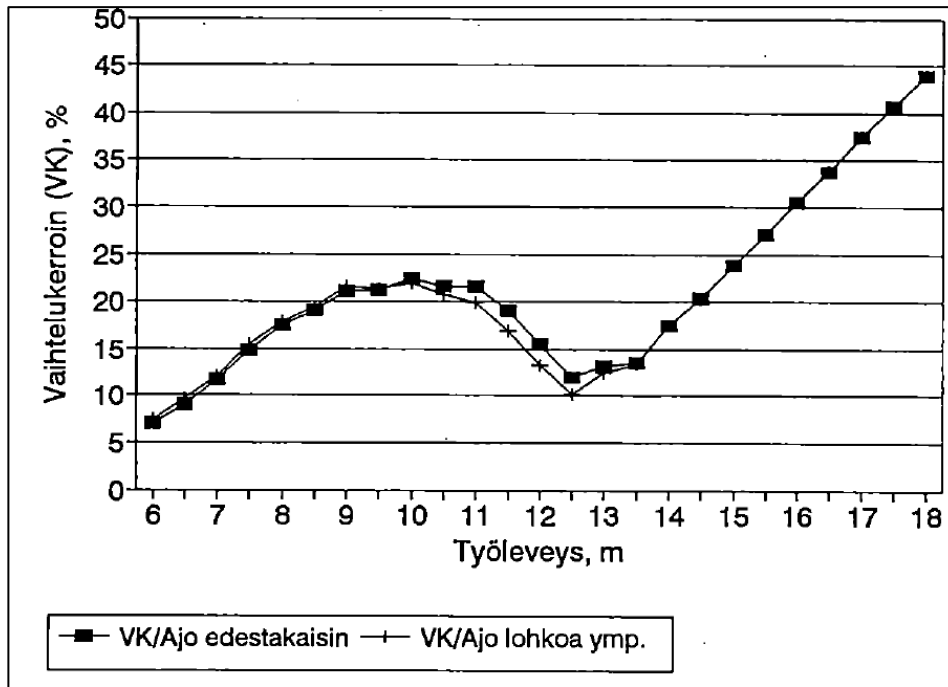
Keskipakolevittimiä on olemassa yksi- ja kaksilautasellisia. Yksilautaselliset keski-pakolevittimet ovat rakenteeltaan yksinkertaisia ja hankintahinnaltaan edullisem-pia. Kaksilautasellisilla keskipakolevittimillä puolestaan päästään tarkempaan levi-tystulokseen ja suurempaan levitysleveytyeen. Yksilautasellisen ongelmana on yleensä toispuoleinen levityskuvio. Tämä ongelma saadaan ratkaistua kaksilau-tasellisella levittimellä, jossa eri suuntaan pyörivät lautaset tasapainottavat toisen

lautasen toispuoleisen levityskuvion. Näin saadaan aikaiseksi symmetrinen levityskuvio.

2.2 Levitysleveys ja levitystasaisuus

Keskipakolevittimen levitysleveyteen vaikuttavat levityslautasten halkaisija ja lautasten pyörimisnopeus. Mäkelä ja Mikkola (1987, 5) toteavat, että keskipakolevittimen heittoetäisyys ja hajotuskulma vaikuttavat keskipakolevittimen levitysleveyteen. Levitystasaisuuteen vaikuttavat työleveys, koneen asento, maaston muodot, levitinlautasen kierrosnopeus, tuuli, siemenen koko ja lento-ominaisuudet sekä levitysmäärän säätö. Suurin vaikutus tasaisuuteen on oikean työleveyden valinnalla. Levitysleveyden reuna-alueella täytyy ajaa päällekkäin, jotta levitystuloksesta saadaan tasainen. Ajo-opastimen käyttö helpottaa oikean työleveyden säilyttämistä. (Pokkinen 1989, 43.)

Kuviosta 1 nähdään, että kapeilla levitysleveyksillä vaihtelukerroin on varsin pieni, koska useampi levitysleveys menee päällekkäin, ja levityskuvion vaikutus on pieni. Työleveyttä kasvatettaessa vaihtelukerroin suurenee, kunnes päästään niin sanottuun optimaaliseen työleveyteen, jolloin kaksi levitysleveyttä leikkaa toisensa, ja levityskuvio on varsin tasainen. Kuviossa 1 optimaalinen levitysleveys on 12,5 metrissä, jossa päästään vähän yli 10 prosentin vaihtelukertoimeen.

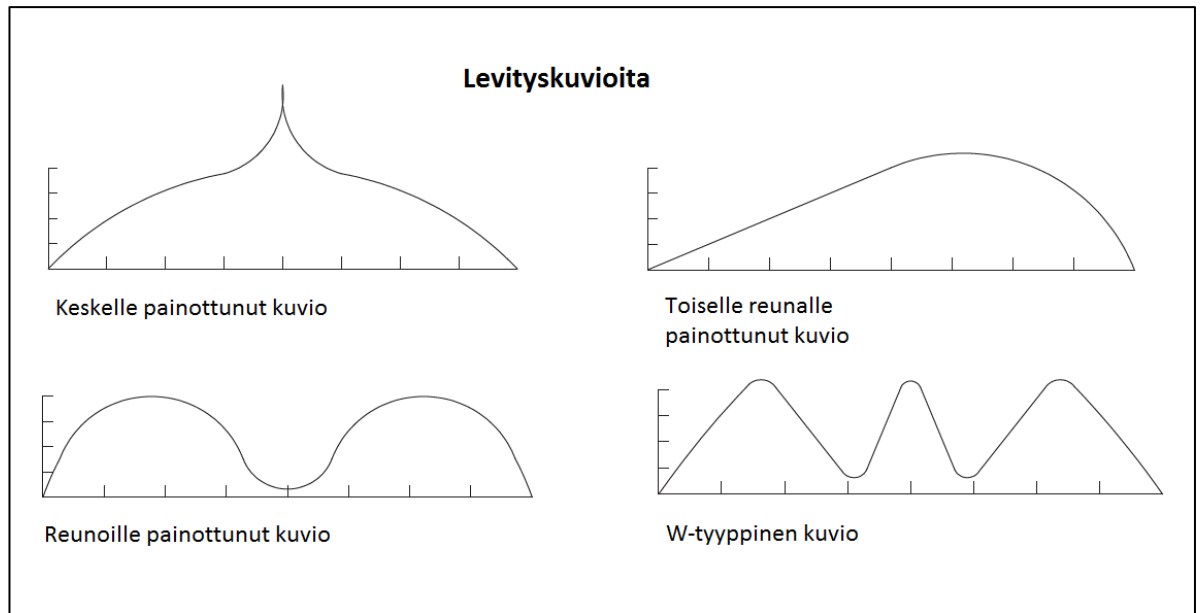


Kuvio 1. Vaihtelukertoimen muuttuminen työleveyttä muutettaessa. (Mikkola 1993, 18.)

2.3 Levityskuvio

Yksi käytännöllinen levitystasaisuuden esitystapa on piirtää levityksestä levityskuvio. Levityskuvio kertoo levitysmäärän levityspeveyden eri kohdissa. Levityskuvio on levitystestistä tehtyjen punnitustulosten graafinen esitys. (Mäkelä & Mikkola 1987, 9.)

Kuviossa 2 on esitelty muutamia yleisimpiä levityskuvioita keskipakolevittimille. Toiselle reunalle painottunut kuvio on yksilautasellisessa keskipakolevittimessä todella yleinen. Muut esitetyt kuviot ovat varsin yleisiä kaikilla kaksilautasellisilla levittimillä. Ongelmana voi olla väärä lautasen kierrosnopeus, väärä pudotusaukon paikan säätö tai vaurioituneet lautaset tai siivet. (Calibrating Dry Broadcast Fertilizer Applicators 2010, 2-3.)



Kuvio 2. Levityskuvioita (How to check your G4 spread pattern 2003, 8).

Levitettävä materiaali vaikuttaa suuresti levityskuvioon. Levitettävän materiaalin koko, muoto ja kosteus vaikuttavat levityskuvioon (Parish, 24). Yleensä suurempi siemen saa aikaan leveämmän kuvion. Materiaalin koko on paljon merkittävämpi ominaisuus kuin ominaispaino. (Parish, 39.)

3 PIENSIEMENTEN KESKIPAKOLEVITIN

3.1 Levitin

Pienisien keskikpakolevitin on rakenteeltaan ja toimintaperiaatteeltaan pitkälti samanlainen kuin lannoitteen levitykseen käytettävät keskikpakolevittimet. Suurimpia eroavaisuuksia ovat säiliön koko ja materiaali, joka on yleensä muovia. Lisäksi levitinlautanen on pienempi, ja sitä pyöritetään sähkömoottorilla traktorin voimanulosoton sijaan. Yleisimpiä käyttökohteita ovat nurmien täydennyskylvö sekä öljykasvikasvustojen ja uusien nurmikasvustojen kylvö. (Junno 2012, 54–55.) Kuvassa 1 on APV:n pienisien keskikpakolevitin. Päällä on muovinen 105 litran siemensäiliö. Säiliöstä levitettävä materiaali valuu sähkömoottorilla pyörivälle levitin lautaselle.



Kuva 1. APV-pienisienlevitin.

Pienisienlevitin voidaan kiinnittää monipuolisesti erilaisiin kohteisiin, kuten traktorin etupainotelineeseen, nostolaitteeseen, etukuormaajaan tai mönkijän tavaratelineeseen, koska se ei vaadi traktorilta muuta kuin 12V sähköliitynnän. Erilaisia

kiinnityskohteita nostolaitteiden ja tavaratelineiden lisäksi ovat monet työkoneet, esimerkiksi kultivaattorit, rikkaäkeet ja jyrät. Suositeltu asennuskorkeus on 0,7-1,2 metriä maasta. Tavoiteltuun asennuskorkeuteen on helppo päästä monissa asennuskohteissa. (Junno 2012, 55.)

Suomessa myydään monien eri valmistajien ja maahantuojien piensiemenneskipakolevittimiä. Suomeen tuodaan muun muassa APV:n, Einböckin, Lehnerin, Stocksin, Technicin, Delimben, Hatzenbichlerin, Janmaticin ja He-van valmistamia piensiemenneskipakolevittimiä. Monelta valmistajalta löytyy useampi levitinmalli. Levitinmallien erot löytyvät lähinnä säiliön koosta ja ohjaimen ominaisuuksista. Lisäksi löytyy kaksilautasellisia levittimiä, joilla päästään suurempiin levityksleveyksiin. Yksilautasellisten versioiden hinta on noin 1000 eurosta ylöspäin. (Knaapi 2011, 20.)

3.2 Piensiemenneskipakolevittimien levitysominaisuudet

Sähköisille piensiemenneskipakolevittimille ilmoitetaan monenlaisia maksimityöleveyksiä. Teoriassa lautasen halkaisija ja pyörimisnopeus määrittävät työleveyden, ja työleveyttä säädetään lautasen nopeutta muuttamalla. Kuitenkin suurin vaikutus levityksleveyteen on levitettävällä siemenlaadulla. Timoteilla voidaan päästä noin 10 metrin työleveyteen, rypsilä tätäkin pidemmälle, mutta nadoilla ja raiheinillä lento-ominaisuudet ovat heikot. Siementen erilaiset lento-ominaisuudet pitää huomioida erityisesti nurmiseosten kylvössä. Seoksiin tulisi valita lento-ominaisuuksiltaan samanlaisia siemeniä, jolloin voidaan varmistua siementen tasaisesta levittymisestä koko työleveydelle. Mikäli seoksessa on lento-ominaisuuksiltaan suuresti eroavia siemeniä, voidaan levityksen tasaisuus varmistaa levittämällä siemenet esimerkiksi eri ajokerroilla. Kuljettaja ei pysty ajon aikana havainnoimaan siemenen leviämistä, joten koneeseen ja sen ominaisuuksiin pitää pystyä luottamaan. Kiinnitettäessä levitin johonkin muokkaavaan työkoneeseen on ajaminen helpompaa, koska jo käsitelty alue voidaan havaita paljaalla silmällä. Käytettäessä pelkkää levitintä on ajo-opastimesta suurta hyötyä. Piensiemenneskipakolevittimien painosta ja lentomatkasta johtuen suurimpiin työleveyksiin päästään ainoastaan tyynellä säällä. (Junno 2012, 56.)

Jokaiselle levitettävälle siemenelle löytyy tietty levityslautasen optimi kierrosnopeus. Tällä kierrosnopeudella saavutetaan maksimaalinen levitysleveys. Jos lautasen kierrosnopeutta kasvatetaan edelleen, ei levitysleveys enää kasva, vaan levityskuvio ainoastaan huononee. (How to check your G4 spread pattern 2003, 4.)

4 LEVITYSTARKKUUS

4.1 Levitystasaisuus

Levitystasaisuutta voidaan kuvata käyttäen vaihtelukerrointa. Mitä epätasaisempi levitystulos on, sitä suurempi vaihtelukerroin saadaan. (Mikkola 1993, 5.) Vaihtelukerroin kertoo, kuinka paljon levitysmäärä levittimen työleveyden eri kohdissa mitattuna poikkeaa keskimäärin koko työleveyden keskiarvosta. Yleisesti tavoitteena levitystulokselle pidetään alle 10 % vaihtelukerrointa. Vaihtelukertoimen arvoa pidetään hyvänä, jos se on alle 10 %. Tyydyttävään tulokseen päästään 10–20 % tuloksella ja yli 20 % vaihtelukertoimen antavan levittimen levitystasaisuus on huono. (Heikkilä ym. 1991, 5.) Heikkilän ym. (1991) mukaan vaihtelukerroin on levitysmäärän keskihajonta prosentteina keskiarvosta.

$$v = \frac{100}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

v = vaihtelukerroin

\bar{x} = mittausten keskiarvo

x_i = yksittäinen mittaustulos

n = mittausten lukumäärä

Kuvio 3. Vaihtelukertoimen laskeminen
(Mäkelä & Mikkola 1987, 9).

4.2 Levitystestien standardi

Piensiemenlevittimien testaamiseen, käyttöohjeiden laadintaan ja käyttämiseen voidaan käyttää soveltuvien osien menetelmää, joka on kehitetty tutkimusasemilla Belgiassa, Tanskassa, Saksassa, Suomessa, Ranskassa, Alankomaissa, Norjassa, Itävallassa ja Sveitsissä. Menetelmä perustuu CEN-standardiehdotukseen lan-noituslevittimille CEN/TC 144/WG 3/AH 12, N 167-1 ja N 167-2. Nämä standardiehdotukset asettavat vaatimuksia levittimelle ja testimenetelmille, jotta ne ottavat huomioon ympäristönsuojelun. Standardiehdotukset sisältävät muun muassa vaa-

timuksen, että lannoitteen levityksen täytyy olla mahdollista pelkästään ohjekirjan avulla vaarantamatta ympäristöä. Tiedot ohjekirjoissa pitäisivät olla selkeitä ja helposti ymmärrettäviä. Ohjekirjoissa pitää olla ohjeet koneen säädöistä ja kiertokokeiden suorittamisesta. Lisäksi pitäisi olla mahdollista saada hyväksyttävät levitystulokset ilman tietoa lannoitteen nimestä tai valmistajasta. (Persson, Skovsgaard & Bangsgaard 1999, 3.)

Eräässä testissä kokeet suoritettiin suljetussa hallissa, jonka koko oli 80 x 60 metriä. Hallin tekniikalla varmistettiin, että ilmankosteus oli koko testin ajan vähintään 50 % ja lämpötila vähintään +12 astetta. Hajontakuvio määritettiin 56 metriä leveällä levitysalueella, jossa oli 448 suppilomuotoista keräilyssäiliötä (0,25 x 0,50 m, syvyys 0,80 m). Keräyssäiliöt oli asetettu kahteen riviin kulkusuuntaan poikittain. Hajontakuviot tulivat tuloksena, kun rataa oli ajatettu neljä kertaa samalla asetuksella. Kokeen aikana kone oli kytketty traktoriin, joka kulki 8,3 km/h nopeudella ja nivelakselin kierroksia oli 540 min⁻¹. (Persson ym. 1999, 3.)

4.3 Levitystarkkuuden taloudelliset vaikutukset

Lannoitteita levitettäessä levitystarkkuuden epätasaisuuden haitat perustuvat vähenevän lisätuoton lakiin. Jonkin kasvutekijän määrää lisättäessä kasvi kykenee muodostamaan suuremman sadon. Kuitenkin lähestyttäessä maksimaalista satoa, sadon nousu lisättyä kasvutekijää kohti pienenee. Lannoituksen optimikohta on se piste, jossa lisälannoitekilolla saatu sadonlisän arvo on yhtä suuri kuin sadonlisän aiheuttama kustannus. (Mikkola 1993, 5.)

Viljansiemeniä levitettäessä levitystarkkuuden epätasaisuuden haitat ilmenevät kasvuston epätasaisuutena. Vähän siementä saaneet kohdat jäävät harvaksi ja eivät tällöin pysty tukahduttamaan rikkakasveja, joten rikkakasvien määrä kasvaa ja sato jää pieneksi, koska kasvusto on harva. Samalla menetetään osa lannoitteesta, jota harva kasvusto ei voi käyttää hyväksi. Vähän siementä saaneissa kohdissa sivuversojen osuus kasvaa, mikä näkyy kasvuston epätasaisuutena ja epätasaisena tuleentumisena, joka taas vaikeuttaa puinteja. Paljon siementä saaneet kohdat ovat sen sijaan tiheitä. Tästä johtuen kyseiset kohdat ovat herkkiä lakoontumiselle ja vaarassa sadon laadun heikkenemiselle lakoontumisesta ja

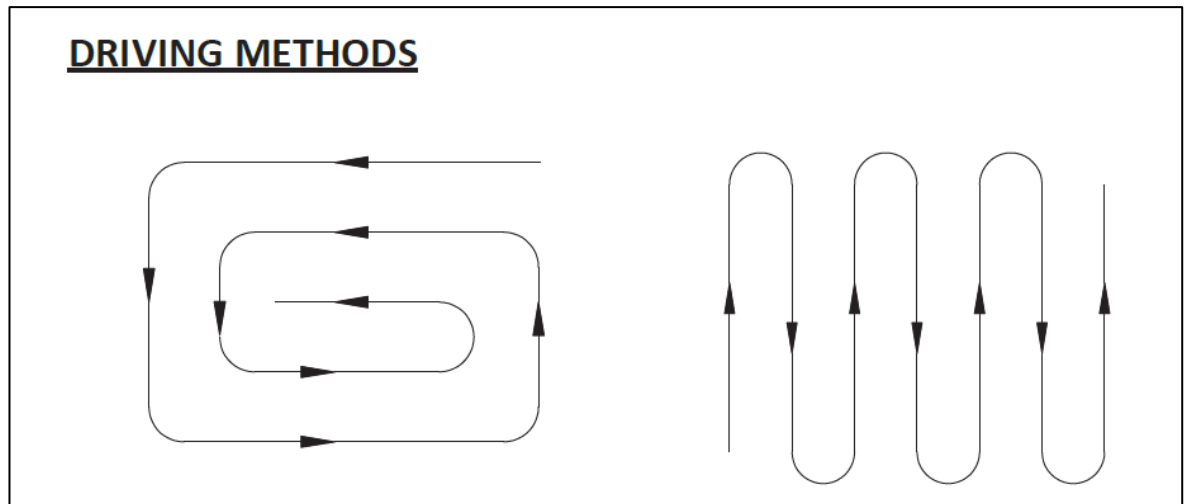
tähkaidännästä johtuen. Tiheissä kasvustoissa myös tautipaine on suurempi kasvuston kosteuden takia, mikä johtuu huonosta ilmanvaihdosta tiheässä kasvustossa. Lakoontuneessa kasvustossa kuivuminen on hitaampaa, joten käytettävissä oleva puintiaika on lyhyempi. Lisäksi puintitappiot lisääntyvät suuremmasta olkimäärästä johtuen. Heinänsiementä levitettäessä levitystarkkuuden epätasaisuus näkyy lähinnä kasvuston tiheydessä. (Mäkelä & Mikkola 1999, 25–27.)

4.4 Levitysleveyden ja -tasaisuuden säätäminen

Keskipakolevittimen levitysleveyttä ja -tasaisuutta säädettäessä on varmistuttava, että levitin on hyvässä kunnossa ja ehjä. Yksilautasellinen levitin tekee toispuoleisen levityskuvion, jos levitettävän materiaalin tulo lautaselle on väärin säädetty. Jos vastapäivään pyörivän lautasen levityskuvio on painottunut vasemmalle, niin sen tasapainottamiseen tarvitaan korjaavia toimenpiteitä, jotka parantavat kuviota hidastamalla siementen lähtemistä lautaselta. Siementen valumisaukkoa säädetään lähemmäs lautasen keskustaa tai vasemmalle sekä lautasen siipien päitä säädetään pyörimissuuntaa kohden. Lisäksi kuluneet ja vioittuneet siivet vaihdetaan, lautasiin tarttunut ylimääräinen materiaali poistetaan ja lautasen pyörimisnopeutta vähennetään. (Calibrating Dry Broadcast Fertilizer Applicators 2010, 3.)

Keskipakolevittimen levityslautasen kaltevuus ja korkeus maasta vaikuttavat suuresti levitysleveyteen ja levitystasaisuuteen. Esimerkiksi levityslautasen korkeuden muuttuminen 10 cm:llä suurentaa tai pienentää levitysleveyttä noin metrillä. Vetovarsien kaltevuuden ja työntövarren pituuden muutoksilla on samankaltaisia vaikutuksia levityskuvioon ja -leveyteen. (Mäkelä & Mikkola 1987, 21.)

Keskipakolevittimen levityskuvion tarkka tuntemus helpottaa oikean lomittaisajon määrittämistä. Symmetrinen, mutta normaalisti levityskaistan reunoja kohden aleneva levityskuvio tasapainotetaan ajamalla levittimellä edestakaisin levityskuvioita sopivasti lomittaen (kuvio 4, oikea piirros). Sen sijaan toispuoleinen levityskuvio, joka on varsin yleinen keskipakolevittimille, tasapainottuu varmimmin lohkon ympäri ajaen. (Mäkelä & Mikkola 1987, 14.)



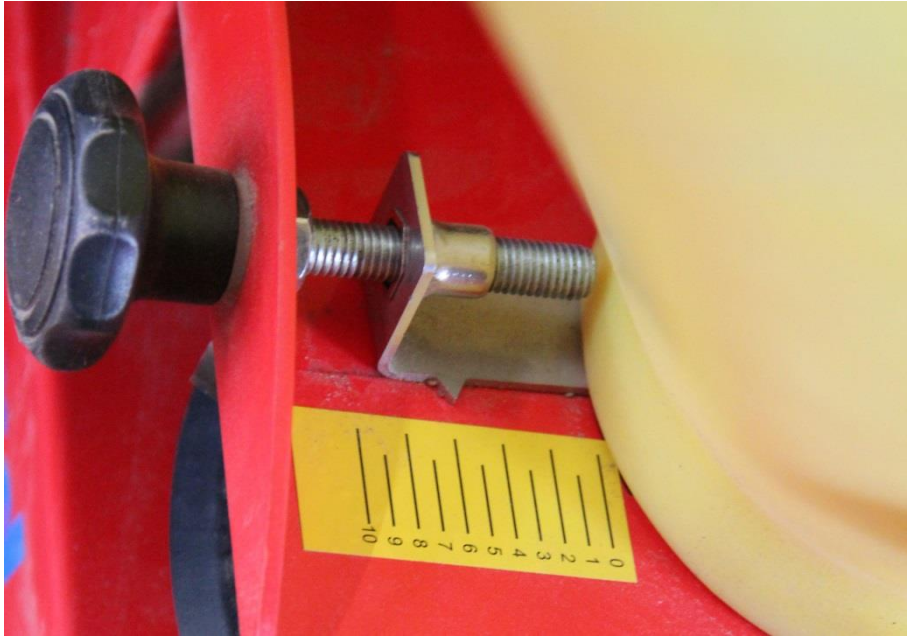
Kuvio 4. Ajotapa (How to check your G4 spread pattern 2003, 7).

Keskipakolevittimien levityskuvion säätämisessä ovat useasti ongelmana liian vähäiset säätömahdollisuudet tai säätövarojen riittämättömyys kaikkien levitettävien materiaalien levityskuvion säätämiseen (Parish, 15). Monesti ongelmana on se, että ei ole mitään tietoa levittimen levityskuvion muodosta. Tällöin yksityiskohtaiset säätöohjeet eri siemenille olisivat tärkeitä. Tasalevyisillä ajouraväleillä edestakaisin ajettaessa levityskuvion vinoudesta johtuva virhe kertaantuu, ja siksi lohkon ympäriajo on levitystasaisuuden kannalta suositeltavampi tapa (Mikkola 1993, 17)

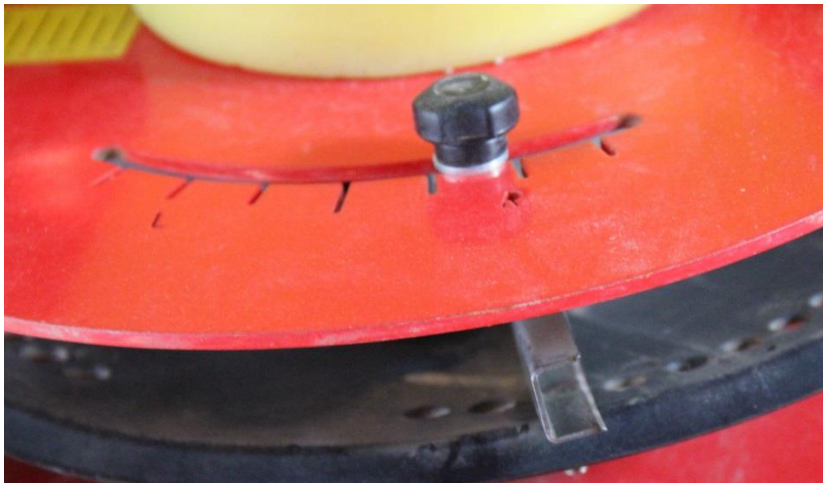
5 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

Testauksessa selvitettiin, millaisiin tehollisiin levitysleveyksiin ja millaiseen levitystarkkuuteen päästään piensiemenvittimellä tietyillä levitysmäärillä ja eri siemenillä. Lisäksi testattiin, tapahtuuko siementen lajittumista levitettäessä siemenseosta. Testauksessa oli käytössä itävaltalaisvalmisteinen APV-piensiemenvitin. Testauksessa oli tarkoitus saada selville, päästäänkö kyseisellä koneella sellaisiin työleveyksiin ja levitystasaisuuksiin, että sillä voitaisiin käyttää kasvustossa samoja ajouria kasvinsuojeluruiskun kanssa.

APV-piensiemenvittimestä löytyy säädöt levitysmäärälle, syöttöaukon paikalle, levitinlautasen pyörimisnopeudelle ja levityslautasen siipien asennolle. Levitysmäärän säätö tapahtuu ruuvilla, joka säätää säiliön alapuolisella pohjaluukulla materiaalin valumista levityslautaselle. Säätö on portaaton ja siinä on asteikko, joka osoittaa pohjaluukun asennon (kuva 2). Syöttöaukon paikkaa voidaan säätää portaattomasti sekä oikealle että vasemmalle (kuva 3). Paikan säädölle on oma asteikko ja asennon osoitin. Kuvassa 3 syöttöpaikka on säädetty 1.5 R -asentoon. Levitinlautasen pyörimisnopeutta voidaan säätää välillä 100–3000 rpm. Pyörimisnopeutta voi säätää levittimen ohjaimesta 10 rpm portain. Tämä pyörimisnopeus on viitteellinen, koska ohjain säätää ainoastaan moottorille syötettävää jännitettä, jolloin todellinen pyörimisnopeus voi vaihdella kuormituksen mukaan. Levitystestit on tehty tämän viitteellisen nopeuden perusteella. Levityslautasen siipien asentoa säädetään siirtämällä siipien paikkaa lautasella. Alkuperäisesti levitinlautasen kolme siipeä ovat kaikki eripituisia ja paikan verran eri asentoon säädettyinä. Tällä valmistaja tavoittelee tasaisinta levitystulosta.



Kuva 2. Levitysmäärän säätö.



Kuva 3. Syöttöaukon paikan säätö.

Testauksessa piensiemienlevitin asennettiin traktorin takanostolaitteeseen. Hallin lattialle asetettiin 22 kappaletta 28 cm x 20 cm x 20 cm -kokoista muovista keräysastiaa. Astiat asetettiin yhtenäiseen riviin 50 cm välimatkoin. Traktorin renkaiden kohdista astiat siirrettiin lähemmästä viereisiä astioita, täten pystyimme ajamaan levittimen koko levityskuvion keräysastioista yli. Levitystestien suoritusstandardista poikettiin olosuhteiden ja testijärjestelyiden osalta. Keräysastiat olivat pienempiä kuin standardissa. Kyseiset astiat valittiin resurssien ja astioiden helpon saatavuuden takia. Myös käytössä ollut halli oli pienempi kuin standardissa. Lisäksi ilman-

kosteus ja lämpötila vaihtelivat ulkoilman olosuhteiden mukaan. Näistä asioista jouduttiin tinkimään resurssien puutteen takia, mutta toisaalta näissäkin olosuhteissa päästiin tarvittavaan tarkkuuteen.

Joka siemenelle tehtiin ennen levitystestiä kiertokoe, jotta hehtaarikohtaiset levitysmäärät saadaan oikeiksi. Kiertokoe suoritettiin laittamalla levitettävää materiaalia levittimeen ja säätämällä pohjaluukun asento ohjekirjan mukaiseen viitteelliseen levitysmäärään. Tämän jälkeen levitintä pyöritettiin paikallaan minuutin ajan. Minuutin aikana levitetty siemenet kerättiin astiaan ja punnittiin. Siemenseoksia levitettäessä tutkittiin levityskuvion ja levitysleveyden lisäksi siementen lajittumista. Lajittuminen tutkittiin silmämääräisesti. Levitystestissä tarkasteltiin ainoastaan ajosuuntaan poikittaista levitystarkkuutta. Esimerkiksi Vakolan suorittamissa testeissä tutkittiin myös ajosuuntaista levitystarkkuutta (Mäkelä & Mikkola 1999, 9).

Levityksen jälkeen jokainen astia punnittiin ja tulokset merkittiin Excel-taulukoon. Excel-taulukoiden avulla saimme piirrettyä käyrän levityskuviosta ja levitysleveydestä. Joka levityksen jälkeen tehtiin tuloksista levityskuvio. Tästä levityskuviosta arvioitiin silmämääräisesti tarvittavat säädöt levityskuvion parantamiseksi. Levittimen levitystasaisuuden arvosteluun käytettiin vaihtelukerrointa. Testaus suoritettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun Elintarvike ja maatalous -yksikön koulutilalla Ilmajoella. Testiin saatiin käyttöön koulutilan konehalli, jossa testit suoritettiin.

6 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELUA

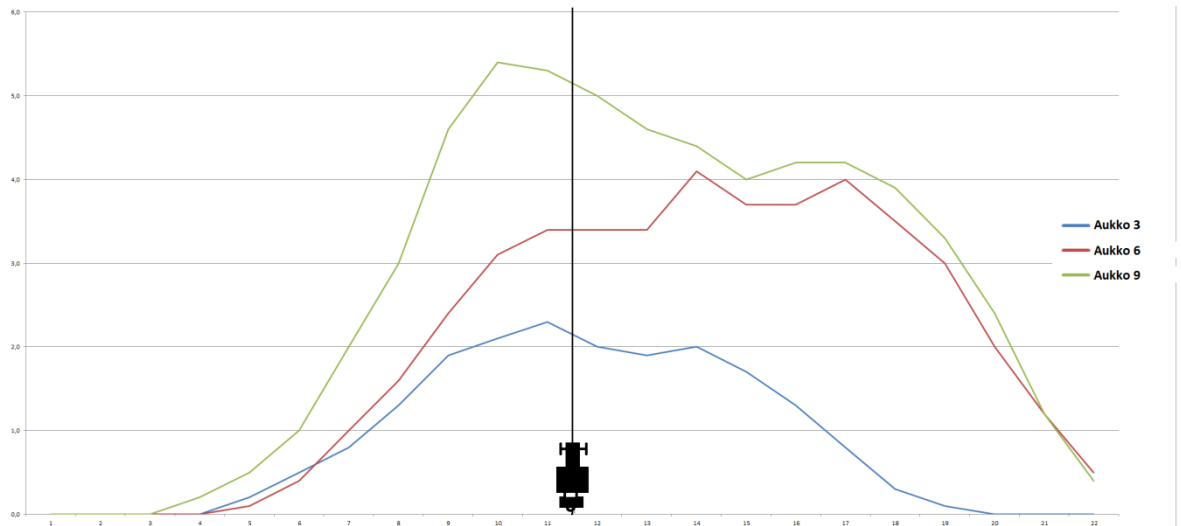
6.1 Yleistä

Piensiemenlevittimellä päästiin 3-12 metrin työleveyksiin riippuen levittimen asetuksista ja levitettävästä materiaalista. Huonot lento-ominaisuudet omaavat siemenet, kuten nurminata, levisivät huonommin. Tosin huonosti lentävillä siemenillä levityskuvio oli tasaisempi kuin paremmat lento-ominaisuudet omaavilla siemenillä. Levittimellä ei päästy täysin tasaiseen levityskuvioon millään materiaalilla. Kuvio oli aina toispuoleinen. Tuloksista nähdään, että yksilautasellisella piensiemenlevittimellä ei päästy symmetriseen levityskuvioon. Tämä tulee ottaa huomioon ajolinjoja suunniteltaessa, jotta päästäisiin tasaiseen levitystulokseen.

Saatuihin tuloksiin vaikuttivat levitettävän materiaalin ohella levittimen ominaisuudet. Testattu levitin oli yksilautasellinen, ja tästä johtuen levityskuvio on aina toispuoleinen. Levittimen levityslautanen pyöri vastapäivään, joten levittimen takaa katsottaessa levittimen vasemmalle puolelle lentävät siemenet ovat levityslautasella vähemmän aikaa, kuin levittimen oikealle puolelle lentävät siemenet. Tämän takia oikealle puolelle lentävät siemenet saavat lautaselta suuremman nopeuden ja näin lentävät pidemmälle. Seuraavassa esitetään eri siemenillä saavutetut levitystasaisuustulokset. Keskeistä tuloksissa ovat levityskuviot ja koko aineisto on liitteessä 1.

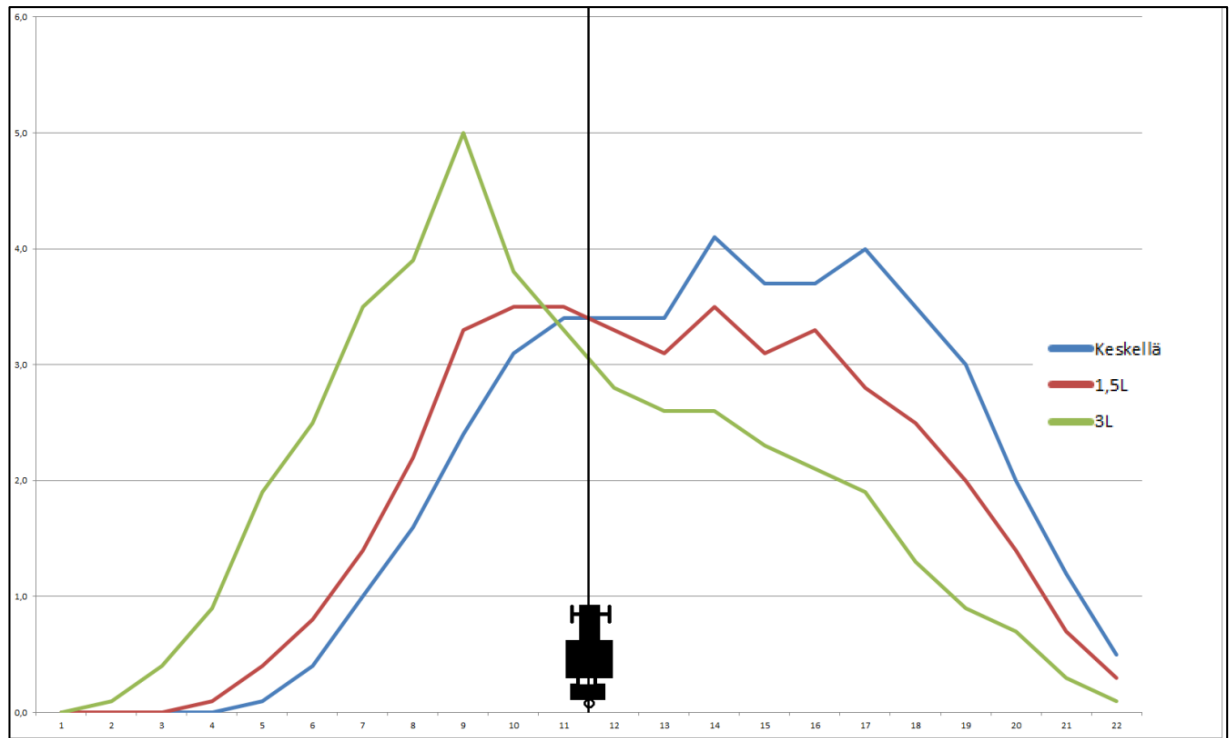
6.2 Timotei

Kuviossa 5 on esitetty timotein levityskuviot eri syöttöaukon säädöillä. Näillä syöttöaukon asennoilla saadaan muutettua siemenen virtausmäärää lautaselle. Syöttöaukon säädöllä, ajonopeudella ja työleveydellä voidaan määrittää hehtaarikohdaiset levitysmäärät. Ajonopeus, syöttöaukon paikan säätö ja kierrosnopeus on pidetty joka testissä samana. Ainoastaan syöttömäärän säätöä on muutettu suurentamalla lautaselle valuvaa siemenmäärää. Lautasen kierrosnopeus on kaikissa 3000 rpm. Syöttöaukon säätö on kaikissa testeissä keskellä.



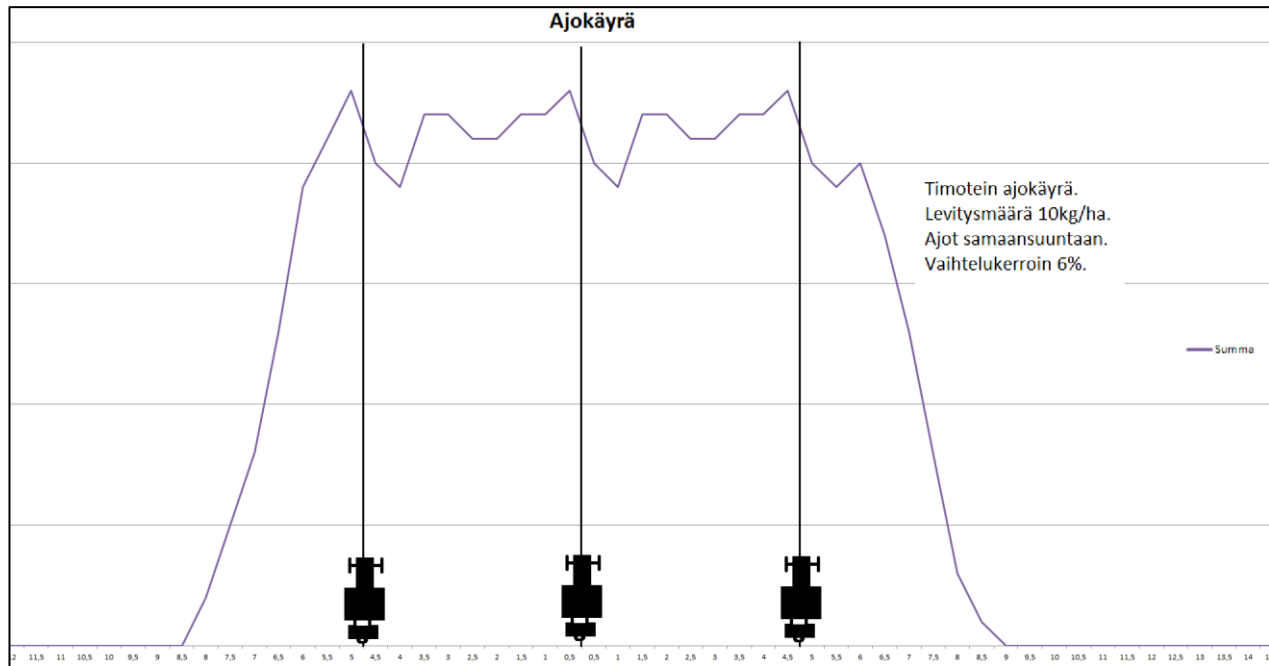
Kuvio 5. Timotein levityksessä mitatut levityskuviot kolmella eri aukon säädöllä.

Kuviossa 5 esitetyistä levityskuvioista voidaan huomata, että levityskuviot ovat painottuneet varsinkin suuremmilla levitysmäärillä oikealle. Paras levityskuvio näistä on aukolla 3, jossa kuvio on vain hiukan oikealle painottunut. Levityskuvion toispuolisuus täytyy ottaa huomioon käytännön levitystyössä. Levityskuviota voi säätää enemmän vasemmalle siirtämällä syöttöaukon paikkaa siten, että levitettävä materiaali tulee lautaselle aikaisemmin. Tällöin siemen lähtee levityslautaselta aikaisemmin ja levitysmäärä siirtyy enemmän vasemmalle. Tässä ongelmaksi muodostuvat levittimen ominaisuudet. Eli levityskuvio siirtyy kyllä vasemmalle, mutta kuvion muoto heikkenee oleellisesti, kuten kuvioista 6 voimme todeta. Pie-nellä 1,5-pykälän siirrolla saadaan kuvio siirrettyä hiukan vasemmalle kuvion säilyessä hyvänä. Kolmen säätöaskeleen siirrolla kuvio siirtyy reilusti vasemmalle, mutta heti levittimen viereen syntyy piikki, koska levitin heittää siemenen liian aikaisin, jolloin siemen osuu levittimen takalevyyn ja jää heti levittimen viereen.



Kuvio 6. Timotein levityksessä mitatut levityskuviot kolmella eri syöttökohdan säädöllä, syöttöaukon säätö 6.

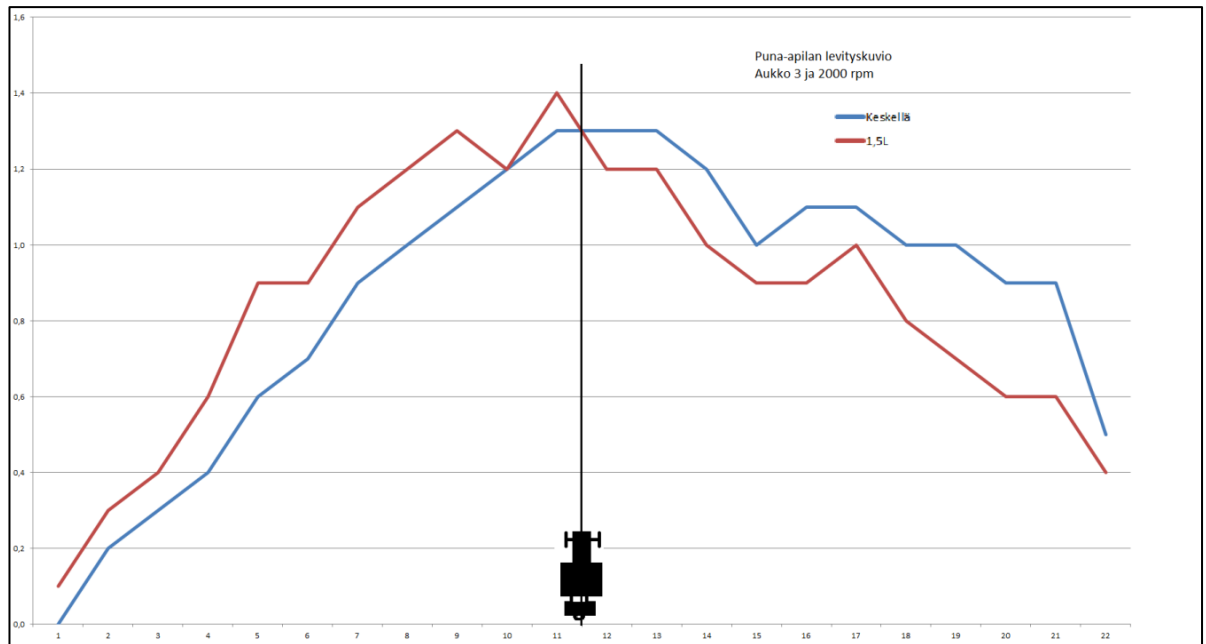
Kuviossa 7 esitetään kuvion 5 pohjalta laskettu ajokuva syöttöaukon säädöllä 6 eli 10 kg/ha kylvömäärälle. 10 kg/ha kylvömäärä muodostuu 4,5 metrin työleveydellä ajonopeudella 8,9 km/h ja 5 metrin työleveydellä ajonopeudella 8 km/h. Ajokuviossa kaikki ajot on ajettu samaan suuntaan eli peltoa kiertämällä. Parhaimmillaan saadaan erittäin hyvä levitystasaisuutta kuvaava vaihtelukerroin (6 %), mutta ajo-kaistojen väli on tällöin vain 4,5 metriä. Levitysleveyttä suurennettaessa levityksen vaihtelukerroin suurenee eli levitystarkkuus huononee. Edestakaisin ajettaessa timoteilla 5 metrin levitysleveydellä päästään 15 % vaihtelukertoimeen. Jos levittimen ominaisuudet tunnetaan, voidaan toiselle puolelle ajaa kapeammalla ja toiselle puolelle leveämmällä työleveydellä, jolloin päästään parhaimmillaan 8 % vaihtelukertoimeen edestakaisin ajettaessa.



Kuvio 7. Timotein kylvön levitystasaisuutta kuvaava käyrä lohkoa kiertäen 4,5 metrin ajokaistavälillä.

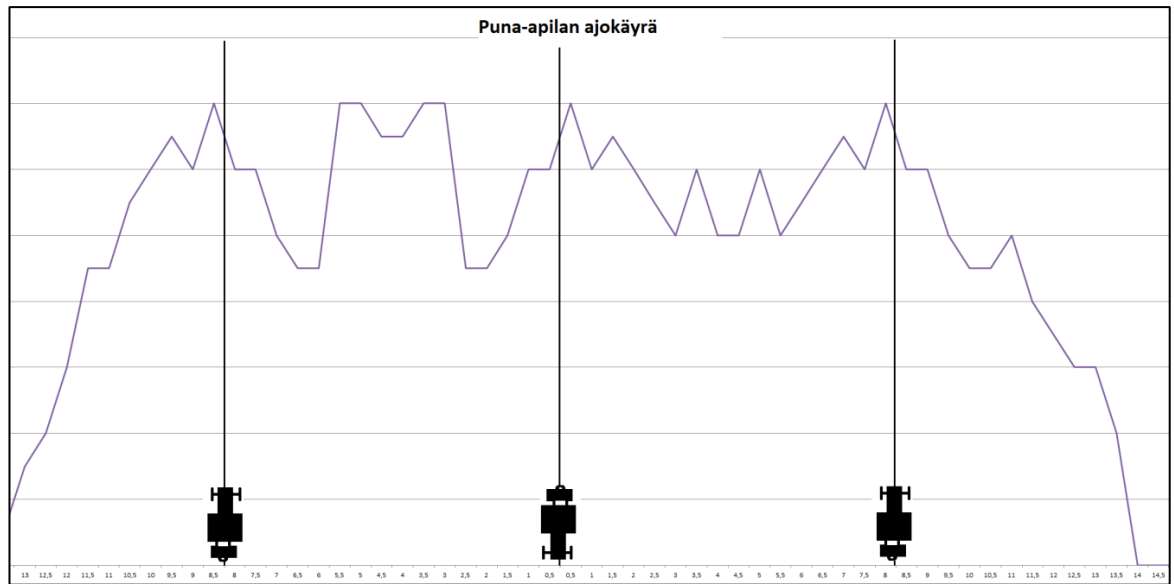
6.3 Puna-apila

Puna-apilalla tehtiin levityskokeet 10 kg/ha määrällä syöttömäärän säädön ollessa tällöin kohdassa 3. Myös pienempää levitysmäärää kokeiltiin (säätö 2), mutta tällöin apilan valuminen oli epätasaista. Kylvömäärä 10 kg/ha saavutetaan 8 metrin työleveydellä ja ajonopeudella 6,6 km/h. Levityslautasen kierrokset olivat 2000 rpm. 2000 rpm kierrosnopeus valittiin, koska puna-apilan lento-ominaisuudet ovat huomattavasti paremmat verrattuna timoteihin. Yli 2000 rpm kierrosnopeudet aiheuttivat testijärjestelyjen jäämisen pieneksi, eikä mittauksia saatu suoritettua. Puna-apilan levityksessä huomattiin samanlaisia ominaisuuksia kuin timotein kanssa, mutta lievemmin, koska puna-apilan lento-ominaisuudet ovat paremmat kuin timotein. Levittämämme puna-apila oli ympättyä, joten se ei ollut niin liukasta kuin ympäämätön siemen. Puna-apilallakin levityskuvio oli alkuun vahvasti painottunut oikealle, mutta syöttöaukon paikkaa muuttamalla saadaan levityskuviota siirrettyä enemmän vasemmalle (kuvio 8).



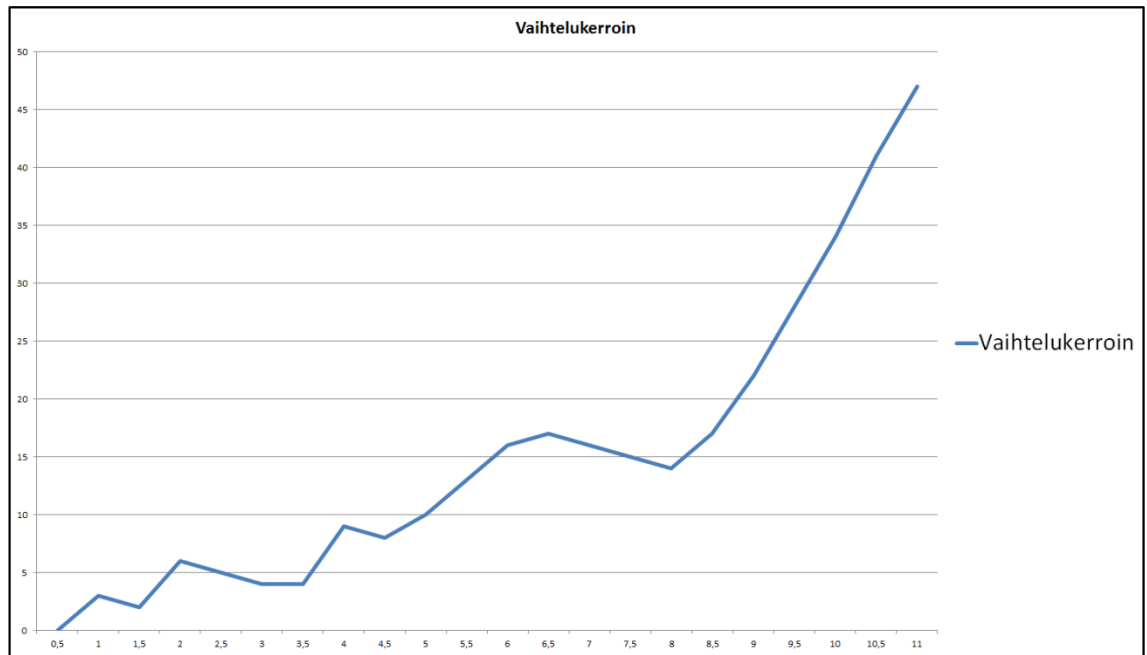
Kuvio 8. Puna-apilan levityksessä mitatut levityskuviot kahdella eri syöttökohdan säädöllä.

Puna-apilalla saadaan paras levitystulos edestakaisin ajamalla (kuvio 9). Tällöin päästään 8 metrin työleveyteen, ja sillä saavutetaan 14 % vaihtelukerroin. Pienempään 9 % vaihtelukertoimeen päästään samaan suuntaan ajamalla, mutta silloin joudutaan pienentämään levitysleveyttä 5 metriin. Samaan suuntaan ajamalla 7,5 metrin työleveydellä päästään 15 % vaihtelukertoimeen.



Kuvio 9. Puna-apilan kylvön levitystasaisuutta kuvaava käyrä lohkoa edestakaisin ajaen 8 metrin ajokaistavälillä.

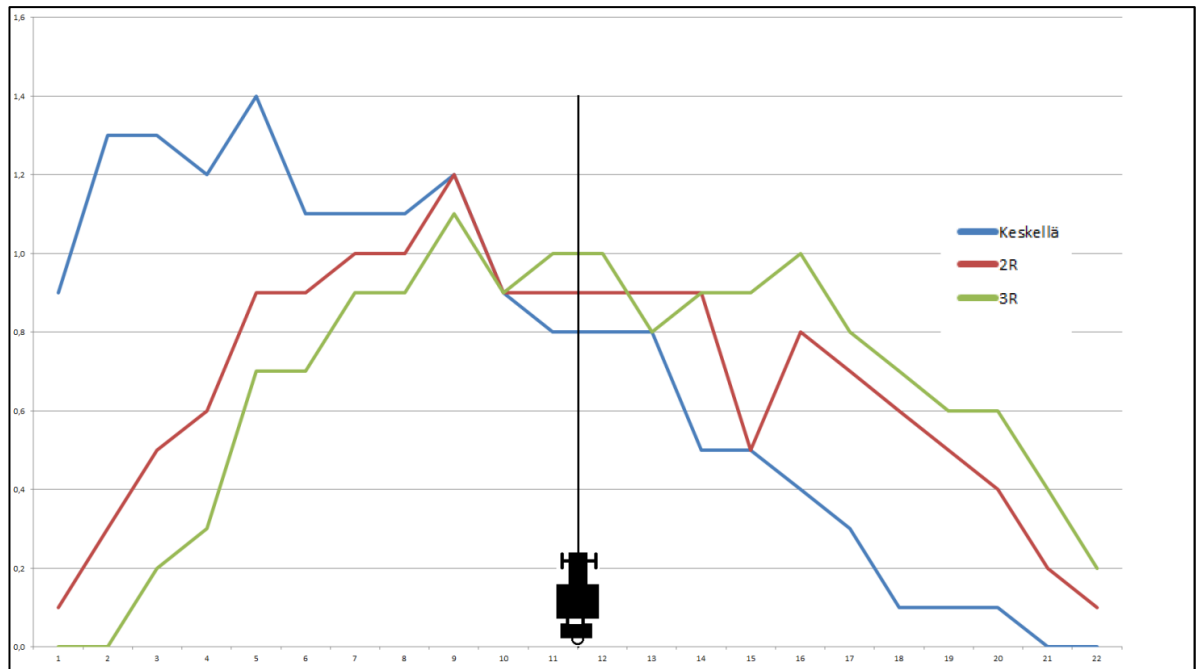
Kuviossa 10 on esitetty vaihtelukertoimen muuttuminen muutettaessa työleveyttä. Alussa vaihtelukerroin on pieni, koska silloin useat levityspevydet menevät päällekkäin ja tasaavat näin levitystulosta. Kasvatettaessa työleveyttä vaihtelukerroin suurenee. 5 metrin työleveydellä päästään vielä 10 % vaihtelukertoimeen. Jos halutaan käyttää leveämpiä työleveyksiä, kannattaa käyttää 8 metrin työleveyttä. Tällöin vaihtelukerroin painuu alle 15 %. Leveämpiä ei kannata käyttää, koska tämän jälkeen vaihtelukerroin alkaa nopeasti nousta.



Kuvio 10. Vaihtelukertoimen muuttuminen ajokaistan välin kasvaessa puna-apilan kylvössä edestakaisella ajotekniikalla.

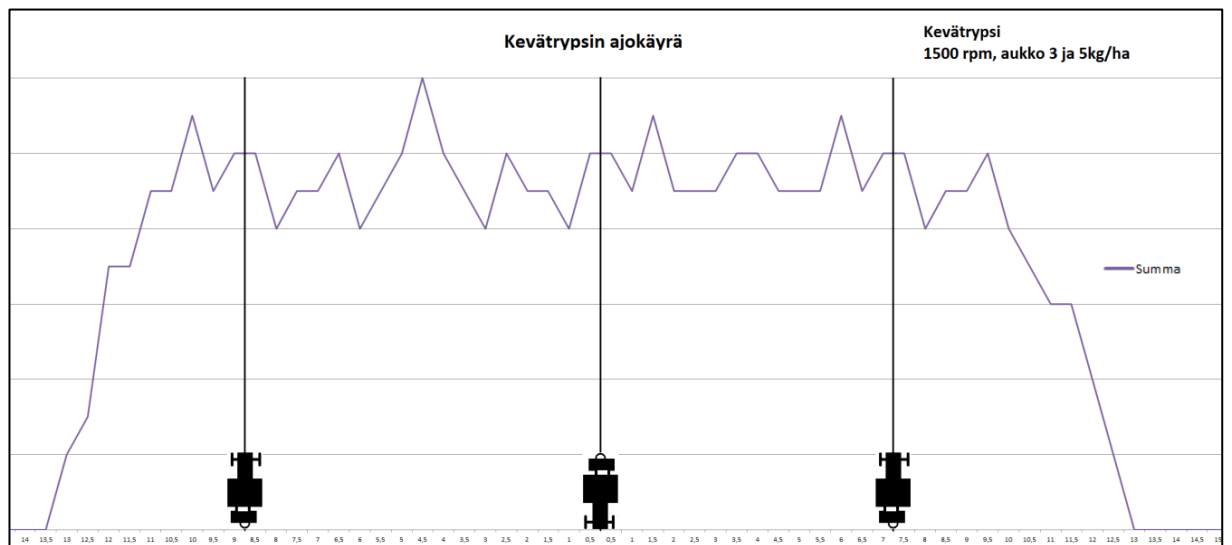
6.4 Kevätrypsi

Kevätrypsillä tavoitteena oli päästä 5 kg/ha levitysmäärään. Syöttömäärän säädön ollessa 3 saadaan kiertokokeessa 667g/min (liite 2) ja tällöin päästään 5 kg/ha kylvömäärään 8,5 m työleveydellä ja 10 km/h ajonopeudella. Levittimen pyörimisnopeus oli edustavan tuloksen saamiseksi 1500 rpm ja syöttöaukko 3. Kevätrypsi on todella liukas ja hyvät lento-ominaisuudet omaava siemen. Tästä johtuen keskelle säädetyssä pudotuspaikalla kuviosta tuli todella vasemmalle painottunut. Liukas siemen lähtee nopeasti lautaselta ja päättyy vasemmalle. Siirtämällä pudotuspaikkaa myöhemmäksi lautaselle saadaan kuviota siirrettyä enemmän oikealle, kuten kuviosta 11 voidaan todeta.



Kuvio 11. Kevätrypsin levityksessä mitatut levityskuviot kolmella eri syöttökohdan säädöllä, syöttöaukon säätö 3.

Kevätrypsin ajokäyrää tehtäessä paras kuvio saatiin edestakaisin ajamalla (kuvio 12). Tällöin päästiin 10 % vaihtelukertoimeen käyttäen eri levyisiä ajouravälejä, saman levyisillä ajouraväleillä vaihtelukerroin on 18 %. Samaan suuntaan ajettaessa päästiin 12 % vaihtelukertoimeen.

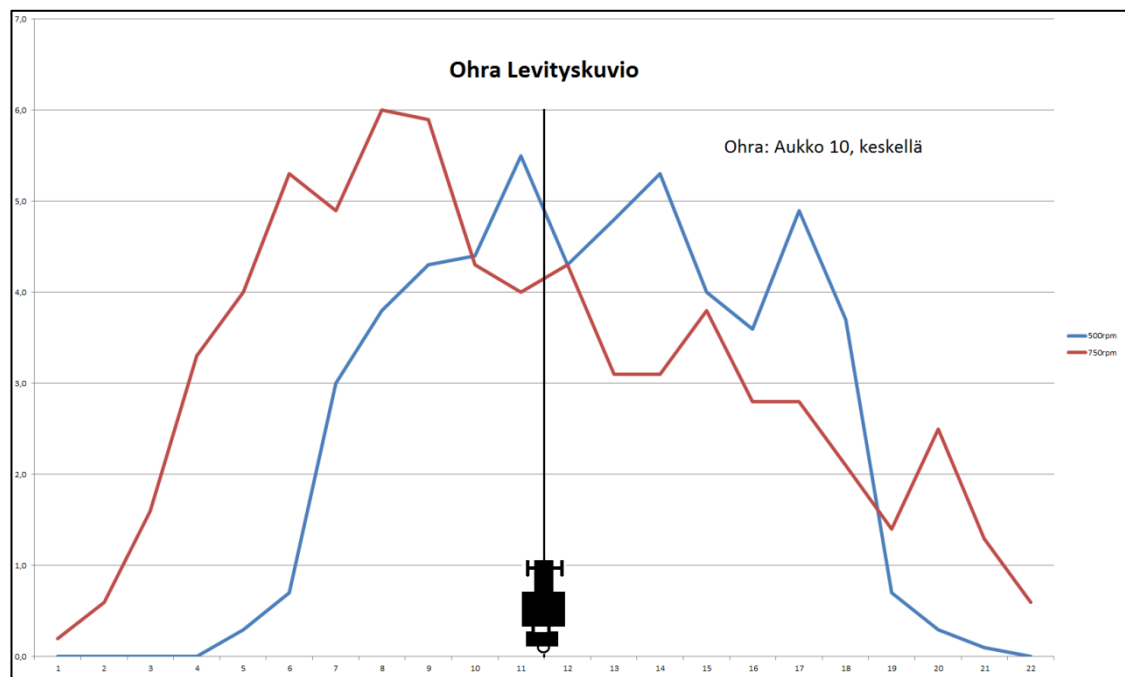


Kuvio 12. Kevätrypsin kylvön levitystasaisuutta kuvaava käyrä lohkoa edestakaisin ajaen erisuurilla ajouraväleillä (8,5 m ja 7 m).

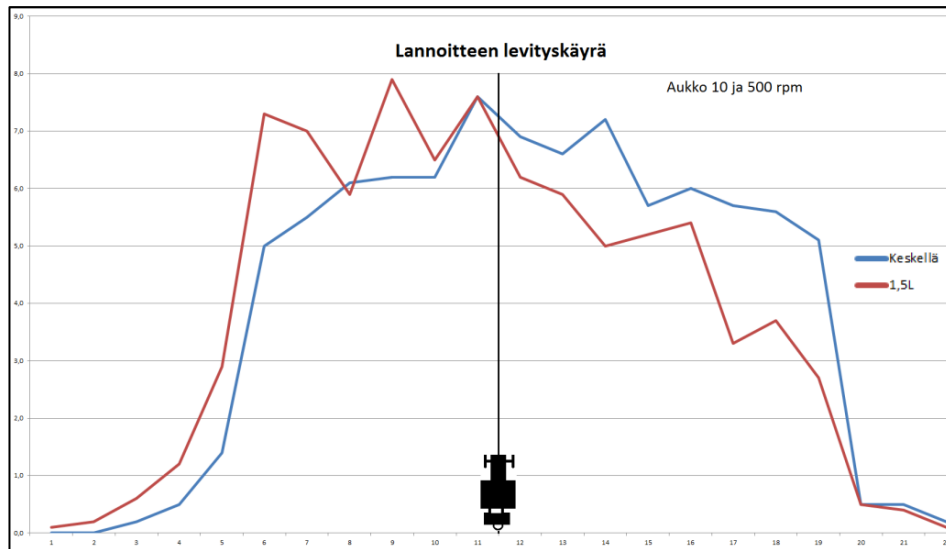
6.5 Muut testatut materiaalit

Timotein, puna-apilan ja kevättrypsin lisäksi levitystestejä tehtiin ohralla, lannoitteella, nurminadalla ja seoksella, jossa oli timoteitä, puna-apilaa ja nurminataa.

Ohralle tehtiin kiertokoe levitysmäärän säätöluukun ollessa täysin auki. Minuutin aikana saatiin 2 955 grammaa ohraa levitettyä (liite 2). 6 metrin työleveydellä ja 10 km/h ajonopeudella saadaan noin 30kg/ha. Levitintä voidaan ohralla käyttää lähinnä pienten alojen paikkauskylvöön tai muuhun vastaavaan. Ohralla käytettiin vain pieniä kierrosnopeuksia. Suuremmilla lautasen nopeuksilla halli, jossa testit suoritettiin, jäi pieneksi ja levitin heitti ohran purkkien yli jo heti aloituksessa. Ohran levityskokeessa nähdään hyvin pyörimisnopeuden vaikutus levityskuvioon (kuvio 14). Suurennettaessa lautasen pyörimisnopeutta siirtyy kuvio enemmän vasemmalle. Tämä johtuu siemenen nopeammasta lähtemisestä lautaselta.

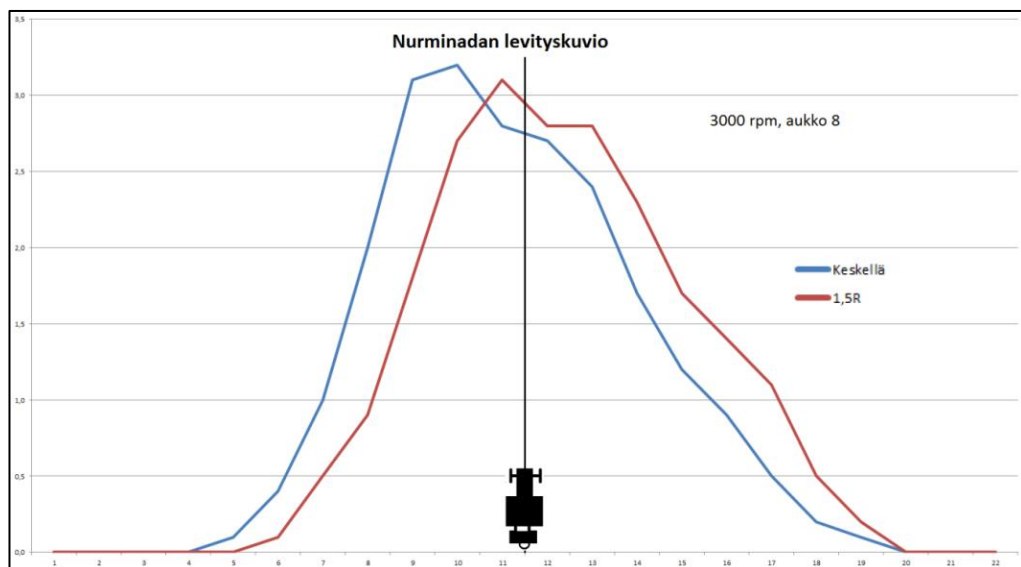


Kuvio 13. Ohran levityskuvio.



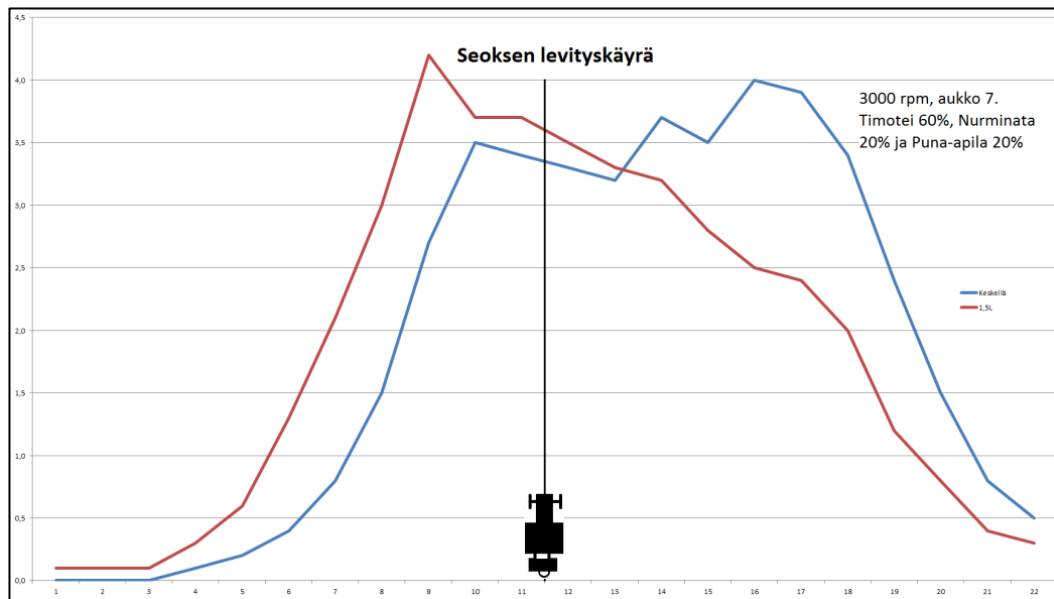
Kuvio 14. Lannoitteen levityskäyrä.

Lannoitteen levitystestissä levitettiin Yaran suomensalpietari -lannoitetta. Lannoitteella päästiin 40kg/ha levitysmäärään. Määrän perusteella konetta voitaisiin käyttää starttilannoitteen tai lisälannoitteen levittämiseen pienille aloille. Lannoitteella on todella hyvät lento-ominaisuudet. Tästä johtuen törmättiin samaan ongelmaan kuin ohran kanssa, eli ei pystytty tekemään kokeita suuremmilla lautasen kierrosnopeuksilla ja levitysleveyksillä. Lannoitteella ilmenee sama kuvion siirtyminen pudotusaukkoa siirrettäessä kuin muillakin levitetyillä materiaaleilla (kuvio 15).



Kuvio 15. Nurminadan levityskuvio.

Nurminadan siemen on kevyt ja lento-ominaisuuksiltaan huononlainen. Tässä syntyi olettaus, että levitysleveys tulee jäämään varsin vaatimattomaksi. Testissä käytettiin koneen maksimaalista 3000 rpm lautasen kierrosnopeutta. Olettaus osui oikeaan, sillä levitysleveys jäi arviolta 3,5 metriin (kuvio 16). Tosin levityskuvio nurminadalla saadaan pudotusaukon paikkaa säätämällä hyväksi ja näin voidaan päästä kohtuulliseen levityskuvioon.



Kuvio 16. Seoksen levityskäyrä.

Seoksen levitystestissä huomio kiinnitettiin seoksen lajittumiseen. Seoksena oli timotein, nurminadan ja puna-apilan seos. Seossuhteet olivat timotei 60 %, nurminata 20 % ja puna-apila 20 %. Näistä timotei ja puna-apila omaavat hyvät lento-ominaisuudet, kun taas nurminata on lento-ominaisuuksiltaan huono. Testin tuloksena huomattiin seoksen lajittuvan merkittävästi. Nurminata lensi yhtä huonosti kuin pelkän nurminadan levityksessä huomattiin. Timotei ja puna-apila taasen levisivät pidemmälle, kuten niiden levityskokeissa huomattiin.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Päästiinkö testaustavoitteeseen?

Testaustavoitteena oli selvittää, voidaanko kyseisellä levittimellä levittää kasvu-
toon piensiemeniä ruiskutusuria hyväksikäyttäen. Tavoitteeseen päästiin. Levitti-
mellä voidaan levittää piensiemeniä käyttäen hyväksi 15-metriselle kasvinsuojelu-
ruiskulle tehtyjä ajouria esimerkiksi asentamalla levitin 3,75 metrin mittaisen puo-
min päähän ajouralta sivuun. 15 metrin työleveyteen päästään ajamalla ajourat
edestakaisin, jolloin riittää, että levittimellä päästään 7,5 metrin työleveyteen.

Piensiemenvittimellä levitettäessä ei materiaalin leviämistä näe kuljettajan pai-
kalta. Tämän takia on tärkeää tietää levittimen levitysominaisuudet eri materiaaleil-
le. Saatuamme selville eri materiaalien levitysominaisuudet ja tarvittavat säädöt
levityskuvion muuttamiseksi päädyimme tekemään ohjeet eri materiaalien levityk-
selle.

7.2 Ohjeet käyttäjälle

7.2.1 Timotei

Timotein levityskuvio painottuu perussäädöillä aina levittimen oikealle puolelle,
joten säätöjä kannattaa hakea siirtämällä pudotusaukon paikkaa vasemmalle.
Maksimaalinen työleveys painottuu 5-6 metrin välille riippuen levitysmäärästä. Ti-
motein puhtaus on tärkeää tasaisen syötön saavuttamiseksi. Oikealle painottuvan
levityskuvion takia timoteilla kannattaa käyttää ajotekniikkaa, jossa ajetaan sa-
maan suuntaan.

7.2.2 Puna-apila

Oikeilla säädöillä puna-apilan levityskuvioista saadaan tyydyttävä. Timotein tavoin puna-apilallakin on pudotusaukkoa siirrettävä vasemmalle. Hyvän levityskuvion takia puna-apilalla voidaan käyttää jopa 8 metrin työleveyttä vaihtelukertoimen pysyessä vielä alle 15 %. Riippuen siemenen pintakäsittelystä voi sen juoksevuus vaihdella suuresti, joten levitysmäärän säätöön on kiinnitettävä huomiota.

7.2.3 Kevätrypsi

Kevätrypsillä paras ajotekniikka on samaan suuntaan ajo, jolla päästään 8 metrin työleveyteen. Pienempään vaihtelukertoimeen päästäisiin edestakaisin ajamalla, mutta silloin täytyisi käyttää erilevyisiä ajouravälejä. Rypsilä pudotusaukon paikkaa täytyy säätää oikealle, koska rypsi on todella liukas siemen, ja levityskuvion painopiste on perussäädöillä vahvasti vasemmalle.

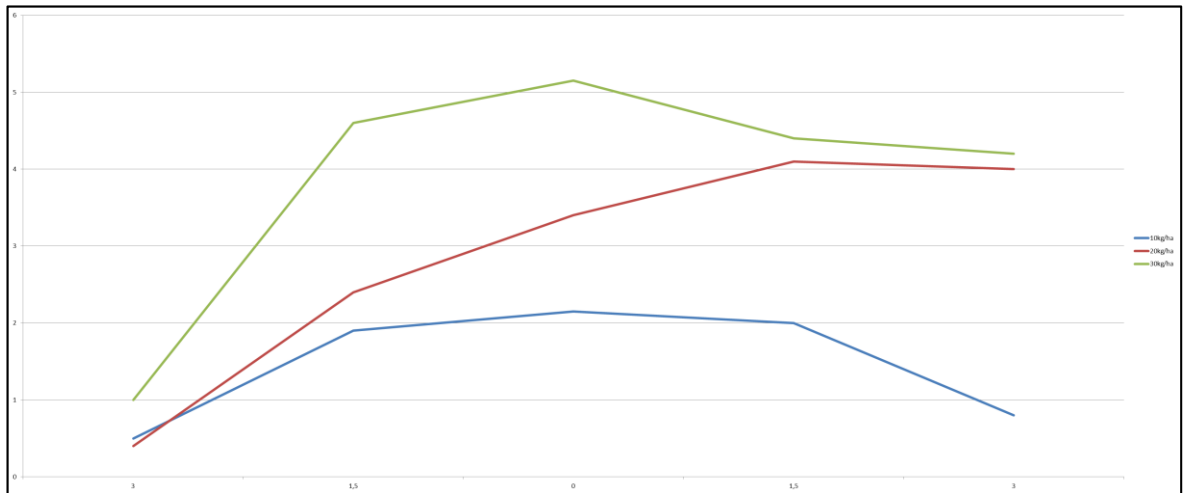
7.2.4 Muut

Nurminadan levitys ei kyseisellä koneella ole järkevää, koska sen levitysleveys jää nurminadan vaatimattomien lento-ominaisuuksien takia varsin huonoksi. Viljan ja lannoitteen levitys ei kyseisellä koneella ole mielekästä pienen säiliötilavuuden vuoksi. Ainoastaan viljalla pienten alojen paikkaus- ja täydennyskylvö sekä lannoitteella esimerkiksi lisälannoitteen levittäminen voi olla mielekästä. Seosta levitettäessä kannattaa seokseen valita samanlaisia lento-ominaisuuksia omaavat siemenet, koska seoksissa tapahtuu lajittumista.

7.3 Oman levittimen ominaisuudet

Tavallinen käyttäjä voi tutkia oman levittimen ominaisuuksia kevyemmällä testausmenetelmällä. Esimerkiksi viidellä 1,5 metrin välein asetellulla astialla saadaan jo 6 metrin levitysleveyttä kuvaava tulos. Astioina kannattaa käyttää isoja astioita, jotta punnitustarkkuus ei muodostu ratkaisevaksi tekijäksi ja kohdasta

saadaan kattava tulos. Lisäämällä vielä yhden purkit päästään jo 9 metrin työleveyteen, joka riittää useimpien piensiemien ominaisuuksia tutkittaessa. Kuvio 18 on tehty samoista levitystuloksista kuin kuvio 6, mutta otettu käyttöön ainoastaan viisi mittauspistettä 1,5 metrin välein. Vertaamalla kuvioita 6 ja 18 voidaan todeta, että kevyemmällä testillä päästään tyydyttävään mittaustarkkuuteen tavallista käyttäjää ajatellen.



Kuvio 17. Timotein levityskuvio kevyemmällä testillä (liite 1).

8 POHDINTA

Levitystestin tuloksiin vaikuttivat levitettävä materiaali, levityslautasen nopeus ja syöttöaukon säätö. Epätarkkuutta tuloksiin toivat tutkijoiden inhimilliset virheet, joiden takia kaikki levitykset ja niiden punnitsemiset eivät olleet samanlaisia. Näitä virheitä pyrittiin vähentämään pitämällä toimintatavat vakiona, ja sama henkilö suoritti aina samat työvaiheet. Testit tehtiin konehallissa, jolloin tuulen aiheuttama hajonta voitiin sulkea pois tuloksista. Lisäksi ajonopeus pidettiin vakiona käyttämällä aina samaa moottorin kierroslukua ja vaihdetta. Epätarkkuutta levitystuloksiin toi myös levitettävän materiaalin holvaantumisen levittimeen, jolloin eri levityskertojen levitysmäärät vaihtelivat. Holvaantumista pyrittiin minimoimaan lisäämällä levittimen mukana tullut toinenkin sekoitinakseli levittimeen. Levitinlautasen viitteellinen pyörimisnopeus aiheutti osansa tutkimuksen tarkkuuteen, mutta epäilyksenä oli pyörimisnopeuden säilyminen tasaisena samaa materiaalia levitettäessä.

Levitystestiä suoritettaessa kannattaa ajaa useampi kuin yksi työleveys keräysastioiden yli, jotta levitystestien väliset pienet eroavaisuudet saataisiin pois tuloksista. Testeissä on huomattu, että useammalla ajolla ei ole merkittävää vaikutusta levityskuvioon. Lisäksi mitattavat määrät tulevat useammalla ajolla suuremmiksi, jolloin mittaustarkkuudella ei ole niin suurta vaikutusta tuloksiin. (Parish, 28.) Useamman kerran ajo olisi testissä kannattanut. Tämä olisi pienentänyt mittaustarkkuuden vaikutusta tuloksiin, ja tietyillä levitysmäärillä ja kierrosnopeuksilla levittimen aiheuttamat levitettävän materiaalin ”jenkojen” merkitys olisi pienentynyt. Varsinkin kun mittauksessa käytettiin pieniä astioita suhteessa standardiin.

Keskipakolevittimellä levitettäessä tulee ottaa huomioon, että yksittäisen levitysleveyden levitystasaisuus ei kerro levityksen lopputulosta, vaan seuraavan työleveyden päällekkäisajo vaikuttaa lopputulokseen merkittävästi. Käytännössä halutessa tasaista levitystä joudutaan ajamaan useita metrejä levityskuvioita päällekkäin. (Mäkelä & Mikkola 1987, 19.)

Tutkimuksessa tavoitteena oli testata kyseisen piensiemenvittimen ominaisuuksia erilaisilla materiaaleilla ja säädöillä. Lisäksi testattiin, päästäänkö työntilaajan antamiin vaatimuksiin levitysominaisuuksissa. Tuloksena saatiin levitystestien avulla tietoa kyseisen levittimen ominaisuuksista sekä tieto siitä, että kykeneekö

kone tilaajan asettamiin ehtoihin. Tuloksista nähdään myös parhaat säädöt eri materiaalien levittämiseen. Testissä onnistuttiin saamaan näkyviä tuloksia itse rakentamallaamme testausjärjestelyillä. Testijärjestelyä edelleen kehittämällä päästäisiin parempaan tulosten luotettavuuteen. Esimerkiksi suuremmilla keräysastioilla ja useammalla ajokerralla saataisiin kokeista poistettua eri levityskertojen välistä satunnaista vaihtelua. Eli viemällä testausjärjestelyä lähemmäs standardia päästäisiin parempiin ja luotettavampiin tuloksiin. Tuloksien tarkkuus kuitenkin riittää niiden hyödyntämiseen käytännön levitystyössä, koska käytännön tilanteessa olosuhteet vaihtelevat suurestikin eikä testien tarkkuuteen päästä. Tutkimusta voitaisiin edelleen kehittää ottamalla useampi samantyyppinen levitin mukaan testiin ja suorittaa hallitestiin lisäksi kasvustokokeita. Kasvustokokeessa mielenkiintoista olisi nähdä levitystarkkuuden vaikutus käytännön olosuhteissa.

Testiä tehdessä opimme tieteellisen testin suorittamisen perusteita ja niihin liittyviä haasteita. Tiedonhaku on projektin aikana ollut suuressa roolissa ja sitä on opittu projektin edetessä. Taulukkolaskelmaohjelma on tuloksien tarkastelussa ja esittämisessä osoittautunut hyväksi työkaluksi.

LÄHTEET

- Calibrating Dry Broadcast Fertilizer Applicators. 9/2010. [Verkkajulkaisu]. Alabama: Alabama Cooperative Extension System. [Viitattu: 21.1.2015]. Saatavana: <http://www.agmachinery.okstate.edu/ApplicationSystems/CalibratingDryBroadcastFertilizerApplicators.pdf>
- Heikkilä, H., Kylmäkorpi, K., Leskelä, A. & Sallasmaa, S. 1991. Tarkkuutta lannoitteiden levitykseen. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto.
- How to check your G4 spread pattern. 2013. [Verkkajulkaisu]. Cedar Rapids: Highway Equipment Company, inc. [Viitattu: 12.2.2015]. Saatavana: http://www.highwayequipment.com/media/cms/G4_Spread_Pattern_87121E70910_04F4351082205.pdf
- Junno, J-A. 2012. Piensiemien kylvöä sähkön voimin. Käytännön Maamies 61.(3), 54–61.
- Katajamäki, T. 2014. Tukihakumateriaali 2015. [Ppt-esitys]. Seinäjoki: Maaseutuviirasto. [Viitattu: 9.2.2015]. Saatavana: <http://www.mavi.fi/fi/Documents/Viljelij%C3%A4tukihakukoulutuksen%20materiaalit.pdf>
- Knaapi, J. 2011. Edullinenkin tekniikka toimii nurmenkylvössä. Koneviesti 59.(7), 20.
- Mikkola, H. 1993. Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus. Tiedote 53/93. Vihti: Maatalousteknologian tutkimuslaitos.
- Mäkelä, J. & Mikkola, H. 1987. Lannoitteenlevityksen tasaisuus. Tutkimusraportti 47. [Verkkajulkaisu]. Vihti: Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos. [Viitattu: 11.2.2015]. Saatavana: <http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/484437/vtselostus47.pdf?sequence=1>
- Parish, R. L. Ei päiväystä. Granular spreaders: selection, calibration, testing and use. [Verkkajulkaisu]. Los Angeles: Hammond Research Station. [Viitattu: 17.3.2015]. Saatavana: <http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/D9458BB7-D852-40B4-B434-5A6FC0C43E0E/3925/B868.pdf>
- Persson, K., Skovsgaard, H. & Bangsgaard, J. 1999. Europäischer Prüfbericht. [Verkkajulkaisu]. Denmark: Danish Institute of Agricultural Sciences. [Viitattu: 12.2.2015]. Saatavana: <http://www.dlg-test.de/tests/entam10.pdf>
- Pokkinen, P. & Tiainen, R. 1989. Maatalouden koneoppi. Helsinki: Kirjayhtymä.

LIITTEET

Liite 1. Levitysten punnitustulostaulukko

Liite 2. Siementen kiertokoetaulukko

Liite 1. Levitysten punnitustulostaulukko

Testi nro.	Tiedot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	YHT.
1	Timotei, 2000rpm, aukko 5 ja 1 L	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,7	1,1	1,6	2,2	2,3	2,5	1,8	2,3	2,0	1,7	1,4	1,0	0,6	0,3	0,1	0,0	0,0	22,1
2	Timotei, 2000rpm, aukko 6 ja 2 L	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	1,4	2,0	2,8	3,7	3,3	3,3	3,2	2,9	2,5	2,3	2,2	2,0	1,6	1,0	0,5	0,1	0,0	35,6
3	timotei, 2000rpm, aukko 6 ja keskellä	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	1,0	1,7	2,6	2,9	3,2	3,1	3,3	3,1	2,9	2,3	2,0	1,5	1,0	0,4	0,2	0,0	31,9
4	Timotei, 2500rpm, aukko 6 ja keskellä	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,9	1,5	2,4	3,1	3,3	3,4	3,3	3,6	3,2	3,0	2,7	2,2	1,6	0,8	0,3	0,1	36,0
5	Timotei, 3000rpm, aukko 6 ja keskellä	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,6	1,1	1,7	2,5	3,0	3,3	3,4	3,3	3,4	3,0	2,7	2,4	2,1	1,8	1,2	0,8	0,3	36,9
6	Timotei, 3000rpm, aukko 9 ja keskellä	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0	4,6	5,4	5,3	5,0	4,6	4,4	4,0	4,2	4,2	3,9	3,3	2,4	1,2	0,4	59,6
7	Timotei, 3000rpm, aukko 9 ja 2L	0,0	0,1	0,4	1,0	2,0	2,9	4,1	4,9	6,1	4,6	4,5	3,8	3,6	3,0	2,8	2,7	2,4	2,0	1,4	0,9	0,4	0,1	53,7
8	Timotei, 3000rpm, aukko 9 ja 1,5L	0,0	0,1	0,3	1,0	1,9	2,8	3,9	4,8	6,1	4,6	4,4	4,0	3,5	3,2	2,9	3,1	2,9	2,2	1,6	1,0	0,4	0,1	54,8
9	Timotei, 3000rpm, aukko 9 ja 1L	0,0	0,0	0,1	0,5	1,0	1,8	2,9	3,8	5,2	4,2	4,2	3,9	3,5	3,3	2,9	2,9	2,7	2,4	1,8	1,2	0,5	0,2	49,0
10	Timotei, 3000rpm, aukko 6 ja keskellä	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,0	1,6	2,4	3,1	3,4	3,4	3,4	4,1	3,7	3,7	4,0	3,5	3,0	2,0	1,2	0,5	44,5
11	Timotei, 3000rpm, aukko 6 ja 1,5L	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,8	1,4	2,2	3,3	3,5	3,5	3,3	3,1	3,5	3,1	3,3	2,8	2,5	2,0	1,4	0,7	0,3	41,2
12	Timotei, 3000rpm, aukko 6 ja 3L	0,0	0,1	0,4	0,9	1,9	2,5	3,5	3,9	5,0	3,8	3,3	2,8	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	1,3	0,9	0,7	0,3	0,1	42,9

13	Timotei, 2500rpm, aukko 6 ja 1,5L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	1,2	2,1	3,1	4,2	4,0	3,8	3,4	3,4	3,0	3,2	3,1	2,6	2,0	1,3	0,6	0,1	41,8
14	Timotei, 3000rpm, aukko 3 ja keskellä	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,8	1,3	1,9	2,1	2,3	2,0	1,9	2,0	1,7	1,3	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	19,2
15	Timotei, 3000rpm, aukko 3 ja 1,5L	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,7	1,3	1,6	2,0	1,8	2,0	1,7	1,8	1,5	1,2	1,0	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	18,2
16	Timotei, 2500rpm, aukko 9 ja 1,5L	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	1,7	3,0	4,3	5,3	5,6	5,3	4,6	4,5	4,4	3,9	3,9	3,8	3,4	2,0	1,0	0,3	0,1	58,1
17	Kevätrypsi, 1500rpm, aukko 3 ja keskellä	0,9	1,3	1,3	1,2	1,4	1,1	1,1	1,1	1,2	0,9	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	15,9
18	Kevätrypsi, 1500rpm, aukko 3 ja 2R	0,1	0,3	0,5	0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1	14,8
19	Kevätrypsi, 1500rpm, aukko 3 ja 3R	0,0	0,0	0,2	0,3	0,7	0,7	0,9	0,9	1,1	0,9	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,2	14,6
20	Kevätrypsi, 2500rpm, aukko 3 ja 3R	0,1	0,2	0,4	0,5	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,0	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2	15,0
21	Kevätrypsi, 3000rpm, aukko 3 ja 3R	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,2	16,9
22	Kevätrypsi, 2000rpm, aukko 2 ja keskellä	0,4	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
23	Kevätrypsi, 2000rpm, aukko 2 ja 3R	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	6,2
24	Kevätrypsi, 2000rpm, aukko 5 ja 1,5R	0,6	1,0	1,0	1,4	1,6	1,5	1,5	1,7	2,0	1,7	1,8	1,7	1,5	1,6	1,5	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	31,9
25	Nurminata, 3000rpm, aukko 8 ja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,0	2,0	3,1	3,2	2,8	2,7	2,4	1,7	1,2	0,9	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	22,3

38	Lannoite, 500rpm, aukko 10 ja keskellä	0,0	0,0	0,2	0,5	1,4	5,0	5,5	6,1	6,2	6,2	7,6	6,9	6,6	7,2	5,7	6,0	5,7	5,6	5,1	0,5	0,5	0,2	88,7
39	Lannoite, 500rpm, aukko 10 ja 1,5L	0,1	0,2	0,6	1,2	2,9	7,3	7,0	5,9	7,9	6,5	7,6	6,2	5,9	5,0	5,2	5,4	3,3	3,7	2,7	0,5	0,4	0,1	85,6
40	Lannoite, 750rpm, aukko 10 ja keskellä	0,8	2,1	3,6	4,4	4,9	4,8	4,1	5,0	5,9	4,5	5,6	4,7	4,0	3,9	3,3	3,6	3,6	1,8	2,6	1,6	1,9	2,0	78,7
41	Lannoite, 750rpm, aukko 10 ja 1,5R	0,2	0,5	0,5	1,2	2,9	2,9	3,7	3,8	3,8	3,9	4,9	4,6	3,9	4,8	4,7	4,5	5,1	3,9	4,3	3,1	4,2	4,0	75,4
42	Seos, 2000rpm, aukko 7 ja keskellä	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,5	2,7	3,5	3,4	3,3	3,2	3,7	3,5	4,0	3,9	3,4	2,4	1,5	0,8	0,5	42,8
43	Seos, 2000rpm, aukko 7 ja 1,5L	0,1	0,1	0,1	0,3	0,6	1,3	2,1	3,0	4,2	3,7	3,7	3,5	3,3	3,2	2,8	2,5	2,4	2,0	1,2	0,8	0,4	0,3	41,6
44	Seos, 3000rpm, aukko 10 ja 3,5R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,8	2,6	2,9	2,7	2,9	4,0	4,1	5,1	5,8	6,6	6,3	5,2	3,5	2,3	55,2
45	Timotei 2000rpm, aukko 6 ja keskellä	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	0,7	1,0	1,8	2,6	3,1	2,7	2,2	3,0	2,0	1,9	2,7	3,6	4,8	4,1	2,3	0,6	0,1	40,2
46	Timotei, 2000rpm, aukko 6 ja 2L	0,0	0,0	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,6	2,5	3,1	2,8	2,3	2,7	1,1	2,2	2,8	3,3	3,7	3,3	2,1	0,7	0,1	37,0
47	Timotei, 2000rpm, aukko 6 ja keskellä	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,1	2,7	4,2	5,6	5,5	4,7	4,2	3,8	3,2	2,7	2,3	1,8	1,0	0,4	0,1	0,0	0,0	43,8
48	Timotei, 2000rpm, aukko 6 ja 1,5R	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,7	1,7	3,1	4,0	5,1	5,5	4,9	4,8	4,2	3,5	3,3	2,1	0,8	0,4	0,1	0,0	0,0	44,5

Liite 2. Siementen kiertokoetaulukko

	Pudotusaukko	rpm	grammaa
Kiertokoe timotei	6	170	847
Kiertokoe timotei	9	210	3607
Kiertokoe timotei	6	210	2458
Kiertokoe rypsi	3	200	667
Kiertokoe rypsi	5	200	1962
Kiertokoe rypsi	2	200	191
Kiertokoe nurminata	8	250	980
Kiertokoe apila	2	250	218
Kiertokoe apila	3	250	880
Kiertokoe ohra	10	200	2955
Kiertokoe lannoite 27-0-1, Se	10	200	6410
Kiertokoe seos	7	250	2300