

Antti Laitinen

# Rehukauran kylvömenetelmävertailu Koivurinteen tilalla

Opinnäytetyö  
Syksy 2020  
SeAMK Ruoka  
Agrologi (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantoprosessit

Tekijä: Antti Laitinen

Työn nimi: Rehukauran kylvömenetelmävertailu Koivurinteen tilalla

Ohjaaja: Jori Lahti

Vuosi: 2020 Sivumäärä: 41 Liitteiden lukumäärä: 0

---

Kannattava viljan viljely nykyisessä maatalouden toimintaympäristössä on haastavaa. Viljasta saatava hinta on laskenut samaan aikaan, kun tuotantopanosten hinnat ovat olleet nousussa. Tästä syystä viljan tuottamisen tuotos-panossuhteen optimointi on entistä tärkeämpää. Säästöjen aikaan saamiseksi kylvön työsaavutus sekä kustannusten selvittäminen on tärkeää.

Tässä opinnäytetyössä tehtiin Koivurinteen tilalla rehukauran viljelymenetelmäkoee, jossa vertailtiin neljää eri kylvötekniikkaa. Kylvömenetelmät olivat: keskipakolevitys-, haraus-, vannas- sekä urakoitsijan tekemä suorakylvö. Kylvömenetelmistä harauskylvö oli ensimmäistä kertaa kokeilussa. Vertailussa perustettiin kaikille kylvömenetelmille vertailuruutu, josta tarkkailtiin kasvuston kehitystä sekä selvitettiin kylvömenetelmien työsaavutus ja kustannukset. Saatujen tulosten perusteella valittiin tilalle parhaiten sopiva kylvömenetelmä. Viljelykokeen lisäksi työn teoriaosuudessa käydään läpi kokeessa käytettyjen kylvömenetelmien ominaisuuksia.

Kasvukausi 2020 oli vaihteleva eikä sään ääriolosuhteilta vältytty. Tästä huolimatta kaikilta vertailuruuduilta saatiin hyvä sato. Ensimmäistä kertaa kokeilussa ollut harauskylvö tuotti pettymyksen kiertokokeessa, sillä kylvösiemenmäärä ei saatu riittävän suureksi. Tämän takia harauskylvö tehtiin kahteen kertaan sadon vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi. Tehdyn viljelymenetelmäkokeen perusteella paras työsaavutus 9,6 ha oli keskipakolevityskylvössä. Taloudellisesti urakoitsijan käyttäminen suorakylvöön maksoi vähiten, kustannusten ollessa 232,66 €. Omista kylvövertailussa olleista menetelmistä vähiten kustannuksia oli keskipakolevityskylvössä, hinnan jäädessä 255,39 €. Omilla kylvökoneilla kylvettäessä mukana laskelmissa on kuskin palkkavaatimus, joka nostaa kustannuksia.

Tulosten perusteella suorakylvöurakoitsijan käyttö on kannattavinta. Sääolosuhteista riippuen kevään kylvöaikaikkuna on joskus lyhyt ja tilan on hyvä varautua varajärjestelmällä, joten keskipakolevityskylvö on työsaavutukseeltaan tehokas vaihtoehto.

Avainsanat: kylvötekniikka, kylvömuokkaus, kaura, suorakylvö, kustannusvertailu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Production Process

Author/s: Antti Laitinen

Title of thesis: Seeding Methods Experiment for Feed Oat on Koivurinne Farm

Supervisor(s): Jori Lahti

Year: 2020      Number of pages: 41      Number of appendices: 0

---

Profitable grain cultivation in the current agricultural environment is challenging. The price of grain has fallen while the prices of inputs have been rising. For this reason, optimizing the output-input ratio of grain production is even more important. In order to achieve savings, it is important to investigate the seeding achievement and determine the costs.

This thesis carried out cultivation method experiment for feed oat on Koivurinne farm. The experiment compared four different seeding techniques: centrifugal spreading, raking, seeding with disk openers and direct seeding made by a contractor. Of these seeding methods, rake seeding was used for the first time. A comparison plot was set up for each of these seeding methods to monitor the crop development and to determine the achievements and costs of the seeding methods. The most suitable seeding method was chosen based on the results obtained in the experiment. Along with the cultivation experiment, the theoretical part of the thesis reviews the features of the seeding methods used in the experiment.

The growing season 2020 was variable and extreme weather conditions were not avoided. Even so a good yield was obtained from all comparison plots. The first time tested rake seeding was disappointing in the rotation test because the quantity of seed did not get big enough. For this reason, rake seeding was made twice to maintain the comparability. Based on the cultivation method experiment the best work achievement was 9.6 hectares with centrifugal spreading seeding. Using a contractor for direct seeding was financially the most profitable, with a cost of €232.66. Of the own methods, centrifugal seeding costs were the lowest with the price remaining at €255.39. The employee's wage claim is included in the calculations which increases the cost when seeding with the farm's own seed drills.

Based on the results, using a contractor to direct seeding is the most profitable method. Depending on the weather conditions, the time window for seeding is sometimes short and it is a good idea for the farm to prepare with a backup system: centrifugal seeding is an efficient option in terms of workability for this purpose.

Keywords: sowing technique, preparation of seedbed, oats, no-tillage, cost comparison

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	9
2 VILJELYTOIMET.....	10
2.1 Muokkaus.....	10
2.1.1 Perusmuokkaus.....	10
2.1.2 Kevennetty muokkaus.....	11
2.1.3 Kylvömuokkaus.....	11
2.2 Kylvö.....	13
2.3 Suorakylvö menetelmänä.....	14
2.4 Jyräys.....	15
3 KYLVÖTEKNIIKAT.....	16
3.1 Vannaskylvö.....	16
3.1.1 Kylvölannoitus.....	17
3.2 Hajakylvö.....	17
3.2.1 Pneumaattinen piensiemenkylvökone.....	17
3.2.2 Keskipakolevitin.....	18
3.3 Suorakylvökone.....	18
4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTON KERUU.....	20
4.1 Tutkimusmenetelmä.....	20
4.2 Aineiston keruu.....	20
4.2.1 Koelohko.....	20
4.2.2 Kasvukauden sääolosuhteet.....	21
4.2.3 Koejärjestelyt.....	23
4.2.4 Kokeessa käytetyt kylvötekniikat ja -koneet.....	23
4.2.5 Koelohkon lannoitus ja muokkaus.....	27
4.2.6 Koeruutujen kylvöt.....	27

4.2.7 Kasvinsuojelu.....	29
4.2.8 Sadonkorjuu.....	30
<b>5 KASVUKAUDEN TULOKSET .....</b>	<b>31</b>
5.1 Havainnot kasvukaudella .....	31
5.1.1 Kasvuston tarkkailu ilmakuvista .....	33
5.2 Työsaavutusten vertailu .....	34
5.3 Taloudellinen tarkastelu .....	36
<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....</b>	<b>38</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>40</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Koeruutujen sijoittelusuunnitelma .....	23
Kuva 2. VM 300 SK Aitosuorakylvökone.....	24
Kuva 3. Juko H 2500 vannaskylvökone .....	25
Kuva 4. He-Va Multi Seeder pneumaattinen kylvölaite .....	25
Kuva 5. Kylvösiementen annostelurulla .....	26
Kuva 6. Sami keskipakolevitin.....	26
Kuva 7. Aorausviitoin merkityt kylvöruudut .....	28
Kuva 8. Keskipakolevityksen ja harauskylvöksen raja .....	29
Kuva 9. Koelohkon puintia .....	30
Kuva 10. Vannaskylvöruudun oraita 4.6.2020 .....	31
Kuva 11. Epätasaista orastumista keskipakolevittimellä kylvetyllä ruudulla 4.6.....	31
Kuva 12. Vannas- ja suorakylvöksen raja .....	33
Kuva 13. Koeruudut vasemmalta oikealle: suorakylvö, vannaskylvö, harauskylvö sekä keskipakokylvö. ....	34
Kuvio 1. Kylvösiemenmäärän laskentakaava.....	13
Kuvio 2. Levitysmäärä kg/ha.....	18
Kuvio 3. Kasvukaudella kertynyt lämpösumma.....	22
Kuvio 4. Kasvukauden sademäärä .....	22

Taulukko 1. Viljelykoelohkon viljavuustiedot .....	21
Taulukko 2. TraktORITYÖN OSUUS eri kylvötekniikoilla h/ha .....	36
Taulukko 3. Rehukauran muuttuvat kustannukset eri kylvötekniikoilla.....	37

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Tuotos-panossuhde</b>	Tuotantoprosessien tuottavuuden mittari. Kun tuotospäääärä kasvaa suhteessa panoksen käyttömäärään, saadaan aiempaa vähemmällä panosten käytöllä sama tuotos tai samalla panosten käytöllä aiempaa suurempi tuotos.
<b>Työmenekki</b>	Kertoo työn tekemiseen kuluneen ajan. Ilmoitetaan pelto- viljelyn osalta usein yksikössä h/ha.
<b>Työsaavutus</b>	Kuvaa toteutuneen työn määrä. Ilmoitetaan peltoviljelyn osalta usein yksikössä ha/h.



# 1 JOHDANTO

Suomen vuosittainen viljan tuotanto on noin neljä miljoonaa tonnia. Tuotannosta suurin osa on mallas- ja rehuohraa. Toiseksi eniten tuotetaan kauraa, jonka osuus kokonaissadosta on noin miljoonan tonnin luokkaa. Viime vuosina kotimainen kaurantuotanto on ollut nousevassa vireessä ja lähes poikkeuksetta Suomi on ollut Euroopan suurimpia kaurantuottajamaita. Kotimaisen rukiin sekä vehnän tuotannossa on vuosittain paljon tuotantovaihtelua. Niistä saatavia kokonaissatomääriä heilauttelevat lähes poikkeuksetta kasvukausien vaihtelut. (Luonnonvarakeskus 2018.)

Viljasta maksettava hinta on viime vuosina ollut varsin laskusuuntaista, kun taas viljelyn kustannukset ovat pysyneet korkealla. Tämän takia viljantuotannon kannattavuuskin on ollut heikoilla. Kannattavuuden parantamiseksi satotason nostaminen ei aina ole paras vaihtoehto, varsinkaan jos se tehdään pelkästään panoksia lisäämällä. Viljan viljelyn kannattavuuden lähtökohta onkin tietää mistä kulut muodostuvat. Tuotantokustannusten ollessa selvillä, voidaan aloittaa toiminnan kehittäminen. Ryhäsen (2020, 85) mukaan kannattavuuden parantuminen mahdollistuu, jos kehittämisen tuloksena pienemmillä kustannuksilla onnistutaan saavuttamaan aiemmin saatu satotaso. Tällöin kiinteiden kustannusten panos-tuotossuhde on parantunut.

Viljan tuotannossa merkittävimmät tuotantokustannukset muodostuvat kylvösiemenistä, lannoitteista, kasvinsuojeluaineista sekä pellolla tehdyistä viljelytoimista ja sadon käyttötarkoituksesta. Mainituista tuotantokustannuksista merkittävä osa voi muodostua viljan kuivaamisesta. Tämän takia rehuviljantuottajien keskuudessa on yleistynyt tuoresäilöntä menetelmä. Sen avulla voidaan saada merkittäviä säästöjä.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään kylvötekniikan vaikutus rehukauran viljelyn kannattavuuteen. Tutkimus toteutetaan tekemällä viljelymenetelmäkoe rehukauralla neljää eri kylvömenetelmää käyttäen. Kylvömenetelmät ovat: keskipakolevitys-, hauraus-, vannas- sekä suorakylvö. Kylvön onnistumista seurataan orastumisesta sekä kasvuston kehityksestä. Lopuksi lasketaan kylvömenetelmien kustannukset sekä työsaavutukset.

## 2 VILJELYTOIMET

Viljan viljely on kokenut viime vuosikymmenten aikana paljon muutoksia. Yksi suosion saavuttanut viljelytekniikka on auraton viljely. Sen yleistymistä nopeutti 1990-luvun vaihteessa julkaistut tutkimustulokset sekä viljelytoimenpiteiden vähentymisestä johtuneet kustannussäästöt. 2000-luvun alussa Suomeen rantautui uusi kylvötekniikka, suorakylvö. (Alakukku, Mikkola & Teräväinen 2004, 80.)

### 2.1 Muokkaus

Viljelykasvien kasvatuksen lähtökohta on maanmuokkaus. Muokkauksessa viljelykasveille tehdään hyvärakenteinen kylvö- ja kasvualusta. Toimenpiteen tavoitteena on rikkakasvien torjunta, maan kuohkeutus sekä itämisen kannalta sopivien kosteusolojen luominen. Tavoitteisiin pääsemiseksi ei ole yhtä oikeaa työtapaa ja näin ollen päämäärä voidaan saavuttaa usealla eri tavalla. Muokkauksella myös karjanlanta sekä korjuujätteet, kuten olkisirppu saadaan sekoitettua ruokamultakerrokseen.

Paikalliset olosuhteet vaikuttavat usein muokkauksen tavoitteisiin. Maan rakenne, maalaji ja viljeltävä kasvi asettavat rajoitteet käytettäville muokkausmenetelmille. Tavoitteena maan rakenteen hoidossa on muodostaa kestävä mururakenne, joka ei ole herkkä liettymiselle, kuorettumiselle tai eroosiolle. Erityisesti savimailla korostuu ojituksen toiminnan tärkeys. Liian märkänä muokatun savimaan mururakenne jää kokkareiseksi, joka yleensä vaikeuttaa kasvuston itämistä ja orastumista. (Alakukku 2002, 63.)

#### 2.1.1 Perusmuokkaus

Perusmuokkauksessa tarkoituksena on haudata kasvijätteet sekä kuohkeuttaa maa. Suomessa yleisin perusmuokkausmenetelmä on pitkään ollut syyskyntö mutta viime vuosina erilaiset sänkimuokkausmenetelmät ovat nousseet rinnalle. Parhaat olosuhteet perusmuokkaukselle ovat yleensä heti sadonkorjuun jälkeen, jolloin maa on vielä kuivaa ja muokkautuvaa. Jos syksy on kuitenkin märkä, on riskinä maan

tiivistyminen. Tällöin perusmuokkaus voidaan siirtää kevääseen. Keväinen perusmuokkaus on parhaimmillaan hiesu-, hieta- ja hiekkamailla. Etuna on erityisesti kapilaarisen vedennousun pysähtyminen, jolloin maan kuivuminen sekä lämpiäminen pääsee nopeammin alkamaan. (Mikkola & Pitkänen 2003, 46.)

### **2.1.2 Kevennetty muokkaus**

Kevennetyllä muokkauksella tarkoitetaan yleensä viljelyä ilman kyntöä. Tällä tavoin voidaan säästää muokkauksenkustannuksissa sekä työajassa. Kaikille maalajeille kevytmuokkaus ei kuitenkaan sovellu. Kevyillä multa- ja hietamailla sadonkorjuusta jäänyt olkisilppu muodostaa viljelytekniisiä ongelmia, kuten äkeen ja kylvökoneen tukkeutumista. Parhaimmillaan kevytmuokkaus on savi- ja hiesumailla sekä hiesusavilla. Kevytmuokkausmenetelmien eduksi lukeutuu myös hyvä soveltuvuus eroosio- ja liettymisherkille maille. (Alikärri 2002.)

Perusmuokkauksessa käytettävät sänkimuokkarit ovat samoja koneita mitä kevennetyssä muokkauksessa käytetään. Kultivointi on kevennetyn muokkausmenetelmän suosituin sänkimuokkari. Se on suosittu erityisesti siksi, että sen työtapa on repivä, jolloin maa jää kuohkeaksi. Edellä mainituin tavoin saadaan torjuttua myös juuririkkakasveja paremmin kuin muilla sänkimuokkausvälineillä. Muita sänkimuokkausmenetelmiä on äestäminen lautas- tai lapiorullaäkeellä. Näillä työtavoilla toiminta perustuu pyörivään terään, jotka on todettu toimivan paremmin silloin, kun maa on multavaa tai kasvijätettä on paljon. (Mikkola & Pitkänen 2003, 44.)

### **2.1.3 Kylvömuokkaus**

Kylvömuokkauksessa kylvettäville kasveille tehdään lopullinen kasvualusta. Siinä pellon mururakennetta muokataan sekä pintaa tasataan yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Onnistuneen kylvömuokkauksen jäljiltä työjälki on tasainen, eikä pellolla ole painanteita, joihin vesi kertyisi.

Yleisin kylvömuokkausmenetelmä on joustopiikiäestys. Siinä muokkautuminen perustuu joustopiikin värähtelyyn, joka murustaa maan. Siementen itämisen kannalta

maassa pitää olla oikeankokoisia murusia oikeassa paikassa. Hienojakoiset muruset siementen yläpuolella pitävät huolta tehokkaasta maakontaktista sekä vedensaannista. Aivan pellon pinnalla oleva karkeampi maa-aines vuorostaan estää pellon pinnan liettymisen kovempien sateiden osuessa kohdalle. (Mikkola & Pitkänen 2003, 9.)

Kylvömuokkaus voidaan tehdä myös tasoajyrsimällä. Jyrsinnässä moottorin teho siirretään voimanulosottoakselilla suoraan muokkaaville terille. Muokkaustehoa säädetään muuttamalla jyrsimen teräroottorin pyörimisnopeutta sekä ajonopeutta. Tasoajyrsimällä sopiva kylvöalusta saadaan yleensä kerta ajolla. Parhaimmillaan jyrsimen ominaisuudet hyödynnetään liittämällä se osaksi kylvöyhdistelmää. Tätä sanotaan jyrsinkylvöksi. (Mikkola & Pitkänen 2003, 50.)

Eri maalajit asettavat muokkaukselle omat vaatimuksensa. Savimaat kestävät kuivutusta heikoiten, sen takia muokkaussyvyys tulisi olla 5-6 senttimetriä. Kuivumisen välttämiseksi siementen päälle tulee jäädä alle 5 millimetrin kokoisista murusista koostuva haihtumissuojakerros. Hiesumaille oikea muokkaussyvyys on hieman matalampi mitä savimailla. Tärkeintä on välttää jauhamasta mururakennetta täysin pulveriksi, sillä se on erittäin altis liettymään. Kaikkein kevyimmillä multa- ja turvemaille kylvömuokkaus tarkoittaa lähinnä pintakerroksen tasaamista kylvöä varten. Näillä maille maan rakenne on valmiiksi riittävän hienoa orastumista varten. (Mikkola & Pitkänen 2003, 52.)

Savi- ja hiesumaille voidaan käyttää myös tasausäestystä ennen varsinaisen kylvömuokkausta. Se tehdään aiemmin perusmuokatuille maille ja tarkoituksena on estää maan liiallinen kuivuminen. Tasausäestys tehdään 2-3 päivää ennen kylvöä, kun kynnöksen harjat ovat vaalenneet mutta viilujen väleissä on vielä näkyvää kosteutta. Sen toiminta perustuu pintamaan hienonnukseen, joka säilyttää kosteuden pitempään. Oikein ajoitettu tasausäestys antaa varsinaiselle kylvölle lisäaikaa, jopa pari viikkoa. (Mikkola & Pitkänen 2003, 49.)

## 2.2 Kylvö

Kylvön onnistumisen kannalta tärkeimmät lähtökohdat ovat laadukas siemen ja kylvöajankohta. Laadukas kylvösiemen varmistaa kasvuston muodostumisen ja sadontuoton. Hyvälaatuinen kylvösiemen on puhdasta eikä sen mukana kulkeudu rikakasvien siemeniä, kasvitauteja, tuholaisia tai vieraslajeja kasvustoon. Laadukkaana kylvösiemenen itävyys on myös korkea, tällöin lähtökohta sen sadontuotolle on hyvä. (Mäkelä & Yli-Halla 2008, 56.)

Kylvösyvyyden valinta on eräänlainen kompromissi. Mitä syvemmälle siemen kylvetään, sen varmemmin se saa vettä mutta sitä enemmän oraalla on matkaa maan pinnalle. Kylvösyvyyden valintaan vaikuttaakin siemenen koko, maalaji ja kylvöajankohta. Sadontuottoon vaikuttaa ratkaisevasti sivuversojen määrä. Mitä enemmän sivuversoja sitä enemmän syntyy jyviä tuottavia tähkiä. Liian syvään kylväminen vähentää suoraan sivuversoja ja vaikuttaa näin ollen alentavasti satoon. Kylvömuokaus kohdassa kerrottu maalajin vaikutus maan kosteuteen määrittää myös kylvösyvyyttä. Kevyiden maiden suositeltu kylvösyvyys on 2–4 senttimetriä ja savi- mailla 4–5 senttimetriä. (Mäkelä & Yli-Halla 2008, 58.)

Sadon määrään ja laatuun vaikuttava yhteinen tekijä on kasvuston tiheys. Suositellavat kylvötiheydet on määriteltä eri viljalajeille sekä käyttötarkoituksia varten valmiiksi. Kasvustontiheyttä hallitaan kylvämällä siemeniä tietty määrä per hehtaari. Hehtaarikohtainen kylvösiemenmäärä saadaan selvitettyä laskentakaavalla (Kuvio 1).

$$\text{siemenmäärä, kg/ha} = \frac{\text{kylvötiheys, kpl/m}^2 \times 1000 \text{ jyvänpaino, g}}{\text{itävyys, \%}}$$

Kuvio 1. Kylvösiemenmäärän laskentakaava

Hehtaarilta saatava sato muodostuu satokomponenteista. Viljan satokomponentteja ovat:

- oraiden lukumäärä neliöllä
- versojen lukumäärä neliöllä
- tähkien lukumäärä neliöllä

- jyvien lukumäärä tähkissä
- tuhannen siemenen paino

Satokomponentit pyritään kohdistamaan mahdollisimman optimaalisiksi valitulle viljelykasville. Kohdentamiseen käytettävissä olevia keinoja on oikean viljelytekniikan valinta sekä tuotantopanosten sopiva käyttäminen. Kasvukaudella tehtävät viljelytoimet perustellaan satokomponenteista mitatuilla ja seuratuilla tiedoilla. Tietojen perusteella päätetään esimerkiksi rikka- ja tautitorjunnasta sekä lisälannoituksesta. Satokomponenttien avulla voidaan myös arvioida kasvukauden onnistumista sekä suunnitella seuraavan vuoden kylvöstrategiaa. (Liespuu 2005.)

### **2.3 Suorakylvö menetelmänä**

Suorakylvö tarkoittaa kylvöä, jossa mitään muokkaustoimenpiteitä ei tehdä. Se on peräisin Yhdysvalloista, jossa menetelmän käytön perusta on ehkäistä eroosiota sekä säästää itämiskosteutta kuivumisherkällä viljelymaalla. Suomessa kyseinen viljelymenetelmä on yleistynyt vasta 2000-luvun alussa. Suorakylvöllä tavoitellaan useimmiten kustannussäästöjä perinteisiin muokkaus- ja kylvömenetelmiin verrattuna. Taloudellisia hyötyjä tavoitellaan työmenekin vähenemisellä ja polttoaine säästöillä. Muita suorakylvöstä saatavia etuja ovat ympäristölliset näkökulmat, kuten vesistökuormituksen vähentyminen sekä pellon eroosion hillitseminen. (Mikkola 1994, 58.)

Jatkuvalla kasvipeitteisyydellä saadaan tehokas suoja pellon eroosiota vastaan. Koska suorakylvössä olevan pellon pintaa muokataan niin vähän, voidaan menetelmää verrata jopa monivuotiseen nurmeen eroosion torjuntatehokkuudessaan. Suorakylvö asettaa pellolle pitkälti samat vaatimukset mitä kevennytyssä muokkauksessakin. Perusasioiden kuten vesitalouden ja maan kuohkeuden tulee olla kunnossa. (Alakukku, Mikkola & Teräväinen 2004, 88.)

Perinteisessä muokkaus- ja kylvömenetelmässä pellolle levitettävä lanta ja olkijätteet sekoitetaan maahan, suorakylvössä tämä vaihe jää pois. Voisikin sanoa, että suorakylvössä kylvöalusta tehdään leikkuupuimurilla ja kasvinsuojeluruiskulla. Puinti on järkevintä tehdä mahdollisimman pitkään sänkeen, jotta oljen määrä jää

mahdollisimman vähäiseksi. Pitkä sänki myös väistää suorakylvökoneen vantaita paremmin mitä lyhyt. Tällä tavoin kylvössä ilmenevät mekaaniset viat voidaan minimoida. Kasvinsuojeluruiskutusten tärkeys korostuu siirryttäessä suorakylvöön. Muokkauksen pois jääminen lisää helposti juurien ja juurakkojen avulla lisääntyvien kestorikkakasvien sekä siemenlevitteisten rikkakasvien esiintymistä. Myös olkijätteessä viihtyvät kasvitaudit luovat oman hankaluutensa. Kasvitautilien esiintymistä voidaan, kuitenkin hallita riittävän monipuolisella viljelykierrolla. (Isolahti, Lötjönen & Uusitalo 2008, 9.)

## **2.4 Jyräys**

Kylvöjen jälkeen tehdään yleensä jyräys. Jyräys varmistaa siementen maakeskuksen. Se myös sulkee maasta huokosia, joiden kautta kosteus haihtuisi muutoin pois. Erityisesti kuivina kasvukausina säilytetyllä kosteudella voi olla merkittävä vaikutus sadon lisään. Jyräyksellä myös pienet kivet sekä heinätupot saadaan upotettua pellon pintaan, näin ollen mahdollisilta puimurin konerikoilta voidaan välttyä. (Heikkilä 1988, 70.)

## 3 KYLVÖTEKNIIKAT

### 3.1 Vannaskylvö

Perinteiset vannaskylvökoneet voidaan jakaa taka- ja sivupyöräkoneisiin. Sivupyöräkoneen renkaat ovat nimensä mukaisesti sijoitettu koneen sivuille, joista kylvökoneen siementen syöttölaitteisto saa käyttövoimansa. Syöttölaitteisto annostelee siemenet putkiin, josta ne valuvat vantaiden kautta maahan. Haittapuolena sivupyöräkoneista voidaan mainita riski maan tiivistymiselle. Siitä syystä sivupyöräkoneet ovat tavallisesti konemallistojensa pienimmästä päästä. (Tume-Agri, [viitattu 28.10.2020].)

Suuremmissa kylvökoneissa käytetään useimmiten takapyörästä. Taakse sijoitetut renkaat ottavat vastaan kylvökoneen enemmistöpainon ja mahdollistavat tällöin suurempien massojen kuljettamisen. Käyttövoima kyseisen koneen syöttölaitteistolle otetaan erillisestä maapyörästä. Siitä voima välitetään vaihteistojen kautta syöttölaitteistolle. Takapyörästä muodostaa myös jyräpyörästä, jonka avulla siementen maa kosketusta saadaan parannettua. Jyräpyörästänsä ansiosta erillinen jyrästyövaihe voidaan usein jättää pois. Molempia konetyyppejä yhdistävät kuitenkin kylvövantaat, joiden tärkein tehtävä on sijoittaa siemenet maahan. (Mikkola 1994, 17.)

Yleisin Suomessa käytetty kylvövannastyppi on laahavannas. Se on hyvä yleisvannas, joka sopii parhaiten savi- ja kivennäismaille. Multaisille sekä kevytmuokatuille maille parhaiten sopiva vannastyppi on lautavannas. Näille maille tärkeää on, että vannas pystyy säilyttämään työsyvyytensä samana. Kolmas vannastyppi on siipivannas, joka kylvää siemenet leveään nauhamuotoon. Tällä tavoin voidaan vähentää rikkaruohoittumista mutta vaatimuksena on huolella tehty kylvöalusta, josta oljet ja kasvujätteet on saatu mullattua. (Mikkola 1994, 8.)



### **3.1.1 Kylvölannoitus**

Kylvölannoituksessa siementen lisäksi maahan sijoitetaan samalla myös lannoite-rakeet. Lannoitetta varten koneessa on oma lannoitesäiliö, josta rakeet annostel-laan lannoitevantaisiin. Lannoitevannastyypppejä on: suora lannoitevannas, s-piikki-lannoitevannas sekä kiekkovannas. (Mikkola 1994, 10.)

## **3.2 Hajakylvö**

Historian ensimmäiset kylvötekniikat olivat hajakylvöä. Silloin kylvö toteutettiin heit-telemällä jyviä käsin pelolle. Tänä päivänä kyseinen kylvömenetelmä hoidetaan ko-neella, mutta alkuperäinen idea on sama. Hajakylvön käyttö viljan kylvöön on nyky-ään kuitenkin vähäistä. Tämä johtuu todennäköisesti menetelmän epätarkkuudesta sekä uusien tekniikoiden kehittymisestä. Varsinaisen paikkansa hajakylvö on otta-nut erityisesti piensiementenkylvötöissä. Piensiementenkylvöistä nurmentäydennys on työ, joka tehdään aikaisin keväällä. Tällöin on suuri etu, että käytettävät koneet ovat kevyitä eikä pellolle synny raiteita. (Heikkilä ym. 1991, 21.)

### **3.2.1 Pneumaattinen piensiemenkylvökone**

Pneumaattiset piensiemenkylvökoneet ovat suunniteltu nimensä mukaisesti pienien siementen, kuten nurmen kylvöön. On kuitenkin valmistajia, joiden konevaliko-i-masta löytyy myös raskaampien siementen kylvöön soveltuvia laitteita.

Pneumaattinen kylvökone asennetaan usein kiinteään työkoneeseen, kuten rikka-äkeeseen. Se koostuu suppilomallisesta säiliöstä, jonka pohjalla on koneen syöttö-laitteisto. Syöttölaitteistossa on rulla, jossa on lapiomaisia taskuja. Niiden avulla sie-menet annostellaan puhallinkäyttöiselle levityslaitteistolle, josta ilmavirta kuljettaa siemenet putkien päädyissä sijaitseville hajotinlevyille. Hajotinlevyillä varmistetaan tasainen siementen levittyminen koneen koko leveydelle. Käyttövoimansa syöttö-laitteisto saa useimmiten vajjerivälitteisesti maapyörästä. (Heikkilä ym. 1991, 22.)

### 3.2.2 Keskipakolevitin

Keskipakolevittimien tunnetuin käyttökohde on lannoitteiden levitys. Markkinoilla on sekä nostolaitesovitteisia että hinattavia malleja. Hinattavien mallien merkittävin etu on tilavuudeltaan suuremman lannoitesäiliön mahdollistuminen mutta haittapuolena vastaavasti on pyörille kohdistuvan massan kasvaminen, jolloin pellon tiivistyminen sekä urien muodostumisen riski suurenee. Koneen toiminta perustuu suppilon malliseen säiliöön, josta levitettävä jae valuu levityslautaselle. Siitä jakeet lentävät heitossiipien levittämänä pellon pintaan.

Keskipakolevittimien kiertokokeen teko aloitetaan valuttamalla säiliössä olevia jakeita halutulla säädöllä pohjaluukun kautta yhden minuutin ajan. Valutettujen jakeiden määrä tarkoittaa kiloa/hehtaari. Tulos punnitaan ja varmistetaan laskemalla vertailuluku kuviossa 2 esitetyllä laskukaavalla (Reikälevy 2004).

$$\text{Levitysmäärä [kg/ha]} = \frac{600 \times \text{lannoitemäärä [kg/min]}}{\text{ajouraväli [m]} \times \text{nopeus [km/h]}}$$

Kuvio 2. Levitysmäärä kg/ha (Reikälevy 2004).

### 3.3 Suorakylvökone

Tällä hetkellä Suomen markkinoilta löytyy runsaasti eri suorakylvökonevalmistajia. Koneissa on paljon yhtäläisyyksiä mutta tästä huolimatta täysin samanlaisia koneratkaisuita ei ole. Eri valmistajilla on omanlaisensa hallintalaitteet, kiertokoeratkaisut, syöttölaitteistot jne. Loppujen lopuksi tärkeimmät kylvötulokseen ts. orastumiseen sekä sadonmuodostumiseen vaikuttavat eroavaisuudet löytyvät aina kylvövanasratkaisuista, etumuokkaimista sekä kylvörivin tiivistysratkaisuista. (Mikkola 2003, 2.)

Karkeasti koneet voidaan jakaa vannastyypin mukaan lautas-, kiekko ja vetovanaskoneisiin. Suomessa yleisimmin käytössä olevat tyypit ovat lautas- ja kiekkovanaskoneita. Vantaan varustukseen kuuluu yleensä syvydensäätöpyörä sekä jäljessä kulkeva tiivistyspyörä. Koska lautas- ja kiekkovantaat eivät ole maahakuisia,

on niitä painotettava. (Mikkola 2003, 2.) Suomen markkinoilla olevilla suorakylvökoneilla riviväli on pääsääntöisesti 12,5–19 cm.

Tutkija Bakerin (2006, 58) mukaan avauskiekkojen ja vantaiden tehtävät sekä ominaisuudet ovat:

- kylvölle sekä siemenelle sopivien olosuhteiden luominen
- kylvövaon seinämien tiivistymisen välttäminen
- kasvinjätteiden käsittely koneen tukkeutumatta
- siirtää ja pilkkoa kasvijätteitä siten, että kylvön mahdollisuudet parantuvat
- sijoitettaessa siemen ja lannoite samaan vakoon, erottaa tai porrastaa ne toisistaan välttäen siemenen vioitusta
- välttää hiuspinni-ilmiötä, joka hankaloittaa siemenen itämistä
- kylvövaon hyvä sulkeutuvuus
- täsmällisen kylvösyvyyden säilyttäminen
- hyvä pellon pinnan myötäileminen

## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTON KERUU

### 4.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössä tehtiin tutkimuksellinen kylvömenetelmävertailu, joka toteutettiin viljelykokeena. Tutkimuksessa haettiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitkä ovat eri kylvömenetelmien työsaavutukset?
2. Mistä eri kylvömenetelmien kustannukset koostuvat?

### 4.2 Aineiston keruu

Viljelykoe tehtiin Koivurinteen tilalla Keski-Suomessa, Saarijärvellä. Tilalla kasvatetaan lypsykarjaa, joille viljellään itse säilörehunurmea sekä reuhviljaa. Iso osa peltojen muokkauksista tehdään kevennetysti lautasmuokkaimella. Tätä viljelytekniistä ratkaisua puoltaa kynnöstä säästynyt työaika, joka voidaan käyttää muihin tehtäviin. Viljelykokeessa käytetyt kylvömenetelmät valikoituvat tilalla olemassa olevan kaluston perusteella. Mielenkiintoisin viljelykokeessa käytetty kylvömenetelmä oli vasta tilalle hankittu pneumaattinen piensiemenkylvökone, jonka piti soveltua myös viljakasvien kylvöön. Vertailuun otettiin mielenkiinnosta mukaan myös suorakylvö, jonka teki urakoitsija. Tutkimuksen viljelykasviksi valikoitui kaura viljelykierron sekä tarpeen mukaan. Kasvuston kehittymistä seurattiin läpi kasvukauden sekä tehtiin havaintoja mahdollisista kasvustovaihteluista. Kasvustosta otettiin myös ilmakuvia, joista kasvuston tasaisuutta arvioitiin. Ilmakuvien kuvaaja oli Topias Mäkinen.

#### 4.2.1 Koelohko

Kylvökokeet suoritettiin Keski-Suomessa, Saarijärvellä, Kalmarin kylässä. Pinnanmuodoiltaan Kalmarin seutu on hyvin vaihtelevaa, paikoin kumpuilevaa mäkimaata. Paikoittain suhteelliset korkeuserot ovat huomattavan suuria ja yksittäiset mäet koHoavat korkealla erottuen ympäristöstään. Kalmarin alueen viljelykset sijaitsevat tyypillisesti vesistöihin viettävillä rinteillä. (Suunnittelukeskus Oy 2004.) Saarijärven

seudun maalajistoa hallitsee karkeat kivennäismaat 93,5 % osuudella. Savimaiden osuus maalajisuhteista jää vain 0,7 %, loppujen 5,7 % ollessa eloperäisiä maita. Viljelysmaiden multavuudesta suurin osa, 75 % on multavia, vähä multaisten osuuden jäädessä vain 1,5 %. Loput 23 % viljelysmaista ovat runsasmultaisia.

Koelohkon valinnassa sijainti haluttiin mahdollisimman lähelle tilakeskusta. Sillä tavoin voitiin varmistaa eri kylvömenetelmien toteuttaminen mahdollisimman pienessä aikaikkunassa sekä tulosten säännöllinen havainnointi. Myös lohkon muoto sopi hyvin viljelykokeen toteuttamiseen. Koelohko on pinta-alaltaan 7,48 hehtaaria ja länsi-itäsuunnassa pitkänomainen. Lohko sijoittuu etelään päin kallistuvaan rinteeseen, joka rajoittuu itäreunaltaan vesistöön. Lohkon sisällä on hieman maalajivaihtelua siten, että etelä- ja länsireunoiltaan maa on multavaa hienoa hietaa, joka vaihtui rinnettä pohjoiseen noustessa karkeaksi hiedaksi.

Taulukko 1. Viljelykoelohkon viljavuustiedot

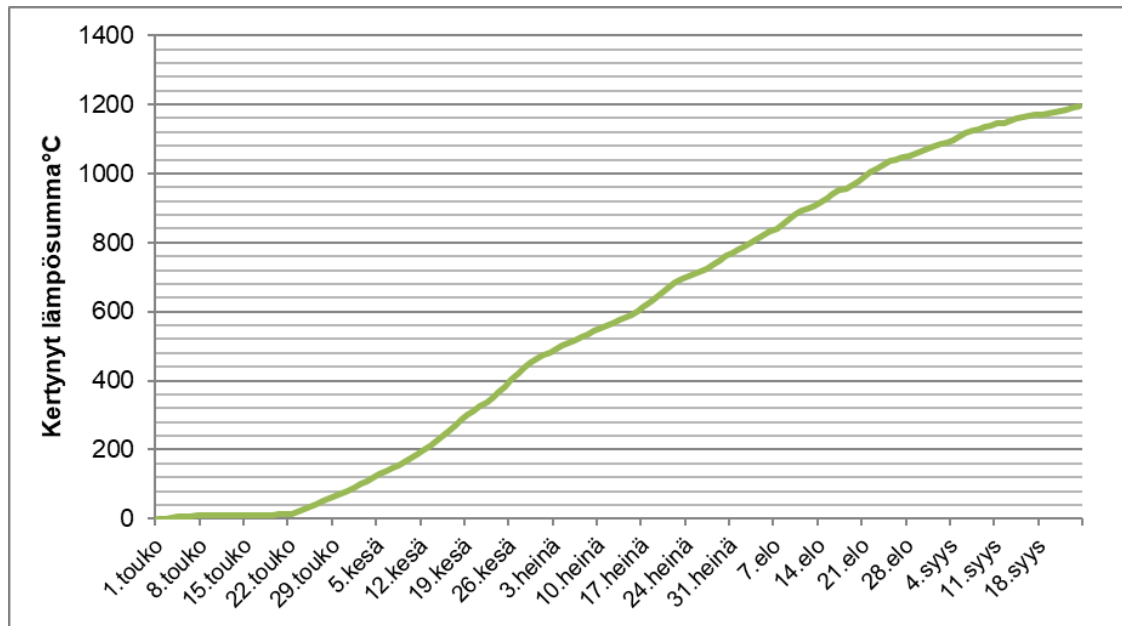
Peruslohko	Hautala
Pinta-ala, ha	7,48
Maalaji ja multavuus	HHt, m
pH	6,3 (tyydyttävä)
Ca, mg/l	1430 (tyydyttävä)
P, mg/l	8,5 (välttävä)
K, mg/l	43 (huononlainen)
Mg, mg/l	120 (tyydyttävä)
S, mg/l	11 (tyydyttävä)
B, mg/l	0,5 (välttävä)
Mn, mg/l	47 (tyydyttävä)

Kylvökoetta edeltävänä vuonna 2019 koelohkolla oli vehnää ja sitä edellisinä vuosina 2014–2018 nurmi. Kevään 2019 muokkauksen yhteydessä lohkolle oli levitetty karjan lietelantaa.

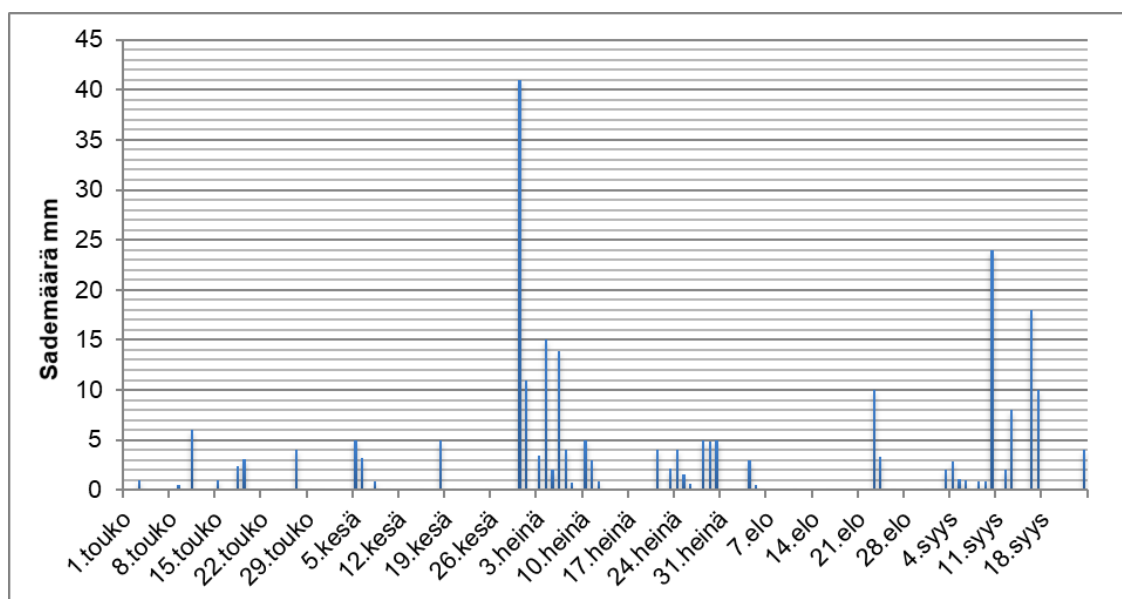
#### 4.2.2 Kasvukauden sääolosuhteet

Kevät 2020 oli Saarijärvellä vaihteleva. Huhtikuu sekä toukokuun alku olivat Keski-Suomessa keväisen lämpimiä ja terminen kevätkin alkoi jo 7.4. (Ilmatieteenlaitos,

[viitattu 29.11.2020]). Toukokuun toisella viikolla sääolosuhteet viilenivät ja kevään eteneminen pysähtyi pitkäksi aikaa (Kuvio 3). Toukokuun puolessa välissä tapahtui käänne, josta sää lähti vauhdilla lämpenemään. Kesäkuu oli hyvin lämmin eikä sadetta juuri saatu (Kuvio 4). Kasvustotkin kärsivät kuivuudesta. Heinäkuun ensimmäisellä viikolla tehoisan lämpötilan kertyminen hidastui ja säät viilenivät. Heinäkuussa sadetta saatiin urakalla, sadesumman kivutessa 80,5 mm. Elokuu oli kokonaisuudessaan sopivan lämmin, jolloin viljat pääsivät hyvin tulentumaan.

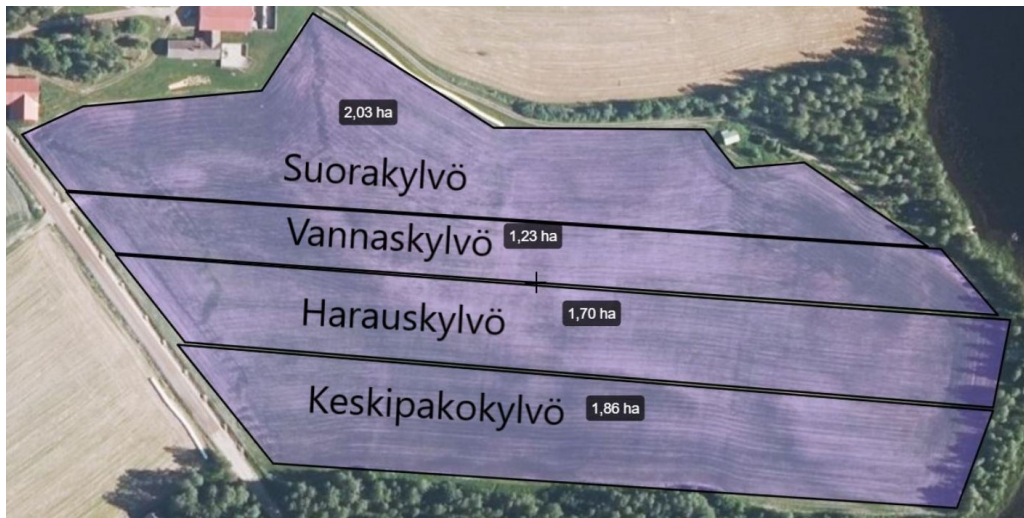


Kuvio 3. Kasvukaudella kertynyt lämpösusma (Foreca)



Kuvio 4. Kasvukauden sademäärä (Foreca)

### 4.2.3 Koejärjestelyt



Kuva 1. Koeruutujen sijoittelusuunnitelma

Koelohko jaettiin pituussuunnassa neljään osaan siten, että jokaisesta osasta muodostui yksi koeruutu (Kuva 1). Kuvatulla tavalla kylvöjärjestys voitiin toteuttaa parhaiten sekä lohkon sisäiset maalajivaihtelut saatiin toistumaan jokaisella koeruudulla mahdollisimman tasaisesti. Lohkon rinteisyydestä johtuvat mahdolliset kosteusvaihtelut päätettiin hyväksyä ja ottaa myöhemmässä tarkastelussa huomioon. Kylvöpäivä suunniteltiin sellaiseen ajankohtaan, että kylvömenetelmien toteuttaminen saman päivän aikana sekä mahdollisimman samanlaisissa olosuhteissa oli toteutettavissa. Kylvöjen jälkeen koeruutujen rajat merkittiin punaisilla aurasviitoilla kasvukauden aikaista seuranta varten.

### 4.2.4 Kokeessa käytetyt kylvötekniikat ja -koneet

Koeruutujen kylvöissä käytettiin neljää erilaista kylvötekniikkaa: suorakylvö, vannaskylvö, harauskylvö sekä pintakylvö. Suorakylvöruudun kylvön suoritti urakoitsija. Loput kylvöruudut tehtiin itse tilan omilla sekä yhteisomisteisilla koneilla. Siemensäiliöiden täytöt tehtiin Jussi – täyttöruuvilla, jonka teho oli noin 500 kg/min (Jussi-tuote, [viitattu 28.11.2020]).

**Suorakylvös.** Käytössä ollut suorakylvökone oli Vieskan Metallin valmistama 300 SK Aitosuorakylvökone (Kuva 2). Kyseinen kone on rakenteeltaan ns. takapyöräkone, jonka takana sijaitseva jyräpyörästö tiivistää kylvöksen sekä toimii samalla kuljetuspyörästönä. Yhdistetty kylvösiemen- sekä lannoitesäiliö oli varustettu liikutettavalla väliseinällä. Väliseinän avulla yksittäisen säiliön tilavuutta voitiin muuttaa. Säiliöiden yhteistilavuus oli 3300 litraa. Kone oli varustettu kaksoiskiekkovantaila, joiden riviväli oli 15 cm. Vantaiden painatus asetettiin maan kovuuden mukaan 140 kg/vannas. Painatuksen riittävyys varmistettiin tarkistamalla kylvövaon sulkeutuminen. Tällä varmistettiin vantaiden pysyminen oikeassa kylvösyvyudessa kivisilläkin kohdilla. Kylvösyvyudeksi säädettiin 4 cm ja sen toteutuminen tarkistettiin heti työn jäljestä mittaamalla.



Kuva 2. VM 300 SK Aitosuorakylvökone

**Perinteinen kylvös kiekkovannaskylvökoneella.** Perinteisen vannaskylvöruudun toteutukseen käytettiin tilan omaa Juko H 2500 Kylvökoneetta (Kuva 3). Koneessa oli 20 kappaletta kiekkovantaita, joiden riviväli oli 12,5 cm. Koneetta käytettiin tilalla pelkkänä kylvökoneena, sillä lannoitteet levitettiin erikseen muokkauksen yhteydessä. Näin mukana kulkeva kylvösiemenmäärä oli saatu nostettua 1750 litraa. Kyseisellä koneella kylvösyvyys oli 4 cm, jonka toteutuminen tarkistettiin kylvökoneen jäljestä.





Kuva 3. Juko H 2500 vannaskylvökone

**Harauskylvö paineilma-avusteisella piensiemenkylvölaitteella.** Harauskylvö tehtiin He-Va Multi Seeder paineilma-avusteisella kylvölaitteella, joka oli asennettu rikkaharan päälle (Kuva 4). Koneen työleveys oli 6,3 m ja kylvösiemensäiliön tilavuus 660 litraa. Lisävarusteeksi oli valittu tasaava etulata. Koneen toiminta perustuu takana sijaitsevaan maapyörään, joka pyöriessään siirtää käyttövoimansa vaijerivälitteisesti syöttölaitteelle. Syöttölaitteessa on annostelurulla, jonka tehtävä vuorostaan on annostella oikea määrä siemeniä puhallusputkistolle (Kuva 5). Puhallusputkistoon tuotetaan traktorin hydraulikäyttöisellä puhaltimella paine, joka saa siemenet siirtymään putkia pitkin maahan. Putkien suuaukot on sijoitettu siten, että rikkaharan piikit sekoittavat kylvösiemenet mullan joukkoon.



Kuva 4. He-Va Multi Seeder pneumaattinen kylvölaite

He-Va piensiemenkylvölaitteen kiertokokeen teon aikana kohdattiin takaisku. Koneeseen oli hankittu valmistajan osoittama ”suurien siementen” syöttölaitteen anostelurulla, mutta siitä huolimatta koneesta ei saatu riittävää siemenmäärää ulos. Ulos saatu maksimi siemenmäärä oli ollut 120 kg/ha. Tämän takia päädyttiin ratkaisuun, jossa siemenmäärä asetettiin 100 kg/ha ja koneella päätettiin ajaa kylvöruutu kahteen kertaan.



Kuva 5. Kylvösiementen anostelurulla

**Pintakylvö keskipakoislevittimellä.** Pintakylvös tehtiin tilan omalla Sami apulannakeskipakoislevittimellä (Kuva 6). Levittimelle oli aikanaan tehty muutostyö, jossa se oli asennettu yleisperävaunun rungolle. Samalla rungon etuosaan oli asennettu kappaletavaranoasturi, jolla levitettävät apulannat sekä siemenet voitiin kuormata. Levityssuppilon tilavuus oli 1200 litraa. Traktori oli varustettu satelliittipaikannusta hyödyntävällä ajo-opastimella, johon oli asetettu työleveydeksi koneen levitysleveys 12 metriä. Reunalevityssäätö kyseisessä konemallissa tehtiin sulkemalla toisen puolen levityslautasen anosteluluukku.



Kuva 6. Sami keskipakolevitin

#### 4.2.5 Koelohkon lannoitus ja muokkaus

Koelohko vietti talven sängellä. 15.5.2020 koelohkon viljelytoimenpiteet aloitettiin levittämällä lietelantaa 35 tonnia hehtaarille. Levitystekniikkana oli vetoletkulevitys, jossa liete sijoitettiin veitsimultaimella maahan. Levityksen aikaan sää oli kolea ja lämpötila vain 5 C° sekä vettä satoi tihkuttamalla. Rinnesijainnin ja lietelannan levitystekniikan ansiosta lohkolla ei kärsitty märkyydestä, jonka takia suorakylvettävälle koeruudulle olisi voinut jäädä uria.

27.5.2020 päästiin aloittamaan koeruutujen perustaminen. Sääolosuhteiden kuivuu- den takia muokkaukset päätettiin tehdä juuri ennen kylvöjä. Näin säästettiin kaikki olemassa oleva kosteus itämistä varten. Työt aloitettiin levittämällä keskipakoisle- vittimellä apulantaa 100 kg/ha. Tämän jälkeen suoritettiin sänkimuokkaus Areksen hinattavalla lautasmuokkaimella, jonka työsyvyudeksi säädettiin 10 cm. Se tehtiin kaikkialle muualle paitsi suorakylvettävälle koeruudulle. Lautasmuokatun raja toimi samalla merkkiviivana suorakylvöurakoitsijalle. Lautasmuokkaksessa maa muok- kaantui hyvin ja olisi muruisuuden kannalta ollut jo kylvettävissä mutta tasaisen kyl- vöalustan varmistamiseksi päätettiin vielä suorittaa kylvösuuntainen pintoja tasoit- televa joustopiikkiäestys Potilan Master äkeellä, työsyvyuden ollessa viisi senttimet- riä. Muokkauksen yhteydessä koelohkolla havaittiin hieman juolavehneää.

#### 4.2.6 Koeruutujen kylvöt

Kylvämään lähdettiin heti muokkausten perään. Päivän kulku oli suunniteltu siten, että kaikki koeruudut saataisiin kylvettyä saman päivän aikana. Näin kasvuston kes- kinäinen vertailu olisi kasvukauden aikana mahdollisimman todenmukaista. Kylvö- päivän sää oli pilvinen ja lämpötila noin 12 astetta. Maaperässä oli hyvin kosteutta oikein ajoitetun muokkauksen ansiosta.

Kylvösiemen oli omaa, edellisenä kesänä hyvin onnistunutta kauraa, jonka itävyys ilman peittausta oli 92 % sekä tuhannen jyvän paino 40 g. Kylvötiheystavoite mää- ritettiin 475 kpl/m<sup>2</sup>. Jokaisen eri kylvökoneen kohdalla aloitettiin tekemällä ensin kiertokokeet. Kylvösiemenmäärä asetettiin edellä mainittujen kylvösiemen arvojen

mukaisesti vannas-, haraus- sekä keskipakokylvökoneissa 200 kg/ha. Suorakylvökoneeseen 220 kg/ha, sillä riviväli oli suurempi.

Kylvöjärjestyksessä ensimmäisenä oli keskipakokylvö. 1. kylvöveto lähdettiin ajamaan reunalevityssäädöllä koelohkon alareunaa myötäillen. Tässä yhden vedon levitysleveydeksi tuli kuusi metriä. Seuraavat kaksi kylvövetoa ajettiin täydellä työlevydellä ja viimeinen 4. ajokerta jälleen reunalevityssäädöllä tasaisen kylvöjäljen varmistamiseksi. Kylvön aikana oli tärkeää huolehtia ajonopeuden tasaisuudesta saman kylvötiheyden varmistamiseksi. Myös ajo-opastimen tarkalla seuraamisella vältettiin päällekkäisyydet sekä kylvöaukkojen muodostuminen. Lopuksi kylvöruudun reuna merkittiin punaisella aurasviitalla traktorin reunimmaisten renkaan jälkien kohdalle.

Seuraavana vuorossa oli harauskylvö pneumaattisella piensiemenkylvökoneella. Kylvöyhdistelmällä ajettiin ensin kolme edestakaista ajokertaa, jolloin kylvösiemenmäärässä päästiin 100 kg/ha sekä koeruudun leveydeksi saatiin sama 36 metriä kuin pintalevitysruidun leveydeksi. Tämän jälkeen sama toistettiin kylvösiemenmäärän nostamiseksi 200 kg/ha.

3. kylvöruutu tehtiin kiekkovannaskylvökoneella. Kyseinen kylvöruutu jäi hieman muita kapeammaksi, sillä se rajoittui muokkaamattomaan sänkimaahan, johon seuraavaksi siirryttiin tekemään 4. koeruutu eli suorakylvös. Onnistuneiden koeruutukylvöjen jälkeen kaikille paitsi suorakylvökselle tehtiin jyräys. Jyrä oli varustettu etuharalla, jonka multaavasta vaikutuksesta arveltiin olevan hyötyä erityisesti keskipakolevittimellä tehdylle kylvökselle.



Kuva 7. Aurasviitoin merkityt kylvöruudut



#### 4.2.7 Kasvinsuojelu

Ensimmäiseksi kasvinsuojelutoimenpiteeksi voitiin laskea kevättalvella tehty kylvösiemenen huolellinen lajittelu. Lajittelulla tavoitellaan elinvoimaista sekä tasalaatuista kylvösiementä, joka mahdollistaa nopean sekä tasaisen alkukasvun. Tällöin rikkakasvit jäävät jalkoihin eivätkä ehdi vallata kasvutilaa itse pääkasvilta. Nopeaa kasvuun lähtöä tukee myös oikein ajoitettu kylvö lämpöiseen maahan sekä riittävä kylvötiheys.

Suorakylvöruudulle tehtiin ennen kylvöä 3.5.2020 monivuotisia juuririkkakasveja torjuva glyfosaattiruiskutus. Tehoaineen määrä oli 1,2 l/ha. Ruiskutuksen aikaan pinnassa oli vasta hieman juolavehettä mutta sen nopean levittäytymisen vuoksi oli perusteltua suorittaa torjunta jo tuossa vaiheessa.

Koko koelohkolle tehtiin rikkakasveja torjuva kasvinsuojeluruiskutus 2.7.2020. Lohkolta oli havaittu paikoittain runsaita jauhosavikka esiintymiä. Lämmin kevät oli ollut rikkakasveille erittäin hyödyllinen, jonka ansiosta ne olivat päässeet rehottamaan. Kuvassa 8. on nähtävissä runsaasti jauhosavikkaa keskipakolevitysruudulla.



Kuva 8. Keskipakolevityksen ja harauskylvöksen raja

#### 4.2.8 Sadonkorjuu

Koelohkon puintiin päästiin torstaina 24.9.2020. Puintipäivänä sää suosi, aurinko näyttäytyi välillä ja lämpötila oli yli 10 astetta. Puintikosteus oli litistykseen ihanteellinen 30 % (Välimaa 2017). Puimurina oli tilan yhteistyökumppanilta vuokrattu Claas Avero 240. Ensimmäisenä puitiin ympäryskierrokset, jonka jälkeen pelto lohkottiin koeruutujen sauma kohdista. Sadonkorjuu vaiheessa koeruutujen välillä ei havaittu silmämääräistä eroa. Kasvusto oli pysynyt hyvin pystyssä eikä lakoa ollut. Kylvöruuduilta saatua sadon määrää ei tässä kohden lähdetty tarkemmin mittaamaan. Päätös perusteltiin puuttuvalla mittaustekniikalla sekä tutkimuksen onnistumisen kannalta epäoleellisena seikkana.



Kuva 9. Koelohkon puintia

## 5 KASVUKAUDEN TULOKSET

### 5.1 Havainnot kasvukaudella

Ensimmäinen kasvuston tarkkailu suoritettiin 4.5. Tuolloin kylvöstä oli kulunut kahdeksan päivää ja kaikilla kylvöruuduilla oli itäneitä siemeniä. Selvästi parhaassa kasvussa oli harauskylvös sekä kiekkovannaskylvös. Molemmat olivat myös hyvin tasaisesti orastuneita. Suorakylvökseen oraatkin olivat tasaisesti pinnassa mutta hie- man muita kylvöksiä jäljessä. Keskipakolevittimellä tehty kylvös oli vuorostaan huomattavan epätasaisesti orastunut. Epätasaisuus korostui erityisesti kohdissa, joissa oli kasvijätteitä nähtävissä.

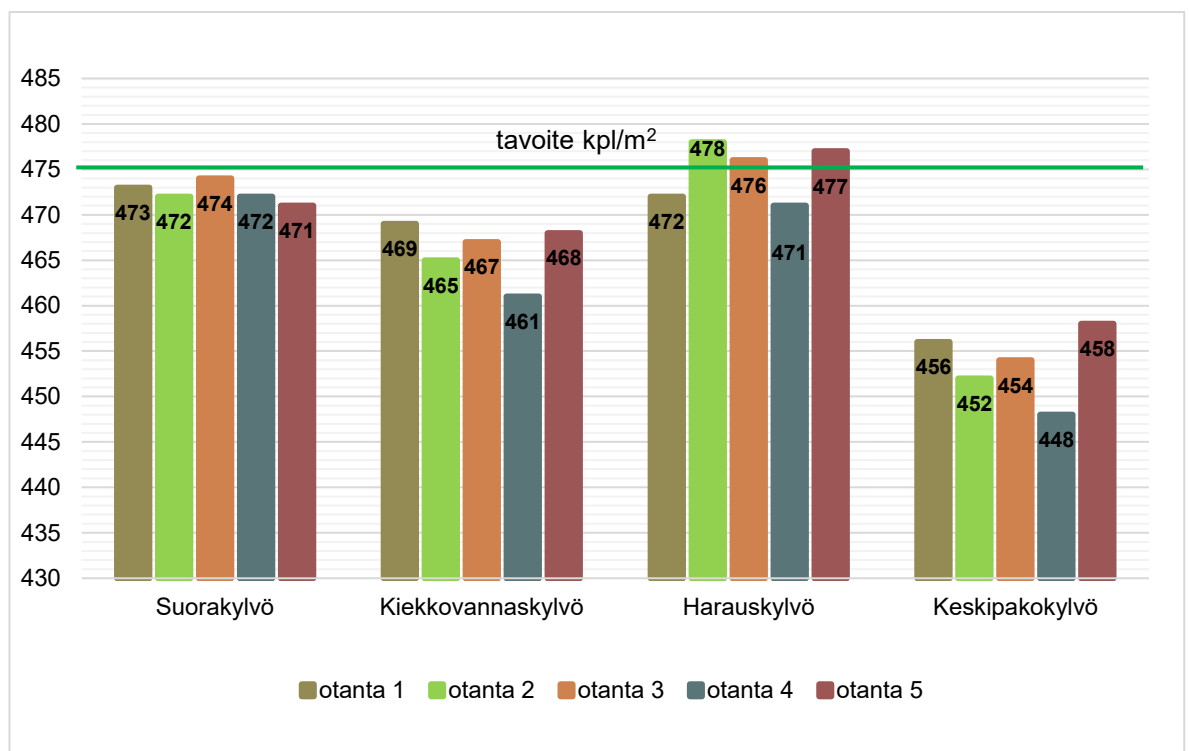


Kuva 10. Vannaskylvöruudun oraita 4.6.2020



Kuva 11. Epätasaista orastumista keskipakolevittimellä kylvetyllä ruudulla 4.6

Toinen kasvuston tarkkailu tehtiin 29.6. Tuolla kerralla laskettiin oraiden määrä sekä havainnoitiin kasvuston tasaisuutta. Koska oraiden laskenta tahdottiin tehdä mahdollisimman sattumanvaraisesti, niin otannat valittiin lippalakkia heittämällä. Suorakylvökoneen vantaiden rivivälin ollessa 15 cm, voitiin laskenta suorittaa laskemalla oraiden määrä kylvörivistä 69 cm matkalta ja kertomalla lukema kymmenellä. Kiekkovannaskylvökoneen kohdalla, jossa vantaiden riviväli oli 12,5 cm kaava oli muutoin sama mutta kylvörivistä mitattava pituus oli 80 cm. (Farmit uutiset 2007). Sekä harauskylvöruudun että keskipakolevitysruidun oraiden laskenta päädyttiin toteuttamaan laskemalla oraat ensin 10 cm\*10 cm alalta, joka kerrottiin kymmenellä. Jokaisesta koeruuduista otettiin viisi vertailu otantaa, joista laskettiin keskiarvo koeruudulle. Eri paikoista otettujen arvojen vaihtelut näkyvät taulukossa 1. Koeruutujen keskiarvoiksi tuli suorakylvöruudulle 472 kpl/m<sup>2</sup>, kiekkovannaskylvöruudulle 466 kpl/m<sup>2</sup>, harauskylvöruudulle 475 kpl/m<sup>2</sup> sekä keskipakolevitysruidulle 454 kpl/m<sup>2</sup>.



Kuvio 2. Oraiden määrä neliöllä kpl/m<sup>2</sup>

Pensomisvaiheessa koeruutujen kasvustoissa havaittiin myös eroavaisuuksia. Suorakylvö oli orastunut tasaisimmin sekä saavuttanut muut kylvökset kasvukehityksessä. Vannaskylvöksellä kylvöriveissä oli havaittavissa vähäisiä kasvustonkehitys eroa sekä aukkoisuutta. Harauskylvöksellä näytti hyvältä ja ruudun sisäiset eroa-



vaisuudet olivat huomattavasti maltillisempia sekä kasvusto selvästi tasalaatuisempaa. Rikkakasveja kuitenkin esiintyi. Keskipakolevitysrudulla oli paikoin aukkoisuutta sekä rikkakasvillisuutta.



Kuva 12. Vannas- ja suorakylvöksen raja

### 5.1.1 Kasvuston tarkkailu ilmakuvista

Koelohkosta otettiin ilmakuvia 27.7.2020. Kuvaaja oli Topias Mäkinen. Kuvauksen hetkellä kasvusto oli osittain tullut röyhylle. Ilmakuvan keskellä erottuu heikkoa kasvustoa vaaleana alueena. Tuolta alueelta oli aikanaan raivattu metsäsaareke, jonka jäljiltä maaperä oli hiekkainen sekä pientä kiveä omaavaa. Muilta osin kasvusto oli tasoittunut hyvin ja kylvöruutujen rajat olivat melko vaikeasti erotettavissa. Pienen värieron kasvuston tummuudessa erotti vertaamalla kuvan 15. vasenta ja oikeaa reunaa keskenään.



Kuva 13. Koeruudut vasemmalta oikealle: suorakylvö, vannaskylvö, harauskylvö sekä keskipakokylvö (Mäkinen 2020).

## 5.2 Työsaavutusten vertailu

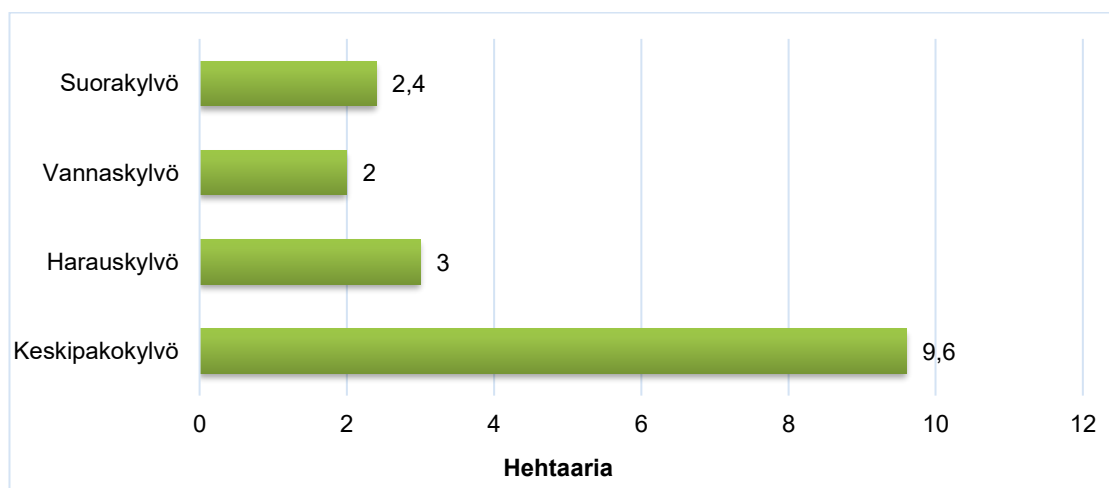
Peltotöissä työsaavutuksella tarkoitetaan yhden tunnin aikana työstettyä pinta-alaa. Sen ilmoittamiseen käytetään lyhennettä ha/h. Teoreettisen työsaavutuksen laske-  
miseksi käytetään laskentakaavaa (Kuvio 2). Tällä kaavalla laskettaessa saadaan selville konkreettisesti pellolla tehdyn työn määrä. Siinä ei ole mukana mahdollisia siirtymiä, päisteajoa tai kylvökoneen siementäyttöjä. Laskutavan selkeyttämiseksi voidaan ajatella koneella ajettavan tunti suoraan, jonka jälkeen laskettaisiin ajettu pinta-ala.

$$q_t = \frac{bv}{10}$$

- $q_t$  työsaavutus [ha/h]  
 $b$  työkoneen työleveys [m]  
 $v$  ajonopeus [km/h]

Kuvio 2. Teoreettisen työsaavutuksen laskentakaava (Ahokas [Viitattu 23.11.2020]).

Tutkimuksessa laskettiin käytettyjen kylvömenetelmien teoreettiset työsaavutukset (Kuvio 3). Kaikilla kylvötekniikoilla ajonopeus oli sama 8 km/h, joka varmistettiin ajouraopastimen avulla. Tulokset saatiin kertomalla kylvökoneen työleveys sekä ajonopeus, jonka jälkeen kertolaskun tulos jaettiin kymmenellä. Keskipakokylvön työsaavutus oli 9,6 ha/h, joka oli muihin verrattuna selvästi eniten. Ero tehokkuudessa johtui 12 m työleveydestä. Kuviosta ei kuitenkaan selviä keskipakolevityksen työnjälki, joka osoittautui havaintoja tehdessä epätasaisimmaksi. Hitainta kylvö oli tilan omalla Juko vannaskylvökoneella, jonka työsaavutusta vähensi kapea työleveys. Harauskylvössä olisi päästy 6 ha/h työsaavutukseen, jos kylvö olisi onnistunut yhdellä ajokerralla. Tässä tapauksessa työsaavutus jää kuitenkin 3 ha/h. Suorakylvön työsaavutus näyttää jäävän vaatimattomaksi mutta tuloksia tarkastellessa on muistettava säästyneet työvaiheet: lautasmuokkaus, äestys sekä jyräys.



Kuvio 3. Työsaavutus ha/h

Toteutunut eli käytännön työsaavutus tarkoittaa työhön kulunutta aikaa, kun otetaan huomioon siirtymät, säädöt, tarkastukset, täytökset ym. vastaavat työhön liittyvät

oheistoiminnot. Kylvössä käytännön työsaavutukseen vaikuttaa erityisesti kylvösie-  
mensäiliön tilavuus sekä sen täyttämisen nopeus. Käytössä olleella täyttöruuvilla  
jokaisen kylvökoneen täyttöön kulunut aika oli alle 5min. Tutkimukseen edellä mai-  
nituilla tekijöillä ei kuitenkaan ollut merkittävää vaikutusta, sillä kaikilla koneilla voitiin  
kylvää koko kylvöruutu yhdellä täyttökerralla.

### 5.3 Taloudellinen tarkastelu

Tutkimuksessa selvitettiin eri kylvötekniikoiden muuttuvat kustannukset. Muuttuvien  
kustannusten laskemiseksi oli selvitettävä jokaiselle kylvöruudulle käytetyn traktori-  
työn määrä. Karjanlannan levitystä ei huomioitu näissä laskelmissa, sillä tänä  
vuonna se teetettiin urakoitsijalla ja levitysmenetelmä oli tilalle ennestään tuntema-  
ton. Taulukossa 2 esitetyt lukemat kertovat teoreettisen työmenekin, jotka ovat h/ha  
muodossa. Eniten traktORITYötä muodostui vannaskylvössä. Ero muihin selittyy itse  
kylvötyöhön käytetyllä ajalla, joka oli seurausta kapeasta työleveydestä. Vähiten  
traktORITYötä muodostui suorakylvössä, jossa kylvön lisäksi tehtiin ainoastaan kas-  
vinsuojelutoimenpiteitä.

Taulukko 2. TraktORITYÖN OSUUS ERI KYLVÖTEKNIKOILLA h/ha

	Suorakylvö	Vannaskylvö	Harauskylvö	Keskipakokylvö
Lautasmuokkaus	0,00	0,30	0,30	0,30
Äestys	0,00	0,45	0,45	0,45
Kylvö	0,60	0,80	0,40	0,20
Väkilannoitus	0,00	0,20	0,20	0,20
Kasvinsuojelu	0,80	0,40	0,40	0,40
Jyräys	0,00	0,50	0,50	0,50
<b>Yhteensä</b>	<b>1,40</b>	<b>2,65</b>	<b>2,25</b>	<b>2,05</b>
=	<b>1h 24min</b>	<b>2h 39min</b>	<b>2h 15min</b>	<b>2h 3min</b>

Kylvötekniikoiden muuttuvat kustannukset on laskettu taulukossa 3. Tuotantopa-  
nosten hinnat ovat viljelykoe vuoden toteutuneita hintoja. Suorakylvön traktORITYÖ  
muodostuu urakoitsijan veloittamasta tuntihinnasta. Vannas, haraus- sekä keskipa-  
kokylvöjen traktORITYÖN hinta on laskettu TTS-Koneella omaa traktoria käyttäen.  
Oman työn hinta on sille asetettu palkkavaatimus.

Laskelman perusteella traktorityö muodostaa selvästi suurimman osan kustannuksista. Kalleinta oli vannaskylvö, jonka kustannukset olivat kuskin palkka mukaan laskettuna 290,79 €. Hintaa nostaa traktorityön suuri määrä. Edullisinta oli urakoitsijan käyttäminen suorakylvöön, 232,66 €.

Taulukko 3. Rehukauran muuttuvat kustannukset eri kylvötekniikoilla

	Suorakylvö			Vannaskylvö			Harauskylvö			Keskipakokylvö		
	Määrä	á	€	Määrä	á	€	Määrä	á	€	Määrä	á	€
<b>Muut. kustannukset / ha</b>												
Oma siemen kg/ha	220,00	0,28	61,60	200,00	0,28	56,00	200,00	0,28	56,00	200,00	0,28	56,00
Lannoite NPK kg/ha	100,00	0,26	26,00	100,00	0,26	26,00	100,00	0,26	26,00	100,00	0,26	26,00
Glyfosaatti l/ha	1,20	9,52	11,42									
Kasvinsuojelu l/ha	2,00	26,22	52,44	2,00	26,22	52,44	2,00	26,22	52,44	2,00	26,22	52,44
Traktorityö h/ha	1,40	58,00	81,20	2,65	44,00	116,60	2,25	44,00	99,00	2,05	44,00	90,20
<b>Muut. kustannukset yht.</b>			<b>- 232,66</b>			<b>- 251,04</b>			<b>- 233,44</b>			<b>- 224,64</b>
<b>Oma työ €/ha</b>				2,65	15,00	<b>39,75</b>	2,25	15,00	<b>33,75</b>	2,05	15,00	<b>30,75</b>

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Ilmaston ääriolosuhteiden yleistyminen luo haasteita viljan viljelyyn. Alkukesän kuivuus vaikutti kasvustojen kehitykseen kaikkialla Saarijärvellä. Erityisesti kesäkuun alussa saadut sateet olivat paikallisia ja rankkoja. (Ilmatieteenlaitos 2020.) Ilmastotekijät vaikuttavat myös viljantuotannon kannattavuuteen. Viljelyksistä olisi tulevaisuudessa saatava onnistuneita satoja mutta mahdollisimman vähillä kustannuksilla. Ratkaisua edellä mainittuihin haasteisiin voidaan hakea esimerkiksi kylvöteknisillä ratkaisuilla.

Opinnäytetyön tutkimustarkoituksena oli selvittää tapauskohtaisesti rehukauran kylvön kulunut aika sekä kustannukset eri kylvömenetelmillä. Tavoitteena ei ollut maksimisadot vaan sopivin tilakohtainen ratkaisu.

Työsaavutusvertailussa saatiin jonkin verran eroja eri kylvötekniikoiden välille. Keskipakokylvö oli työsaavutukseltaan selvästi tehokkain menetelmä mutta samalla myös epäluotettavin. Onnistuneeseen orastumiseen vaikutti ratkaisevasti kylvöalustan kunto sekä kosteuden riittävyys. Harauskylvön osalta ei päästy tavoitteisiin. Teoreettinen työsaavutus voitiin arvioida olevan noin 6 ha/h, mikäli koneesta saataisiin oikea määrä kylvösiemeniä.

Koeruuduilla havaittu epätasainen orastuminen johtui todennäköisesti kuivista kasvuolosuhteista sekä kylvöalustan vaihtelusta. Erityisesti keskipakolevitysruudulla esiintyneen epätasaisen orastumisen uskottiin selittyvän muokkauskerrokseen jääneillä kasvijätteillä. Kasvijätteet koostuivat suurimmaksi osaksi juolavehnästä, joka hyötyi nopeasti lämmenneestä keväästä. Myös liian pieneksi jäänyt kylvösiemenmäärä hankaloitti orastumista. Tästä syystä rikat karkasivat orastumisvaiheessa edelle. Heinäkuun alussa tehty rikkakasvitorjunta tehoi kuitenkin hyvin ja jauhosaavikka ym. rikkakasvit saatiin hävitettyä. Paras orastiheys neliöllä saavutettiin harauskylvöruudulla. Tulos oli yllättävä kuiva kevät huomioon ottaen. Onnistumiseen vaikutti todennäköisesti maalajin hyvä kapillaarinen veden nostokyky.

Kylvömenetelmän valinnassa kustannusten lisäksi on tärkeää suoriutua työstä tietyssä aikaikkunassa. Vaikka suorakylvöurakoitsijan käyttö osoittautui edullisim-

maksi vaihtoehdoksi, niin tilalla olisi hyvä olla varakeino kylvöjen suorittamista varten. Tähän keskipakolevitin sekä vannaskylvökone ovat hyvä vaihtoehto. Kummalakaan koneella ei ole järkevää vastata koko vilja-alan kylvöistä mutta täydentäminen olosuhteita ja käytössä olevaa työvoimaa hyödyntäen on järkevää. Jatkuvassa suorakylvössä viljelyn yksipuolistuminen saattaisi lisätä maaperän tiivistymisen riskiä, jolloin hyvän kasvukunnon ylläpitäminen vaatisi suurempia panoksia.

Tämän opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoinen projekti. Käytännön viljelykokeessa onnistuttiin hyvin ja konkreettisia tuloksia saatiin. Viljelykokeen ennalta suunnittelu oli haastavaa ja tuloksia koostaessa esille nousi seikkoja, joita olisi voitu tehdä toisin tai mitata. Koelohkon perustusvaiheessa havaittu juolavehänä olisi kannattanut ruiskuttaa koko lohkolta. Se olisi voinut vähentää epätasaista orastumista. Sadon määrää olisi voitu myös arvioida laskemalla jyviä röyhyistä. Tällä tavoin sadosta saataisiin etukäteiskäsitys eikä tulisi mahdollisia yllätyksiä. Harauskylvökoneen kiertokokeen teossa havaittu liian vähäinen siemenmäärä olisi kannattanut varmistaa etukäteen. On mahdollista, että viljalajin vaihtaminen painavampi jyväisiin olisi parantanut kylvösiementen virtaavuutta syöttölaitteelle. Kauran epäonnistuneen harauskylvökokeen myötä aiheellista on suorittaa vähintään uusi kiertokoe ohraa tai vehnää käyttämällä. Mikäli harauskylvökoneesta saadaan tulemaan riittävä kylvösiemenmäärä ja itse kylvö onnistuu, tulokset vaikuttavat vähenevästi kylvönkustannuksiin sekä työnmenekkiin. Tilalla aiotaan myös lisätä kevätmuokattaviksi jätettäviä lohkoja sekä myöhästyttää muokkaukset kylvön kynnykselle. Syynä on useana viime vuonna toistunut niukkuus kevät kosteudessa.



## LÄHTEET

- Ahokas, J. Traktorit ja työkoneet. [Verkkajulkaisu]. Energia-Akatemia. [Viitattu 18.11.2020]. Saatavana: [https://en-pos.weebly.com/uploads/3/6/7/2/3672459/traktorit\\_ja\\_tykoneet.pdf](https://en-pos.weebly.com/uploads/3/6/7/2/3672459/traktorit_ja_tykoneet.pdf)
- Alakukku, L. & Teräväinen, H. 2002. Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja nro 982. Vantaa: ProAgria.
- Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja nro 1003. Vantaa: ProAgria.
- Alikärri, O. 2002. Kevytmuokkaus on taitolaji. [Verkkolehtiartikkeli]. Maatilan Pellervo 3, 58. [Viitattu 18.11.2020]. Saatavana: [https://www.pellervo.fi/maatila/3\\_02/kevytmuok.htm](https://www.pellervo.fi/maatila/3_02/kevytmuok.htm)
- Baker, C., Saxton, K., Ritchie, W., Chamen, W., Reicosky, D., Ribeiro, F., Justice, S. & Hobbs, P. 2005. No-tillage Seeding in Conservation Agriculture. [Viitattu 8.5.2020.] Saatavana: <http://www.fao.org/3/al298e/al298e.pdf>
- Farmit uutiset. 2007. Orastiheys on yksi satokomponenteista. [Verkkosivu]. ViljelijänBerner. [Viitattu 23.11.2018]. Saatavana: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2007/05/28/orastiheys-yksi-satokomponenteista>
- Suomen CA-viljelyn yhdistys. 2014. Suorakylvön perusteet. [Verkkosivu]. FICA. [Viitattu 18.11.2020] Saatavana: <http://www.suorakylvo.fi/artikkelit/104-suorakylvon-perusteet>
- Heikkilä, H., Kylmäkorpi, K., Leskelä, A. & Sallasmaa, S. 1991. Tarkkuutta lannoitteiden levitykseen. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto.
- Heikkilä, H. 1988. Jyräys. Teoksessa: E. Poutiainen, M. Markkula, S. Sallasmaa, M. Siitonen & M. Komulainen (toim.) Maan muokkaus. Helsinki: Maatalouden tutkimuskeskus ja maatalouskeskusten liitto. Tietoa tuottamaan 48.
- He-Va. Ei päiväystä. Dosing-rolls for multi-seeder. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.11.2020]. Saatavana: <https://www.he-va.com/en/products/extra-equipment/dosing-rolls/>
- Ilmatieteen laitos. 2020. Vuorokausihavainnot. [Verkkosivu]. Saatavana: <https://cdn.fmi.fi/fmiodata-convert-api/preview/4106b23a-2ed2-4c57-aa22-fba8a04dea16/?locale=fi>



- Isolahti, M. Lötjönen, T. & Uusitalo, R. 2008. Suorakylvön soveltuvuus naudakarjatilojen viljanviljelyyn. Maa- ja elintarviketalous nro 118. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus.
- Jussi-tuote. Ei päiväystä. Jussiruuvi. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.11.2020]. Saatavana: <http://www.jussi-tuote.fi/sites/default/files/Esitteet/Jussiruuvi.pdf>
- Liespuu, S. 2005. Kasvintuotanto: Tänä kesänä lasketaan satokomponentteja. Maatilan Pellervo 2. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 6.11.2020]. Saatavana: [https://www.pellervo.fi/maatila/mp5\\_05/satokomponentit.htm](https://www.pellervo.fi/maatila/mp5_05/satokomponentit.htm)
- Luonnonvarakeskus. 2018. Viljan tuotanto volyymit. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.11.2020]. Saatavana: [https://www.luke.fi/ruokafakta/peltomaan\\_kasvit/viljan\\_tuotanto/](https://www.luke.fi/ruokafakta/peltomaan_kasvit/viljan_tuotanto/)
- Mikkola, H. 2003. Suomessa on tarjolla monenlaisia suorakylvökoneita. Koetointi ja käytäntö. 60 (1), 2.
- Mikkola, H. 1994. Käyttökokemuksia jyräkylvölannoittimista. Maatalouden tutkimuskeskus, Vakolan tiedote 67/94, 17 s.
- Mäkelä, P. & Yli-Halla, M. 2008. Peltokasvien tuotanto. 2. uud. p. Helsinki: Opetushallitus.
- Reikälevy. 2004. Sami keskipakolevitin. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 12.11.2020]. Saatavana: [https://www.reikalevy.fi/wp-content/uploads/2019/04/PL\\_2000\\_kayttoohje.pdf](https://www.reikalevy.fi/wp-content/uploads/2019/04/PL_2000_kayttoohje.pdf)
- Suunnittelukeskus. 2004. Saarijärven pienvesistöjen rantaosayleiskaavan luonto- ja maisemaselvitys. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 30.11.2020]. Saatavana: [https://projektit.fcg.fi/document/20/3320/de4c7fcb91a6302f32aac9841ff8708f/Luonto\\_ja\\_maisemaselvitys\\_liitteinen.pdf](https://projektit.fcg.fi/document/20/3320/de4c7fcb91a6302f32aac9841ff8708f/Luonto_ja_maisemaselvitys_liitteinen.pdf)
- Tume-Agri. 2014. Sivupyöräinen HKL kylvölannoitin. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.5.2020]. Saatavana: <https://tumeagri.fi/site/tuotteet/kylvokoneet/hkl/>
- Välimaa, R. 2017. Parhaat käytännöt – tuoreviljan säilönnässä onnistuminen. [PowerPoint esitys]. Eastman. [Viitattu 26.11.2020]. Saatavana: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituotanto/Rehuviljat/Tuoreviljaseminaari\\_23012017\\_24012017\\_jakoon.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituotanto/Rehuviljat/Tuoreviljaseminaari_23012017_24012017_jakoon.pdf)