

Jaakko Lamminen & Mikko Ritari

## **Piensiemenlevittimien ryhmävertailu**

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Elintarvike ja Maatalous

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalousyrityksen liiketoiminta

Tekijä: Lamminen Jaakko ja Ritari Mikko

Työn nimi: Pienisienlevittimien ryhmävertailu

Ohjaaja: Esala Jussi

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 57

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Opinnäytetyössä tutkitaan kolmen eri pienisienlevittimen levitysominaisuuksia sekä vertaillaan levittimien levitystarkkuuksia ja niiden välillä olevia vaihtelukertoimia. Vertailussa käytetään yhtä pneumaattista levitintä ja kahta sähkötoimista pienisienlevitintä. Työssä selvitetään levittimien työlevyyttä, tarkkuutta ja siemenien sopivuutta eri koneiden välillä. Tavoitteena on saada tietoa, pitävätkö tehtaan asettamat levitysarvot paikkansa.

Levityskokeita tehtiin eri siemenillä, lannoitteella ja nurmiseoksella. Levitystestiä varten pienisienkylvökoneisiin asennettiin kierroslukumittari, jolla mitattiin kuormittamatonta ja kuormitettua levityslautasen pyörimisnopeutta. Tutkimukset suoritettiin konehallissa Ilmajoen koulutilalla. Hallin lattialle levitettiin riviin 18 muoviasiaa. Levitystesteissä ajettiin astioiden yli ja astioihin tulleet siemenet punnittiin. Punnitustuloksista piirrettiin levityskuviot taulukkolaskelmaohjelmaa käyttäen.

Testien aikana saimme selville koneiden levityskuviot ja vaihtelukertoimet. Keskipakolevittimistä toinen oli edullinen ja toinen kallis. Kolmantena koneena käytettiin koulutilan pneumaattista kylvökoneetta. Koneiden välillä oli huomattavia eroavaisuuksia levityskuvioiden osalta. Yllätyksenä tuli, että keskipakolevittimien levityspevydet ovat huomattavasti pienempiä, mitä tehtaalta on ilmoitettu. Seoksia ei suositella levitettäväksi keskipakolevittimillä lajittumisen takia. Pneumaattinen kylvökone soveltuu testiemme mukaan parhaiten pienisienille ja niiden seoksille.

Avainsanat: pienisienlevitin, vaihtelukerroin, levitysominaisuudet, nurmen täydennyskylvö

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Business orientation

Author/s: Lamminen Jaakko and Ritari Mikko

Title of thesis: Small seed spreaders group comparison

Supervisor(s): Esala Jussi

Year: 2017

Number of pages: 57

Number of appendices: 0

---

The purpose of this study is to find out the differences between the spreading quality of two different small seed spreaders and one pneumatic seeder. Differences in spreading width, accuracy and seed convenience was researched. The aim was to find out if the spreading values set by the factory are correct.

Spreading experiments were carried out with various seeds, fertilizers and mixtures of different grass seeds. A tachometer was used to measure the burden and unburden spreading disc rotation speed. This study was carried out in the farm hall at the Vocational Education Centre Sedu School. Spreading tests were carried out by setting 18 plastic containers evenly on the floor and by driving past these containers when spreading was turned on. Seeds in the containers were then weighed. Based on the results a spreading patterns were created by using a spreadsheet program.

During the study the spread patterns and variations of the machines were checked. One of the small seed spreader machines was inexpensive and other one was more expensive. The third machine was a pneumatic seeder from the Vocational Education Centre Sedu's school. There were considerable differences between the spreading patterns of the seeders. It was a surprise that the spreading widths of the small seed spreaders are considerably smaller than what were announced by manufacturers. Mixtures of different grass seeds are not recommended to be used with a small seed spreader because the different sizes of seeds are separated by size and weight during the spreading process. According to the results of this research, the pneumatic seeder is a better choice for grass seeds and their mixtures.

Keywords: single disc spreader, coefficient of variation, spread quality, grass patching

## SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä.....                     | 2  |
| Thesis abstract.....                               | 3  |
| SISÄLTÖ.....                                       | 4  |
| Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....             | 6  |
| 1 JOHDANTO.....                                    | 9  |
| 1.1 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET.....                  | 9  |
| 2 PIENSIEMENLEVITTIMET.....                        | 10 |
| 2.1 Pneumaattinen levitin.....                     | 10 |
| 2.2 Keskipakolevitin.....                          | 12 |
| 2.3 Kiertokoe.....                                 | 13 |
| 2.4 Laatikkotesti.....                             | 14 |
| 3 NURMEN TÄYDENNYSKYLVO.....                       | 15 |
| 4 LEVITYSTARKKUUDEN TALOUDELLISET VAIKUTUKSET..... | 16 |
| 4.1 Vaihtelukerroin.....                           | 16 |
| 5 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN.....                   | 18 |
| 5.1 Tutkimusmenetelmät.....                        | 18 |
| 5.2 RS100.....                                     | 19 |
| 5.3 APV.....                                       | 22 |
| 5.4 Einböck pneumaticstar-pro.....                 | 23 |
| 6 TULOKSET.....                                    | 26 |
| 6.1 RS 100.....                                    | 26 |
| 6.1.1 Puna-apila.....                              | 26 |
| 6.1.2 NPK lannoitteen levitys.....                 | 30 |
| 6.2 APV.....                                       | 32 |
| 6.2.1 Puna-apila.....                              | 33 |
| 6.2.2 Timotein, ruokonatan ja apilan seos.....     | 38 |
| 6.3 Einböck.....                                   | 41 |
| 6.3.1 Puna-apila.....                              | 41 |
| 6.3.2 Timotein, ruokonatan ja apilan seos.....     | 43 |
| 7 JOHTOPÄÄTÖKSET.....                              | 45 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 7.1 Bagramet RS100.....             | 45 |
| 7.2 APV ES 100 M2 .....             | 46 |
| 7.3 Einböck pneumaticstar-pro ..... | 47 |
| 7.4 Vertailu.....                   | 48 |
| 8 POHDINTA .....                    | 54 |
| LÄHTEET .....                       | 56 |

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

|  |    |
|--|----|
| Kuva 1. Muovipussi asennettuna RS 100 piensiemenvittimeen. ....  | 20 |
| Kuva 2. RS 100 piensiemenvittimen pohjaluukun asteikko. ....   | 20 |
| Kuva 3. RS 100 piensiemenvittimen levitinlautasen siiville tehty asteikko. ....                        | 21 |
| Kuva 4. RS 100 piensiemenvittimeen asennettu kierroslukumittari. ....                                  | 21 |
| Kuva 5. APV piensiemenvittimeen kiinnitetty kierroslukumittari. ....                                   | 22 |
| Kuva 6. APV piensiemenvittimen siemenen pudotusaukon säätö. ....                                       | 23 |
| Kuva 7. APV piensiemenvittimen pohjaluukun aukon säätö. ....   | 23 |
| Kuva 8. Einböck-piensiemenvittimäkoneen kiertokokeen suorittamista varten<br>asetetut peltilevyt. .... | 24 |
| Kuva 9. Einböck-piensiemenvittimäkoneen levitystestejä varten asetetut<br>levityssastiat. ....         | 24 |
| Kuva 10 RS100 piensiemenvittimäkoneen ohjainyksikkö. ....  | 46 |
| Kuva 11. APV piensiemenvittimäkoneen ohjainyksikkö. ....   | 47 |
| Kuva 12. Einböck pneumaticstar-pro piensiemenvittimäkone .....   | 48 |
| <br>   |    |
| Kuvio 1. Pneumaattisen lannoitteenlevittimen ajotapa. ....   | 11 |
| Kuvio 2. Pneumaattisen lannoitteenlevittimen levityskuvio .....  | 12 |
| Kuvio 3. Keskipakolevittimen levityskuvio ja lomittain ajo .....                                       | 13 |
| Kuvio 4 Vaihtelukertoimen laskentakaava .....  | 16 |
| Kuvio 5. Levityssastioiden sijainti ja levityssleveys. ....  | 19 |

|  |    |
|--|----|
| Kuvio 6. RS 100 piensiemienlevittimen levitinlautasen kuormitetut ja kuormittamattomat pyörimisnopeudet. ....                        | 26 |
| Kuvio 7. RS100 levityskuvio kolmella eri kierrosnopeudella pohjaluukun ollessa kohdassa 1 ja siipien ollessa kohdassa 0. ....        | 27 |
| Kuvio 8. RS100 apila levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla kierrosnopeuden ollessa 830 rpm.....                                     | 28 |
| Kuvio 9. RS100 apila levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla kierrosnopeuden ollessa 1430 rpm.....                                    | 29 |
| Kuvio 10. RS100 apila levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla kierrosnopeuden ollessa 1970 rpm.....                                   | 30 |
| Kuvio 11. RS100 piensiemienlevittimen apulannan levityskuviot.....   | 31 |
| Kuvio 12. RS100 apulannan levityskuvio edestakaisin ajolla. ....   | 32 |
| Kuvio 13. APV piensiemienlevittimen levitinlautasen tehtaan ilmoittamat, kuormitetut ja kuormittamattomat pyörimisnopeudet.....      | 33 |
| Kuvio 14. APV apila levityskuviot eri pudotusaukon paikoilla.....  | 34 |
| Kuvio 15. APV apilan levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla. ....  | 34 |
| Kuvio 16. APV levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pudotusaukon paikan ollessa keskellä.....                                       | 35 |
| Kuvio 17. APV apilan levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pudotusaukon paikan ollessa 1,5 R. ....                                  | 36 |
| Kuvio 18. APV apila levityskuviot kolmella eri kierrosnopeudella pudotusaukon paikan ollessa 1,5 R.....                              | 36 |
| Kuvio 19. APV levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pudotusaukon ollessa 1,5 R ja lautasen nimellinen pyörimisnopeus 3000 rpm. .... | 37 |
| Kuvio 20. APV levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pohjaluukun ollessa 1,5 R ja lautasenpyörimisnopeus 1000 rpm. ....              | 38 |

|   |    |
|---|----|
| Kuvio 21. APV piensiemienlevittimen levityskuvio seoksella kolmella eri kierrosnopeudella.....                              | 39 |
| Kuvio 22. APV seos levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levityslautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 3000 rpm. .... | 39 |
| Kuvio 23. APV seos levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levitinlautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 2000 rpm. .... | 40 |
| Kuvio 24. APV seos levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levityslautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 1000 rpm. .... | 41 |
| Kuvio 25. Einböck apila levitystesti. ....  | 42 |
| Kuvio 26. Einböck apila levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla. ....  | 42 |
| Kuvio 27. Einböck seos levitystesti. ....   | 43 |
| Kuvio 28. Einböck seos levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla. ....   | 44 |
| Kuvio 30. Apilan levityskuvio kolmella eri koneella. ....   | 49 |
| Kuvio 31. Apilan levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla eri koneilla. ....  | 50 |
| Kuvio 32. Seoksen levityskuvio eri koneilla.....  | 51 |
| Kuvio 33. Seoksen levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla eri koneilla. ....   | 52 |



# 1 JOHDANTO

Nurmien vanhentuuessa niiden satopotentiaali kärsii. Talvituhot, sadonkorjuu ja lannanlevityksestä aiheutuvat vauriot heikentävät nurmesta saatavaa satoa. Täydennyskylvöllä saadaan pellolle uutta nurmea, ja täten rikkakasvit eivät pääse valtaamaan harventunutta nurmea. Nurmen täydennyskylvöllä päästään saman kesän aikana jopa 20–30 % suurempaan satotasoon.

Kuluvalla ohjelmakaudella oleva ympäristösitoumus antaa viljelijöille mahdollisuuden kylvää kerääjäkasvia pellolle typensitojaksi. Toimenpiteelle maksettava tuki on 100 €/ha ja sitä maksetaan 25 %:lle saakka koko peltopinta-alasta. (Kuoppa-aho, 2016.) Tällaisten kasvien kylvöön voidaan käyttää testaamiamme koneita. Kyseisillä koneilla voidaan perustaa nurmet, mutta paras hyöty perustamiselle saadaan pneumaattisella kylvökoneella. Sähkökäyttöiset piensiemienlevittimet ovat edullisuutensa vuoksi herättäneet viljelijöiden mielenkiinnon.

Piensiemien levitystasaisuus tulee ottaa huomioon sadon määrän ja laadun varmistamiseksi. Hyvin perustettu nurmi on kasvutekijä, jota kuvataan alenevan rajatuotoksen lakia käyttäen. Laki perustuu siihen, kun lisätään tiettyä kasvutekijää jatkuvasti, pienenee lisäyksellä saatu sadonlisä. (Pekkarinen, 1998). Levitystasaisuuden parantuessa saadaan suurempi sato ja varma hyöty korjuukustannuksiin.

## 1.1 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET

Opinnäytetyössä tutkitaan kolmen eri piensiemienlevittimen levitysominaisuuksia ja vertaillaan levittimien levitystarkkuuksia ja niiden välillä olevia vaihtelukertoimia. Levittimien ominaisuuksien osalta selvitetään työleveys, levitystarkkuus, siemenien sopivuus, levityslautasen todellinen ja kuormitettu pyörimisnopeus eri koneiden välillä. Tavoitteena on saada tietoa pitävätkö tehtaan asettamat levitysarvot paikkansa ja lajittuuko seossiemen levityksen aikana. Aiheesta on tehty aiemmin opinnäytetyö keskittyen yhden levittimen ominaisuuksiin eri siemenillä ja niiden seoksilla (Koskela & Tuomisto 2015).

## 2 PIENSIEMENLEVITTIMET

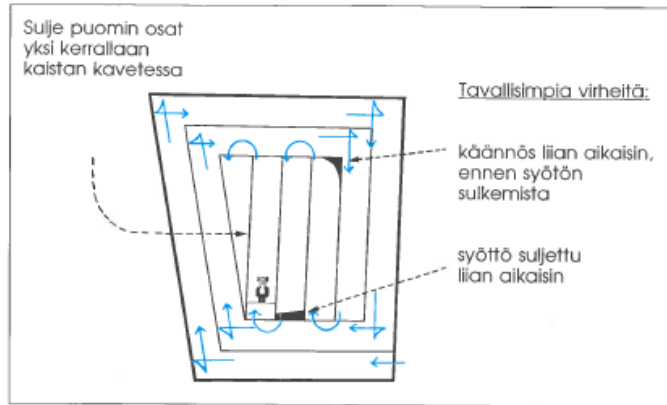
### 2.1 Pneumaattinen levitin

Pneumaattinen levitin on yleensä asetettu kiinteään työkoneeseen, kuten rikka-äkeeseen. Levittimessä on siemensäiliö ja syöttölaitteisto. Syöttölaitteistolta lähtevien letkujen päässä on peltiläpät, jotka levittävät siemenet.

Pneumaattisissa levittimissä on yhdistetty keskipakolevittimen suuri työleveys ja laatikkolevittimen hyvä levitystasaisuus. Erillisellä syöttölaitteella annostellaan siemen puhaltimella toimivaan levitinlaitteistoon ja ilmavirta kuljettaa siemenen putkea pitkin hajotinlevylle. Näin saadaan tasainen levitys koko työleveydelle. Levitinputkistoon kehitetään voimakas ilmavirta voimanottoakselikäyttöisellä puhaltimella. Suuttimien väli vaihtelee konekohtaisesti 0,5–1 metrin välillä. (Heikkilä ym. 1991, 22.)

Syöttölaite saa käyttövoiman yleensä maapyörästä tai sähkökäyttöisesti. Maapyörän etu on se, että siementä saadaan menemään sama määrä hehtaaria kohden ajonopeudesta riippumatta. Kiertokokeilla säädetään konekohtaisesti levitysmäärä. Ohjekirjat antavat konekohtaiset ohjeet kiertokoetta varten. (Heikkilä ym. 1991, 22.)

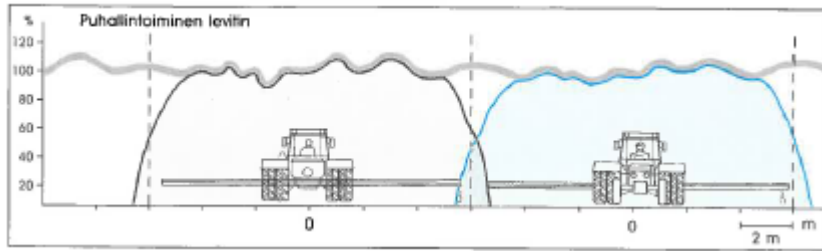
Kuviossa 1 nähdään kasvinsuojeluruiskusta tuttu ajotapa, jota Heikkilän (1991) mukaan voidaan soveltaa pneumaattiselle piensiemenkylvökoneelle. Kuvioista nähdään myös mahdollisia virheitä mitä ajon aikana tehdään.



Kuvio 1. Pneumaattisen lannoitteenlevittimen ajotapa (Heikkilä ym. 1991, 23).

Pneumaattisilla kylvökoneilla levitysleveys on vakio. Levitysleveyttä ei pystytä säätämään, koska kone on kiinteä tai yleensä kiinnitetty jyrään tai rikkaharaan. Levitystasaisuudessa päästään parempaan tarkkuuteen, kuin keskipakolevittimillä. Siemenseoksia levitettäessä siemenet eivät lajitu levityksen aikana yhtä lailla, kuin keskipakolevittimillä.

Kuviossa 2 nähdään pneumaattisen lannoitteenlevittimen levityskuvio. Ajotarkkuuden osalta pitää pneumaattisella kylvökoneella olla tarkka, että ei tule haukipaikkoja, mikä lisää vaihtelukerrointa. Levitystyötä helpottamaan voi käyttöön ottaa ajourapastimen tai vaahtoherkkäimen, mutta nämä ei ole välttämättömiä, koska jos pneumaattinen kylvökone on kytketty rikkaharaan, huomaa ajetun jäljen pellossa.



Kuvio 2. Pneumaattisen lannoitteenlevittimen levityskuvio (Heikkilä ym. 1991, 26.)

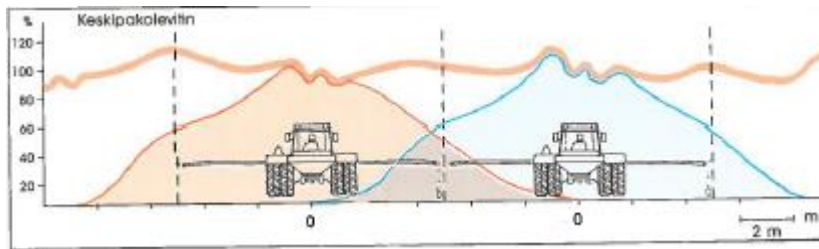
## 2.2 Keskipakolevitin

Perusrakenteelta keskipakolevitin koostuu muovisesta suppilosta, joka toimii siemensäiliönä ja sen alapuolella on sähkömoottorilla pyörivä levityslautanen. Suppilon pohjassa on aukko, jolla säädellään levityslautaselle valuvaa siemenmäärää. Suppilon pohjalla on sekoitin, jolla pyritään vaikuttamaan siementen valumiseen levityslautaselle. Keskipakolevittimien työleveys perustuu lautasen pyörimisnopeuteen, levityslautasten siipien ja pudotusaukon paikan säätöihin. Käyttövoimansa levitin saa sähkömoottorista. Levityslautasen kierrosnopeutta säädetään ohjainyksiköstä.

Keskipakolevitin on hankintahintansa vuoksi edullinen vaihtoehto aluskasvien ja nurmen kylvöön. Levitin on käyttövarma ja helppo huollettava. Hyvään kylvötulokseen päästäessä käyttäjän tulee perehtyä koneen säätöihin ja ajotekniikkaan.

Levitysleveys ja levityskuvio muuttuvat levityslautasen pyörimisnopeuden mukaan. Joissakin koneissa pystytään vaihtamaan siemenen pudotusaukon sijaintia, millä voidaan vaikuttaa levityskuvioon ja siihen, onko levityskuvio ajolinjan suhteen keskellä. Levitysmäärää saadaan säädettyä muuttamalla ajonopeutta tai suurentamalla pohjaluukun aukon kokoa. (Heikkilä ym. 1991, 16.)

Kuviossa 3 on esitetty keskipakolevittimen levityskuvio ja levitystasaisuus lomittain ajossa. Tasainen summaviiva saadaan ajamalla levityskuvioita sopivassa määrin päällekkäin. Päällekkäin ajaessa työleveys hieman kärsii, mutta levitystasaisuutta saadaan parannettua. Ajonopeutta ja siemenmäärää tulee säätää sopivaksi oman ajotavan mukaan.



Kuvio 3. Keskivakolevittimen levityskuvio ja lomittain ajo (Heikkilä ym. 1991, 17).

Levitystarkkuus on yksi taloudellisesti merkittävä tekijä nurmien perustamisessa ja täydennyskylvössä. Keskivakolevittin vaatii huolellisuutta ja hyvää perehtymistä koneen oikeaan ajotekniikkaan ja säätöihin. On oletettavaa, että seuraavat lannoitteenlevittimen asetuksille annetut ohjeet pätevät myös piensiemeniä levitettäville keskivakolevittimille. Heikkilän (1991) mukaan levitin tulee kiinnittää traktoriin siten, että koneen levityslautanen on vaakasuorassa. Levityslautanen ei saa olla kallellaan sivuttaissuunnassa, jo 2 cm korkeusero tekee lannoitteen levityksessä heittomatkaan yli kahden metrin eron. Levityslautasen sopiva korkeus kasvustosta lautasen alareunaan on yleensä 50 – 80 cm riippuen koneesta. Levityslautasen 10 cm korkeusero vaikuttaa lannoitteen levitysleveyteen noin pari metriä. Levittimen huono säätö aiheuttaa levityskuvion toispuoliseksi.

### 2.3 Kiertokoe

Levityskoneiden levitystaulukot perustuvat testiasemoilla tehtyihin testeihin ihan-teellisissa olosuhteissa. Tulokset kertovat, miten laite säädetään, että saadaan onnistunut, tasainen levitys, oikea levitysmäärä ja sopiva työleveys. Säädot vaihtelevat laitteen ja levitettävän aineen tyyppin mukaan. Kaikissa koneissa ei ole saatavilla levitystaulukkoa, tällöin on suositeltavaa tehdä kiertokoe oikean levitysmäärän varmistamiseksi. (Lannoitteen levitys, [viitattu 11.4.2017].)

Kiertokoe on suositeltavaa tehdä aina ennen kylvön aloittamista. Kokeen avulla säädetään haluttu levitysmäärä. Ohjeet kiertokokeiden tekemiseen ovat konekohtaiset. Ohjekirjoissa on annettu ohje kiertokokeen suorittamiseen. (Kiertokoe on kylvön perusta, 2011.) Keskivakolevittimillä kiertokoe tehdään valuttamalla siementä pohja-

luukun kautta halutulla säädöllä minuutin ajan. Saatu tulos punnitaan ja sitä verrataan lasketulla kaavalla saatuun tulokseen. Laskentakaava on ( $\text{Kiertokokeen tulos} = (\text{kg/ha} * \text{ajoleveys} * \text{ajonopeus}) / 600$ ). Tästä kaavasta saatu tulos tulee täsmätä kiertokokeessa saatuun tulokseen, jolloin kaavasta nähdään kg/ha kohdalta levitysmäärä.

Kylvötaulukoissa annetut lukemat ovat vain suuntaa antavia. Kylvösiemenen juoksevuuteen syöttölaitteistossa vaikuttaa peittäusaine, siemenen puhtaus ja paino. Levityksen aikana on suositeltavaa seurata lannoitteen tai siemenen menekkiä lohko kohtaisesti oikean levitysmäärän varmistamiseksi. (Kiertokoe on kylvön perusta, 2011.)

## 2.4 Laatikkotesti

Mitä leveämmäksi siementä halutaan levittää, sitä tarkempaa on levittimen säätö. Perussäätönä kannattaa käyttää valmistajan antamia arvoja. Laatikkotesti suoritetaan siten, että pellolle tai hallin lattialle asetetaan koneen levitysleveydelle tasaisin välimatkoin astioita. Keskimmäiset astiat asetetaan ajouran keskelle. Astioiden tulee olla sen verta korkeita, että siemenet eivät sinkoa ulos astioista. (Oristo 2016.)

Jokaisessa astiassa olevat siemenet punnitaan ja tulokset syötetään Excel-taulukkoon. Tuloksista muodostetaan taulukko, josta nähdään levityskuvio. Kuvioita vertaillaan eri siemenillä, seoksilla ja levitysmäärillä.

### 3 NURMEN TÄYDENNYSKYLVÖ

Täydennyskylvö voidaan suorittaa piensiementen keskipakolevittimellä tai pneumaattisella levittimellä. Pneumaattisella levittimellä voidaan saavuttaa tasaisempi ja tarkempi tulos kuin keskipakolevittimellä. Pneumaattinen levitin sopii myös paremmin seoksien levittämiseen, koska keskipakolevittimessä seos saattaa lajittua sitä levitettäessä. Täydennyskylvöissä siemenmäärä on yleensä 8–10 kg/ha. Kylvön voi suorittaa pelkästään aukkopaikoille tai koko lohkolle. (Nurmet kuntoon täydennyskylvöllä, 2009.)

Kun nurmi vanhentuu, satopotentiaaliin vaikuttavat lajikoostumuksien muutokset, talvituhot ja sadonkorjuun sekä lannanlevityksen aiheuttamat vauriot. Talvituhot jättävät selkeät aukkopaidat nurmeen, jotka äkkiä täyttyvät rikkakasveista. Täydennyskylvöllä saadaan aukkopaikeihin kasvamaan nurmea ennen kuin rikkakasvit kerkeävät sitä valtaamaan. Täydennyskylvetyllä lohkolle voidaan päästä samana kesänä 20–30 % suurempaan satoon sekä säilyttää kasvukyvyyn ja pidentää nurmen uudistamistarvetta. Täydennyskylvön voi suorittaa keväällä tai ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen, suurempi hyöty kuitenkin saavutetaan, jos täydennyskylvö tehdään keväällä. (Nurmet kuntoon täydennyskylvöllä, 2009.) Koska keväällä on riittävästi valoa ja kosteutta eikä vanha kasvusto ole vielä varjostamassa uusia taimia. Nurmen kasvu on kovimmillaan touko-kesäkuussa juhannukseen asti, jolloin vanha nurmi voi tukahduttaa uuden nurmen. (Kurki & Valo 2013, 5.)

## 4 LEVITYSTARKKUUDEN TALOUDELLISET VAIKUTUKSET

Levitystarkkuuden haitat ilmenevät nurmikasvustossa harvana tai aukkoisena kasvustona. Perustamisvaiheessa harvaksi tai aukkoiseksi jääneen nurmen valtaa äkkiä rikkaruohot. (Puurunen & Virkajärvi 2010, 43.) Rikkaruohot vievät ravinteita ja kasvutilaa nurmelta, millä on tätä kautta merkitys satotasoon. Rikkaruohot vaikuttavat nurmen laatuun, ja jotkut niistä voivat olla myrkyllisiä rehuun joutuessa. (Puurunen, Virkajärvi & Nykänen 2010, 49.)

### 4.1 Vaihtelukerroin

Levityskuviolla esiintyy vaihtelua ajosuunnassa sekä sivusuunnassa. Ajosuunnan ja sivusuunnan vaihteluun vaikuttaa sääolosuhteet, ajonopeus ja koneen säädöt. Ajosuunnan vaihtelu kuvaa siemenmäärän vaihtelua ajosuunnassa. Ajosuuntaan nähden poikittainen vaihtelu kuvaa levitystasaisuutta koneen levitysleveydellä. Ajo- ja sivusuunnan vaihtelussa käytetään verrokkina vaihtelukerrointa.

Vaihtelukerrointa käytetään levitystasaisuuden kuvaamiseen. Se kuvaa kuinka paljon levitysmäärä keskimäärin vaihtelee levitysleveyden eri kohdista mitattuna koko työleveyden keskiarvosta. (Heikkilä ym. 1991, 5.) Kuviossa 4 on esitetty vaihtelukertoimen laskentakaava

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

v = vaihtelukerroin  
 x = mittausten keskiarvo  
 x<sub>i</sub> = yksittäinen mittaustulos  
 n = mittausten lukumäärä

Kuvio 4 Vaihtelukertoimen laskentakaava  
 (Mäkelä & Mikkola 1987, 9).

Levitystasaisuuden ollessa hyvä vaihtelukerroin on 0–10 %, Tyydyttävä ja välttävä levitystasaisuus saadaan 10–20 % vaihtelukertoimella ja huono levitystasaisuus saadaan yli 20 % vaihtelukertoimella. (Heikkilä ym. 1991, 5.)



Käytännössä vaihtelukerroin on yleensä yli 10 %, koska pellolla levitettäessä levitystasaisuutta heikentävät keliolosuhteet, mm. tuuli ym. Levitystasaisuus kuvataan yleensä piirtämällä levityskuvio saaduilla punnituservoilla. Kuvio kertoo levitysmäärän työleveyden eri kohdissa. Saatujen punnitustulosten perusteella saadaan laskettua vaihtelukerroin. Kuviot vaihtelevat eri konetyyppien kesken. Kuljettajalta vaaditaan erityistä huolellisuutta levittimen säätöjen ja ajotekniikan kanssa, kun halutaan päästä parhaaseen mahdolliseen levitystasaisuuteen. Parhaimmallakaan menetelmällä ei päästä välttämättä hyvään levitykseen, koska ulkoiset tekijät kuten tuuli ja ilmankosteus aiheuttavat kuvioon eroavaisuuksia. (Mäkelä & Mikkola 1987, 13–14).

## 5 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

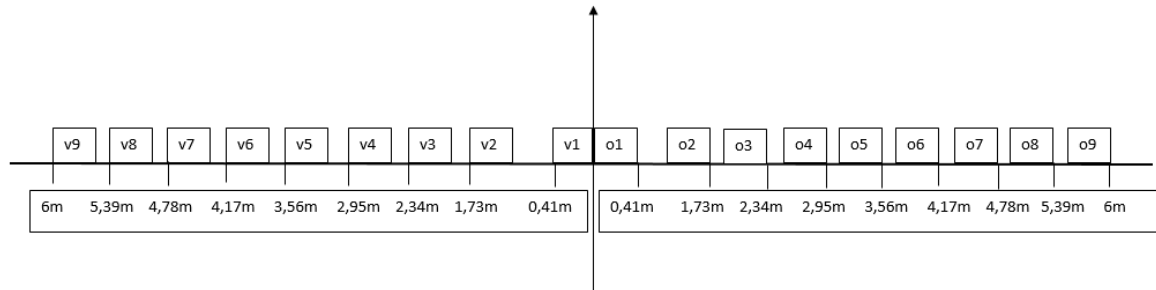
Opinnäytetyössä vertaillaan pneumaattista levitintä ja kahta keskipakolevitintä. Suoritamme levittimillä kierto- ja levityskokeita eri siemenillä. Testeissä on suunniteltu käytettävän kahta eri siemenlajia ja yhtä seosta. Koska RS100 piensiemenvittimen pohjaluukku jumittui timoteilla ja ruokonata ei valunut suppilosta, jouduimme suorittaa RS100 levittimen levityskokeet vain ympätyllä puna-apilalla ja lannoitteella. Käytimme siemeninä muilla koneilla ympätyä puna-apilaa sekä timotein, apilan ja ruokonadan seosta. Lisäksi mittaamme levityslautasen pyörimisnopeutta erillisellä kierroslukumittarilla ja vertaamme, vastaako annettu nopeus oletusarvoja.

### 5.1 Tutkimusmenetelmät

Koetta varten ajoimme traktorilla 100 metriä ja mittasimme ajan, että saimme tarkan ajonopeuden tietyllä vaihteella ja kierrosnopeudella. Kokeet suoritettiin ajamalla nopeudella 2 km/h kolme kertaa, että mittausastioihin kertyisi enemmän siemeniä. Tapa tasoittaa myös mahdollisen ajosuuntaisen vaihtelun vaikutusta tulokseen. Piensiemenvittimet asennettiin traktorin perään vaakatasoon ja niin, että levitinlautanen oli 80 cm korkeudella maasta. Piensiemenvittimillä tehtiin kiertokoe aina, kun koneen siemenmäärää muutettiin tai siementä vaihdettiin. Testejä varten tehty siemenseos sisälsi 10 % puna-apilaa, 30 % ruokonataa ja 60 % timoteita.

Tutkimuksessa käsitellään vain ajosuunnan poikittaista vaihtelua eri koneilla. Levitysstiat tehtiin leikkaamalla 30 litran AIV-astia pystysuunnassa halki, jolloin saatiin kaksi levitysstiaa. Astioiden kooksi tuli 31x37x14 cm. Kahdeksantoista levitysstiaa levitettiin lattialle riviin 12 metrin leveydelle niin että kahden astian reunasta

reunaan oli tyhjää väliä noin 20 cm ja keskimmäiset astiat siirrettiin keskelle vierekkäin, että traktorille saatiin ajoura. (Kuvio 5).



Kuvio 5. Levitysstioiden sijainti ja levityisleveys.

## 5.2 RS100

RS 100 piensiemenvittimen levitystestit tehtiin kolmella eri levitinlautasen pyörimisnopeudella. Nopeusalueet ohjaimesta olivat 10, 30 ja 50. Levittimellä tehtiin kiertokoe ympäryllä puna-apilalla ja lannoitteella. Kiertokokeessa annoimme siemenen valua minuutin levittimen ollessa käynnissä, jonka jälkeen saatu siemenmäärä punnittiin. Kuvassa 1 on esitetty kiertokokeen suorittaminen. Kiertokoe tehtiin niin, että levitinlautasen ympärille asetettiin jätesäkki, jonne siemenet kertyivät.



Kuva 1. Muovipussi asennettuna RS 100 pienen siemenlevittimeen.

Kuvassa 2 on esitetty pohjaluukun asteikko. Pohjaluukun asteikkoon jouduimme tekemään itse lisää asteikkoa, koska se oli huonosti aseteltu tehtaalla. Asteikossa –1 asento on täysin kiinni ja täysin auki on noin 2,7 kohdassa.



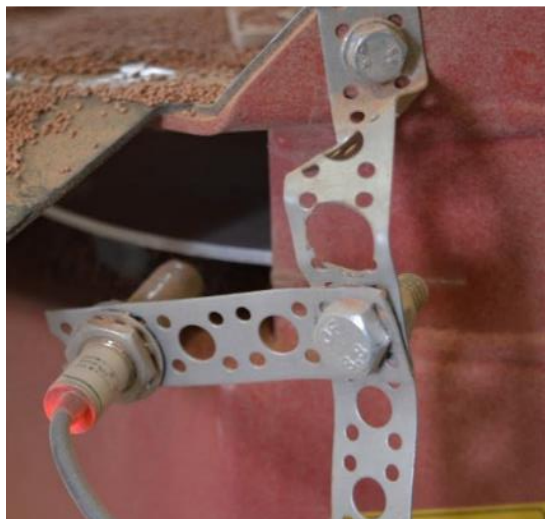
Kuva 2. RS 100 pienen siemenlevittimen pohjaluukun asteikko.

Koneeseen jouduimme tekemään asteikon levitinlautasen siiville, koska tehtaalla ei ole tehty siiville minkäänlaista asteikkoa. Kuvassa 3 on esitetty levitinlautasen siivien päähän tehty asteikko, jossa kohta 0 on tehdasasetus ja siitä molempiin suuntiin on asteikko 0,5 cm välein.



Kuva 3. RS 100 piensiemenvittimen levitinlautasen siiville tehty asteikko.

Kuvassa 4 on esitetty testejä varten kiinnitetty kierroslukumittari mittaamaan lautaseen pyörimisnopeutta, että saamme selville lautaseen tarkkan pyörimisnopeuden sekä mahdollisen kuormituksen vaikutuksen. Levittimen lautaseen liimattiin magneetti vastakappaleeksi kierrosnopeusmittarin anturille.



Kuva 4. RS 100 piensiemenvittimeen asennettu kierroslukumittari.

### 5.3 APV

Kiertokoe tehtiin samalla tyylillä, kuin RS 100 levittimellä (Kuva 1). Levittimellä tehtiin kiertokokeet ympäryllä puna-apilalla sekä timotein, ruokonadan ja apilan seoksella. Kiertokokeessa annoimme siemenen valua minuutin levittimen ollessa käynnissä, jonka jälkeen saatu siemenmäärä punnittiin.

Teimme kokeita erilaisilla pudotusaukon paikan säädöillä ja levityslautasen eri pyörimisnopeuksia. Levityslautasen siipien asentoihin emme koskeneet, koska katsoimme, että pudotusaukon paikan säädöllä saadaan tarpeeksi säädettyä levitystasaisuutta.

Levitystestit tehtiin apilalla sekä edellä kuvatulla siemenseoksella kolmella eri lautasen pyörimisnopeudella. Nopeudet olivat säätimen mukaan 1000 rpm, 2000 rpm ja 3000 rpm. Levityslautaselle kiinnitettiin kierroslukumittari todellisen pyörimisnopeuden mittaamiseksi (Kuva 5).

Kuvassa 5 on esitetty testejä varten kiinnitetty kierroslukumittari mittaamaan lautasen pyörimisnopeutta, että saamme selville lautasen tarkan pyörimisnopeuden sekä mahdollisen kuormituksen vaikutuksen.



Kuva 5. APV piensiemenvittimeen kiinnitetty kierroslukumittari.

Kuviossa 6 on esitetty siemenen pudotusaukon säätö. Säädöllä voidaan muuttaa levityskuviota enemmän oikealle tai vasemmalle. Asento on kuvassa 1,5R kohdassa.



Kuva 6. APV piensiemenvittimen siemenen pudotusaukon säätö.

Kuvassa 7 on pohjaluukun säätö. Asteikko on tässä koneessa tehtaalla asetettu hyvin paikalleen ja vastaa lukemia mitä osoittaa.



Kuva 7. APV piensiemenvittimen pohjaluukun aukon säätö.

#### 5.4 Einböck pneumaticstar-pro

Kiertokoe suoritettiin timotein, apilan ja ruokonadan seoksella sekä ympätyllä puna-apilalla. Kiertokoe varten aseteltiin koneen mukana tulleet peltilevyt syöttörullan alapuolelle ohjaamaan siemenet laatikkoon (Kuva 8). Kiertokokeessa pyöritettiin maapyörää 13 kierrosta, jonka jälkeen saatu siemenmäärä punnittiin. Punnitusmäärä kerrottiin sadalla, jolloin saatiin kilomäärä hehtaaria kohden.



Kuva 8. Einböck-piensiemenkylvökoneen kiertokokeen suorittamista varten asetetut peltilevyt.

Levitystestejä varten jouduimme madaltamaan levitysastioiden korkeutta noin 3 cm, että ne mahtuvat koneen etuladan alta. Madaltamisen jälkeen astioiden korkeus oli 11 cm. Astioiden lukumäärää jouduttiin vähentämään kuuteen ja ne piti siirtää niin että kaksi astiaa oli traktorin alla ja molemmilla puolilla reunoilla kaksi astiaa siten että ne menivät koneen tukirenkaiden välistä (Kuva 9).



Kuva 9. Einböck-piensiemenkylvökoneen levitystestejä varten asetetut levitysas-  
tiat.

Testeissä jouduttiin ajamaan rikkahara yläasennossa, joka voi vaikuttaa hieman levitystuloksiin. Testeissä ajettiin aluksi kolme kertaa astioiden yli, mutta tässä huomattiin, että traktorin moottorilta tuleva ilmavirta aiheuttaa epävarmuutta tuloksiin,

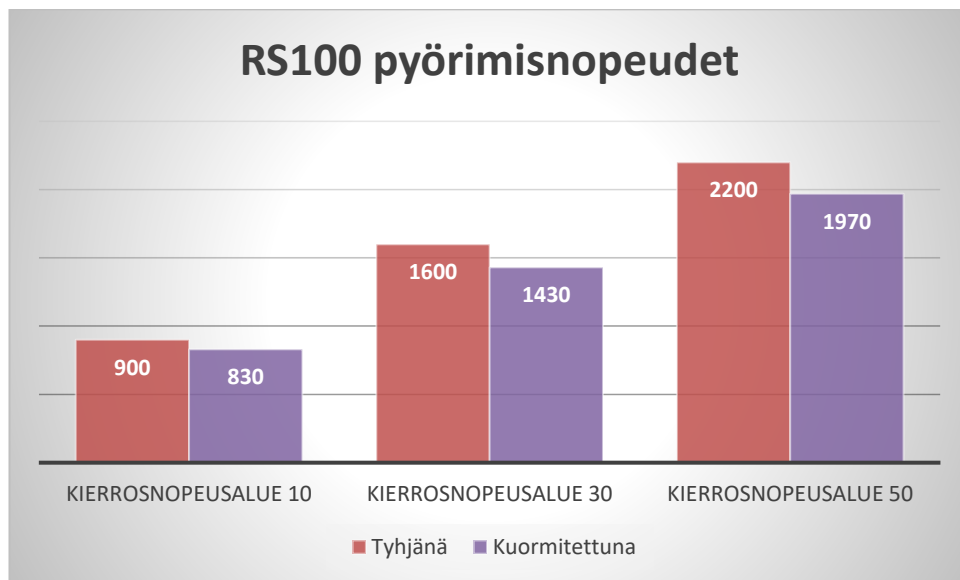


jolloin siirryimme yhden kerran ajoon suurimmalla siemenmäärällä, että punnitustulos on tarkempi. Kilomäärällä emme kokeneet olevan vaikutusta merkittävästi leviytystestien tuloksiin.

## 6 TULOKSET

### 6.1 RS 100

Apilalla tehtiin levityskokeet kolmella eri siipien säädöillä, yhdellä pudotusaukon koolla ja kolmella eri kierrosnopeudella. Levityskuvioiden taulukoissa näytetyt kierrosluvut ovat todellisia mitattuja kierroslukuja kuormitettuna. Kierrosluvut laskivat hieman kuormitettuna, varsinkin suurilla kierrosluvulla nopeuden laskeminen oli suurempaa. Tehtaan ilmoittama nimellinen kierrosnopeus koneella on 300–2700 rpm ja koneen vastaava säätöalueen numerointi on 1–50. Mittaamamme kierrosnopeudet poikkesi suuresti tehtaan ilmoittamasta nopeuksista. (Kuvio 6).

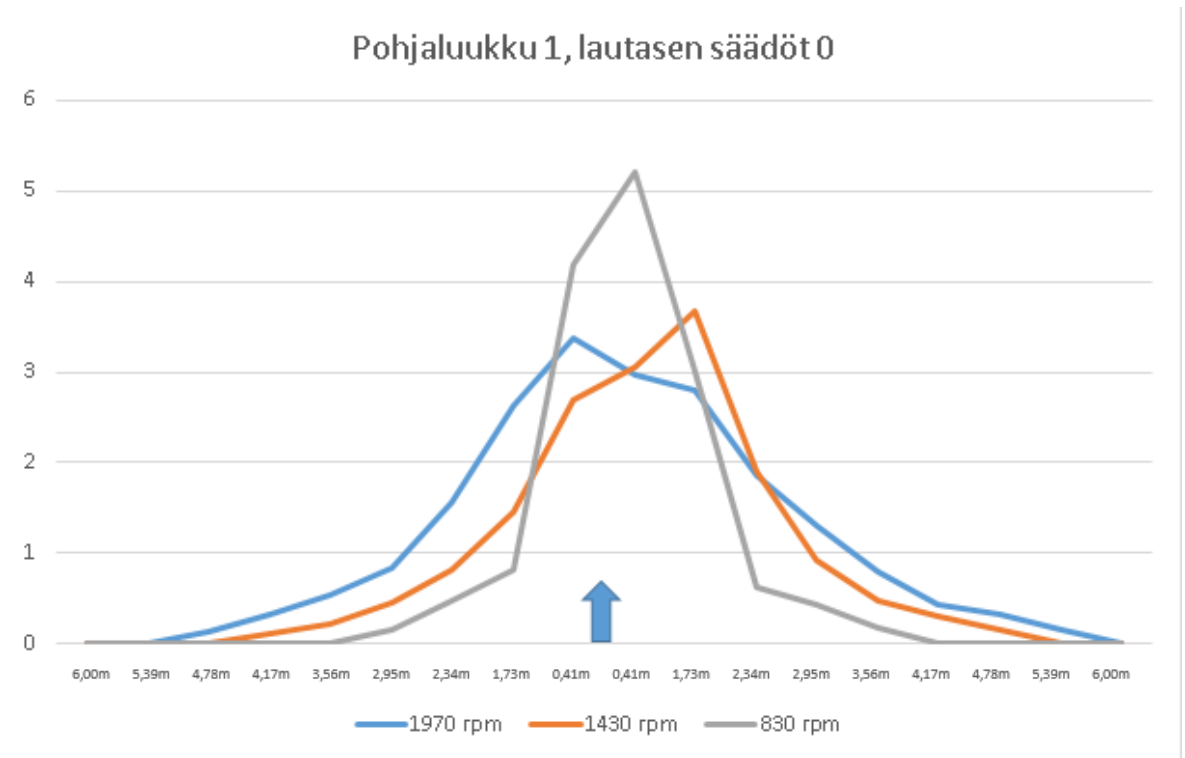


Kuvio 6. RS 100 piensiemenvittimen levitinlautasen kuormitetut ja kuormittamattomat pyörimisnopeudet.

#### 6.1.1 Puna-apila

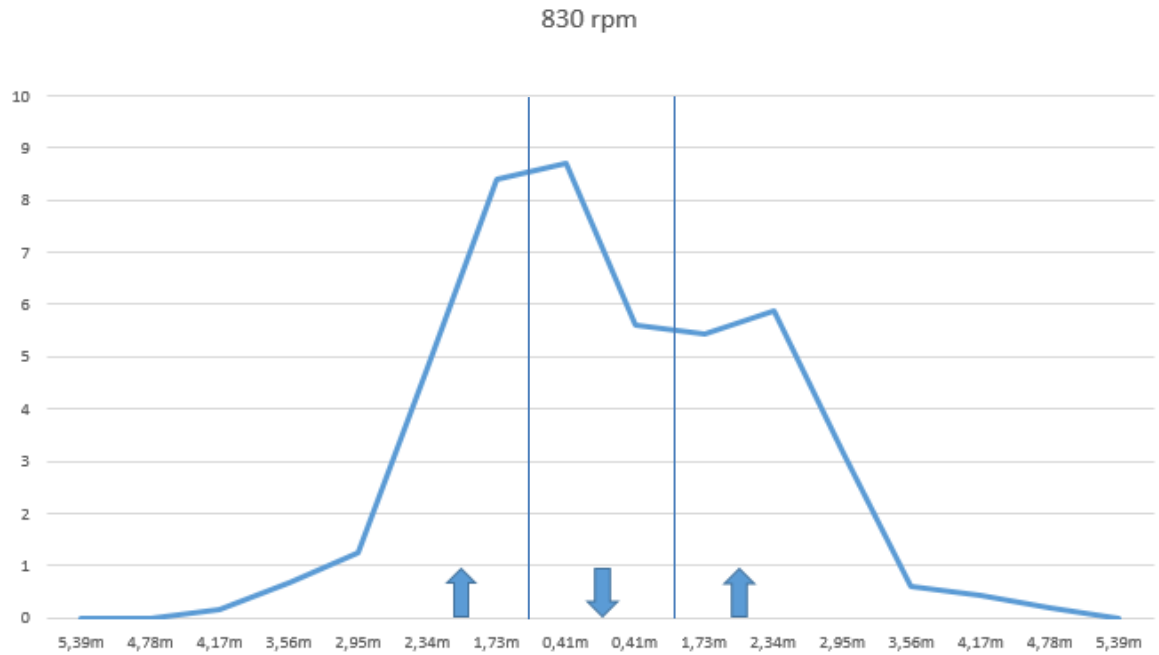
Ensimmäisessä testissä apilalla tehtiin levityskoe siipien vakiosäädöillä eli kohdassa 0. Pudotusaukon koon ollessa kohdassa 1. Testeissä käytettiin huomattavan suuria siemenmääriä tarkempien punnitustulosten saamiseksi. Kiertokokeessa minuutin aikana saatu siemenmäärä on 2068 grammaa. Siemenmäärä hehtaaria kohden on 25 kg, kun ajonopeus on 12 km/h ja työleveys 4 metriä.

Kuviossa 7 on esitetty levityskoe kolmella mitatulla kierrosluvulla pohjaluukun ollessa kohdassa 1 ja siipien asennon ollessa kohdassa 0. Sinisellä nuolella kuvataan ajosuuntaa. Kuviossa kaikilla kierrosluvuilla kuvio painottuu hieman oikealle.



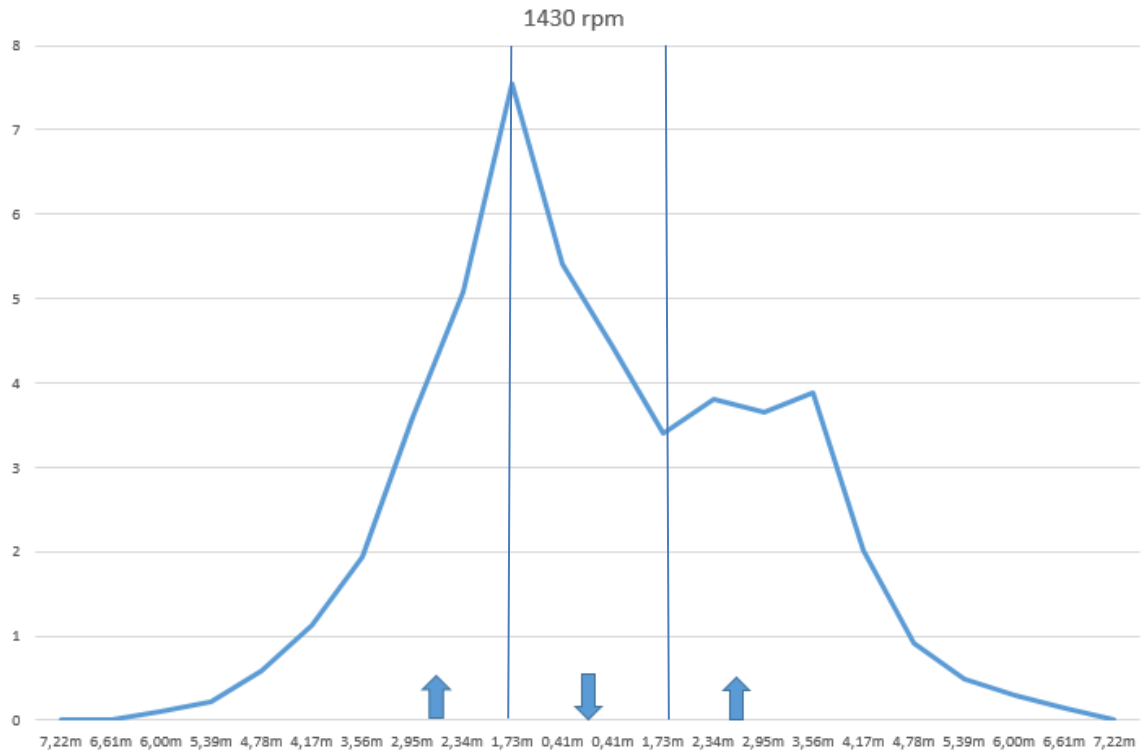
Kuvio 7. RS100 levityskuvio kolmella eri kierrosnopeudella pohjaluukun ollessa kohdassa 1 ja siipien ollessa kohdassa 0.

Kuviossa 8 nähdään summaviiva kolmen vierekkäisen edestakaisen levityksen osalta parhaan levitystasaisuuden antavalla ajokaistavälillä kierrosnopeudella 830 rpm. Näillä säädöillä päästään noin 20% vaihtelukertoimeen, mutta työleveys on vaatimaton, 2m. Kahden metrin työleveydellä ja ajonopeudella 8 km/h levitysmäärä on 78 kg/ha. Kuvioista nähdään, että levityskuvion on toispuolinen.



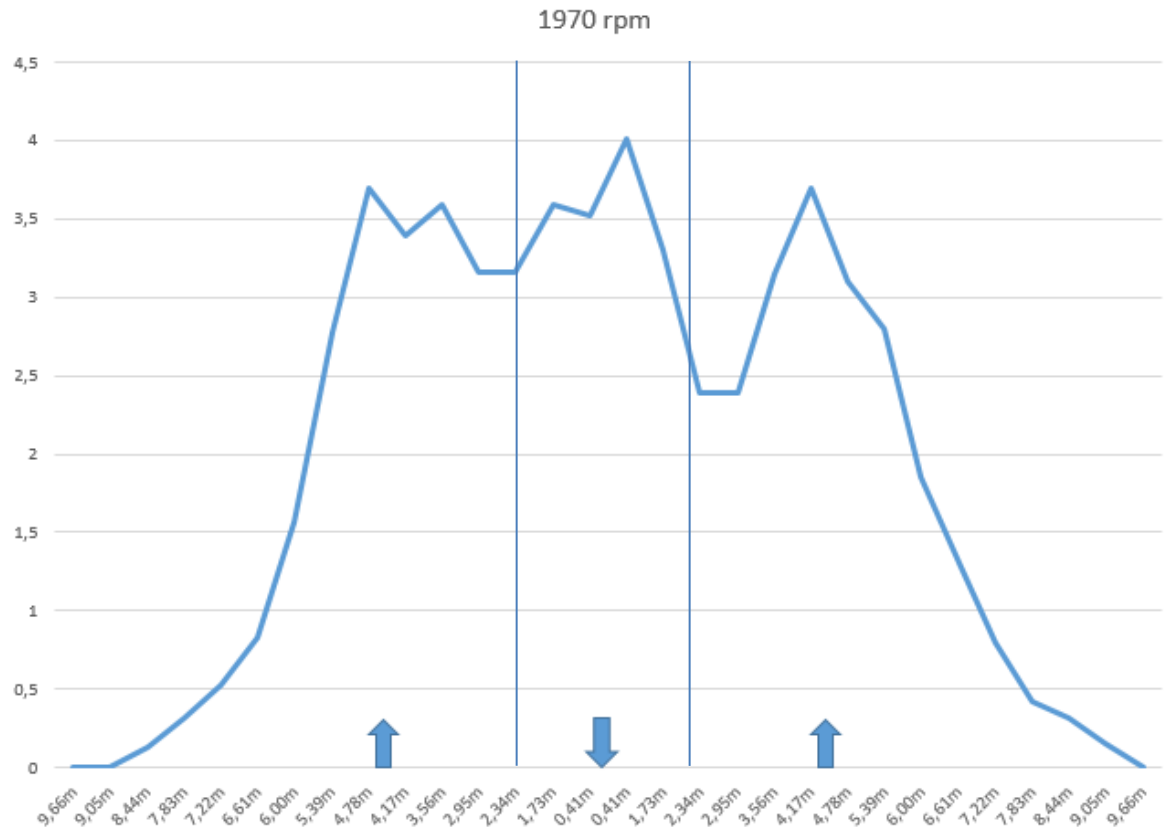
Kuvio 8. RS100 apila levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla kierrosnopeuden ollessa 830 rpm.

Kuviossa 9 nähdään levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla kierrosnopeuden ollessa 1430 rpm. Näillä säädöillä päästään noin kolmen metrin ajokaistaväliin ja noin 22 % vaihtelukertoimeen, mutta työleveys on 3m. Kolmen metrin työleveydellä ja 8 km/h ajonopeudella levitysmääräksi saadaan 52 kg/ha. Kuvioista nähdään, että levityskuvio on reilusti toispuolinen.



Kuvio 9. RS100 apila levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla kierrosnopeuden ollessa 1430 rpm.

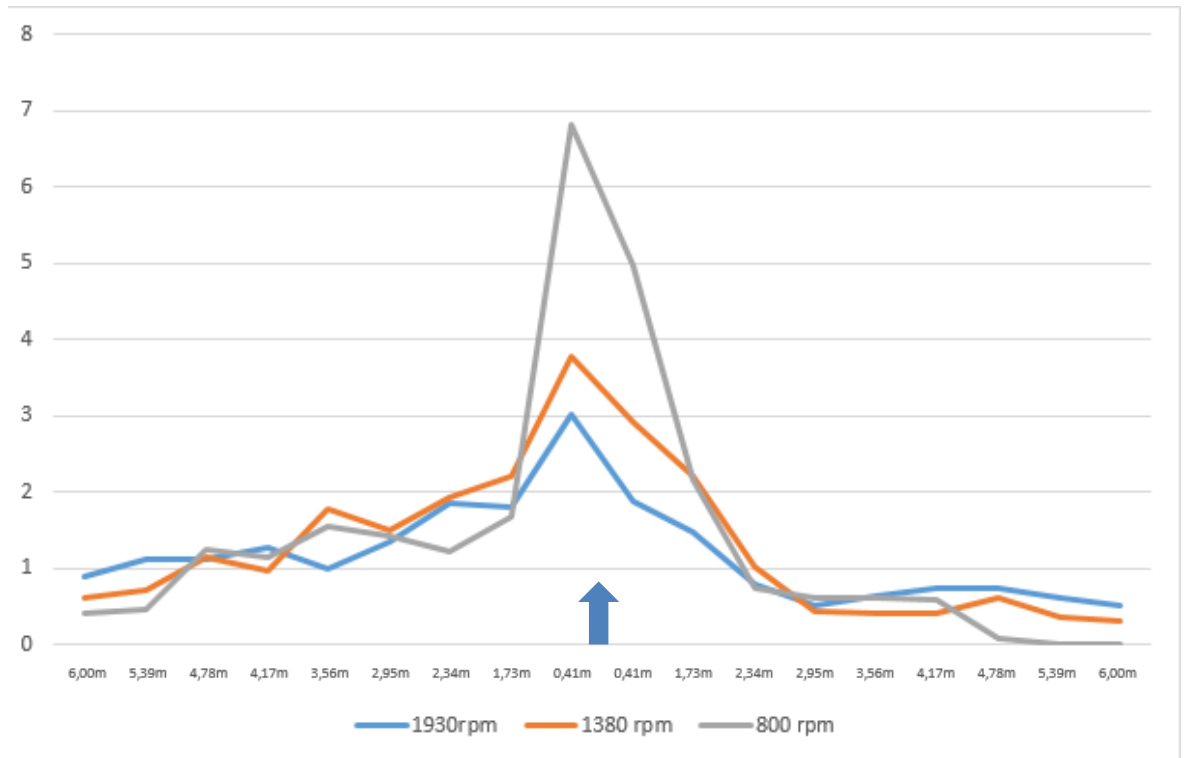
Kuviossa 10 nähdään levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla kierrosnopeuden ollessa 1970 rpm. Tällä nopeudella paras vaihtelukerroin, 15%, saavutetaan 4 m työlevydellä. Työlevyettä voidaan hieman nostaa, mutta vaihtelukerroin nousee noin 5,5 metrin työlevydellä jo 26 %:iin. Neljän metrin työlevydellä ajonopeuden ollessa 8 km/h levitysmäärä on 39 kg/ha. Jos ajonopeutta nostetaan 12 km/h päästään 25 kg/ha siemenmäärään.



Kuvio 10. RS100 apila levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla kierrosnopeuden ollessa 1970 rpm.

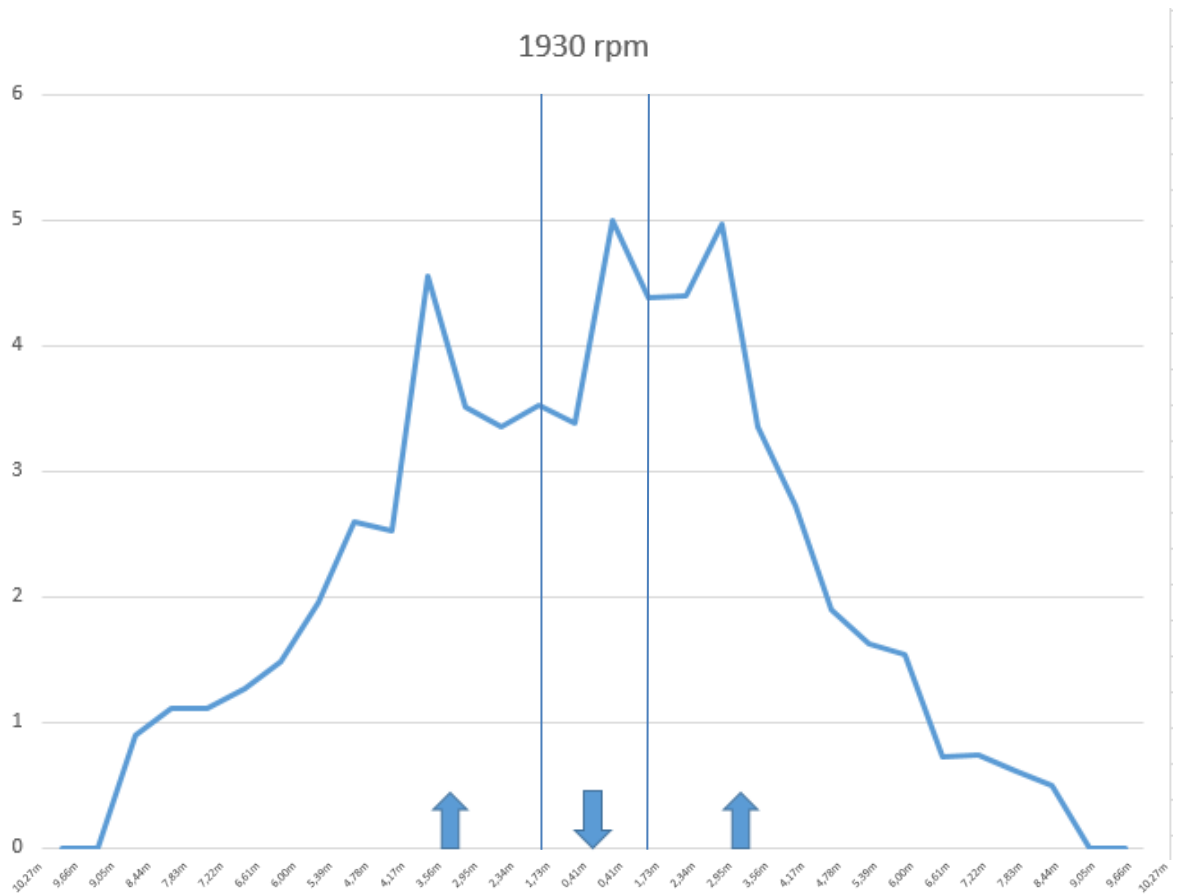
### 6.1.2 NPK lannoitteen levitys

NPK lannoitteella tehtiin koneen maahantuojan pyynnöstä testi, kuinka lannoitteen levitys onnistuu laitteella. Levitystestit tehtiin kolmella eri kierrosnopeudella lautasten säätöjen ollessa tehdasetuksissa ja pohjaluukku kohdassa 2,7 (Kuvio 11). Kierrosluvut laskivat apulannalla nopeusalueilla 10, 30 ja 50 noin 30 rpm enemmän, kuin siemenillä.



Kuvio 11. RS100 piensiemenvittimen apulannan levityskuviot.

Parhaaseen levitystulokseen päästään 1930 kierrosnopeudella, jolla päästään noin kolmen metrin ajokaistaväliin vaihtelukertoimen ollessa noin 13 %. 8 km/h ajonopeudella ja 3 metrin levitysleveydellä levitysmäärä on 67,5 kg/ha (Kuvio 12).



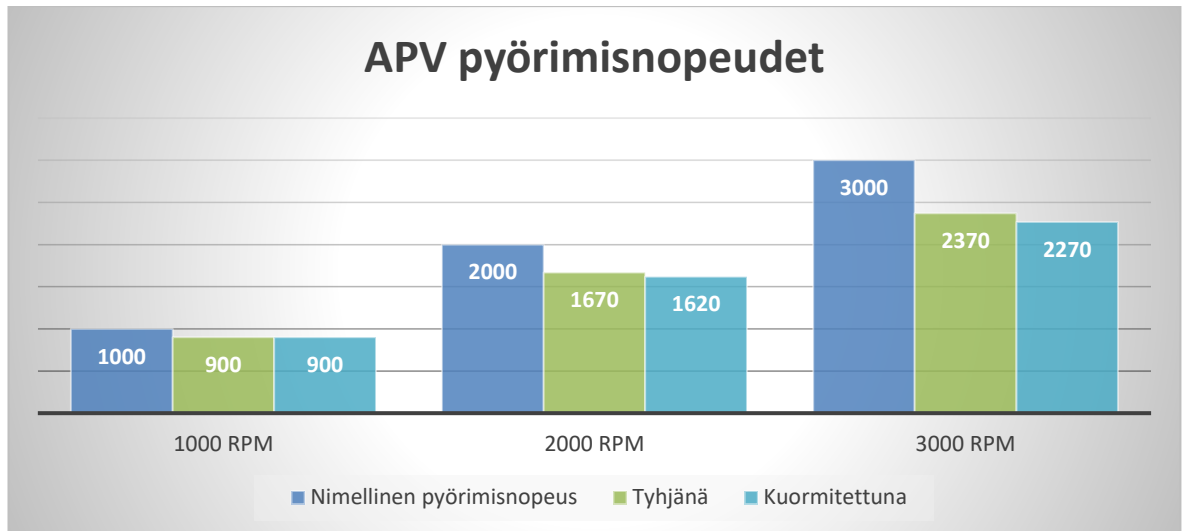
Kuvio 12. RS100 apulannan levityskuvio edestakaisin ajolla.

## 6.2 APV

Levittimellä tehtiin levityskokeet kolmella eri kierrosnopeudella ja pohjaluukun asennolla. Lautasen siipien säätöihin ei koskettu, koska koimme saavamme pudotusaukon säädöllä hyvän levitystuloksen.

Levityskuviotaulukoissa olevat kierrosnopeudet ovat nimellisiä nopeuksia ohjaimesta. Nimellisen kierrosnopeuden ollessa 1000 rpm todellinen pyörimisnopeus on 900 rpm ja kuormitettuna ei ollut vaikutusta pyörimisnopeuteen. Nimellisen kierrosnopeuden ollessa 2000 rpm todellinen pyörimisnopeus on 1670 rpm ja kuormitettuna 1620 rpm. Nimellisen kierrosnopeuden ollessa 3000 rpm todellinen pyörimisnopeus on 2370 rpm ja kuormitettuna 2270 rpm (Kuvio 13).

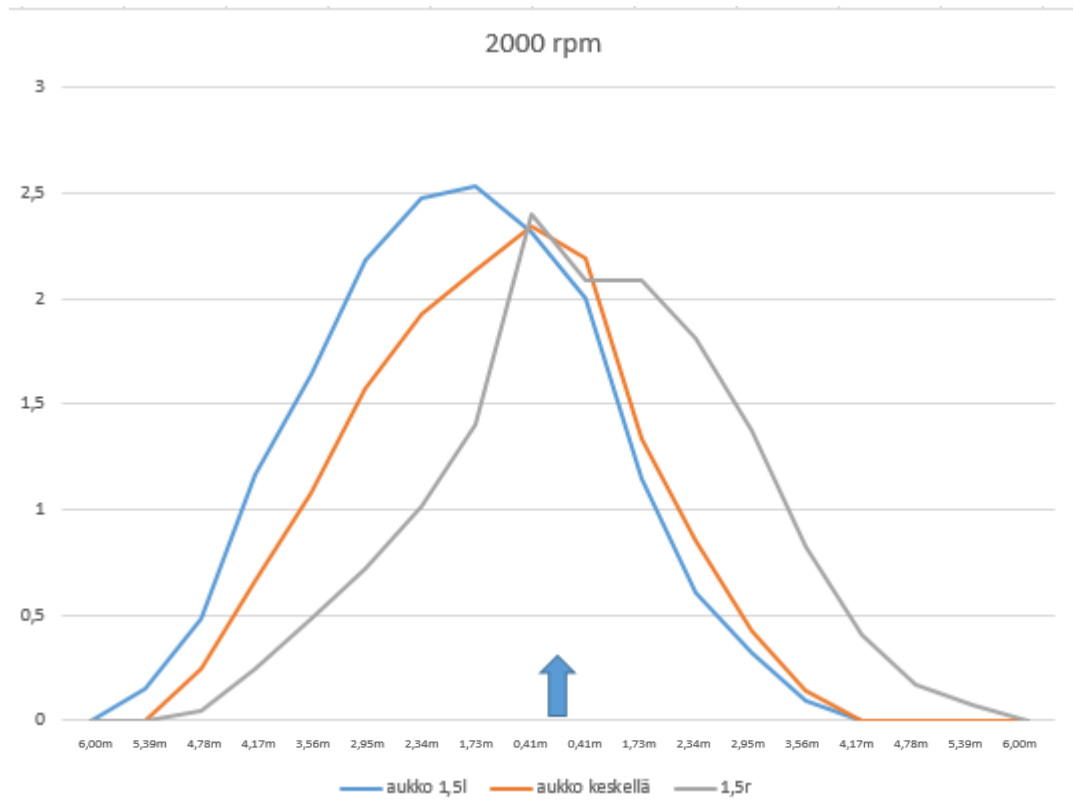




Kuvio 13. APV piensiemenvittimen levitinlautasen tehtaan ilmoittamat, kuormitettut ja kuormittamattomat pyörimisnopeudet.

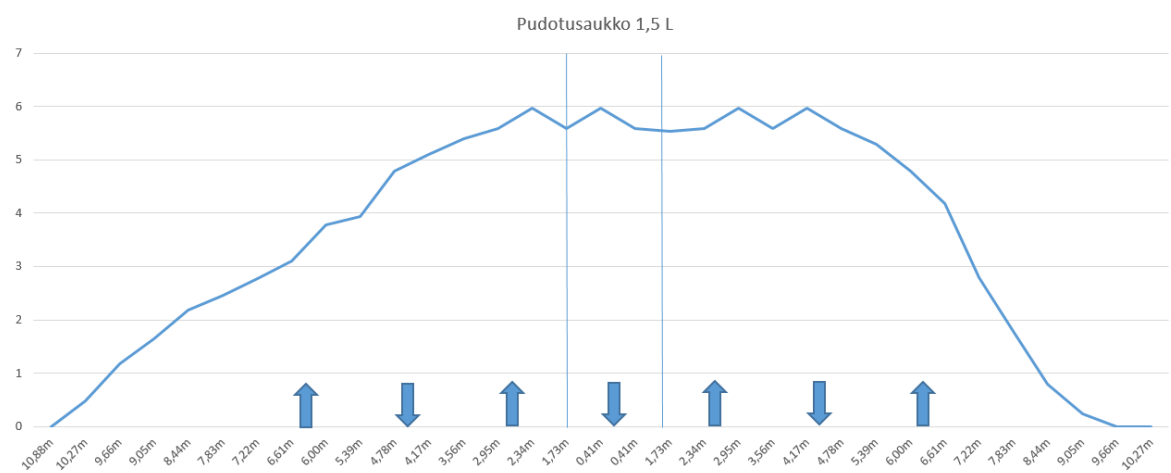
#### 6.2.1 Puna-apila

Kuviossa 14 on esitetty apilan levityskuviot levityslautasen 2000 rpm nimellisellä kierrosnopeudella kolmella eri pudotusaukon säädöllä. Näissä testeissä käytettiin pohjaluukun asentoa 1. Tällä pohjaluukun säädöllä saatiin kiertokokeessa punnitusmääräksi minuutin aikana 1186 grammaa.



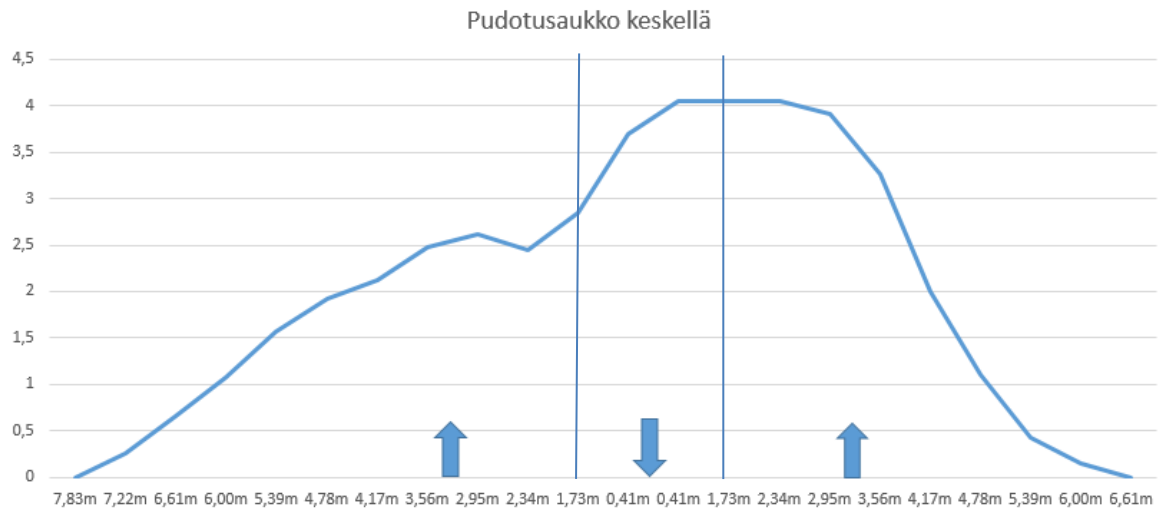
Kuvio 14. APV apila levityskuviot eri pudotusaukon paikoilla.

Kuviossa 15 on esitetty kolmella rinnakkaisajolla suoritettu testi pohjaluukun pudotusaukon ollessa 1,5 L. Tällä säädöllä päästään erinomaiseen levitystasaisuuteen noin 2,5 metrin ajokaistavälillä vaihtelukerroin on noin 3 %. Jos ajokaistan väliä kasvatetaan noin 3 metriin, nousee vaihtelukerroin jo noin 14 %:tiin.



Kuvio 15. APV apilan levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla.

Kuviossa 16 on esitetty kolmella rinnakkaisajolla suoritettu testi pohjaluukun pudotusaukon ollessa keskellä. Näillä säädöillä päästään noin 3 metrin ajokaistaväliin vaihtelukertoimen ollessa noin 10 %. Ajokaistaväliä voidaan nostaa noin 3,5 metriin mutta vaihtelukerroin nousee tällöin noin 25 %:tiin.



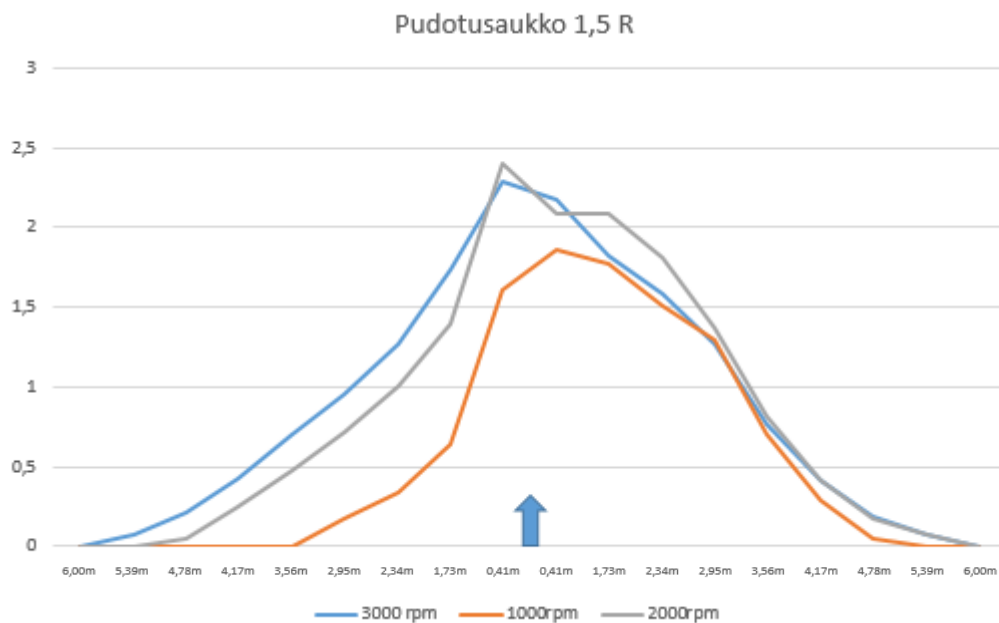
Kuvio 16. APV levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pudotusaukon paikan ollessa keskellä.

Kuviossa 17 on esitetty kolmella rinnakkaisajolla suoritettu testi pohjaluukun pudotusaukon ollessa 1,5 R. Näillä säädöillä päästään noin 3,5 metrin ajokaistaväliin vaihtelukertoimen ollessa noin 18 %. Jos ajokaistaväliä nostetaan noin 5 metriin, vaihtelukerroin nousee noin 22 %:tiin.



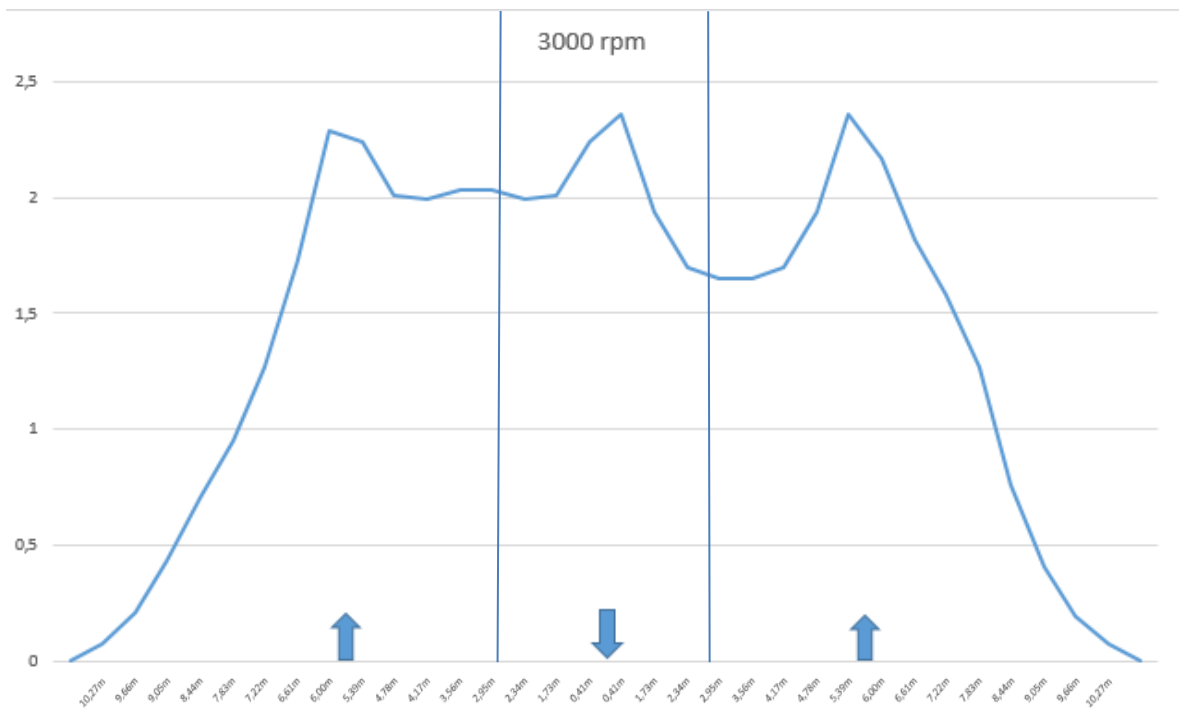
Kuvio 17. APV apilan levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pudotusaukon paikan ollessa 1,5 R.

Pohjaluukun pudotusaukon asennolla 1,5 R tehtiin levityskokeet kolmella eri kierrosnopeudella, jonka näimme olevan paras tekemiemme testien perusteella (Kuvio 18).



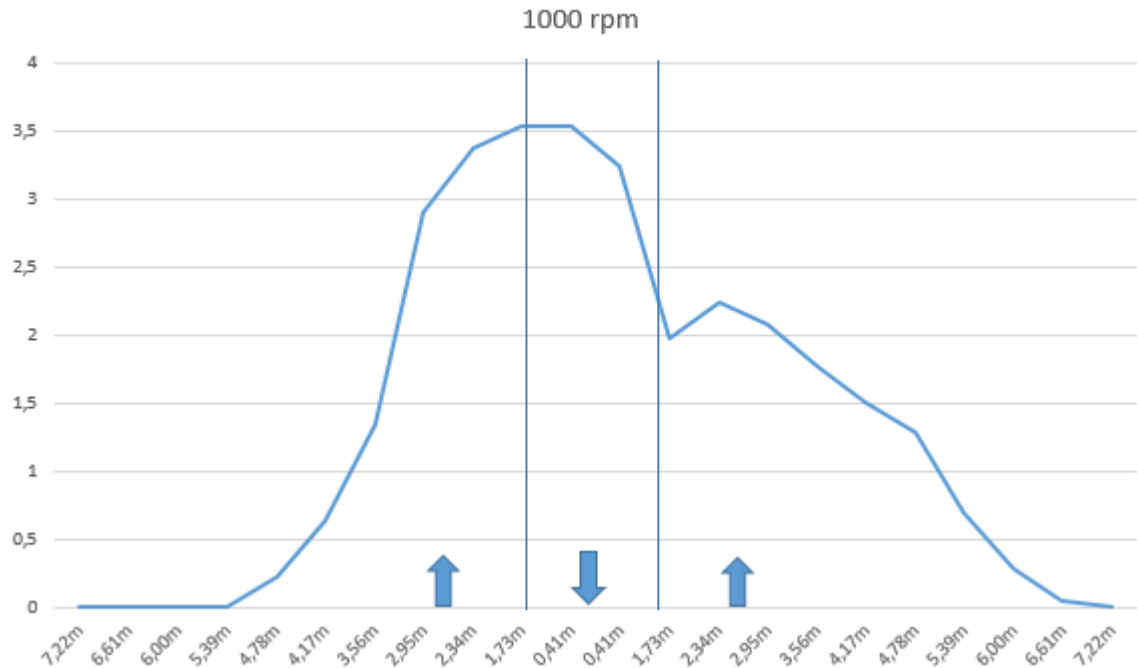
Kuvio 18. APV apila levityskuviot kolmella eri kierrosnopeudella pudotusaukon paikan ollessa 1,5 R.

Kuviossa 19 on esitetty levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pudotusaukon ollessa 1,5 R ja lautasen nimellinen pyörimisnopeus 3000 rpm. Näillä säädöillä päästään noin 5,5 metrin ajokaistaväliin vaihtelukertoimen ollessa noin 11 %. Jos ajokaistaväliä nostetaan 6 metriin, vaihtelukerroin nousee noin 17 %:tiin.



Kuvio 19. APV levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pudotusaukon ollessa 1,5 R ja lautasen nimellinen pyörimisnopeus 3000 rpm.

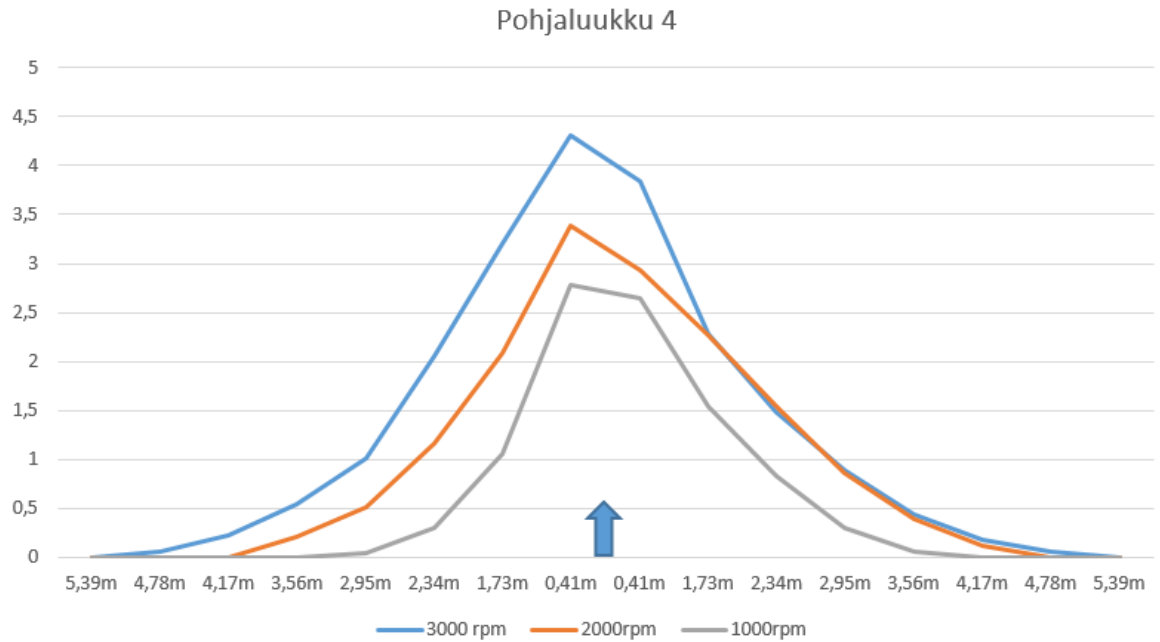
Kuviossa 20 on esitetty levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pudotusaukon ollessa 1,5 R ja lautasen nimellinen pyörimisnopeus 1000 rpm. Näillä säädöillä päästään noin 2,5 metrin työleveyteen ja 10 % vaihtelukertoimeen. Ajokaistavälin noustessa noin 3 metriin vaihtelukerroin nousee 30 %:tiin. Kuviossa 17 voi tarkastella 2000 rpm nimellisellä kierrosnopeudella tehtyä kolmen rinnakkaisajon levityskuviota.



Kuvio 20. APV levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla pohjaluukun ollessa 1,5 R ja lautasenpyörimisnopeus 1000 rpm.

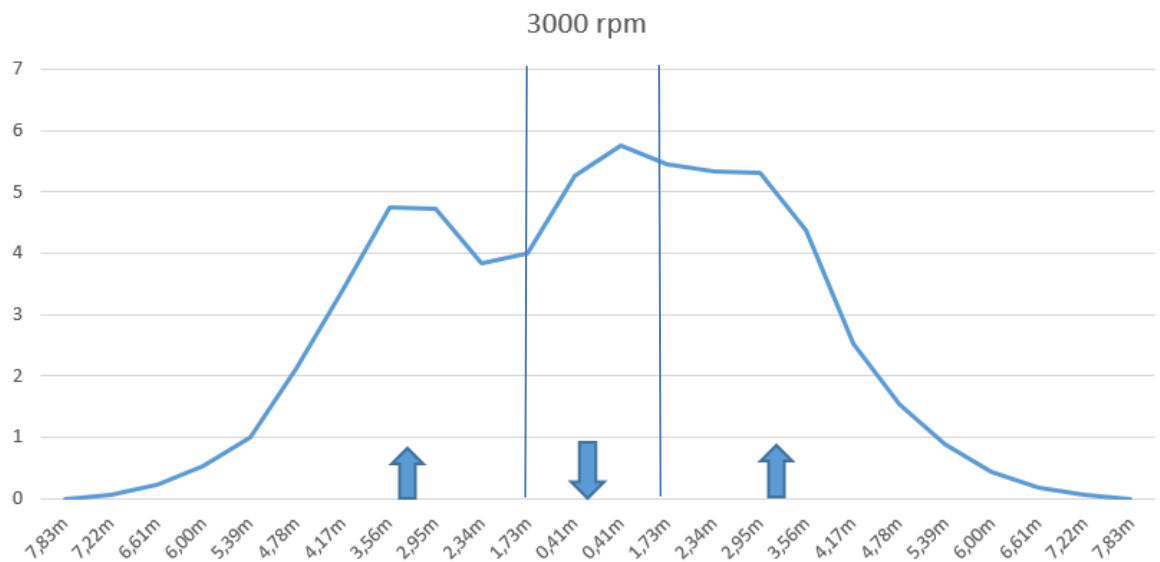
## 6.2.2 Timotein, ruokonadan ja apilan seos

Timotein, ruokonadan ja apilan seoksella tehtiin levitystestit pohjaluukun asennolla 4, jolloin kiertokokeessa saatiin punnitusmääräksi minuutin aikana 1000 g. Pohjaluukku pidettiin samassa 1,5 R asennossa. Levityslautasen siipien asentoja ei muutettu. Kuviossa 21 on esitetty levityskuvio kolmella eri nimellisellä kierrosnopeudella pudotusaukon ollessa 1,5 R ja pohjaluukun asennon ollessa 4.



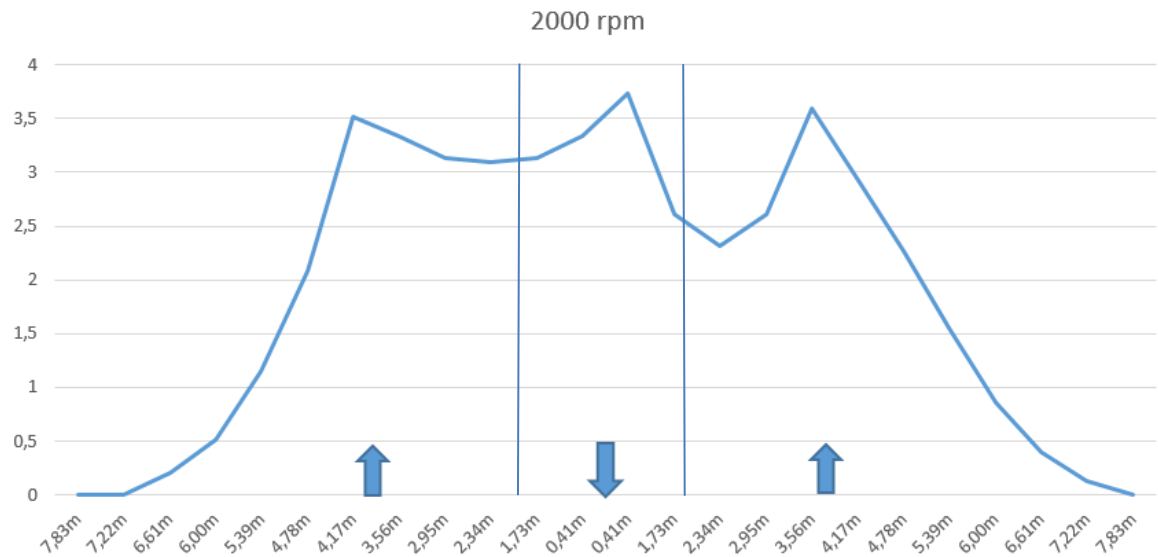
Kuvio 21. APV piensiemenvittimen levityskuvio seoksella kolmella eri kierrosnopeudella.

Kuviossa 22 on esitetty levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levityslautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 3000 rpm. Säädoillä päästään noin 3 metrin ajokaisväliin vaihtelukertoimen ollessa noin 13 %. Jos ajokaisväliä nostetaan noin 3,5 metriin, vaihtelukerroin nousee noin 16 %:tiin.



Kuvio 22. APV seos levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levityslautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 3000 rpm.

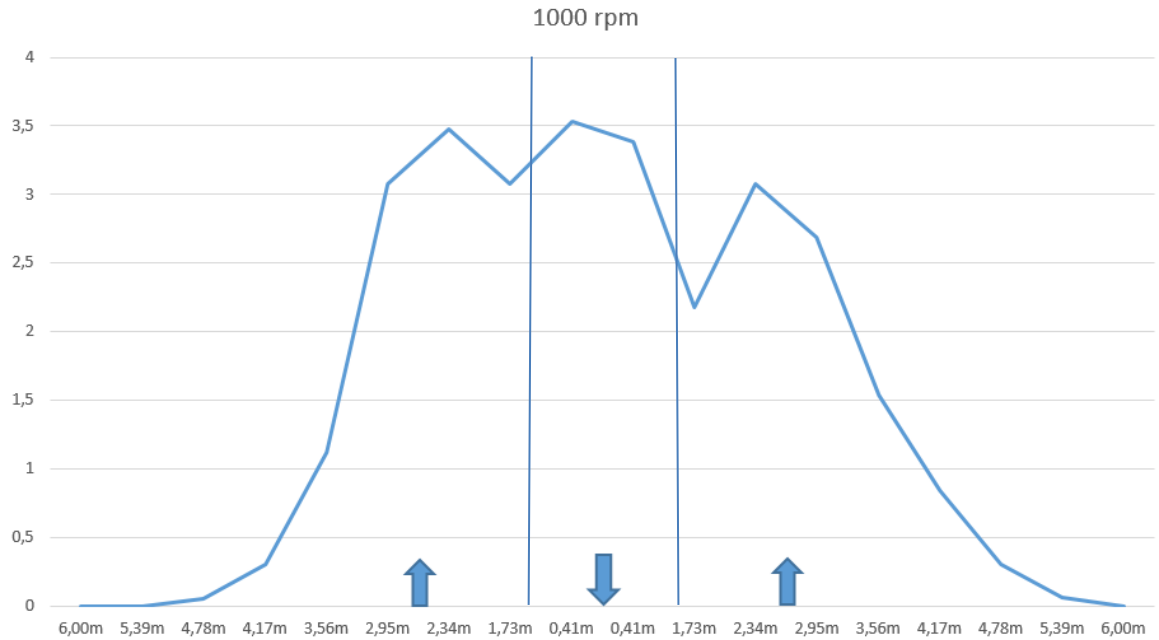
Kuviossa 23 on esitetty levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levityslautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 2000 rpm. Näillä säädöillä päästään noin 3,5 metrin ajokaistaväliin vaihtelukertoimen ollessa noin 14 %. Jos ajokaistaväliä nostetaan noin 4 metriin, vaihtelukerroin nousee noin 21 %:tiin.



Kuvio 23. APV seos levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levitinlautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 2000 rpm.

Kuviossa 24 on esitetty levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levityslautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 1000 rpm. Näillä säädöillä päästään noin 2,5 metrin ajokaistaväliin ja 14 % vaihtelukertoimeen. Jos ajokaistaväliä nostetaan noin 3 metriin, vaihtelukerroin nousee noin 26 %:tiin.





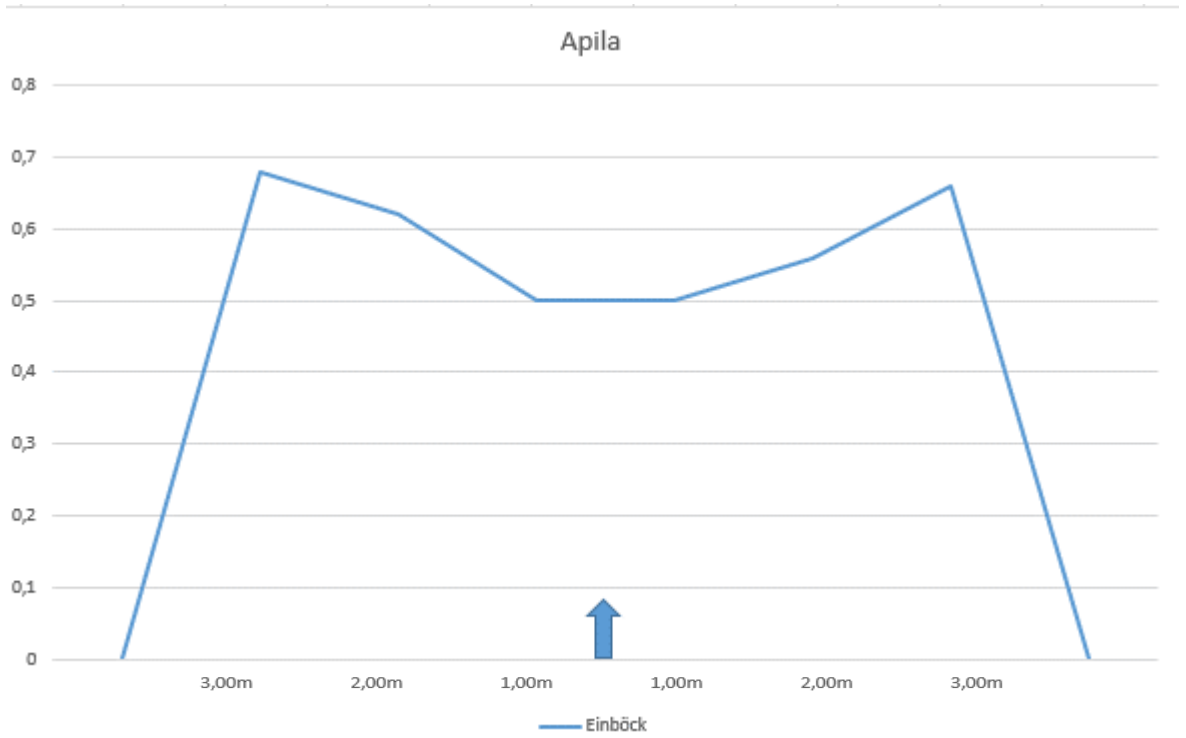
Kuvio 24. APV seos levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla levityslautasen nimellisen kierrosnopeuden ollessa 1000 rpm.

### 6.3 Einböck

Koneella tehtiin levityskokeet ympäryllä puna-apilalla sekä timotein, ruokonatan ja apilan seoksella. Ajokertoja testin aikana suoritimme yhden suurimmalla mahdollisella siemenmäärällä, koska useammalla ajokerralla huomasimme tulevan epävarmuutta tuloksiin. Traktorin moottorilta tuleva ilmavirta puhalsi siemeniä pois levitystasialtoista. Suuremmalla siemenmäärällä emme nähneet olevan suurta vaikutusta levitystuloksiin.

#### 6.3.1 Puna-apila

Kuviossa 25 on apilalla suoritettu levitystesti. Kokeessa siemenmääränä käytettiin 47,4 kg/ha tarkemman punnitustuloksen saamiseksi. Kuvioista huomataan, että keskelle levittyi hieman vähemmän siementä kuin reunoille.



Kuvio 25. Einböck apila levitystesti.

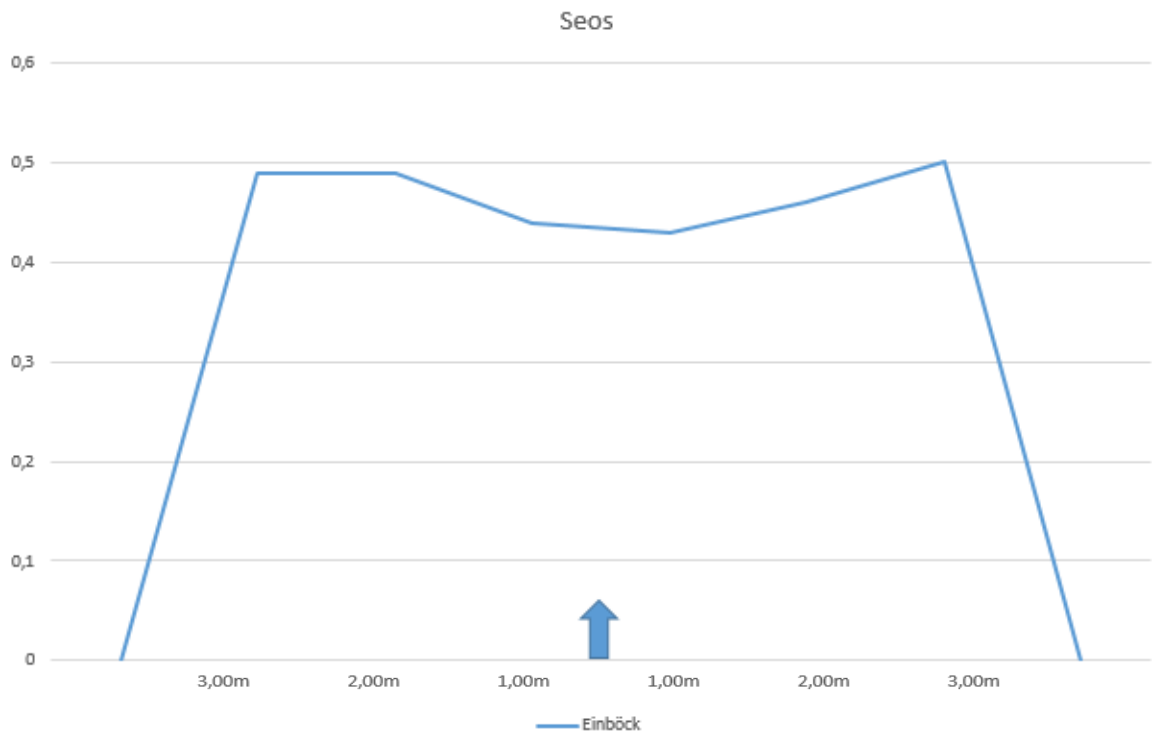
Kuviossa 26 on esitetty apilan levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla edellä mainitulla säädöllä. Apilalla päästään noin 12 % vaihtelukertoimeen.



Kuvio 26. Einböck apila levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla.

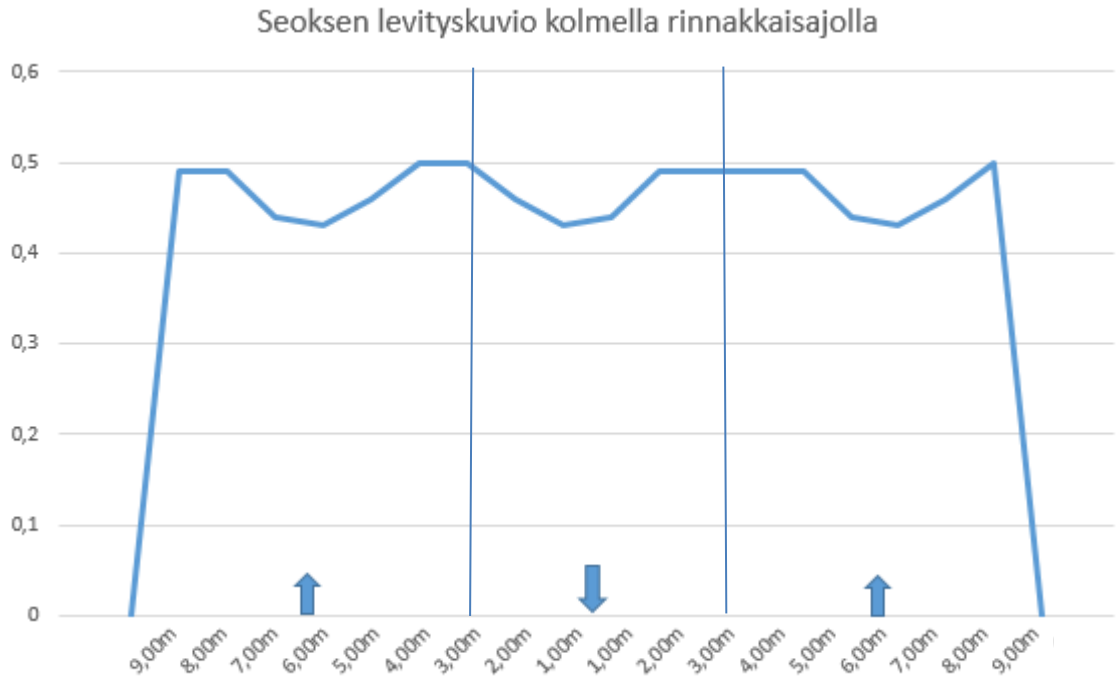
### 6.3.2 Timotein, ruokonatan ja apilan seos

Kuviossa 27 on esitetty ruokonata, apila, timotei seoksella tehty levitystesti. Testissä käytettiin suurinta mahdollista siemenmäärää tarkemman punnitustuloksen saamiseksi. Siemenmäärä oli noin 34 kg/ha. Kuviosta huomataan, että levitystasaisuus on selkeästi tasaisempi, kuin apilalla.



Kuvio 27. Einböck seos levitystesti.

Kuviossa 28 on esitetty seoksen levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla. Seoksella päästään huomattavasti tasaisempaan levitystulokseen, vaihtelukerroin seoksella on noin 6 %.



Kuvio 28. Einböck seos levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 7.1 Bagramet RS100

RS100 levitin on puolalainen ja sitä maahantuo Maatalouskoneet.fi. Levitin on tarkoitettu pääasiassa kerääjäkasvien ja muiden pienten siementen levittämiseen, kuten apila yms. Levittimestä huomaa, että se on valmistettu halvemmalla, kuin vertailussa ollut toinen keskipakolevitin. Koneen ominaisuuksissa havaitsimme puutteita. Pohjaluukussa saisi olla pudotusaukon säätö. Ruokonadalla havaitsimme ongelmia siemenen valumisessa, sekoittimen toinen asento voisi poistaa tämän ongelman. Koneen pohjaluukku takerteli testien aikana timoteilla. Timotein siemen oli niin pientä, että se meni pohjaluistin ja rungon väliin ja täten luukku ei sulkeutunut eikä auennut. Joten jouduimme suorittamaan testit pelkällä apilalla ja apulannalla.

Levitinlautasessa olisi hyvä olla kolme levitinsiipeä ja lautasen tulisi olla kupera tasisemman ja leveämmän levitystuloksen saamiseksi. Tehtaanilmoittama kierrosluokaluue on 300–2700 rpm. Kiinnitimme levittimeen erillisen kierroslukumittarin, josta seurassimme kierroslukua konetta kuormittaessa. Koneen todellinen lautasen pyörimisnopeus tyhjänä on noin 600–2200 rpm. Havaitsimme kierrosluvun laskemisen apilan siemenellä kuormitettuna noin 200 rpm suurimmalla nopeussäädöllä ja nopeussäädöllä 10 kierrosluku laski noin 100 rpm kuormitettuna. Siemenen syöttömäärää pystytään säätämään portaattomasti kyljessä olevalla luukulla. Asteikko pohjaluukun säädölle on asetettu tehtaalla hieman väärään kohtaan ja pienemmillä pohjaluukun asennoilla voi joutua lisäämään itse merkkejä asteikoksi (Kuva 2).

Kuvassa 10 on esitetty RS100 levittimen ohjainyksikkö. Ohjaimessa olisi hyvä olla erillinen lautasen käynnistysnappi sekä pohjaluukun aukaisulle ja sulkemiselle. Ohjain käynnistetään ensin virtanapista ja sen jälkeen valitaan kierrosluokaluue ylös tai alas osoittavalla nuolinäppäimellä. Tämän jälkeen painetaan oikealle osoittavaa nuolinäppäintä. Levitinlautanen käynnistyy ja muutaman sekunnin viiveellä aukeaa pohjaluukku. Pohjaluukku suljetaan samalla napilla. Sulkemisen jälkeen levitinlautanen jatkaa pyörimistä ja kone pitää sammuttaa virtanappia painamalla.



Kuva 10 RS100 piensiemenkylvökoneen ohjainyksikkö.

## 7.2 APV ES 100 M2

Vertailussa käytettiin toisena koneena Nord Millsin maahantuomaa sähkökäyttöistä keskikapolevitintä. Koneesta huomasi, että se on laadukkaammin tehty kuin vastaava RS100. Koneen valmistusmaa on Itävalta. Levityslautasessa on 3 levityssiipeä ja lautanen oli muotoiltu kuperaksi. Tällä on saatu parannettua siemenen levityskuviota ja tasaisuutta. Koneessa on myös pudotusaukon säätö. Vaihtamalla aukon paikkaa saadaan siemenet tippumaan eri kohtaan lautasta, täten saadaan parannettua levityskuviota ja sen tasaisuutta. Emme havainneet tällä koneella ongelmia siemenien valumisen kanssa. Ohjainyksikkö oli tässä koneessa parempi, koska siitä näki oletetun kierrosnopeuden. Ohjauspaneelin nopeudensäätö saisi olla suuremmalla nousulla. Nyt se on kymmenen yksikön nousulla.

Kuvassa 11 on esitetty APV ohjainyksikkö. Ohjainyksikkö käynnistetään virtanapista, tämän jälkeen valitaan kierrosnopeusalue + ja -napin avulla. Levitinlautanen käynnistyy, kun nopeus on valittu. Pohjaluukku avataan vasemmalle osoittavalla

punavalkoisella nuolella ja suljetaan vieressä olevalla vasemmalle osoittavalla punaisella nuolella. Ohjaimen joitakin säätöjä saadaan muutettua, kun selataan ylös ja alas osoittavilla nuolilla haluttu säätö.



Kuva 11. APV piensiemenkylvökoneen ohjainyksikkö.

Kiinnitimme levittimeen erillisen kierroslukumittarin, josta seurasimme todellista kierroslukua tyhjänä ja konetta kuormittaessa. Tehtaan ilmoittama kierrosluku alue on 100–3000 rpm ja todellinen pyörimisnopeus tyhjänä on 100–2370 rpm. Kuormittaessa kierrosluku laski suurimmalla nopeudella noin 100 rpm (Kuvio 29).

### 7.3 Einböck pneumaticstar-pro

Kolmas kone oli ilma-avusteinen putkeen levittävä kone, jossa on rikkahara. Keskellä on siemensäiliö, jonka pohjassa on syöttörihlasto, joka tiputtaa siemenen putkille ja puhallin avustaa siemenet hajotinlevylle. Puhallin saa käyttövoiman voimannoakselista. Syöttörihlasto saa käyttövoimansa maapyörästä. Koneen valmistusmaa on Itävalta (Kuva 12).



Kuva 12. Einböck pneumaticstar-pro piensiemenkylvökone

Koneen työleveys on 6m. Lisävarusteena on etulata, joka helpottaa pellonpinnan epätasaisuuksien poistamisessa. Pneumaattisella koneella saadaan tarkka levitys, eikä tuuli ole este kylvölle. Piikkien tarkoituksena on kerätä pois kuloheinää ja rikkoa kylvöalustaa, rikkaäespiikit ovat säädettävissä. Huomasimme, että hajotinlevyjen asennolla on merkitystä. Testiä aloitettaessa yksi hajotinlevy oli huonossa asennossa ja siemenet osuivat suoraan runkoon, tämä vaikutti radikaalisti levitystulokseen. Kylvömäärän säätö tehtiin portaattomasti traktorin sisällä olevasta ohjauspaneelistä. Kylvettäessä isompia siemeniä kuten herne, härkäpapu ym. koneeseen on mahdollista vaihtaa isompi syöttörihlasto. Koneen omapaino on 1436 kg ja ei näin sovellu käytettäväksi pienemmillä traktoreilla. Koneen tehotarpeeksi tehdas ilmoittaa 80 hv.

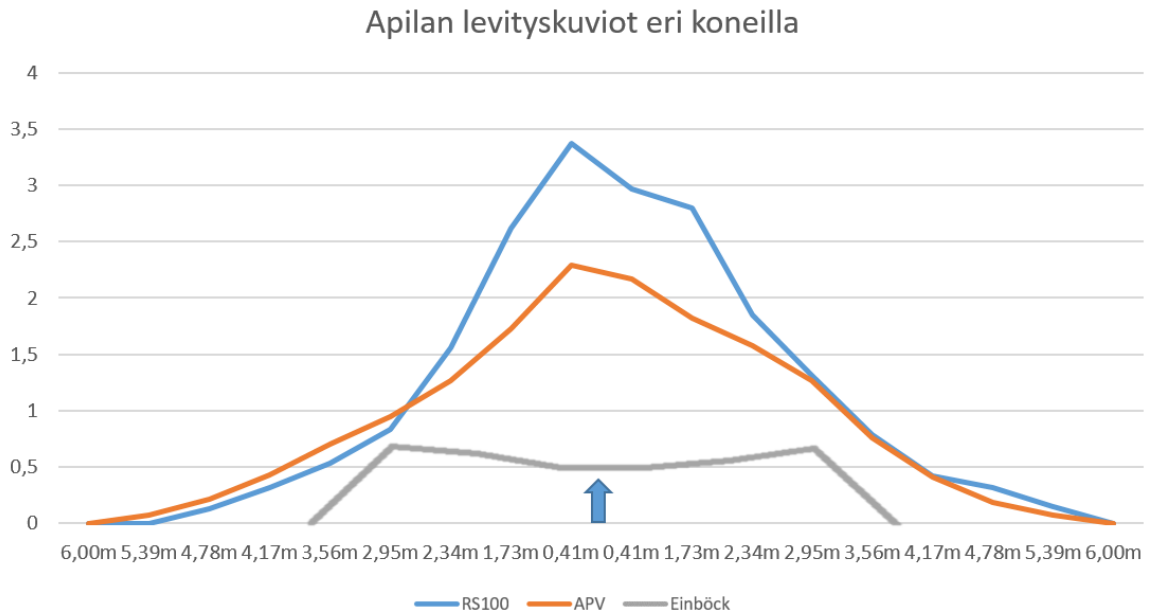
#### 7.4 Vertailu

Kierroslukumittarilla saadut tulokset näyttävät, että levitinlautasen todelliset pyörimisnopeudet poikkeavat huomattavasti tehtaalta ilmoitetuista pyörimisnopeuksista. Pyörimisnopeuden laskeminen vaikuttaa levityslevyyteen. APV:llä tehtaan antama pyörimisnopeus on 100–3000 rpm, kun todellinen pyörimisnopeus suurimmalla nopeudella on 2370 rpm. RS100 levittimellä tehtaan antama pyörimisnopeus on 300–2700 rpm, kun todellinen pyörimisnopeus suurimmalla nopeudella on 2200 rpm. Kuormitettuna APV pyörimisnopeus suurimmalla pyörimisnopeudella laski vain 100



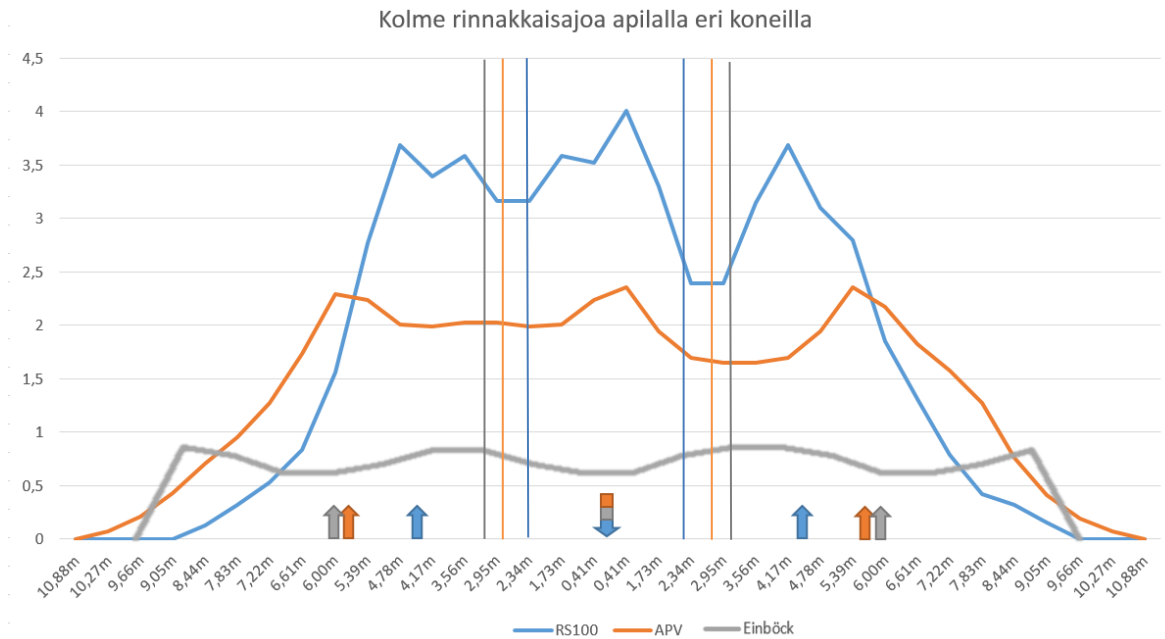
rpm, kun taas RS100 levittimellä kuormitettuna suurimmalla pyörimisnopeudella laski 230 rpm.

Apilalla tehtiin levityskokeet RS100, APV ja Einböck piensiemenkylvökoneilla. Levityskuvioissa on pieniä eroja RS100 ja APV:n välillä, mutta RS100 levittimen kohdalla käytettiin hieman suurempaa siemenmäärää, kuin APV:llä. Kuviossa 30 on esitetty RS100, APV ja Einböck piensiemenvittimien levityskuviot apilalla.



Kuvio 29. Apilan levityskuvio kolmella eri koneella.

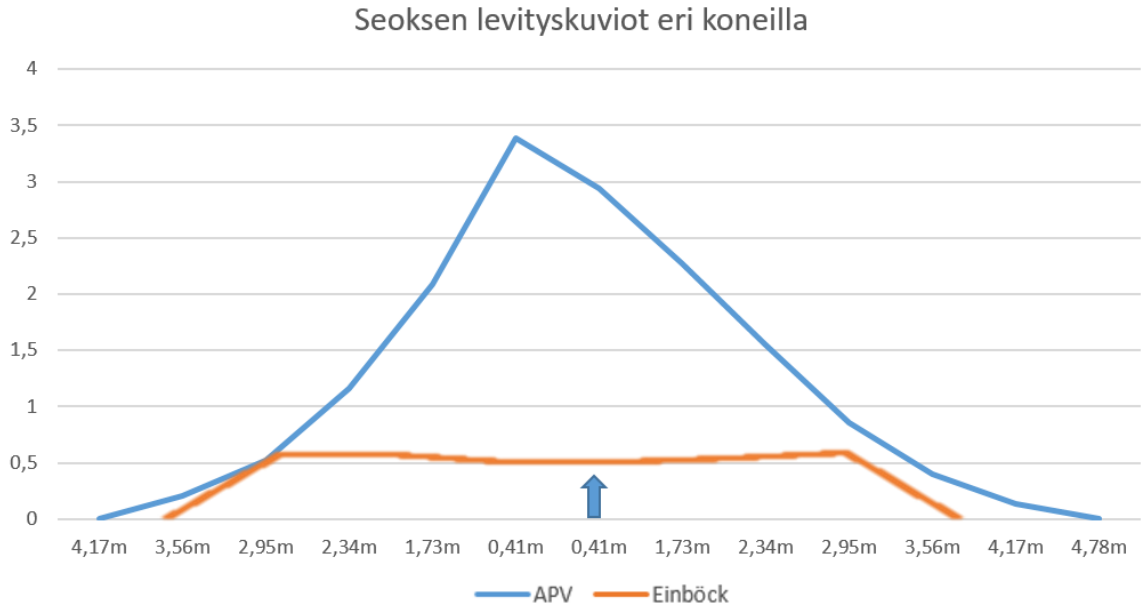
Kuviossa 31 on apilan levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla RS100, APV ja Einböck piensiemenvittimillä. Kuvioista huomataan, että RS100 ja APV levittimien kuviot ovat melko saman tyyppisiä. APV:llä päästään noin 5,5 metrin ajokaistaväliin vaihtelukertoimen ollessa 11 %. RS100:lla päästään noin 4 metrin ajokaistaväliin vaihtelukertoimen ollessa noin 15 %. Einböckillä levitysleveys on vakio 6 metriä. Vaihtelukerroin on tällöin noin 12 %. Vaihtelukertoimen osalta levittimillä ei ole suuria eroja apilalla, mutta suurin työleveys on Einböckillä. APV ja RS100 työleveyden välillä eroa on noin 1,5 metriä.



Kuvio 30. Apilan levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla eri koneilla.

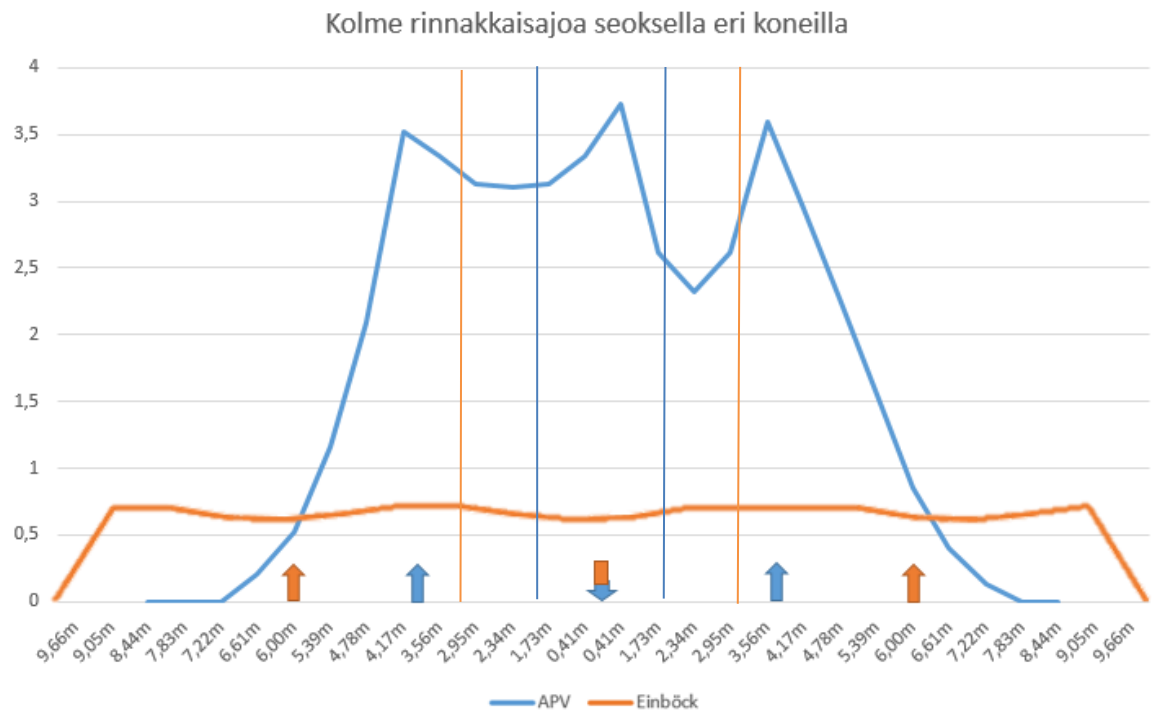
APV:llä ja Einböckillä tehtiin levityskoe timotein, apilan, ruokonadan seoksella. RS100 koneella ei tehty levityskoetta seoksella, koska pienikin määrä timoteita meni pohjaluukun ja rungon väliin niin, että pohjaluukku jumittui. APV:llä huomattiin, että seos lajittuu melkoisesti levityksen aikana. Ruokonadan levitysleveys on noin 3 metriä ja apilan levitysleveys on noin 6–7 metriä ja timoteilla levitysleveys on hieman lyhyempi noin 5–6 metriä. Keskipakolevittimiä ei suositella seoksen levittämiseen, jos seos sisältää erilaisia lento-ominaisuuksia omaavia siemeniä. Pienemmällä lautasen pyörimisnopeudella päästään kohtalaiseen levityskuvioon, mutta siemenen lajittumista ei pystytä estämään.

Kuviossa 32 on esitetty APV:een ja Einböckin levityskuvio seoksella. APV levittimellä käytettiin kyseisessä kokeessa lautasen nimellisenä pyörimisnopeutena 2000 rpm, jolla saatiin paras levitystulos seoksilla tekemistämme testeistä.



Kuvio 31. Seoksen levityskuvio eri koneilla.

Kuviossa 33 on seoksen levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla APV:lla ja Einböckillä. Pneumaattisella koneella päästään hyvin tarkkaan levitystulokseen. Levitystulokseen eniten vaikuttavat mahdolliset päällekkäisajot tai kova tuuli. Halliolo-suhteissa, kun tuuli ei vaikuttanut levitystuloksiin päästiin Einböckillä noin 6 % vaihtelukertoimeen. APV:llä päästiin noin 3,5 metrin ajokaistaväliin vaihtelukertoimen ollessa noin 14 %. Levityksessä on huonona puolena lajittuminen, kun heikommat lento-ominaisuudet omaavat siemenet eivät lennä niin pitkälle, kun paremmat lento-ominaisuudet omaavat siemenet. Keskipakolevittimillä ei kannata levittää seosta suurimmalla pyörimisnopeudella, koska lajittuminen eri siementen välillä on tällöin suurempaa.



Kuvio 32. Seoksen levityskuvio kolmella rinnakkaisajolla eri koneilla.

Kokonaisuutena keskipakolevittimistä APV omaisi paremmat ominaisuudet, kuin RS100. Tulostemme mukaan RS100 ei sovellu kaikkien nurmisiementen kylvöön. Parhaiten levitin soveltuu pyöreiden siementen kylvöön kuten apila ja rypsi. Ongelmia tuottaa etenkin timotei ja ruokonata. Levittimellä päästään melko hyvin levitystuloksiin, mutta ei kuitenkaan pärjää tuloksien perusteella APV levittimelle. RS100 levittimen lautanen on tasainen ja lautasessa on vain 2 siipeä, mitkä vaikuttavat merkittävästi levitystulokseen. Hyvä ominaisuus olisi ollut pohjaluukun pudotuspai-kan säätö, jolla saataisiin helposti säädettyä levityskuvion painotusta oikealle tai va-semmalle puolelle. RS100 ohjainyksikkö on yksinkertainen ja helppo käytettävä, mutta siinä saisi olla erikseen käynnistysnappi lautasen pyörimiselle sekä nappi pohjaluukun aukaisulle ja sulkemiselle. Nopeusalueen valinta tehdään 1 portaisella asteikolla 1–50 välillä. Mikäli nämä levittimen ominaisuudet riittävät niin RS100 on hyvä valinta ja hinnaltaan edullinen noin 700 € verottomana.

APV-levitin oli ominaisuuksiltaan hyvä. Eri siementien levityksessä ei koettu olevan ongelmia. Levityslautanen oli muovinen ja muodoltaan kupera, jossa oli 3 levitinsiipeä. Tällä levitinlautasen ominaisuudella pystytään parantamaan levityskuviota. Li-säksi hyvää koneessa oli siemenen pudotuspai-kan säätö, millä saadaan helposti

muutettua levityskuvion painotusta oikealle tai vasemmalle. Ohjainyksikkö on hieman monimutkaisempi käyttää kuin RS100, mutta ohjaimessa on mahdollista tehdä joitakin säätöjä. Nopeusalueen valinta on 10 portaisella asteikolla 100–3000 välillä. Kokemuksemme mukaan valinta saisi olla hieman suuremmalla portaalla, kuten 50 tai 100. Nopeuden säätöä saadaan kuitenkin vaihdettua nopeammin, kun pidetään nopeuden säätönappia pohjassa. Hinnaltaan APV on 1300 € verottomana, se on huomattavasti kalliimpi, kuin RS100, mutta levitin omaa huomattavasti paremmat ominaisuudet, kuin RS100-levitin.

Einböck piensiemenkylvökoneetta ei voida suoraan verrata keskipakolevittimiin. Jo hinnaltaan kylvökone maksaa noin 13 000 € verottomana. Pneumaattisena levittimenä koneen työleveys on vakio, tässä mallissa 6 metriä. Koneessa hyvää on etulata, joka tasaa mahdolliset epätasaisuudet pellolla. Sekä rikkahara, jolla saadaan hieman rikottua maan pintaa, että uusi siemen saa hyvän lähtöalustan. Rikkahara myös kerää mahdolliset kuloheinät, jolloin nurmi saa hyvän kasvualun keväällä. Einböck on paras valinta nurmiseoksen kylvössä, koska siemen ei lajitu juuri ollenkaan ja levitystasaisuus on todella hyvä.

Mikäli haetaan tarkkaa levitystulosta, on tähän pneumaattinen piensiemenvälikonetta paras valinta. Pneumaattinen kylvökone soveltuu kaikille piensiemenvälikonetta eikä seoksilla tule suurta lajittumista levityksen aikana. Keskipakolevittimet ovat huomattavasti halvempia, kuin pneumaattinen välikonetta. Huomattavaa on kuitenkin se, että keskipakolevittimillä on konekohtaisia eroja piensiemenvälikonetta soveltuvuudessa levitykseen. Levittimillä päästään kohtuullisiin levitystuloksiin piensiemenvälikonetta ja välikonetta voidaan käyttää nurmen perustamiseen, täydentämiseen ja aluskasvien kylvöön.

## 8 POHDINTA

Työn tavoitteena oli selvittää, onko kyseisten koneiden levitystuloksissa eroavaisuuksia. Halusimme tietää, minkälaisiin levitystasaisuuksiin koneilla päästään ja mitä vaikutusta koneiden säädöillä on levityskuvioon. Tavoitteeseen päästiin. Vaihtelua levitystesteihin toivat levitettävä materiaali, lautasen kierrosnopeus, siipien asento, syöttöaukon säätö ja paikka. Testien aikana tapahtuneita inhimillisiä virheitä levitysten ja punnitusten aikana pyrittiin vähentämään pitämällä toimintatavat vakiona. Toimintatavat jaettiin, niin että saman toiminnan teki aina sama henkilö. Testit suoritettiin konehallissa, joten tuulen aiheuttamaa haittaa ei otettu testien aikana huomioon. AIV-astioista tehdyt levitysastiat sahattiin puukkosahalla halki pystysuunnassa. Tästä johtuen astioissa on noin 1 cm korkeuseroja. Astioiden korkeuserot tuovat satunnaista vaihtelua levitystuloksiin. Vaihtelu on kuitenkin niin pientä, että se ei juurikaan vaikuta tuloksiin. Testejä tehtäessä ajoimme keskipakolevittimillä levitysastioiden yli kolme kertaa poistaaksemme levitystestien väliset pienet eroavaisuudet. Lisäksi saimme levitysastioihin enemmän siemeniä, joten punnitustulos oli tarkempi. Pneumaattisella piensiemenkylvökoneella jouduimme ajamaan yhden kerran suurimmalla siemenmäärällä, koska moottorilta tuleva ilmavirta vaikutti suuresti levitystulokseen usealla levityskerralla. Suuremmalla siemenmäärällä haimme tarkempaa punnitustulosta.

Yllätyksenä tuli, että sähkökäyttöisten piensiemenvittimien työleveys on huomattavasti pienempi kuin tehtaalla ilmoittama. Piensiemenvittimillä levitettäessä tulee kiinnittää huomiota erityisesti vittimen levitysominaisuuksiin. Siemenen leviämistä ei havaitse helpolla traktorin hyttiin, joten ajolinjoja valittaessa tulee olla tarkkana. Lisäksi huomioon tulee ottaa sääolosuhteet, levitettävän materiaalin lento-ominaisuudet ja onko siemeniä käsitelty peittäusaineella. Pneumaattisella koneella tuli yllätyksenä, että levityskuvion keskelle tulee notkahdus. Tähän voi vaikuttaa rikkaharan pitäminen yläasennossa ja moottorilta tuleva ilmavirta. Lopputuloksena pneumaattinen kylvökone antoi parhaat tulokset.

Työn aikana saimme käsityksen piensiemenvaihtimien levityskuvioista ja vaihtelukertoimista. Opimme käyttämään taulukkolaskelmaohjelmaa tulosten analysoinnissa ja niiden esille tuomisessa. Haimme myös paljon tietoa ja sen hakemista on opittu projektin aikana.

## LÄHTEET

- Heikkilä, H., Kylmäkorpi, K., Leskelä, A. & Sallasmaa, S. 1991. Tarkkuutta lannoitteiden levitykseen. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto.
- Kiertokoe on kylvön perusta. 2011 [Verkkosivu]. Espoo: Farmit Website Oy. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <http://www.farmit.net/kasvinviljely/2011/05/02/kier-tokoe-kylvon-perusta>
- Koskela, R. & Tuomisto, T. 2015. Piensiemenvittimen levitysominaisuudet. [Verkkojulkaisu]. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Elintarvike ja maatalous, agrologin koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 26.4.2017]. Saatavana: <https://theseus.fi/bitstream/handle/10024/89367/Rauli%20Koskela%20ja%20Tapio%20Tuomisto.pdf?sequence=1>
- Kuoppa-Aho, M. 2016. Ympäristökorvaus 2016 [Verkkojulkaisu]. Tampere: MAVI Maaseutuvirasto. [Viitattu 26.4.2017]. Saatavana: <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/Documents/Ymp%C3%A4rist%C3%B6korvaus.pdf>
- Kurki, P. & Valo, R. 2013. Nurmen täydentäminen osaksi nurmenhoitoa. [Verkkojulkaisu]. Mikkeli: MTT Kasvintuotannon tutkimus. [Viitattu 26.1.2017]. Saatavana: [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/netti2013\\_taydennyskylvo\\_logot.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/netti2013_taydennyskylvo_logot.pdf)
- Lannoitteen levitys. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Espoo: Yara Suomi Oy. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <http://www.yara.fi/lannoitus/lannoiteturvallisuus/lannoitteen-levitys/>
- Mäkelä, J. & Mikkola, H. 1987. Lannoitteenlevityksen tasaisuus. Tutkimusselostus 47. [Verkkojulkaisu]. Vihti: Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos. [Viitattu 1.2.2017]. Saatavana: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/484437/vtselostus47.pdf?sequence=1>
- Nurmet kuntoon täydennyskylvöllä. 2009. [Verkkosivu]. Espoo: Farmit Website Oy. [Viitattu 26.1.2017]. Saatavana: <http://www.farmit.net/kotielain/2009/04/07/nurmet-kuntoon-taydennyskylvolla>
- Oristo, U. 2016. Tarkista aina säädöt laatikkotestillä. [Verkkolehtiartikkeli]. Koneviesti 14.1.2016. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana Koneviesti Arkisto. Vaatii käyttöikeuden.
- Puurunen, T. & Virkajärvi, P. 2010. Nurmen perustaminen: Onnistunut perustaminen varmistaa nurmen kasvun. Teoksessa: S. Peltonen, T. Puurunen & T. Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. Tieto tuottamaan 132.



Puurunen, T., Virkajärvi, P. & Nykänen, A. 2010. Kasvinsuojelu: Rikkakasvien torjunta. Teoksessa: S. Pelttonen, T. Puurunen & T. Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. Tieto tuottamaan 132.