



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Toni Kallio & Riku Salomaa

---

# Kylvölannoittimen kylvörivivälin vaikutus kasvuun ja satoon syys- ja kevätvehnällä

Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
SeAMK Ruoka  
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalousyrittäjien tuotantoprosessit (Riku Salomaa)  
Maatalousyrittäjien liiketoiminta (Toni Kallio)

Tekijät: Toni Kallio & Riku Salomaa

Työn nimi: Kylvölannoittimen kylvörivivälin vaikutus kasvuun ja satoon syys- ja kevätvehnällä

Ohjaajat: Anna Tall ja Jori Lahti

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 58

Liitteiden lukumäärä: 3

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kenttäkokeen avulla, miten kylvörivivälin muutos vaikuttaa kasvuun ja satoon syys- ja kevätvehnällä. Työn toimeksiantajana toimi Junkkari Oy, jonka valmistamilla kylvölannoittimilla kokeet kylvettiin. Kenttäkokeet toteutettiin kasvukausien 2019 ja 2020 aikana Ilmajoen Korven koulutilan peltolohkolla. Syysvehnäkokeen koejäsenenä toimivat rivivälit 12,5 cm, 15 cm ja 17,5 cm, joista kaikista kylvimme neljä kerrannetta, koejäseniä yhteensä 12 kappaletta. Kevätvehnän koejärjestelyt sisälsivät samat rivivälit, lisäksi omasta mielenkiinnosta kylvimme myös kaksi kerrannetta riviväliä 25 cm. Kevätvehnän koejäsenten koeruutuja kylvettiin yhteensä 14 kappaletta. Kenttäkokeiden aikana tehtiin havaintoja orastihyvästä, pensomisesta, rikkakasvitiheydestä, kasvukauden säästä sekä sadon määrästä ja laadusta.

Kylvörivivälien vaikutus kasvin kasvuun ja satoon on otettava huomioon kylvölannoittimien suunnittelussa, jotta käytettävissä olevilla tuotantopanoksilla (siemen ja lannoite) saavutettaisiin viljelykasvin kannalta otolliset olosuhteet ja mahdollisuus hyvään ja laadukkaaseen satoon. Suomen olosuhteissa riviväli 12,5 cm on käytetyin. Tästä leveimmillä riviväleillä kylvölannoittimen vannasrakenne on avarampi ja kulutusosia on vähemmän, mikä tuo myös kustannussäästöjä viljelijälle. Tutkimusongelmana on, tuovatko leveämmät kylvörivivälit merkittäviä etuja Suomen kasvuolosuhteissa? Lisäksi käsitelimme opinnäytetyön teoriaosuudessa syys- ja kevätvehnää viljelykasvina sekä viljelytekniikkaa ja sadon käyttömuotoja.

Sääolosuhteet olivat haastavia kasvukausien 2019 ja 2020 aikana. Syysvehnän talvehtiminen näytti leudosta ja sateisesta talvesta johtuen epävarmalta, mutta suurimmilta talvituhoilta säästyttiin. Kasvukausi 2020 oli alkukesästä kuiva ja sadantaa kertyi vähän, mutta lämpösummaa kertyi riittävästi kasvikohteisesti tarkasteltaessa. Tästä huolimatta koejärjestelyt onnistuivat hyvin ja keräsimme monipuolisesti luotettavaa tutkimustietoa eri rivivälien vaikutuksesta. Tulokset osoittivat varsinkin syysvehnällä rivivälin 15 cm pensoneen kevään laskennoissa eniten ja sato oli suurin niin syys- että kevätvehnällä.

Asiasanat: Kylvöriviväli, Orastuminen, Pensominen, Sato

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Farm production (Riku Salomaa) & Farm Management (Toni Kallio)

Author/s: Toni Kallio & Riku Salomaa

Title of thesis: Effect of Seed Drill Row Width on the Growth and Yield of Winter and Spring Wheat

Supervisors: Anna Tall and Jori Lahti

Year: 2021

Number of pages: 58

Number of appendices: 3

---

The purpose of the thesis was to clarify how the change of the row width affects the growth and yield of winter and spring wheat. The work was commissioned by Junkkari Oy, the machines of which were used for the row width tests. The tests were carried out with winter and spring wheat during the growing seasons of 2019 and 2020 in the field block of Korpi school farm in Ilmajoki. The experimental arrangements for the winter wheat were 12.5 cm, 15 cm and 17.5 cm, of which four replications were sowed i.e. a total of 12 test fields. The spring wheat tests had the same row width. In addition, two replications were sowed with a row width of 25 cm. A total of 14 experimental plots with spring wheat test members were sown. During the cultivation experiments observations were made on sprouting and overgrowth, weed density, weather in the growing season and the quantity and quality of the crop.

On the widest row width, the seed drill has a more spacious structure and less consumables, which brings cost savings to the farmer. The research question is whether a wider row spacing would bring significant benefits in the Finnish conditions. The theoretical part of the thesis covers the cultivation of winter and spring wheat, as well as different cultivation techniques and utilization forms of the crop.

Weather conditions were challenging during the growing periods in 2019 and 2020. The wintering of winter wheat looked uncertain due to the mild and rainy winter but the yield was saved from serious winter destructions. The growing period 2020 was dry in the early summer, only a little precipitation was accumulated, but there was enough heat summation when the growth of the plants was examined. In spite of all that, the test arrangements succeeded well. A lot of versatile and reliable information was gathered on the effects of different row widths. The results showed that the 15 cm width of winter wheat had overgrown most when examined in spring. The crop was the biggest with the 15 cm row width for both winter and spring wheat.

<sup>1</sup> Keywords: Row spacing, Sprouting, Overgrowth, Crop

# SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	7
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	10
1 JOHDANTO .....	11
1.1 Tausta ja tavoite .....	11
1.2 Tutkimushypoteesi .....	11
2 VEHNÄ VILJELYKASVINA.....	12
2.1 Vehnä viljakasvina .....	12
2.2 Kasvutapa .....	12
2.3 Satotekijät .....	13
2.4 Taudit ja tuholaiset sekä rikkakasvit .....	13
2.4.1 Vehnän yleisimmät kasvitaudit.....	14
2.4.2 Vehnän yleisimmät tuholaiset .....	14
2.4.3 Vehnä pellon yleisimmät rikkakasvit .....	16
3 VEHNÄN VILJELY SUOMESSA .....	17
3.1 Viljely Suomessa.....	17
3.2 Satotasot Suomessa .....	18
3.3 Sadon laatuvaatimukset .....	18
4 VILJELYTEKNIikka .....	20
4.1 Maalajivaatimus ja peltolohkon valinta .....	20
4.2 Perusmuokkaus ja kylvömuokkaus.....	20
4.3 Kylvötekniikka .....	22
4.4 Lannoitus .....	23
4.5 Kasvinsuojelu .....	24
4.6 Sadonkorjuu .....	25

4.7	Kuivaus .....	25
5	AIKAISEMPAA TUTKIMUSTIETOA KYLVÖRIVIVÄLEISTÄ.....	27
5.1	Rivivälin vaikutus kasvitauteihin, tuholaisiin ja rikkakasveihin.....	27
5.2	Rivivälin vaikutus vehnän kasvuun .....	28
6	KENTTÄKOKEIDEN TUTKIMUSMENETELMÄT .....	32
6.1	Koejärjestelyt.....	32
6.2	Kylvölannoittimien tekniikan esittely .....	33
6.3	Kylvölannoittimien vantaiden rivivälien säätö ja kiertokoe.....	35
6.4	Lajikkeet.....	35
6.5	Oras- ja rikkatiheyden laskenta .....	36
6.6	Sadon punnitseminen ja laadun analysointi.....	36
6.7	Kasvukauden sää vuosina 2019 ja 2020 .....	37
6.7.1	Kasvustokameran havaintoja säätilasta .....	40
7	SYYSVEHNÄN KENTTÄKOKEEN VILJELYTOIMENPITEET .....	42
7.1	Kylvömuokkaus .....	42
7.2	Kylvölannoitus .....	42
7.3	Talvehtiminen.....	43
7.4	Kevätlannoitus.....	43
7.5	Kasvukauden 2020 aikaiset havainnot .....	44
7.6	Kasvinsuojelu .....	44
7.7	Sadonkorjuu .....	44
8	KEVÄTVEHNÄN KENTTÄKOKEEN VILJELYTOIMENPITEET .....	45
8.1	Kylvömuokkaus .....	45
8.2	Kylvölannoitus .....	45
8.3	Kasvukauden 2020 aikaiset havainnot .....	45
8.4	Kasvinsuojelu .....	46
8.5	Sadonkorjuu .....	46
9	KENTTÄKOKEEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	48
9.1	Syysvehnä .....	48

9.2 Kevätvehnä .....	50
9.3 Tulosten yhteenveto .....	51
10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	53
LÄHTEET .....	55
LIITTEET .....	59

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Suomen viljelyvyöhykkeet.....	17
Kuva 2. Optimaalinen kylvöalusta Karkeammat maan muruset luovat liettymissuojan sekä hienommat muruset liettymiskerroksen alla luovat haihtumissuojan ja varmistavat kylvösiemenen riittävän itämiseen tarvittavan maakosketuksen.....	22
Kuva 3. Rivivälin 12,5 cm havaintokuva.....	22
Kuva 4. Junkkarin S300 ja M300 kylvölannoittimien pääosat .....	33
Kuva 5. S-sarjan koneen kiilajyrävantaistonrakenne. ....	34
Kuva 6. Junkkarin M-sarjan koneen kiilajyrävannantaistonrakenne.....	35
Kuva 7. Davis sääaseman pystytys 8.4.2020 Korven koulutilalle. ....	38
Kuva 8. Termisen kasvukauden alkaminen .....	38
Kuva 9. Omavalmisteinen kasvustokamera. ....	41
Kuva 10. Talvisempaa maisemaa kenttäkokeesta 11.5.2020.....	41
Kuva 11. Kevätvehnän sadonkorjuu ja sadon analysointi 1.10.2020. ....	47
Kuvio 1. Rikkakasvien esiintyminen luomu syysvehnällä Rikkakasvit vasemmalta oikealle eri koejäsenillä x-akselilla: saunakukka, lutukka, peltolemmikki ja muita tunnistamattomia rikkakasveja sekä viimeisenä ilmoitettu rikkakasvien kokonaismäärä. Y-akselin selittäjä on gramma rikkakasvimassa neliömetrille. ....	28
Kuvio 2. Väderstadin rivivälikokeen tuloksia. X-akselilla: kylvöriviväli. Y-akselin selittäjä on sadon suhdeluku.....	29
Kuvio 3. Luomu syysvehnän orastiheys keväällä X- akselilla käytetyt kylvömenetelmät vasemmalta oikealle: tavanomainen 12,5 cm riviväli, kaksirivi (6,25 cm) ja kolmerivi (4,2 cm) sekä viisirivi (2,5 cm). Y- akselilla esitetty oraiden määrä neliömetrille. ....	31

Kuvio 4. Kertynyt sadesumma syyskuusta 2019, lokakuulle 2020. Ilmajoen koulutilan sääaseman mittaamaa tietoa.....	37
Kuvio 5. Tehoisan lämpösumman kertyminen kuukausittain syys- ja lokakuussa 2019 sekä kasvukaudella 2020 .....	39
Kuvio 6. Tehoisan lämpösumman kertyminen yhteensä viljelyjaksolta viljelykasveittain Syysvehnä hyödynsi tehoisaa lämpösummaa yhteensä 1075 astetta ja kevätvehnä 1278 astetta.....	40
Kuvio 7. Syysvehnän orastiheys syksyllä ja keväällä sekä pensonta ja kasvukauden rikkatiheys.....	49
Kuvio 8. Kevätvehnän oras- ja rikkatiheys. ....	50
Taulukko 1. Vehnän sadot viime vuosilta .....	18
Taulukko 2. Myllyn Parhaan myllyvehnän vastaanottovaatimukset, perushinnan vaatimukset.....	18
Taulukko 3. Vakolan rivivälin koetuloksia.....	29
Taulukko 4. Vehnän jyväsato (t/ha) eri riviväleillä ja siemen määrillä. X-akselilla eri rivivälien tuottama jyväsato (t/ha) eri kylvösiemen määrillä. Y-akselilla kokeessa mukana olleet rivivälit .....	30
Taulukko 5. Syysvehnän kenttäkoejärjestelyt syksyllä 2019.....	32
Taulukko 6. Kevätvehnän kenttäkoejärjestelyt keväällä 2020.....	32
Taulukko 7. Junkkarin S- ja M sarjan koneiden teknisiä tietoja.....	34
Taulukko 8. Orastiheyden määrittäminen laskemalla yhdestä kylvörivistä rivivälikohtaisen matkan oraita .....	36
Taulukko 9. Koelohkon viljavuustiedot.....	43
Taulukko 10. Syysvehnän satotulokset.....	49



Taulukko 11. Kevätvehnän satotulokset .....	51
Taulukko 12. Kenttäkokeen tuloksien yhteenveto syys- ja kevätkuonällä .....	52

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Kiilajyrävannas</b>	Junkkari Oy:n valmistamissa kylvölannoittimissa käytetty kylvövannastyyppejä.
<b>Kylvöriviväli</b>	Kuvaa mille etäisyydelle toisistaan sijoitetaan siemen- tai lannoiterivi. Suomen oloissa yleisesti käytetty kylvöriviväli on 12,5 cm.
<b>Kylvötiheys</b>	Kuvaa kylvettävien siementen kappalemäärää neliömetrille. Esim. kevätvehnän kylvötiheys 650–700 kpl/m <sup>2</sup> . Kylvörivivälin kasvaessa, kasvaa siementen kappalemäärä kylvömetrille.
<b>Orastiheys</b>	Tavoiteltu kylvötiheys voidaan tarkistaa, kun kasvusto on kunnolla oraalla kylvön jälkeen. Saavutettu orastuminen lasketaan riviväliltä 12,5 cm oraat 80 cm matkalta ja kerrotaan saatu tulos kymmenellä. Vastaavasti rivivälillä 15 cm mittausmatka on 67 cm ja rivivälillä 17,5 cm 57 cm.
<b>Pensominen</b>	Viljakasvien orasvaiheessa yhdestä siemenestä kasvaa yksi tai useampi oras. Pensominen lisääntyy etenkin kylmissä olosuhteissa ja syysviljat pensovat runsaasti keväällä.
<b>Rikkatiheys</b>	Kuvaa rikkakasvien määrää kasvustossa, yksikkö esim. kappaletta neliömetrille.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja tavoite

Opinnäytetyön toimeksiantaja toimi Junkkari Oy. Junkkari Oy on suomalainen MSK Groupiin kuuluva yritys, joka valmistaa maatalous- ja metsäkoneita. Maa- ja metsäkonetuotannon tehdas sijaitsee Etelä-Pohjanmaan Kauhavan Ylihärmässä. Tutkimus ja siihen liittyvä kenttäkoe toteutettiin Ilmajoella, Korven koulutilan peltolohkolla. Koelohkot kylvettiin Junkkarin kylvölannoittimilla ja muuta tarvittavaa kalustoa hyödynnettiin Korven koulutilalta.

Opinnäytteen aihe on ajankohtainen, sillä Junkkari Oy kehittää uudistuneita kylvölannoitinmallejaan ja maatiloilla pyritään uudenaikaisilla kylvötekniikka innovaatioilla tehostamaan peltoviljelyä. Junkkarin Oy:n kylvölannoittimien vannastekniikka sekä lannoitteen ja kylvösiemenen sijoittaminen samaan kylvöriviin lisäävät tutkimuksen tarvetta, etenkin vantaiston rivivälin kasvaessa merkittävästi. Kylvörivivälin kasvaessa suurenee lannoite- ja siementiheys kylvömetrille. Tällä asialla on oleellista vaikutusta viljakasvin kasvuun monella eri tapaa.

Kenttäkokeen tavoitteena oli selvittää, saavutetaanko leveämmillä kylvörivivälillä Suomen olosuhteissa merkittäviä etuja syys- ja kevätvehnän kasvussa ja sadontuotossa, verrattuna kylvörivivälin 12,5 cm?

## 1.2 Tutkimushypoteesi

Kenttäkokeen perustamisella tutkittiin kylvörivivälin vaikutusta syys- ja kevätvehnällä orastuvuuteen, rikkatiheyteen ja sadon määrään sekä laatuun. Lisäksi syysvehnällä tutkittiin pensomista keväällä 2020. Syysvehnällä koejäsenet olivat rivivälit 12,5, 15 ja 17,5 senttimetriä. Kevätvehnällä toteutettiin rivivälit 12,5, 15, 17,5 ja 25 senttimetriä. Kummassakaan kenttäkokeessa ei tähdätty huippusaaton, vaan tavoiteltiin luotettavaa ja kattavaa tietoa rivinvälin vaikutuksesta vehnän kasvuun ja sadon määrään.

## 2 VEHNÄ VILJELYKASVINA

### 2.1 Vehnä viljakasvina

Vehnä (*Triticum aestivum*) on tärkein leipäviljamme maailmanlaajuisesti. Sen viljelyhistoria ulottuu jopa 10000 vuoden päähän Lähi-idän alueelle. Nykyään vehnää viljellään laajasti, varsinkin Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa elintarvike käyttöön ja rehuteollisuuden tarpeisiin. Elintarvikekäytössä se on merkittävä viljalaji, sillä sen leivontaominaisuudet ovat omaa luokkansa jyvien endospermissä sijaitsevien sitkoproteiinien, gluteiinien ja gliadiinien johdosta. (Leipä tiedotus, [viitattu 1.12.2020].)

Vehnalajikkeet voidaan jakaa kevät- ja syyslajikkeisiin. Viljalajikkeena vehnä on viljelykasveista vaativin, se tarvitsee paljon ravinteita ja kevätlajikkeilla on pitkä kasvuaika verrattuna muihin viljakasveihin. Suomessa viljellään vehnän molempia muotoja. (Ruokatieto Yhdistys ry, [viitattu 1.12.2020].)

Syys- ja kevätvehnistä on saatavana eri olosuhteisiin ja eri käyttötarkoituksiin sopiva lajike. Lajikkeiden välisiä ero tekijöitä ovat esimerkiksi kasvuaika, viljelyvyöhyke, talvenkesto, proteiinipitoisuus, hehtolitraino ja maalajivaatimus. Vuonna 2019 Suomessa viljellyimmät kevätvehnalajikkeet olivat Quarna, KWS Mistral ja Demonstrant. Syysvehnän viljellyimmät lajikkeet olivat Ceylon, Skagen ja KWS Mangnifik. (Laine & Jalli 2020, 20–23.)

### 2.2 Kasvutapa

Vehnä kuuluu heinäkasveihin, joten sillä on kyseiselle kasviryhmälle tunnusomaiset rakenteelliset piirteet: ontto, nivelistä ja nivelväleistä koostuva korsi, kasvutilan hyödyntävä versontakyky sekä kukintona tähkä (Sainio-Peltonen, Rajala & Seppälä 2005, 15.) Itämisen alkaessa siemenestä kehittyy ensin siemenjuuri ja sitten ravintojuuret, jotka huolehtivat ravinteiden ja vedenotosta.

Syysvehnä itää elo-syyskuussa ja se muodostaa ennen talvea 2–4 lehteä. Kevään tullessa se jatkaa kasvuaan uudestaan ja muodostaa sivuveroja eli pensoo. Suomen pitkän päivän takia pensominen ei ole välttämättä kovin voimakasta, varsinkaan kevätiljoilla. Viileä lämpötila, matala kylvösyvyys ja riittävä kosteus lisäävät sivuversojen muodostumista, kuin taas

syväkylvö, lämmin sää ja kuivuus vähentävät niiden määrää. Sivuersot lisäävät yhteyttävää alaa ja kuollessaan siirtävät yhteyttämistuotteita pääversoon, mikä lisää satoa. Jos sivuersot kasvattavat tähkän, ne tuleentuvat myöhemmin ja niiden sadon laatu on heikompaa kuin pääversojen. (Mäkelä & Yli-Halla 2016, 50–53.)

Orastumisvaiheen jälkeen on korrenkasvuvaihe. Tähkä siirtyy korren pituuskasvun myötä korkeammalle ja alkaa pullistua ylimmäisestä lehtitupesta. Kasvusto on tässä vaiheessa tupella, lopulta tähkä tulee kokonaan esille lehtitupesta ja kasvaa lippulehteä korkeammalle. Jyvien täyttymisvaiheessa jyvät alkavat tulla esiin ja niihin alkaa kerääntyä tärkkelystä. Maitotuleentumisvaiheessa jyvien sisältö on maitomainen ja jyvien väri on vielä vihreä. Seuraavaksi jyvät alkavat kellertää eli tapahtuu keltatuleentuminen, joka tarkoittaa, että kasvin varsinaiset elintoiminnot ovat päättyneet. Korsi alkaa kuivua ja muuttua kellertäväksi ja jyvien vesipitoisuus vähenee. Lopuksi tapahtuva täystuleentuminen tekee jyvistä kovia ja sisältö muuttuu kiinteäksi, kasvusto on lopuksi harmaan väristä. (Mäkelä & Yli-Halla 2016, 50–53.)

### **2.3 Satotekijät**

Käsitteellä satotekijät voidaan kuvata kasvin sadontuottokykyä ja tuotetun sadon laatua. Viljakasvin satotekijät jaetaan kahteen ryhmään, suvulliseen satoon eli jyvät sekä kasvulliseen satoon eli oljet ja juuret. Kehittyviin satotekijöihin vaikuttavat niin sanotut ulkoiset tekijät ja viljalajikkeen ominaisuudet. Ulkoisia tekijöitä ovat muummuassa kasvukauden sää, lohkon maalaji, lannoitus, kasvinsuojelu ja viljelyssä käytetty tekniikka, esimerkiksi kylvöriviväli. Lajikkeesta riippuvaisia tekijöitä ovat kasvuaika, valkuaisprosentti, hehtolitraino, tuhannen jyvänpaino, satoisuus eri viljelyvyöhykkeellä ja lämpösumma vaatimus.

### **2.4 Taudit ja tuholaiset sekä rikkakasvit**

Viljakasvien kasvitauteja, tuholaisia ja rikkakasveja voidaan torjua ennaltaehkäisevästi oikeilla viljelytoimilla, maan kasvukunnolla ja tarvittaessa kemiallisesti. Luonnonmukaisessa torjunnassa korostuu etenkin viljelykierron monipuolistaminen. Myös lajikkeiden ominaisuuksilla, esimerkiksi taudin kestävyydellä, on suuri merkitys kasvitautien esiintyvyydelle. Lähtökohtana viljelyn onnistumiselle voidaan pitää tervettä ja elinvoimaista kylvösiementä, sillä useat kasvitaudit leviävät siementen välityksellä, esimerkiksi punahomeet. Viljakasvien taudinaiheuttajat voidaan jakaa karkeasti siemenlevintäisiin, lehtiä vioittaviin sekä

tuholaishyönteisten levittämiin taudinaiheuttajiin. Kasvukauden sääolot, viljelykierto ja muokkaustapa vaikuttavat oleellisesti lehtiä vioittavien taudinaiheuttajien sekä rikkakasvien esiintymiseen ja leviämiseen. (Laine & Jalli 2020, 24.) Haittatekijöiden torjunta onkin oleellinen osa viljakasvien viljelyä, joten otamme asian esille rivivälilyvä aiheen ohella.

#### 2.4.1 Vehnän yleisimmät kasvitautit

Vehnien merkittävämmät kasvitautit vaikuttavat vioittavasti yhteyttäviin kasvinosiin, kuten kasvuston lehdistöön. Kevätvehnän yleisempiä lehdistöä vioittavia lehtilaikkutauteja ovat rusko- ja pistelaikku. Kevätvehnän lisäksi, syysvehnällä lehdistöä vioittavia tauteja ovat vehnähärmä ja ruoste. Ne leviävät kasvista toiseen ilmavirtojen mukana, varsinkin tuulisella säällä. Useat lehtilaikkutautien taudinaiheuttajat leviävät ja talvehtivat kasvijätteen välityksellä. (Laine & Jalli 2020, 24.)

Syysvehnällä voi esiintyä harmaalaikkua (*Mycosphaerella graminicola*), joka voi tarttua myös kevätvehnään. Syysvehnän oraiden talvehtimista haittaava yleisempi kasvitauti harmaalaikun ohella on lumihome. Lumihome (*Microdochium nivale*) leviää kasvustoon yleisesti kasvijätteestä ja vioittaa oraita syksyn sekä talven aikana. Kylvösiemenestä tartunnan saanut itu voi jo tuhoutua ennen orastumista täysin. Keväällä lumen sulaessa lohkolta paljastuvat taudin vioitukset kasvustossa. Saastuneet oraat ovat maata vasten, painautuneet toisiinsa kiinni ja ovat väriltään vaaleanpunaisia. Lehtiä peittää vaaleanpunainen tai vaaleanharmaa sienirihmasto. Jos kasvupiste on tuhoutunut, kasvi lakastuu. Taudille otolliset olosuhteet ovat silloin kun pysyvä lumi sataa roudattomaan maahan, jolloin lumen alla kosteusolosuhteet ovat korkeat. (Vilja-alan yhteistyöryhmä, [viitattu 4.12.2020].)

Vehnien yleisempiä siemenlevintäisiä kasvitauteja ovat erilaiset mykotoksiinit eli punahomeet, juuristo- ja tyvitautit sekä nokitautit. Nokitaudeista tyypillisempiä ovat haisu- ja lentonoki taudit. Haisunokea tavataan niin syys-, että kevätvehnällä. Siemenlevintäisiä tauteja voidaan torjua vain taudeista puhtaalla ja peitatulla siemenellä. (Laine & Jalli 2020, 24.)

#### 2.4.2 Vehnän yleisimmät tuholaiset

Tuomikirva (*Rhopalosiphum padi*) aiheuttaa lähinnä kevätvehnällä vioituksia. Tuomikirvat imevät oraista solunesteitä ja kuluttavat kasvin energiaa. Tämä vaikuttaa erityisesti oraiden

kasvuun ja kehittyviin satotekijöihin. Tuomikirvoja voi esiintyä 2–3 sukupolvea kasvukauden aikana. Jos ensimmäinen sukupolvi lentää kesäkuun aikana luonnonheinien kautta viljakasvustoon, kevätvehnään voi tarttua kääpiökasvuviroosia. Kääpiökasvuviroosi (*Barley yellow dwarf virus*) aiheuttaa viljoille samantapaisia oireita kuin ravinnepuutos ja näin ollen vaikuttaa oleellisesti satotekijöiden muodostumiseen. Kirvoja torjutaan yleisesti ottaen kemiallisesti jo oras- tai versoasteella. (Luonnonvarakeskus 2011a).

Tähkäsääski (*Sitodiplosis mosellana*) on haitallinen vehnän tuholainen. Sääsket munivat syys- ja kevätvehnän tähkään ennen kukintaa, ja kuoriutuessaan toukat alkavat vioittaa kukkapohjaa ja muodostuneita jyviä. Pahimmillaan puolet sadon jyivistä voidaan menettää, kun jyvät surkastuvat, hehtolitraino ja laatu jää alhaiseksi. Toukat voivat lepoasteisena olla jopa 5–6 vuotta ennen kuoritumista, joten ongelmasta voi tulla pitkäaikainen. Tähkäsääskien torjuntaan paras keino on viljelykierron monipuolistaminen. (Farmit, [viitattu 2.12.2020].)

Vehnäsääskiä (*Contarinia tritici*) esiintyy syys- ja kevätvehnillä. Vehnäsääski voi vioittaa tähkävaiheessa siemenaiheen kokonaan, joten tähkä jää siemenistä pahimmassa tapauksessa tyhjäksi. Aikuiset sääsket munivat siemenaiheisiin ja munista kuorituvat toukat alkavat syödä siemenaihiota, toukkia voi esiintyä jopa 20 kappaletta yhdessä siemenaihiossa. Toukat talvehtivat kotelona maahan kaivautuneena, esimerkiksi pientareilla. Kotelot voivat olla horroksessa jopa kolme vuotta ennen kuin kuoriutuvat. Vehnäsääskien torjuntakeinoja ovat olkien poltto sadonkorjuun jälkeen, lohkon viljelykierron muuttaminen ja kemiallinen torjunta. (Farmit. [viitattu 4.12.2020].)

Hesseninsääskiä (*Mayetiola destructor*) esiintyy yleisemmin syysvehnällä kuin kevätvehnällä. Toukan kotelo talvehtii syysvehnän tyvellä ja toukat kuorituvat keväällä. Sukupolvia voi syntyä useita kesän aikana. Nopeasti kasvavat toukat hakeutuvat kasvin kasvupiteeseen ja aiheuttavat viljan kasvun hidastumista. Oraiden kasvun hidastuminen lisää sivuversojen muodostumista. Pahimmissa tapauksissa koko kasvi voi kuolla tai näivettyä. Sääsket viihtyvät tiheissä kasvustoissa, aikaisin kylvetyissä syysvehnäkasvustoissa sekä päällekkäisviljelyssä. Torjunnassa parhaita neuvoja ovat vehnän viljelykierron monipuolistaminen sekä syysviljan liian aikaisen kylvön välttäminen. (Luonnonvarakeskus 2011b).

### 2.4.3 Vehnä pellon yleisimmät rikkakasvit

Rikkakasvit jaetaan moni- ja yksivuotisiin rikkakasveihin. Monivuotiset rikkakasvit leviävät yleisemmin juurensa avulla, mutta myös siemenestä. Pahimpia monivuotisia rikkoja ovat syys- ja kevätvehnällä juolavehnä, pelto-ohdake ja peltovalvatti. Yksivuotiset rikkakasvit itävät keväällä siemenestä ja ovat helpommin torjuttaessa, kun monivuotiset. Vehnäpeltojen yleisempiä yksivuotisia rikkoja ovat esimerkiksi jauhosavikka, pillike ja peltosaunio, jota esiintyy syysvehnällä myös ylitavisena. Etenkin jauhosavikka ja pillike kasvavat tehokkaasti kevätvehnä kasvuston seassa erityisesti kosteina keväinä. Rikkakasvien vallatessa kasvualaa viljelykasvilta, sato voi alentua jopa 10–20 prosenttia ja puinti voi olla haasteellista. (Hannula 2012, 4.)

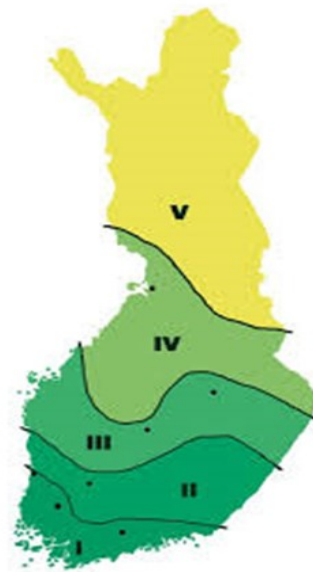


### 3 VEHNÄN VILJELY SUOMESSA

#### 3.1 Viljely Suomessa

Vehnä on Suomessa tärkein leipävilja ja sen käyttö on yleistynyt myös rehuteollisuuden puolella, kun rehuteollisuuden tavoite on lisätä kotimaisen valkuaisen määrää rehunvalmistuksessa. Vehnän päätuotantoalueet ovat Varsinais-Suomi ja Uusimaa (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2012). Syys- ja kevätvehnällä viljelyvyöhyke ulottuu aina Oulun eteläisimmille seuduille.

Leipävehnän viljelyn strateginen tavoite on panostaa sadon valkuaispitoisuuteen ja leivontalaadun (sakoluku ja sitko) parantamiseen. Viljelyssä Suomen olosuhteissa tulee ottaa huomioon ennen kaikkea lajikkeelle sopiva viljelyvyöhyke ja kasvu-aika sekä maalaji. Suomen viljelyvyöhykkeet ovat esitetty kuvassa yksi (kuva 1). I ja II-vyöhykkeellä viljellään korkean satopotentialin vehniä, jotka ovat sadoltaan erittäin laadukkaita, mutta ne ovat kasvuajaltaan myöhäisempiä. III-IV- vyöhykkeillä etenkin kasvu-aika rajoittaa satoisampien lajikkeiden viljelyä leipävehnälaaduksi. Syysvehnän viljelyksessä tärkeintä on valita lajike, joka on talvenkestävä. Syysvehnällä korkean satopotentialin omaavat lajikkeet talvehtivat heikosti. (Vilja-alan yhteistyöryhmä, [viitattu 2.12.2020].)



Kuva 1. Suomen viljelyvyöhykkeet (Hankkija. 2020, 14.)

### 3.2 Satotasot Suomessa

Vehnän kokonaissato on kasvanut 2015–2020 luvuilla vuosi vuodelta (taulukko 1). Vuonna 2018 kokonaissato notkahti 494,7 miljoonan kiloon, edellisvuoden 802 miljoonasta kilosta. Yhtenä syynä notkahdukseen on kuiva kevät ja kasvukausi. Vuoden 2020 sato on taulukon aineiston kolmanneksi pienin. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 2.12.2020].)

Tilastotiedon mukaan hehtaarisadot ovat olleet useana vuonna korkeampia syysvehnällä (taulukko 1). Vuonna 2020 syysvehnä alan hehtaarisato on ollut keskimäärin 4400 kg/ha ja kevätvehnän 3240 kg/ha (Luonnonvarakeskus, [viitattu 2.12.2020].)

Taulukko 1. Vehnän sadot viime vuosilta (Luonnonvarakeskus, [viitattu 2.12.2020].)

	Korjuuala* (1 000 ha)						Hehtaarisato (kg/ha)						Sato (milj. kg)					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Vehnä yhteensä 1)	241,8	215,1	194,3	177,8	197,6	197,7	4 100	3 830	4 130	2 780	4 560	3 370	992,1	823,9	802,0	494,7	901,6	667,3
.Syysvehnä	42,4	25,2	34,5	10,5	39,5	22,3	4 920	3 690	4 450	2 540	5 620	4 400	208,8	92,9	153,3	26,8	222,3	98,0
.Kevätvehnä 1)	199,4	189,9	159,8	167,2	158,1	175,5	3 930	3 850	4 060	2 800	4 300	3 240	783,3	731,0	648,7	467,9	679,3	569,3

### 3.3 Sadon laatuvaatimukset

Vehnän laatuvaatimukset määräytyvät sen mukaan mihin käyttötarkoitukseen sato menee. Leipävehnän sadon laatuun ja hinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä ovat valkuaisen määrä, jyväkoko, rikkasiementen- ja vihreiden jyvien määrä, hygieeninen laatu (DON-arvo) sekä erityisesti leivontaan vaikuttavat tekijät sitko ja sakoluku. Lisäksi vehnän tulee olla tervettä, täysin tuleentunutta, sekä väriltään ja hajultaan normaalia. Viljasadossa ei saa olla jämiä peittäusaineista, eikä satoa saa käsitellä kasvunaikana glyfosaatti valmisteella (Myllyn Paras 2020). Laatuhinnoittelu perusteet vaihtelevat toimija kohtaisesti. Tavanomaisen myllyvehnän (Myllyn Paras 2020) vastaanottovaatimukset on esitetty taulukossa kaksi.

Taulukko 2. Myllyn Parhaan myllyvehnän vastaanottovaatimukset, perushinnan vaatimukset (Myllyn Paras 2020.)

Laatu	Kosteus-%	Valkuais-%	Sakoluku	Hlp	Tjp	DON max
Myllyvehnä	max. 14	min. 12	min. 180	min. 78 kg	min. 30 g	1,25 mg/kg

Erän puhtaus	Max-%
Roskat/rikat	10
Vieraslajit	2
Vihreät jyvät	2

Myllylaatuisella kevätvehnällä on useammin paremmat leivontaominaisuudet kuin syysvehnällä. Lisäksi hyvälaatuisesta viljasta maksetaan lisähintaa, esimerkiksi korkea valkuaisen määrä lisää hintaa. Huono sakoluku, hehtolitrapaino ja vihreiden jyvien määrä laskevat sadon perushintaa. (Vilja-alan yhteistyöryhmä, [viitattu 1.12.2020].)

Rehuvehnällä sadon laatuvaatimukset ovat leipä- ja myllyvehnää alahaisemmat. Rehuvehnän yleisiä vastaanottovaatimuksia ovat kosteus, hehtolitrapaino ja valkuainen. Myös jokainen rehuvehnän ostaja määrittää omat laatukriteerit, ja ostajan laatuvaatimukset vaihtelevat eri käyttötarkoitusten mukaan. (Vilja-alan yhteistyöryhmä, [viitattu 1.12.2020].)

## 4 VILJELYTEKNIikka

### 4.1 Maalajivaatimus ja peltolohkon valinta

Kevätvehnä menestyy parhaiten hietasavimailla, joiden rakenne on hyvässä kunnossa. Viljelyyn soveltuu myös savi- ja hikevät hietamultamaat. Pellon pH:n tulisi olla vähintään tyydyttävä, mielellään hyvä, jotta vehnällä olisi paremmat kasvumahdollisuudet. Eloperäisillä mailla etuna on kasvukaudella maaperästä vapautuva typpi. Huonona puolena on, että liiallinen typpi viivästyttää tuleentumista ja aiheuttaa lakoa. Vehnän esikasviksi soveltuvat erinomaisesti palkokasvit, apilapitoiset nurmet ja öljykasvit. (Vilja-alan yhteistyöryhmä, [viitattu 1.12.2020].)

Syysvehnä menestyy parhaiten savipitoisilla mailla. Syysvehnälle luontaisin esikasvi on kesanto tai nurmi. Myös aikainen ohra tai herne ovat myös hyviä esikasveja syysvehnälle, sillä ne ehtivät tuleentua ajoissa ja maa saadaan kylvökuntoon hyvissä ajoin. Sadonkorjuun aikaan, syksyllä myöhäisen ohran tai aikaisen kauran puinti, voi osua syysviljan kylvön kanssa samoihin aikoihin (Esala 1989, 13–14). Syysviljalle sopivaa lohkoa valitessa on syytä kiinnittää huomiota pellon pinnanmuotoihin, sillä talvea vasten vesi voi jäädä makaamaan epätasaisiin kohtiin ja näin jääpolte tai lumihome voi iskeä kasvustoon.

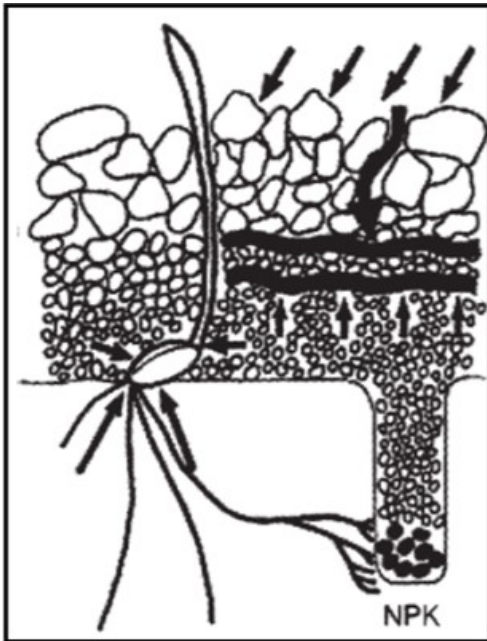
### 4.2 Perusmuokkaus ja kylvömuokkaus

Perusmuokkauksella pyritään kuohkeuttamaan maa edellisten viljelytoimien jäljiltä noin 15–25 cm syvyydeltä ennen kylvömuokkausta ja varmistamaan seuraavalle kasville otolliset kosteus- ja kasvuolosuhteet. Perinteisin perusmuokkaustapa on kyntö, jossa esikasvin kasvijäte käännetään maahan 18–25 cm syvyydelle. Kasvijätteen tehokkaalla multaamisella pienennetään mm. vehnän kasvitautien leviämistä ja rikkakasvipainetta. Muita perusmuokkaustapoja ovat erilaiset sänkimuokkaukset, joissa kasvijäte jää kokonaan tai osakseen maan pintaan. Erilaisia sänkimuokkaustapoja ovat kultivointi, äestys ja lautasmuokkaus, joissa työsyvyys on kyntöä paljon matalampi 8–15 cm. (Rantanen 2014, 3–4.)

Perusmuokkaus tehdään yleensä kasvukauden lopulla sadonkorjuun jälkeen tai keväällä ennen kasvukautta. Savimaiden syyskynnöllä Suomen oloissa voidaan hyödyntää roudan maan rakennetta murustavaa vaikutusta. Hiesumailla syysmuokkaaminen voi johtaa keväällä lumen sulaessa liettymiseen. Hiesu-, hieta- ja eloperäisille maille sopii hyvin kevätpainotteinen perusmuokkaaminen, sillä muokkauksella katkaistaan väliaikaisesti kapillaarinen vedennousu pintakerrokseen ja näin maan lämpenemistä voidaan nopeuttaa. (Rantanen 2014, 3–4.)

Tavanomaisessa kylvömuokkauksessa ennen varsinaista kylvöä, maan mururakenne muokataan viljelykasville sopivaksi sekä varmistetaan hyvä tasainen kylvöalusta. Yleisimmin kylvömuokkaus tehdään joustopiikkiäkeellä. Joustopiikkiäkeessä joustavat piikit rikkovat ja murustavat maata väristessään, työsyvyyden ollessa muokattaessa noin 5 cm. Joustopiikkiäes sopii useimpien maalajien kylvöalustan muokkaamiseen, ajokerrat ovat maksimissaan yhdestä kahteen ajokertaan oikeanlaisen mururakenteen aikaansaamiseksi. Huomioitavaa on muokkauksen oikea ajoittuminen kevääseen maan kosteuden, kantavuuden ja lämpötilan mukaan sekä tiivistymien välttäminen. (Saarikallio 2012.)

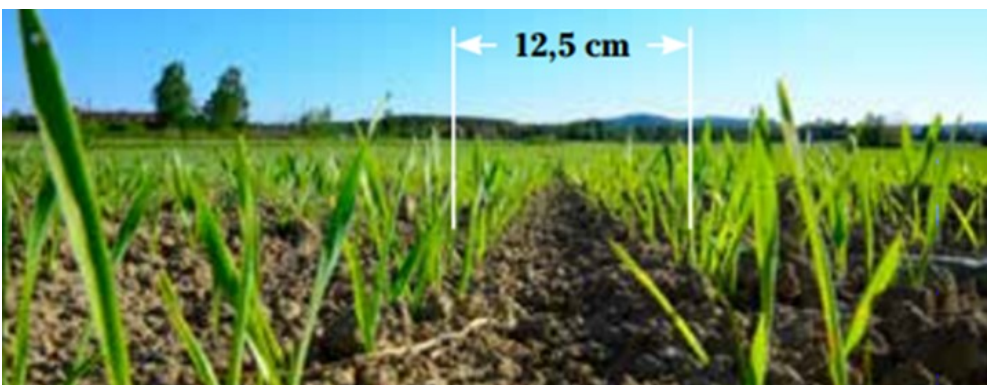
Kylvömuokkauksella pyritään kylvöalustaan, jossa kosteus-, lämpö- ja maan ilmavuusolot ovat optimaaliset viljelykasville ja kylvöpohja olisi mahdollisimman tasainen. Etenkin kivennäismailla pyritään ehkäisemään maan liiallista liettymistä ja haihtumista luomalla pienemmistä ja isommista maan murusista liettymis- ja haihtumissuojat (kuva 2). Liettymiskerroksella (karkeammat maan muruset) ehkäistään pinnan liettymistä ja kuorettumista etenkin sateiden takia sekä varmistetaan oraan tunkeutuminen maan pinnalle. Haihtumiskerroksella (hienojakoisemmat maan muruset) luodaan riittävän pieni muruinen rakenne siemenen maakosketuksen aikaansaamiseksi sekä riittävät kosteusolot siemen itämiselle. Näillä eväillä varmistetaan kylvösiementen tasainen itäminen ja orastuminen. (Saarikallio 2012.)



Kuva 2. Optimaalinen kylvöalusta (Saarikallio 2012) Karkeammat maan muruset luovat liettymissuojan sekä hienommat muruset liettymiskerroksen alla luovat haihtumissuojan ja varmistavat kylvösiemenen riittävän itämiseen tarvittavan maakosketuksen.

### 4.3 Kylvötekniikka

Käsitteellä kylvöriviväli kuvataan kuinka etäällä toisistaan kylvösiemenrivit ovat sijoitettu. Kuvassa kolme havainnollistettu yleisin riviväli 12,5 cm. Rivivälin ollessa 12,5 cm tai 25 cm, tavoitellaan kummassakin tapauksessa samaa kylvötiheyttä, esim. syysvehnällä on 500 kpl/m<sup>2</sup>.



Kuva 3. Rivivälin 12,5 cm havaintokuva (Vaderstad, [viitattu 10.12.2020].)

Rivivälin suurentuessa ja kylvötiheyden ollessa sama, rivimetriä kohden siemenmäärä kasvaa. Termit riviväli ja kylvötiheys eivät tarkoita samaa asiaa. Suuri määrä siemeniä kylvörivissä heikentää orastumista, heikompi orastuminen kompensoituu parempana pensoutumisella. Tiheä kylvös ja siitä kehittyvä tiheä kasvusto on alttiimpi lakoutumiselle. Kylvötiheys vaikuttaa sadon laatuun, rivivälin suurentaminen pienentää vehnällä tuhannen jyvän painoa ja raakavalkuaista, hehtolitraino kuitenkin nousee rivivälin suurentuessa. Harvempi kylvö onnistuu paremmin, se orastuu ja pensoo paremmin. Harvemmassa kylvötiheydessä siemenellä on enemmän tilaa kasvaa ja kehittyä. (Varis 1988, 54–58.)

Kylvön onnistumisen kannalta olennaista on oikean tekniikan valinta olosuhteisiin nähden ja myös oikea kylvösiemenmäärä (itävää siementä kg/ha). Siemenmäärän suunnitteluun käytetään seuraavaa laskukaavaa; kylvömäärä, kg/ha = kylvötiheys, kpl/m<sup>2</sup> x 1000 siemenen paino, g / itävyys, %. Itävyys % on tärkeää selvittää siemenistä idätyskokeella. Sopiva kylvötiheys syysvehnällä on 500 kpl/m<sup>2</sup> ja kevätvehnällä 600–650 kpl/m<sup>2</sup>- (Ansalehto 1999, 33–34).

Kylvösyvyyden merkitys syys- että kevätiljoilla on hyvin olennaista siementen itämisen kannalta. Yleisenä ohjeena voidaan pitää, että mitä kylmempi ja kosteampi on kylvöalusta, sitä matalampaan siemenet sijoitetaan. Syvä kylvö voi hidastaa orastumista kylmänä syksynä, mutta toisaalta oras juurtuu syvemmälle ja näin ollen talvenkesto ominaisuudet paranevat, esim. roustetta vastaan. Kosteana syksynä saadaan hyvä orastuvuus, vaikka siemen jäisi melko pintaan. Syysvehnälle sopiva kylvösyvyys savimailla on 4–5 cm. Kevätvehnän sopiva kylvösyvyys muokatuilla savimailla on 4–6 cm. Kylvösyvyyttä on lisättävä 1–2 cm, jos pintamaa on kuivaa tai pinta on jäänyt karkeaksi taikka kylvöalusta kuivuu nopeasti. Hiekka- ja multamailla riittävä kylvösyvyys on 2–4 cm, sillä koetusolot ovat yleensä näissä maissa riittävät itämiselle. (Esala 1989, 45–47.)

#### 4.4 Lannoitus

Lannoituksen tarkoituksena on kattaa kasvien tarvitsema ravinteiden määrä mitä ne eivät saa maassa olevasta varastosta. Jotta lannoitus onnistuisi täydellisesti, on tunnettava kasvien ravinnetarve ja maassa olevat ravinnevarat. Pellon ravinnemäärät voidaan kartoittaa viljavuustutkimuksella, jonka avulla tehdään lannoitussuunnitelma. Lannoituksella ja lisäksi säännöllisellä kalkituksella on tarkoitus turvata viljelykasvin kuuden pääravinteen ja niiden

hivenravinteiden riittävä saanti. Yleisemmin moniravinneainotteita (NPK-lannoite) käytettäessä huolehditaan kolmen pääravinteen typen, fosforin, kaliumin ja mahdollisesti myös rikin sekä hivenravinne boorin ja seleenin lannoituksesta. (Ansalehto 1999, 37–48.)

Syysvehnälle suositellaan antamaan kylvön yhteydessä tyypeä vain oraiden tarvitsema määrä, yleensä 20–30 kiloa hehtaarille. Hyvä typen saanti heti kasvun alussa lisää versomista ja tähkien lukumäärää ja riittävä fosforin ja kaliumin saanti parantaa talvenkestoa. Kasvuston ollessa keväällä tiheää, voidaan kevätlannoitusta siirtää hiukan myöhemmäksi. Kevätlannoitus voidaan tehdä joko yhden kerran taktiikalla tai useammalla ns. jaetuilla lannoituskerroilla. Jakamalla kevätlannoitus niin syys- että kevätvehnällä kahteen tai useampaan levityskertaan, voidaan saavuttaa hyvissä olosuhteissa määrällisesti ja laadullisesti parempi sato. Savimaat saattavat olla alkukesästä hyvin kuivia, jolloin pensomisen jälkeen levitetyn typen hyväksikäyttö jää heikoksi. Myöhään levitetty tai kasvustoon ruiskutettu lisätyppi voi parantaa vehnän laatutekijöitä, esim. valkuaispitoisuutta, jyvääkokoja ja hehtolitrainoa. Jaetun lannoituksen etuna on, että lopullista lannoitusmäärää voidaan muuttaa tarvittaessa kasvuston kehityksen ja satoennusteen mukaan. (Ansalehto 1999, 49–50.) Näin viljelijä kohdistaa käytettävissä olevat tuotantopanokset (lannoite) lohkolle, jossa satonäkymät ovat suotuisimmat ja tuotto-odotukset hyvät.

#### 4.5 Kasvinsuojelu

Kasvintuhoojien torjunnan lähtökohta on monipuolinen viljelykierto ja hyvä maan rakenne. Kemiallisia torjuntakeinoja voidaan tarvittaessa käyttää. Lähtökohtana kasvitaudeista vapaalle vehnäkasvustolle on kylvösiemen peittaamaan. Peittäus on täsmätorjunnallisesti paras keino torjua monia siemenlevintäisiä kasvitauteja. Peittäus tehoaa esimerkiksi itämistä alentaviin punahomeisiin ja nokitauteihin. (Ansalehto 1999, 51.) Etenkin tiheiden kasvustojen pienilmasto on erilaisille kasvitaudeille suotuisa paikka levitä, joten usein joudutaan turvautumaan kemialliseen tautitorjuntaan. Lisäksi kasvunsäätöiden käyttö lyhentää kortta ja tähkät ovat lähempänä lehtikerrosta, mikä aiheuttaa suuremman riskin altistua eri kasvitautien itiöille. (Esala 1989, 59.)

Kasvinsuojelun ajankohtaisuutta arvioitaessa voidaan käyttää torjuntakynnystä apuvälineenä. Kynnysarvot kertovat milloin kasvinsuojelu on taloudellisesti kannattavaa, kun kasvintuhoojien määrän raja-arvo ylittyy kasvustossa. (Lallukka & Vanhanen 1996, 19–22.) Viljantuotannossa



ohjeellisia torjunnan kynnyksarvoja on olemassa tuhohyönteisten, kirvojen, vehnän tähkäsääskien ja lehtilaikkutautien torjuntaan. Rikkakasvien torjuntaan ei ole Suomen oloissa määritetty torjuntakynnystä. PesticideLifi-hankkeessa on tutkittu rikkakasvien torjuntakynnyksiä, 77 eri lohkoilla. Hankkeen tulosten mukaan kemiallisen torjunnan kynnykseksi muodostui 125 kpl/m<sup>2</sup> levälehtisiä rikkakasveja. (Luonnonvarakeskus 2013.)

#### **4.6 Sadonkorjuu**

Kevätvehnä täystuleentuu keskimäärin 2–4 viikkoa syysvehnää myöhemmin. Tämä tarkoittaa, että kevätvehnän sadonkorjuu sijoittuu selvästi epäedullisempiin olosuhteisiin, kuin syysvehnän sadonkorjuu. Säiden salliessa jyväsato olisi suositeltavaa täystuleennuttaa ja kuivattaa tuulen avulla pellossa mahdollisimman kuivaksi, jotta kuivauskustannukset pysyisivät kohtuullisina. Puintikosteus maksimissaan 25 prosenttia. Isojyväiset lajikkeet kuivuvat sateen ja kasteen jälkeen hitaammin kuin pienijyväiset. Sadonkorjuun ajankohtaa suunniteltaessa on otettava huomioon puintikosteuden lisäksi sadon laatutekijät ja käyttötarkoitus. Hyvissä sääolosuhteissa vehnien sakoluku pysyy korkeana usean viikon ajan. Korjuun venyessä ja siirtyessä yhä myöhempään syksyllä vilja alkaa ränsistyä ja puintitappiot lisääntyvät. (Esala 1989, 69–70.)

Puinti sujuu parhaiten pystykasvustossa, kun voidaan puida pitkään sänkeen ja käyttää suurempia ajonopeuksia. Lakoontuneen vehnän puinti on hidasta, lakokasvusto joudutaan puimaan lyhyeen sänkeen, mikä lisää oljen määrää puimurissa ja puinti hidastuu. Korjuussa on kiinnitettävä huomiota siihen, että tähkistä irtoavat kaikki jyvät ja puitu vilja olisi mahdollisimman puhdasta. (Esala 1989, 68.)

#### **4.7 Kuivaus**

Sadon kuivaus suositellaan aloittamaan 12 tunnin sisällä puinnista, jotta sadon laadulliset tekijät eivät huononisi. Vehnän koneellinen kuivaus on kaikista viljalajeista hitainta, koska puintikosteus on normaalina vuonna muita viljoja suurempi ja kosteus poistuu jyvistä hitaasti. Leipävehnä menettää märkänä nopeasti itävyyden ja sakoluvun. Kuivurissa on varottava käyttämästä liian korkeaa lämpötilaa, jotta vehnän valkuaisprosentti ja sakoluku eivät kärsisi. Leipävehnän kuivauksessa suositeltavaa on, ettei kuivauslämpötila ylitä arvoja, jotka saadaan, kun viljan kosteus vähennetään luvuista 85–90. Kuumailmakuivauksen jälkeen kuivauserä

tulee jäähdyttää, jolloin jäähdytyksen yhteydessä kosteutta poistuu vielä noin 0,5 prosenttiyksikköä. Yleisesti vehnäerä suositellaan kuivattavaksi 14 % tai sen alle, jotta varastointi on siilossa turvallista. (Esala 1989, 70–71.)

## 5 AIKAISEMPAA TUTKIMUSTIETOA KYLVÖRIVIVÄLEISTÄ

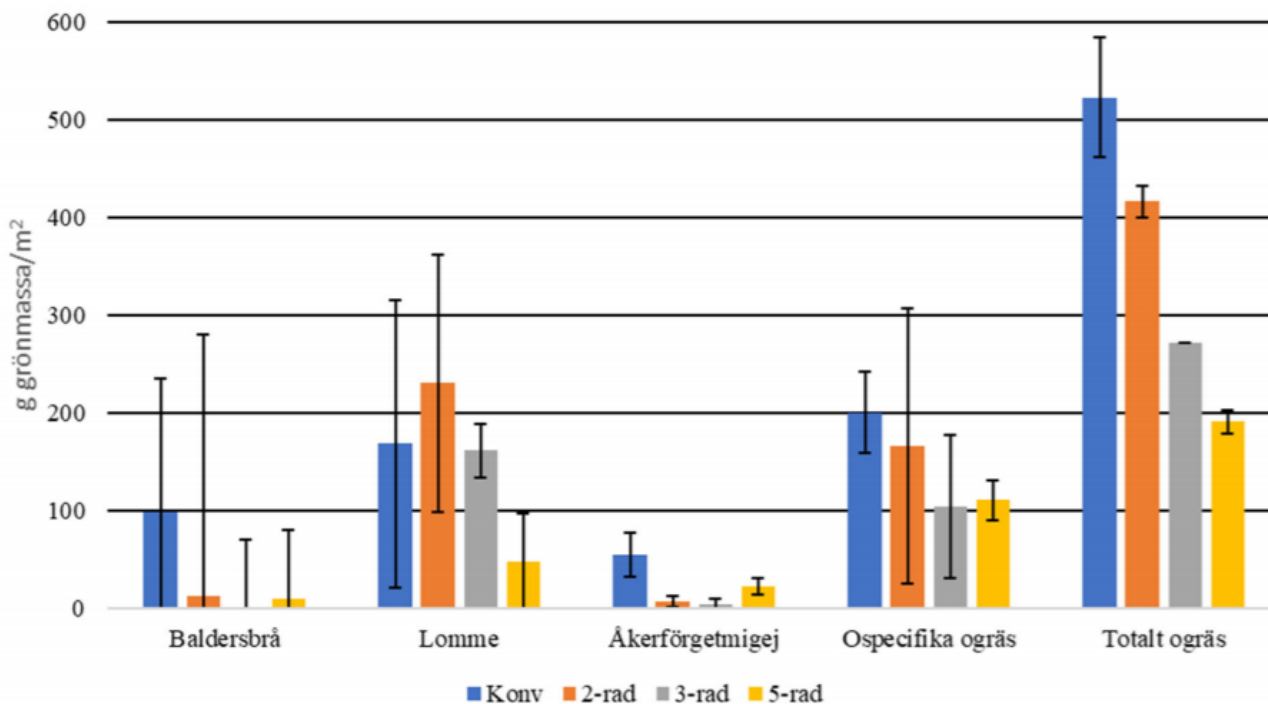
### 5.1 Rivivälin vaikutus kasvitauteihin, tuholaisiin ja rikkakasveihin

Rivivälin leventyessä muokkaustoimilla ja kasvijätteen multaamisella on tärkeä merkitys niin rikkakasvien, kuin kasvitautien torjunnassa. Lötjönen ym. (1999) kirjallisuuskatsauksessa on selvitetty kyntämättä viljelyn vaikutuksia rikkakasveihin ja kasvitauteihin. Katsauksessa todetaan, että rikkakasvipaineen kehittymiseen vaikuttaa oleellisesti valitun viljelyteknologian soveltuvuus käytettyyn kylvömuokkaukseen. Viljelykasvin kilpailukyky heikkenee, jos esim. kylvölannoitinkone toimii epätasaisesti ja kylvöksestä tulee aukkoinen. Katsauksen tutkimuksien mukaan rikkakasvien määrä on pysynyt ennallaan tai hieman lisääntynyt aurattomaan viljelyyn siirtyessä. Mutta etenkin erittäin haitalliset rikkakasvit, kuten pelto-ohdake voivat alentaa vehnän satoa, jopa 15 prosenttia kun pelto-ohdakkeen versoja esiintyy 3-30 kpl/m<sup>2</sup>. Vehnän lehtilaikkutauti saattaa lisääntyä aurattomaan viljelyyn siirtyessä, sillä taudinaiheuttaja talvehtii kasvijätteessä. Kirjallisuuskatsauksen useimmat lähteet ovat muita kuin Pohjoismaalaisia, joten niiden perusteella ei pidä tehdä liian isoja johtopäätöksiä.

Yksi hyvä biologinen rikkakasvien torjuntakeino on monipuolisen viljelykierron lisäksi riviväliharaus. Lötjönen ja Mikkola (1997) mukaan riviväliharaus vaatii onnistuakseen leveämmän kylvörivivälin. Yleisesti käytetyllä 12,5 cm rivivälillä on vaarana, että oraat vioittuvat. Leveämpää riviväliä käytettäessä voidaan mekaanisesti muokata suurempi suhteellinen osuus maasta ja näin torjua tehokkaammin rikkoja. Tutkimuksen mukaan rivivälien riittävä etäisyys toisistaan olisi haratessa minimissään 16–20 cm. Ulkomailta yleisesti harauskäytössä käytetään riviväliä 25 cm. Leveämpää riviväliä käytettäessä on tärkeää ottaa huomioon oraiden kilpailukyky ja pitää kylvömäärä (kpl itävää siementä/m<sup>2</sup>) samana.

Riviväliharaututkimuksen tulokset osoittivat, että yksi harauskerta torjui kevätohralla puintiin asti noin 20 prosenttia rikkakasveista ja kahdella harauksella päästiin noin 50 prosenttiin. (Lötjönen & Mikkola 1997). Kokeiden kemiallisella rikkatorjunnalla päästiin noin 70 prosentin tehoon. Tutkimuksen mukaan rivivälin suurentaminen 12,5 cm rivivälistä, harauskokeissa käytettyyn 25 cm riviväliin pienensi satoa 10–15 prosenttia. Harauskoejäsenillä saavutettiin vain 3–8 prosenttia suuremmat sadot verrattuna ei harattuun koejäseniin. Yhteenvetona kokeista todettiin, ettei riviväliharauksella saavuteta riittävää sadonlisäystä tavanomaiseen, joka kattaisi harvempaa riviväliä 25 cm käytettäessä sadon menetyksen

Borellin (2019) tutkimuksessa selvitettiin luomu syysvehnällä rikkakasvien määrää käytettäessä eri kylvömenetelmiä (kuvio 1). Koejäsenet kylvettiin käyttäen normaalia 12,5 cm riviväliä sekä rivivälin 12,5 cm variaatioilla, jotka ovat kaksirivi-, kolmerivi- ja viisirivi kylvö. Kaksirivikylvön riviväli oli 6,25 cm, vastaavasti kolmirivin 4,2 cm ja viisirivi 2,5 cm. Huomattavaa on, että tavanomaisella 12,5 cm rivivälillä esiintyi eniten rikkakasveja. Lutukka-rikkakasvia esiintyi eniten 12,5 koejäsenillä. Tulosten mukaan voidaan päätellä myös, että tiheämpi riviväli vähentää rikkakasvien määrää kasvustossa. Tutkimus tehtiin Etelä-Ruotsissa.



Kuvio 1. Rikkakasvien esiintyminen luomu syysvehnällä (Borell 2019, 13) Rikkakasvit vasemmalta oikealle eri koejäsenillä x-akselilla: saunakukka, lutukka, peltolemmikki ja muita tunnistamattomia rikkakasveja sekä viimeisenä ilmoitettu rikkakasvien kokonaismäärä. Y-akselin selittäjä on gramma rikkakasvimassa neliömetrille.

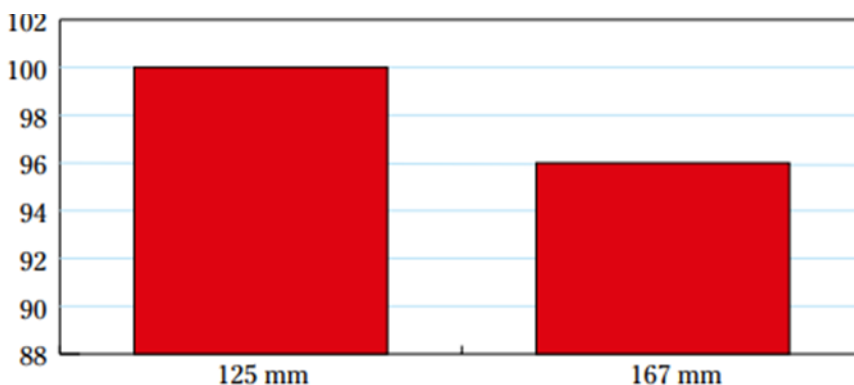
## 5.2 Rivivälin vaikutus vehnän kasvuun

Vuonna 1961 ja 1962 Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos on vertailut eri rivivälien ominaisuuksia kylvö ja kylvökone raportissaan (taulukko 3). Koe on tehty laahavantaisella kylvökoneella hiesusavimaalle. Koekasvina on ollut Svenno-kevätvehnä (Kara, Räisänen & Palomäki 1972, 7.) Tuloksien perusteella riviväli 10 cm on ollut tuottanut suurimman sadon kumpanakin vuonna. Vuonna 1962 huomattavaa on, että riviväli 15 cm on tuottanut noin kaksi prosenttia paremman sadon kuin riviväli 12,5 cm. Muuten kokonaisuudessaan tämän kokeen tulokset osoittavat pienemmän rivivälin tuottavan paremmin satoa.

Taulukko 3. Vakolan rivivälin koetuloksia (Kara, Räisänen &amp; Palomäki 1972, 7.)

Riviväli cm	Sato 1961		Sato 1962	
	kg/ha	suhdeluku	kg/ha	suhdeluku
10	2485	100	2595	100
12,5	2380	96	2450	95
15	2290	92	2480	96
20	2050	82	2310	89

Kylvölannoitin valmistaja Väderstad on tehnyt myös omia tutkimuksiaan aiheesta. Väderstadin vuonna 2012 tekemän kevätvehnän rivivälikylvökokeen (kuvio 2) mukaan rivivälillä 16,7 cm kylvettäessä sato aleni neljä prosenttia verrattuna yleisesti käytössä olevaan riviväliin 12,5 cm.



Kuvio 2. Väderstadin rivivälikokeen tuloksia. X-akselilla: kylvöriviväli. Y-akselin selittäjä on sadon suhdeluku (Vaderstad. [viitattu 10.12.2020].)

Woliata Sodo Universityn tekemässä kenttäkokeessa on tutkittu leipävehnän kylvöä eri riviväleillä ja eri siemen määrillä (taulukko 4). Tämä tutkimus ei ole suoraan verrannollinen Suomen kasvuolosuhteisiin, koska kokeessa käytetty kylvösiemen määrä (kg/ha) on Suomen oloihin hyvin pieni. Suomea Eteläisemmällä alueella käytetään hyödyksi viljakasvien rivivälien luontaista tiheytymistä eli pensonta, johon vaikuttaa olennaisesti päivän pituus. Suomen pitkä päivä on haitaksi runsaalle pensomiselle.

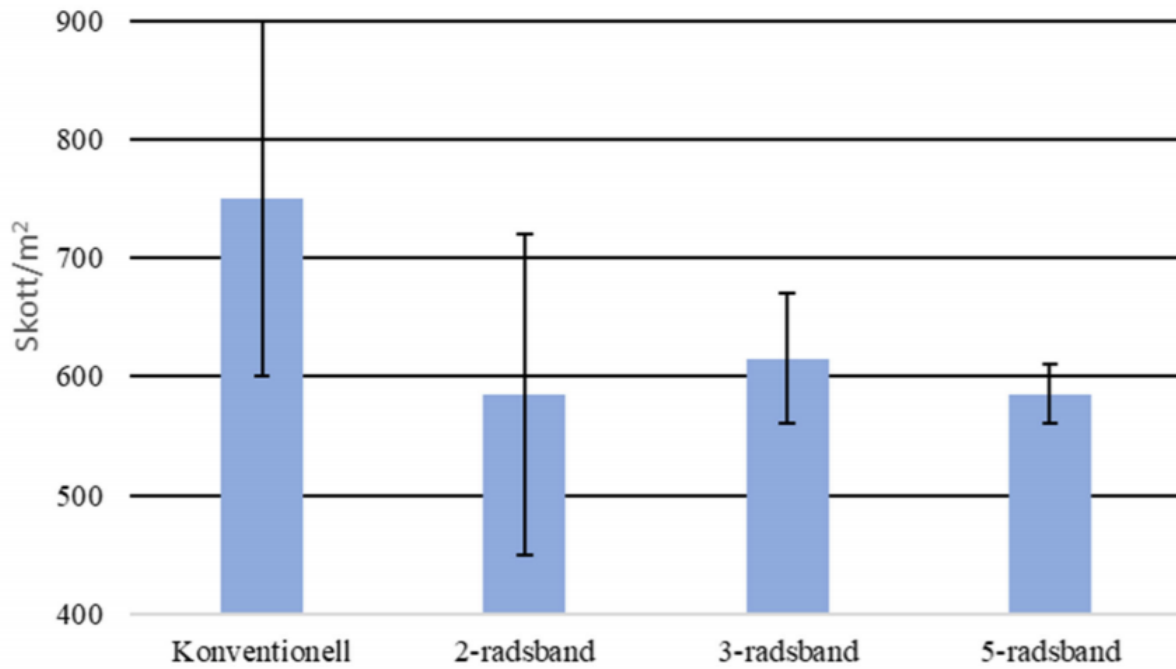
Taulukko 4. Vehnän jyväsato (t/ha) eri riviväleillä ja siemen määrillä. X-akselilla eri rivivälien tuottama jyväsato (t/ha) eri kylvösiemen määrillä. Y-akselilla kokeessa mukana olleet rivivälit (Tigabu & Asfaw 2016, 64.)

Row Spacing(cm)	Seed Rates (kg ha <sup>-1</sup> )			
	75	100	125	150
20	2.22 <sup>NS</sup>	2.78	2.34	2.45
25	2.50	2.87	2.64	2.72
30	2.38	2.69	2.68	2.89
Means	2.36 <sup>b</sup>	2.78 <sup>a</sup>	2.55 <sup>ab</sup>	2.68 <sup>a</sup>

Kasvuston lopulliseen kasvutiheyteen vaikuttavat viljan itävyyden lisäksi myös orastuminen, pensominen. Suomen ja Ruotsin kylvötiheyksiä verrattaessa huomataan, että pohjoiseen mentäessä suositellut kylvömäärät suurentuvat. Viitteitä tähän antavat Pohjois-Ruotsissa tehdyt kokeet. Tutkimuksien perusteella Suomessa ei voida luottaa pensomiseen, sillä lisäversoihin kehittyneet tähkät ovat pienempiä ja käyttävät kasvutilan huonommin kuin pääversoon muodostunut tähkä. (Varis 1988, 49–56.)

Syysvehnällä kasvuston tiheys vaikuttaa talvehtimiseen. Tiheä kasvusto talvehtii huonommin, kuin harva ja kuolleiden kasvien osuus lisääntyy tiheässä kasvustossa. Tiheä kylvökasvusto on myös alttiimpi lakoutumiselle, kuin harva tai normaali kasvusto. Kylvötiheyden vaikutus on sama syysviljalla kuin kevätiljalla. Vehnän tuhannen jyvän paino, raakaproteiinipitoisuus laskevat, mutta hehtolitraino nousee kylvötiheyden kasvaessa kpl/m<sup>2</sup>. (Varis 1988, 57–58.)

Borellin (Borell 2019) tekemässä tutkimuksessa on vertailtu orastiheyttä käytettäessä eri kylvömenetelmiä (kuvio 3). Käytettyjen kylvömenetelmien kesken tavanomainen 12,5 cm riviväli oli huomattavasti tihein. Huomattavaa on että, kyseisellä koejäsenellä esiintyi rikkakasveja kokeen eniten, kts. (kuvio 1). Johtopäätökset tutkimuksesta ovat, leveämpi riviväli orastui ja pensoi paremmin, mutta rikkakasveja esiintyy enempi, verrattuna muihin koejäseniin. Tutkimuksessa havaittiin myös kaksi- ja kolmerivikylvön heikentäneen oraita. Kokeen koejäsenten kylvösiemen määrä on ollut hieman Suomen oloissa käytetystä suosituksesta matalampi, kokeen tavoite oli 400 kpl itävää siementä/m<sup>2</sup>. Verrattaessa tutkimusta Suomen oloihin, näyttää siltä, että Etelä-Ruotsissa voidaan hyödyntää viljan pensomista paremmin, käyttäen pienempää kylvösiemenmäärää. Tämä tuo viljelijöille myös kustannussäästöjä.



Kuvio 3. Luomu syysehnän orastiheys keväällä (Borell 2019, 12) X- akselilla käytetyt kylvömenetelmät vasemmalta oikealle: tavanomainen 12,5 cm riviväli, kaksirivi (6,25 cm) ja kolmerivi (4,2 cm) sekä viisirivi (2,5 cm). Y- akselilla esitetty oraiden määrä neliömetrille.

## 6 KENTTÄKOEIDEN TUTKIMUSMENETELMÄT

### 6.1 Koejärjestelyt

Kenttäkokeet toteutettiin Ilmajoella Korven koulutilan peltolohkolla. Syysvehnän kenttäkoe aloitettiin syksyllä 2019 ja kevätvehnän kenttäkoe perustettiin kasvukauden 2020 alkaessa. Koelohkon maalaji oli rm HHT, eli runsasmultainen hieno hieta. Viljavuustietojen perusteella lohko sopi hyvin syys- ja kevätvehnälle, sillä pH 6,2 ja ravinteiden yleinen taso on hyvä. Esikasvina lohkolla oli kaura, josta oljet oli korjattu kuivikkeeksi.

Ennen kokeiden perustamista koealat mitattiin 50 metrin rullamittaa apuna käyttäen. Jokainen koejäsenen merkittiin sinisillä merkkitikuilla kylvötyön tarkentamiseksi. Yhden koejäsenen ruudun leveys on kuusi metriä eli kaksi kolmen metrin kylvölannoittimen työleveyttä. Ja ruudun pituus oli 20 metriä. Syys- että kevätvehnä koealat mitattiin ja merkittiin samoja käytänteitä käyttäen. Syysvehnän kenttäkoe sisälsi kaikista riviväleistä neljä kerrannetta, yhteensä 12 koejäsentä (taulukko 5) Syysvehnän koealan pinta-ala oli yhteensä 1440 neliometriä. Kevätvehnän kenttäkoejärjestelyt (taulukko 6) sisälsivät riviväleistä 12,5, 15 ja 17,5 cm yhteensä neljä kerrannetta ja kaksi kerrannetta riviväliä 25 cm, yhteensä 14 koejäsentä. Kevätvehnä koealan pinta-ala 1680 neliometriä.

Taulukko 5. Syysvehnän kenttäkoejärjestelyt syksyllä 2019.

Syysvehnän koejärjestelyt												
Koejäsenen nro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Riviväli cm	12,5	15	17,5	12,5	15	17,5	12,5	15	17,5	12,5	15	17,5
Koealan mitat	20m * 72m											
Koealan pinta-ala	1440 m <sup>2</sup>											

Taulukko 6. Kevätvehnän kenttäkoejärjestelyt keväällä 2020.

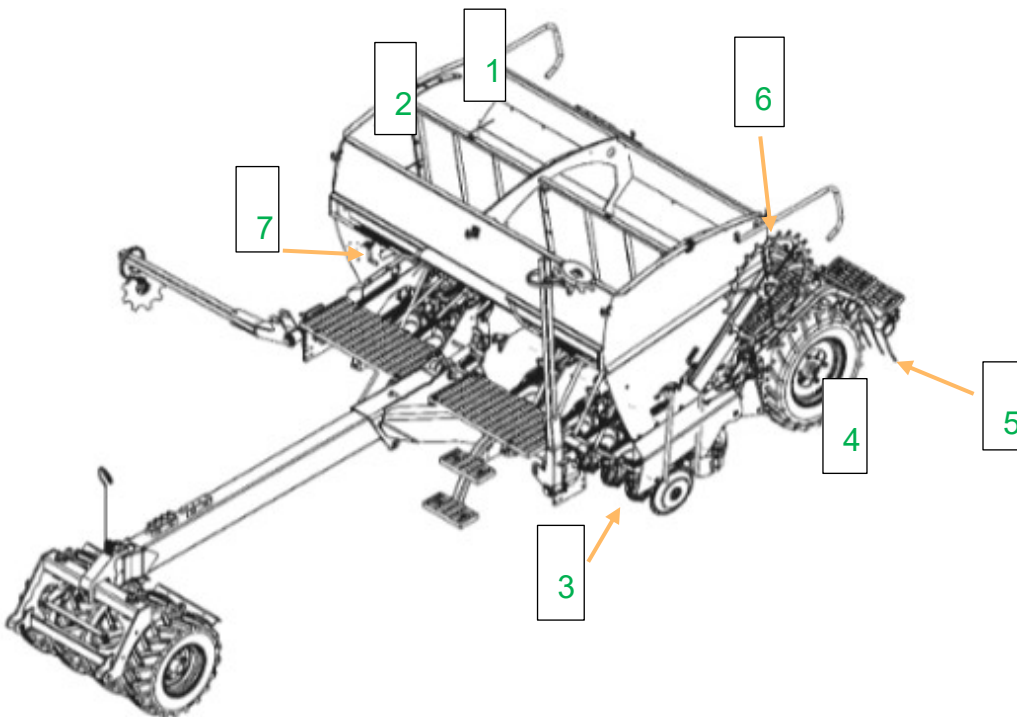
Kevätvehnän koejärjestelyt														
Koejäsenen nro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Riviväli cm	25	25	17,5	15	12,5	17,5	15,0	12,5	17,5	15,0	12,5	17,5	15,0	12,5
Koealan mitat	20m * 84m													
Koealan pinta-ala	1680 m <sup>2</sup>													



## 6.2 Kylvölannoittimien tekniikan esittely

Tässä opinnäytteessä keskitymme rivivälilylvökokeen osalta Junkkarin kylvölannoittimissa käyttämään kylvö- ja vannastekniikkaan, jossa maa on kylvömuokattu valmiiksi tai muokattu kevyesti ennen kylvöä. Rivivälikokeet kylvimme Junkkarin kolmen metrin S- ja M-sarjan takapyöräkoneilla, joilla siemen ja lannoite sijoitetaan samaan kylvöriiviin sijoituslannoituksena. Koneiden tekniset tiedot taulukossa seitsemän (taulukko 7).

Junkkarin mallisarjat S300 ja M300 koostuvat teknisesti kuvan neljä (kuva 4) pääosista. Osa yksi on kylvösiemen säiliö ja osa kaksi on vastaavasti rakeistetun lannoitteen säiliö. Osa kolme on 1-kiekkoinen kiilajyräkylvövantaisto. S300 ja M300 malleissa vakio rivivälillä 12,5 cm on yhteensä 24 kpl kylvövantaita. Osa neljä on takapyöräkoneen jyräpyörästä, jonka takana on jälkihara (kuva 4, osa 5) Koneen maapyörä (kuva 4, osa 6) välittää kylvöasennossa tarvittavan voiman vaihdelaatikkojen kautta kylvösiemen ja lannoitteen syöttölaitteistoille (kuva 4, osa 7). Syöttölaitteistot sijaitsevat koneen siemen- ja lannoite säiliöiden alapuolella, josta putket menevät vanataistoille.

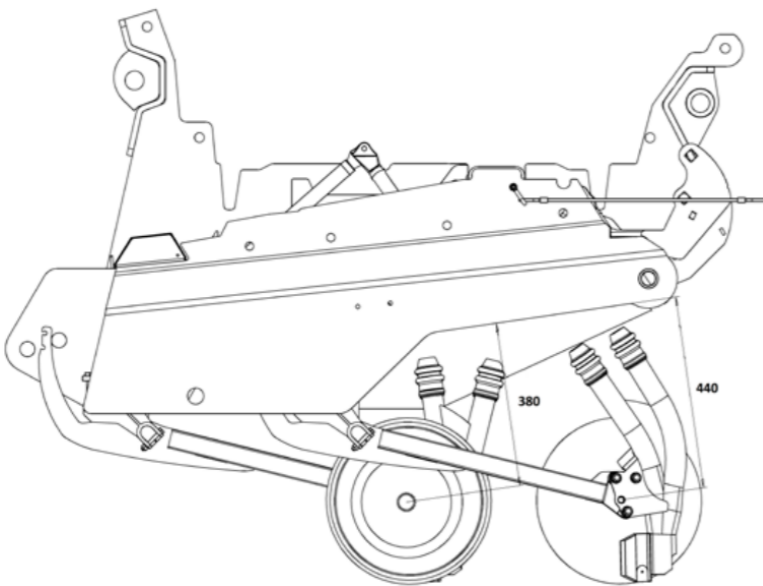


Kuva 4. Junkkarin S300 ja M300 kylvölannoittimien pääosat (Junkkari 2017).

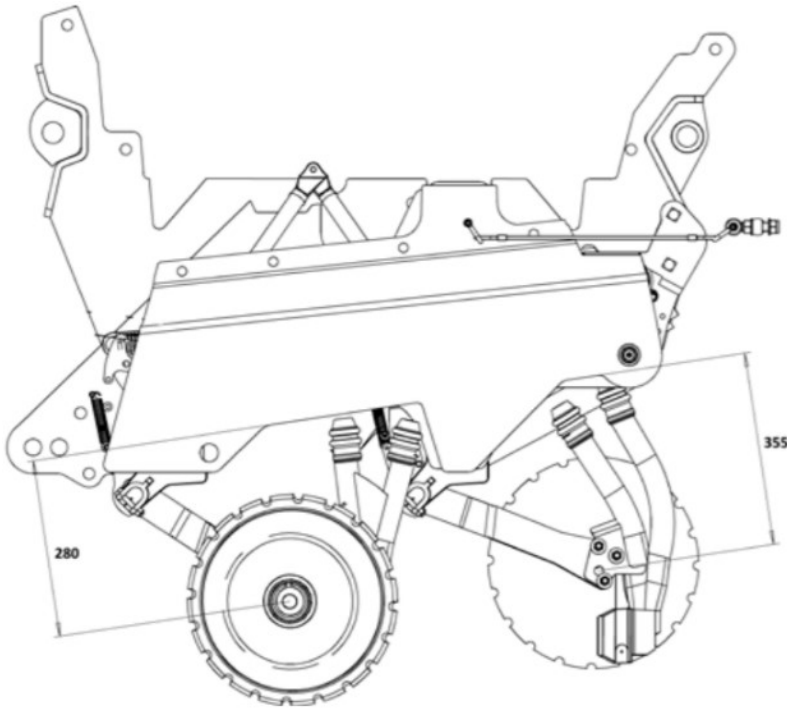
Taulukko 7. Junkkarin S- ja M sarjan koneiden teknisiä tietoja (Junkkari 2017).

	S 300	M 300
Kylvömuokkaus tarve	Muokattu	Kevytmuokattu, muokattu
Vannastyyppi	1-kiekkoinen kiilajyrävannas	1-kiekkoinen kiilajyrävannas
Vannapainotus	Vetojousi, mekaaninen keskussäätö	Vetojousi, hydraulinen keskussäätö
Vannaspainotusalue	5-30 kg	10-140 kg
Siemenvantaita		24
Lannoitteen sijoitus	Siemenvannas	Siemenvannas
Vakio riviväli	12,5 cm	12,5 cm

S-sarjan kiilajyrävannas (kuva 5) koostuu vannaskiekkosta, poskilevystä ja siemen- ja lannoiteputkista. M-sarjan kiilajyrävantaassa (kuva 6) erona on S-sarjaan hammastetut vannaskiekot, järeämmät vantaan kiinnitykset koneen runkoon ja keskitetty hydraulinen vantaidenpainotus. Hammastetuilla vannaskiekoilla saavutetaan parempi maahan pureutuvuus. Tällä varustelulla M-sarja sopii perinteisen kylvömuokkauksen ohella myös keveyden maiden kevyeen suorakylvöön (Junkkari 2017).



Kuva 5. S-sarjan koneen kiilajyrävantaistonrakenne (Junkkari 2017).



Kuva 6. Junkkarin M-sarjan koneen kiilajyrävannantaistonrakenne (Junkkari 2017).

### 6.3 Kylvölannoittimien vantaiden rivivälien säätö ja kiertokoe

Kylvötyö syys- ja kevätvehnällä aloitettiin kylvövantaiden vakiosäädöillä, rivivälillä 12,5 cm (Liite 1). Kevätvehnän rivivälin 25 cm kerranteet kylvettiin vantaiden vakiosäädöillä sulkemalla siemenen ja lannoitteen sulkuläppiä joka toiselta vantaalta. Riviväleillä 15 cm ja 17,5 cm kylvövantaiden siirto tehtiin toimeksiantajan ohjeiden ja vantaiston mittapiirroksen mukaisesti (Liite 2 ja 3). Vantaiden siirrossa työkaluina käytettiin kuminuijaa ja paineilma mutterinväänintä. Vannaspainotus löysättiin muutostyön ajaksi, jonka jälkeen se palautettiin samaan asetukseen. Tällä varmistettiin, että kaikki koejäsenet kylvetään samaan kylvösyvyyteen. Asetusten jälkeen tehtiin siemenelle ja lannoitteelle kiertokoe, jolla varmistettiin, että jokaiselle koejäsenelle saatiin sama siemen- ja lannoitemäärä.

### 6.4 Lajikkeet

Kokeen syysvehnälaajikkeeksi valikoitui Ceylon, joka on yksi Suomen viljellyimmistä syysvehnistä. Talvituho prosentti virallisissa lajikekokeissa on 15,3 prosenttia, kasvu-aika 331 päivää ja valkuainen 11,7 prosenttia sekä hehtolitrapaino 80,1 kg. Sadon sakoluku on korkea 339. (Ceylon, [viitattu 8.12.2020].)

Kevätvehnä lajikkeeksi valikoitui Helmi. Virallisissa lajikekokeissa Helmen kasvu-aika on 100,5 päivää ja sadon valkuaisprosentti 13,8 sekä hehtolitraino 76,5 kg. Leivontaominaisuuksiin oleellisesti vaikuttava sakoluku on 227,4, mikä täyttää usean viljanostajan vastaanottovaatimukset. (Helmi<sup>BOR</sup>, [viitattu 8.12.2020].)

### 6.5 Oras- ja rikkatiheyden laskenta

Orastiheys määritettiin syysvehnästä syksyllä 2019 ja keväällä 2020 lannoituksen jälkeen. Keväällä 2020 kevätvehnällä oraat laskettiin, kun oraat olivat tulleet näkyvästi pintaan. Oraiden laskenta toteutettiin taulukon kahdeksan mukaan. Esimerkiksi rivivälin 12,5 cm orastiheys määritettiin laskemalla yhdestä kylvörivistä kaikki oraat, jotka ovat rullamitan 80 cm matkalla. Tästä saatava luku kerrontaan vielä kymmenellä, jolloin tulokseksi saadaan oraiden määrä neliömetrille. Oraiden laskun hyviä apuvälineitä ovat rullamitta, pala ruutupaperia ja kynä.

Taulukko 8. Orastiheyden määrittäminen laskemalla yhdestä kylvörivistä rivivälikohtaisen matkan oraita.

Riviväli	Mittausmatka/riviväli
12,5 cm	80 cm
15 cm	67 cm
17,5 cm	57 cm
25 cm kevätvehnä	40 cm

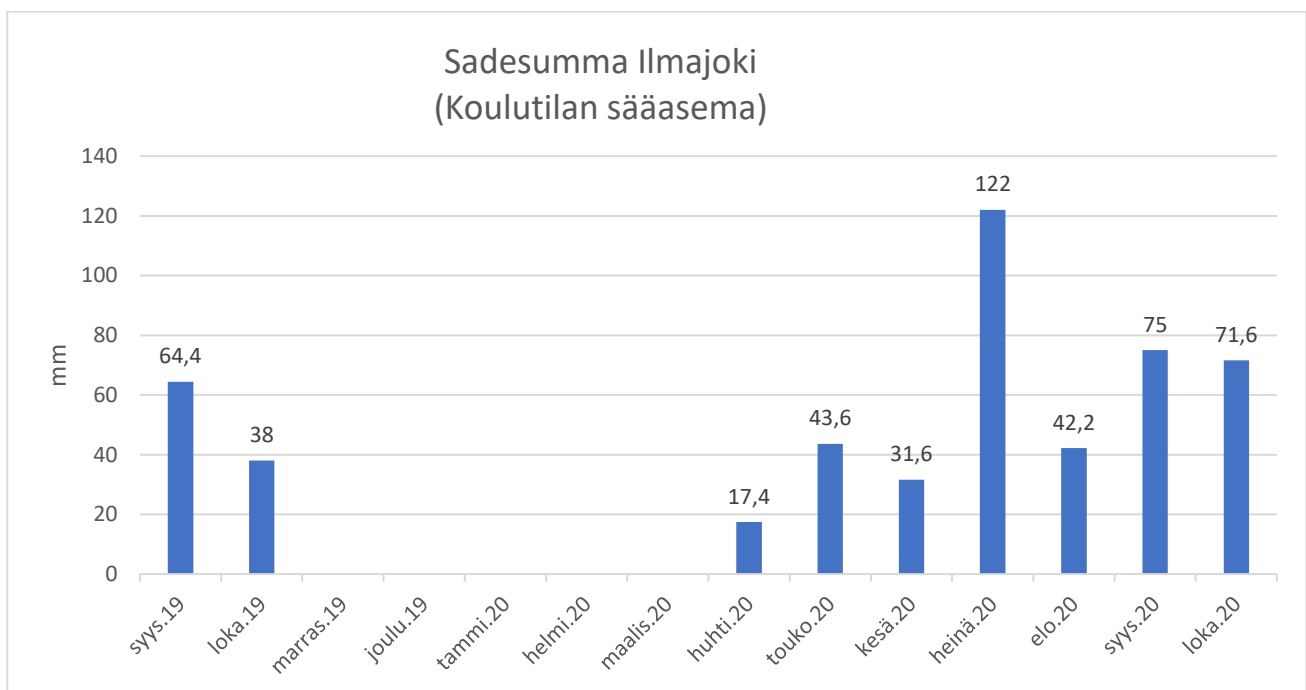
Kasvukaudella 2020 rikkatiheys laskettiin koejäsenten ruiskuttamattomista aloista käyttäen apuna lautarimasta tehtyä yhden neliömetrin raamia. Rikkatiheys laskettiin kaikilta koejäseniltä neliömetrin alalta (kpl/m<sup>2</sup>) ja havainnoitiin samalla yleisimmät rikkakasvit. Kemiallisesti rikkakasvit torjuttiin kerran kasvukauden aikana. Jokaiselle koejäsenelle jäi käsittelemätön 30 neliömetrin ns. luomuala, josta rikkatiheys laskettiin.

### 6.6 Sadon punnitseminen ja laadun analysointi

Jokaisen koejäsenen puinnin jälkeen sato tyhjennettiin puimurin tyhjennysruuvilla etukuormainen trukkipiikeissä roikkuvaan suursäkkiin, jonka jälkeen sato punnittiin etukuormaajaan kiinnitettävällä koukkuvaa'alla. 2000 kg mittausalueella olevan koukkuvaa'an tarkkuus on  $\pm 0,01$  %. Punnituksen jälkeen sadosta analysoitiin valkuaisprosentti ja puintikosteus GrainSense viljalaboratorio laitteella. Hehtolitraino mitattiin Wile 241 hehtolitraino puntarilla.

## 6.7 Kasvukauden sää vuosina 2019 ja 2020

Kenttäkoe aloitettiin syyskuun lopulla syysvehnän koeruutujen kylvämisellä. Kuviossa neljä on esitetty kertynyt sadesumma syyskuusta 2019 lokakuulle 2020. Aineisto perustuu Davisin Ilmajoen sääaseman mittaustietoihin. Syyskuun aikana sadesummaa kertyi yhteensä 64,4 mm ja lokakuun aikana 38 mm. Kylvön jälkeen 24.9.2019 sadesummaa kertyi vielä syyskuun loppuun mennessä 6,4 mm (Davis 2019.) Koulutilan sääasema oli talvenajan pois käytöstä, mikä näkyy aineistossa (kuvio 4). Kevääksi 8.4.2020 Davisin sääasema pystytettiin uudelleen Korven koulutilan läheisyyteen mittaamaan kasvukauden 2020 säätietoja (kuva 7).

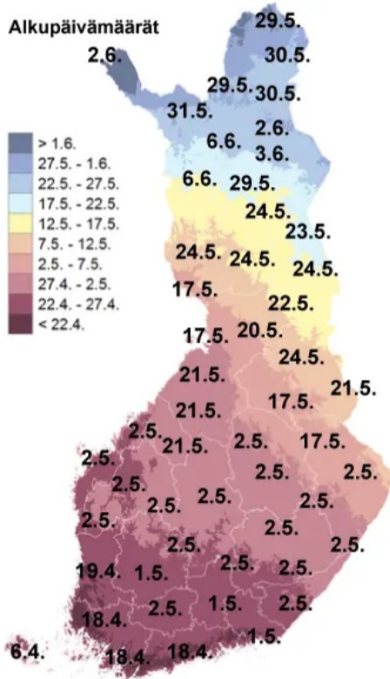


Kuvio 4. Kertynyt sadesumma syyskuusta 2019, lokakuulle 2020. Ilmajoen koulutilan sääaseman mittaamaa tietoa (Davis 2019).

Terminen kasvukausi alkoi vuonna 2020 Ilmatieteen laitoksen mukaan 2.5.2020 (kuva 8). Tällöin vuorokauden keskilämpötila nousee pysyvästi yli + 5 celsiusasteen (Ilmatieteen laitos, [viitattu 9.12.2020].) Kevätvehnän koeruudut kylvettiin 4-5.5.2020 termisen kasvukauden alussa. Kasvukauden alusta sadantaa kertyi vähän, huhtikuussa yhteensä 17,4 mm (kuvio 4). Koko toukokuun sadesumma oli yhteensä 43,6 mm. Toukokuun päivien suurin yhtäjaksoinen sadekertymä oli kylvön jälkeen 8.5.2020, jolloin satoi 11,4 mm. Kasvukauden sateisin kuukausi oli heinäkuu, jolloin satoi 122 mm sekä kasvukauden kokonaissadanta oli sääaseman mittausten mukaan yhteensä 473,8 mm.



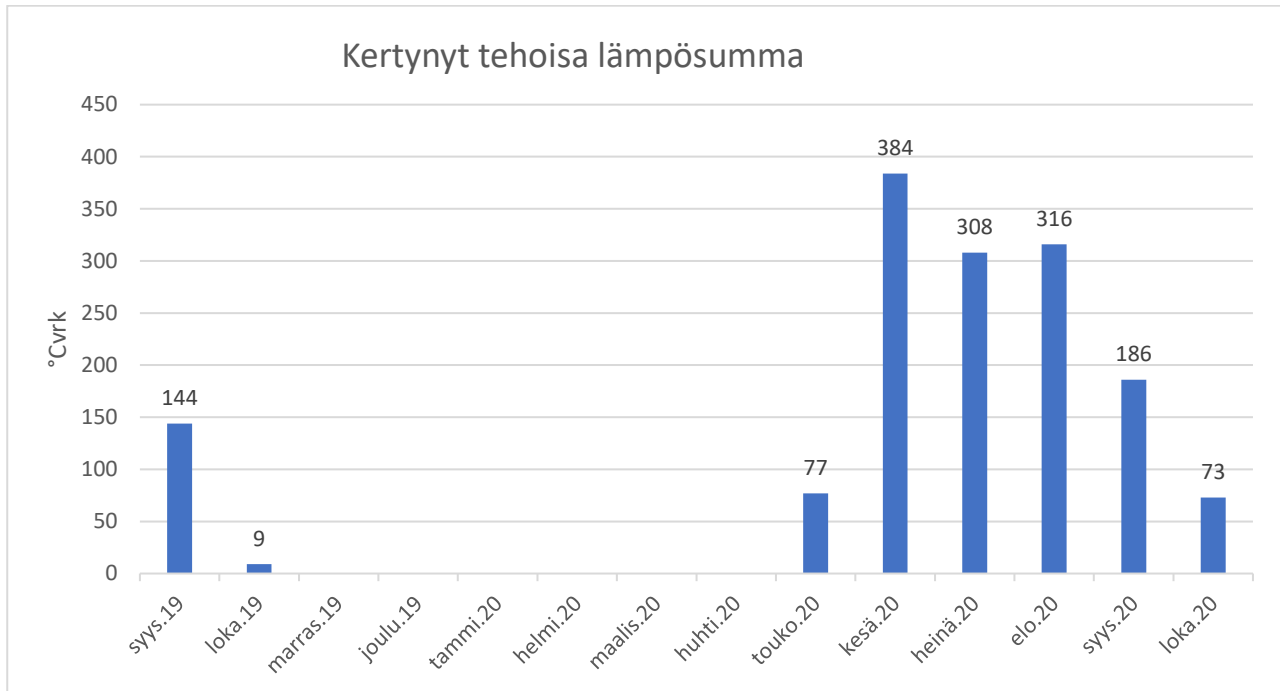
Kuva 7. Davis sääaseman pystytys 8.4.2020 Korven koulutilalle.



Kuva 8. Termisen kasvukauden alkaminen (Ilmatieteen laitos 2020.)

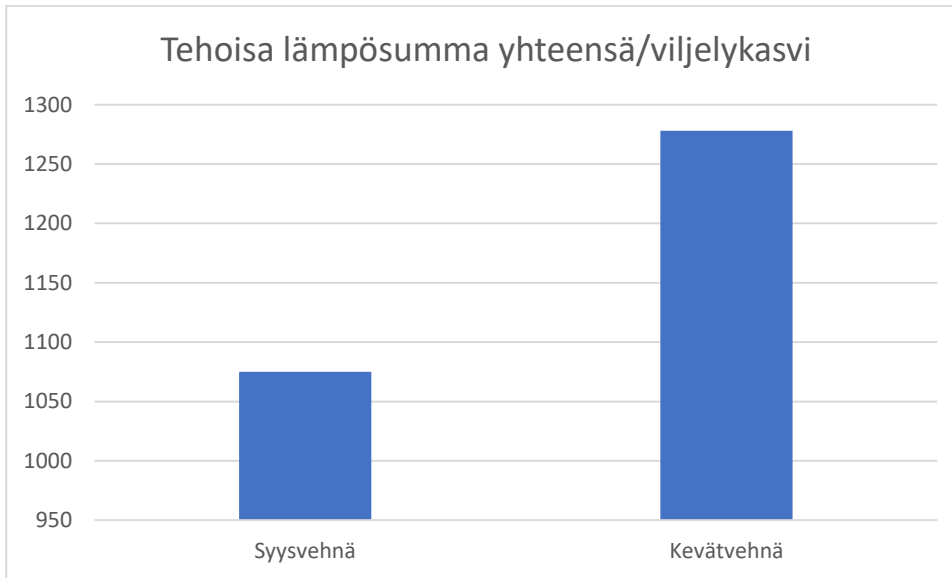
Termisen kasvukauden etenemistä ja päättymistä seurataan tehoisan lämpösumman avulla, kun vuorokauden keskilämpötila on +5 asteen yläpuolella. Tällöin summaan lasketan sen ylittävä osa. Kasvukausi voi pysähtyä hetkeksi, esimerkiksi yöpakkasten takia, jolloin

summaa ei kerry, mutta se ei myöskään vähene (Ilmatieteen laitos, [viitattu 9.12.2020].) Vuonna 2019 syys-lokakuun aikana lämpösummaa kertyi yhteensä 153 astetta, josta syysvehnän kasvu hyödynsi 18 astetta. Kuviossa viisi on (kuvio 5) esitetty lämpösumman kertyminen kuukausittain kasvukausilla 2019 ja 2020.



Kuvio 5. Tehoisan lämpösumman kertyminen kuukausittain syys- ja lokakuussa 2019 sekä kasvukaudella 2020 (Farmit, [viitattu 8.12.2020]).

Kasvukaudella 2020 kertyi tehoisaa lämpösummaa yhteensä 1344 astetta. Toukokuussa lämpösummaa kertyi vain 77 astetta ja kesäkuussa 384 astetta, mikä on kasvukauden suurin lukema kuukausitasolla. Kun lasketaan viljelykasveittain kertyneet tehoiset lämpösummat kylvöstä sadonkorjuuseen (kuvio 6), syysvehnä hyödynsi yhteensä 1075 astetta sekä kevätvehnä 1278 astetta. Virallisissa lajikekokeissa Ceylon syysvehnän lämpösumman tarve on 909 astetta ja Helmi kevätvehnän 1008 astetta (Hannukkala ym. 2018, 20, 27). Kenttäkokeissa mukana olleiden lajikkeiden lämpösumma vaatimukset täyttyivät sekä kasvukauden 2019 että 2020 aikana.



Kuvio 6. Tehoisan lämpösumman kertyminen yhteensä viljelyjaksolta viljelykasveittain (Farmit, [viitattu 8.12.2020]) Syysvehnä hyödynsi tehoisaa lämpösummaa yhteensä 1075 astetta ja kevätvehnä 1278 astetta.

### 6.7.1 Kasvustokameran havaintoja säätilasta

Kasvustokameralla koottiin havaintoja säätilasta ja kasvuston kehityksestä kasvukauden 2020 aikana. Omavalmisteinen kamerajärjestelmä koostui riistakamerasta, 6 Ah akusta, aurinkokennolaturista, peltikotelosta ja metalliputkivarresta (kuva 9). Kamera asennettiin 24.4.2020 syysvehnän kevätlannoituksen yhteydessä kuvaamaan syysvehnäkasvustoa ja kevätvehnän kylvön yhteydessä järjestelmä siirrettiin kuvaamaan kevätvehnän orastumista ja kasvua. Kamera oli toiminnassa kevätvehnän korjuuseen asti 1.10.2020. Järjestelmä otti joka päivä kaksi kuvaa, aamulla ja illalla. Kyseisenä aikana kuvia kasvustosta ja säätilasta kertyi yhteensä noin 350 kappaletta. Kasvustokameran mainitsemisen arvoisia tallenteita ovat 11.5.2020 kuvaamat kuvat. Aamulla klo 9.38 aikaan maassa oli 2 senttiä lunta (kuva 10), joka oli jo illalla klo 22.00 sulanut pois. Edellisenä iltana alkanut vesisade oli muuttunut tällöin rännäksi lämpötilan laskiessa aamuyöstä klo 3.30.





Kuva 9. Omavalmisteinen kasvustokamera.



Kuva 10. Talvisempaa maisemaa kenttäkokeesta 11.5.2020.

## 7 SYYSVEHNÄN KENTTÄKOKEEN VILJELYTOIMENPITEET

### 7.1 Kylvömuokkaus

Syyskuussa 2019 koko koelohko kynnettiin Ilmajoen Sedun opiskelijoiden toimesta. Kynnös kuivui viikon verran ennen kylvömuokkausta. Koeruudun ala muokattiin joustopiikkiäkeellä 23.9.2019 yhdellä ajokerralla, työsyvyyden ollessa 5 cm. Myös lohkon pinnanmuodot muotoiltiin äkeellä suoraksi, ettei sadevesi jäisi makaamaan pellonpinnalle. Muokkaushetkellä maa oli sopivan kuivaa ja tiivistymistä vältettiin. Kokeen ruudut merkittiin sinisillä koeruututikuilla taulukon kuusi mukaisesti. (ks. taulukko 6, s.35)

### 7.2 Kylvölannoitus

Kaikki koejäsenet kylvettiin onnistuneesti 24.9.2019 Junkkari Oy:n S300 kylvölannoittimella. Koejäseninä olivat rivivälit 12,5 cm, 15 cm ja 17,5 cm. S300 koneen vantaiston muutostyöt onnistuivat jokaiselle rivivälille ilman suurempia ongelmia. Jokaisista riviväleistä kylvettiin yhteensä neljä kerrannetta. Kylvöpäivän sää oli puolipilvinen, tuulen ollessa 4–5 m/s ja lämpötila n.8–9 astetta, maan kosteus oli sopiva. Kylvössä käytettiin peitattua Ceylonin siementä, siemenmäärän ollessa kaikilla koejäsenillä 250 kg/ha ja kylvötiheyden 560 kpl/m<sup>2</sup>. Kylvötiheyttä nostettiin 11 % tavanomaisesta 500 kpl/m<sup>2</sup> isommaksi myöhäisen kylvöajankohdan takia ja oraiden talvehtimisen varmistamiseksi. Kylvösyvyys säädettiin kaikille koejäsenille 3–4 cm, jotta siemenet olisivat tarpeeksi syvällä talvea vasten ja ettei rouste nosta niitä pintaan keväällä.

Lannoitus suunniteltiin lohkon viljavuustietojen sekä ympäristöehtojen perusteella. Lohkon viljavuustiedot on esitetty taulukossa yhdeksän. Lannoitus laskettiin 4000–5000 kg/ha vehnäsadolle. Viljavuustietojen perusteella pH oli hyvällä tasolla sekä fosforia ja kaliumia oli riittävästi sitoutuneena maahan. Kylvön yhteydessä lannoitettiin 130 kg/ha NPK 23-2,5-9+S lannoitteella. Typpeä kylvön yhteydessä lannoitettiin 30 kg/ha sekä fosforia 3 kg/ha ja kaliumia 12 kg/ha. Fosforia ja kaliumia kertyi riittävästi orastumiseen ja talvehtimiseen.

Taulukko 9. Koelohkon viljavuustiedot.

maalaji	rm HHT	
		selite
pH	6,2	hyvä
fosfori	17	hyvä
kalium	230	hyvä
rikki	16,9	hyvä
kalsium	1300	välttävä
mangaani	16	välttävä
kupari	7,6	hyvä
sinkki	3,1	korkea
mangnesium	230	hyvä

### 7.3 Talvehtiminen

Ensimmäiset itämisen merkit siemenissä havaittiin 9.10.2019, jolloin siemenet olivat turvonneet ja niissä oli noin sentin itu ja siemenjuuret olivat näkyvissä. Syysvehnän oraat olivat tasaisesti oraalla 21.10.2019, kun kylvöstä oli kulunut 27 päivää. Orastiheys laskettiin, kun syysvehnä oli noin 5–10 cm oralla 24.10.2019. Ceylon talvehti leudosta talvesta huolimatta hyvin. Ilmajoella ei ollut kunnollista talvea, lunta oli vain hetkellisesti ja säätila vaihteli sateisesta ilmasta pakkaselle. Lohkolle tuli syys- ja talven vesisateiden takia vesilammikko, mikä aiheutti jääpoltetta kelin vaihdellessa nollan asteen tuntumasta pakkaselle ilman lumipeitettä. Pahimmillaan säätila ja vesilammikot olivat kasvuston kannalta 16.3.2020 havainnoissa. Kevätlannoituksen aikaan havaittiin talvituhoalueita, joiden yhteen laskettu pinta-ala oli 80 m<sup>2</sup> eli koko koealan pinta-alasta se vastasi 5,6 prosenttia.

### 7.4 Kevätlannoitus

Lannoitus suunniteltiin syksyllä 4000–5000 kg/ha sadolle, niin että syksyllä lannoitettiin vain tarvittava määrä ja keväällä loput ympäristöehtojen mukaisesti. Koeala kevätlannoitettiin 24.4.2020 Rauch MDS 935-keskipakopintalevittimellä. Samalla kertaa pystytettiin kasvustokamera kuvaamaan syysvehnäkasvustoa. Kevätlannoituksessa levitettiin yhdellä ajokerralla tarvittava määrä NPK 27-1,3-4+S lannoitetta. Lannoituksessa kertyi typpeä 110 kg/ha ja fosforia 5 kg/ha sekä kaliumia 16 kg/ha, levitysmäärän ollessa 407 kg/ha. Kaikkiaan syys- ja kevät lannoituksessa yhteensä kertyi N 140 kg/ha, P 8 kg/ha ja K 28 kg/ha. Kevätlannoituksen jälkeen 4.5.2020 laskettiin uudelleen koejäseniltä orastiheys ja pensonta.

## 7.5 Kasvukauden 2020 aikaiset havainnot

Keväällä kenttäkokeen kaikki koejäsenet lähtivät kevätlannoituksen jälkeen hyvään kasvuun. Orastiheys laskentojen mukaan pensomista oli myös tapahtunut. Sivuversojen muodostumista lisäsi alkukevään viileä sää, sillä vasta toukokuun aikana lämpösummaa alkoi kertyä. Syysvehnä hyödynsi kevään kosteusolosuhteet hyvin kasvustonsa avulla, vaikka alkukevät oli vähä sateinen ja vasta heinäkuussa kertyi sadantaa runsaammin. Kasvukauden aikana havaintoja tehtiin kenttäkokeen kasvustosta kasvustokameran ja drone-kuvauksen avulla.

## 7.6 Kasvinsuojelu

Kemiallinen kasvinsuojelu tehtiin kasvukauden havaintojen perusteella. Toukokuussa kenttäkokeessa havaittiin rikkakasveja etenkin runsaasti pillikettä ja savikkaa sekä kevätituista saunakukkaa kohtalaisesti. Vehnän kasvitauteja ei havainnoissa näkynyt, joten tehtiin havaintojen perusteella vain kemiallinen rikkatorjunta. Rikkojen torjunta-ajankohtaa myöhäistettiin tarkoituksella kuivuuden ja helteen takia, samalla kertaa käsiteltiin myös kevätvehnä kasvusto. Kemiallisessa torjunnassa torjunta-aineena käytimme Starane 333 HL 0,3 l/ha ja vettä 200 l/ha. Ruiskutus tehtiin Amazonen 15 metrin työlevyellä olevalla nostolaite ruiskulla. Ruiskutus ajankohta oli 15.6.2020 yhdentoista aikaan illalla, lämpötilan ollessa noin + 20 astetta ja tuuli 1–2 m/s. Kumpikin koeala käsiteltiin pituussuunnassa keskeltä läpi, niin että toiselle sivulle jäi 5 metrin ruiskuttamaton alue. Ruiskuttamattomasta alueesta (ns. luomuala) mitattiin ja havainnoitiin rikkoja 4.8.2020 ja kuvattiin molempia kasvustoja dronella.

## 7.7 Sadonkorjuu

Koejäsenet puitiin 26.8.2020. Koejäsenkohtaiset sadot punnittiin, niistä mitattiin kosteus ja valkuainen GrainSensella sekä hehtolitraino. Kasvusto oli tasaisesti täystuleentunutta, puintikosteus vaihteli 20–21,8 välillä. Syysvehnä puintiin Sampo Rosenlew 2045 puimurilla, jossa oli 3,9 metrin leikkuupöytä. Koejäsenkohtaiset sadot laskettiin puimurin tyhjennystorvella etukuormaajan trukkipiikeissä roikkuvaan suursäkkiin ja punnittiin tämän jälkeen etukuormaimen trukkipiikkeihin kiinnitetyllä koukkuvaa`alla.

## 8 KEVÄTVEHNÄN KENTTÄKOEEN VILJELYTOIMENPITEET

### 8.1 Kylvömuokkaus

Kevätvehnän kenttäkoealan kylvömuokkaus tehtiin 4.5.2020 syysvehnän kenttäkokeen viereen. Koealojen väliin jätettiin 15 metriä, jotta kylvökalustolla sopii kääntymään ruutujen välissä. Koeruudut muokattiin Korven koulutilan joustopiikkiäkeellä kertaalleen, työsyvyydellä 5 cm. Muokkaus onnistui hyvin. Koeala saatiin tasaiseksi kynnön jäljiltä ja sopiva mururakenne varmistettiin yhdellä ajokerralla välttämällä turhaa maantiivistystä ja ylimuokkaamista. Muokkauksen jälkeen koealan koejäsenien ruudut merkattiin sinisillä koeruutu tikulla taulukon seitsemän mukaisesti, (ks. taulukko 7).

### 8.2 Kylvölannoitus

Koejäsenet kylvettiin 4-5.5.2020 Junkkari Oy:n M300-kylvölannoittimella. Rivivälikokeessa koejäseninä olivat 12,5 cm, 15 cm ja 17,5 cm ja lisäksi omasta mielenkiinnosta kylvetty 25 cm riviväli, (ks. taulukko 7). Peitattua Helmi-kevätkuonaa kylvettiin kaikille koejäsenille 258 kg/ha, kylvötiheyden tavoitteena 650 kappaletta itävää siementä neliömetrille. Kylvöpäivien säätila oli poutainen, vesisateen uhkaa ei ollut.

Kylvön yhteydessä lannoitukseen käytettiin matala fosforista NPK 27–1,3-4+S lannoitetta. Lannoitus suunniteltiin lohkon viljavuuden ja ympäristöehtojen mukaan, ottaen huomioon kevätvehnän satotavoitteen 4000–5000 kg/ha. Junkkarin M300 kone säädettiin jokaiselle rivivälille syöttämään 481 kg/ha NPK-lannoitetta. Kerta lannoituksella kasvustolle levitettiin yhteensä typpeä 130 kg/ha, fosforia 6 kg/ha ja kaliumia 19 kg/ha.

### 8.3 Kasvukauden 2020 aikaiset havainnot

Kylvön jälkeen kasvustokamera siirrettiin kuvaamaan kevätvehnän koeruutuja. Kuvien mukaan ensimmäiset havainnot näkyvistä oraista olivat 25.5.2020, jolloin kylvöstä oli kulunut 20 päivää. Oraat olivat hyvässä kasvussa ja tasaisina kaikilla koejäsenillä jo kesäkuun alkupuolella sekä eri rivivälit erottuivat selvästi toisistaan. Tosin ennen orastumista, 11.5.2020 aamuna havainnoitiin lunta maassa yön räntäsateista, (ks. kuva 10). Ilma lämpeni päivän aikana sulattaen lumen pois, joten itämiseen tarvittavaa kosteutta riitti kasvuston alkukehitykseen.

Kasvusto oli lippuehtivaiheessa kesäkuun keskivaiheella ja heinäkuun vaihteessa tähkä oli ulkona lehtitupesta. Heinäkuun aikana tähkät täyttyivät ja heinäkuun loppupuolella alkoi tuleentuminen, mikä jatkui elokuun puoleenväliin saakka. Kokonaisuudessaan koejäsenillä eri rivivälit näkyivät parhaiten kasvuston ollessa noin 10 cm oraalla tai tähkävaiheessa.

#### **8.4 Kasvinsuojelu**

Alkukesän kasvustohavaintojen perusteella tehtiin kevätvehnällekin vain kemiallinen rikkatorjunta. Rikkakasvien torjunta onnistui samalla kertaa syysvehnäkasvuston kanssa. Havainnoissa löytyi rikkakasveista mm. savikkaa ja pillikettä esiintyi paikoitellen runsaasti kasvustossa kesäkuun alkupuolella. Havainnoissa emme löytäneet kasvitauteja. Kemiallisesti rikat torjuttiin puolenyön aikaan 15.6.2020, jolloin päivän porottava kuumuus vähän hellitti ja kasvien ilmaraot aukesivat. Ruiskutustyön ajolinjat koelohkolla olivat samanlaiset kuin syysvehnällä, joten 15 metrin ruiskutuspuomeilla ajettaessa halki kaikkien koejäsenten ruutujen, jäi ns. viiden metrin luomualue, josta laskettiin rikkatiheyttä kullekin rivivälille. Rikkakasvien torjunta-aineena ruiskutuksissa käytettiin Starane 333 HL 0,3 l/ha ja vettä 200 l/ha.

#### **8.5 Sadonkorjuu**

Kevätvehnän puitiin 1.10.2020 Korven koulutilan Sampo Rosenlew 2045 ja 3.9 metrin leikkuupöydällä. Puintipäivä oli pilviputainen, aamulla esiintyi usvaa ja ilmankosteus oli korkea, mikä näkyi aamupäivän jyvien kosteusmittaustuloksissa. Iltapäivällä kosteus arvot laskivat tuulen kuivatuksen takia. Kevätvehnän puinnissa ja satotietojen kirjaamisessa käytimme samoja menettelyjä ja mittalaitteita, kuin syysvehnän sadonkorjuussa. Puintihetkellä 1.10 kevätvehnä oli täysin tuleentunutta, lievästi ränsistynyttä ja syyssateet olivat jo hieman tummentaneet kortta sekä tähkää. Kuvassa 11 puitu koejäsenkohtainen sato lasketaan puimurin tyhjennysruuvilla suursäkkiin. Tämän jälkeen sato punnittiin koukkuvaa'alla ja analysoitiin kosteus ja valkuainen GrainSensella sekä mitattiin hehtolitrapäino.



Kuva 11. Kevätvehnän sadonkorjuu ja sadon analysointi 1.10.2020.

## 9 KENTTÄKOEEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

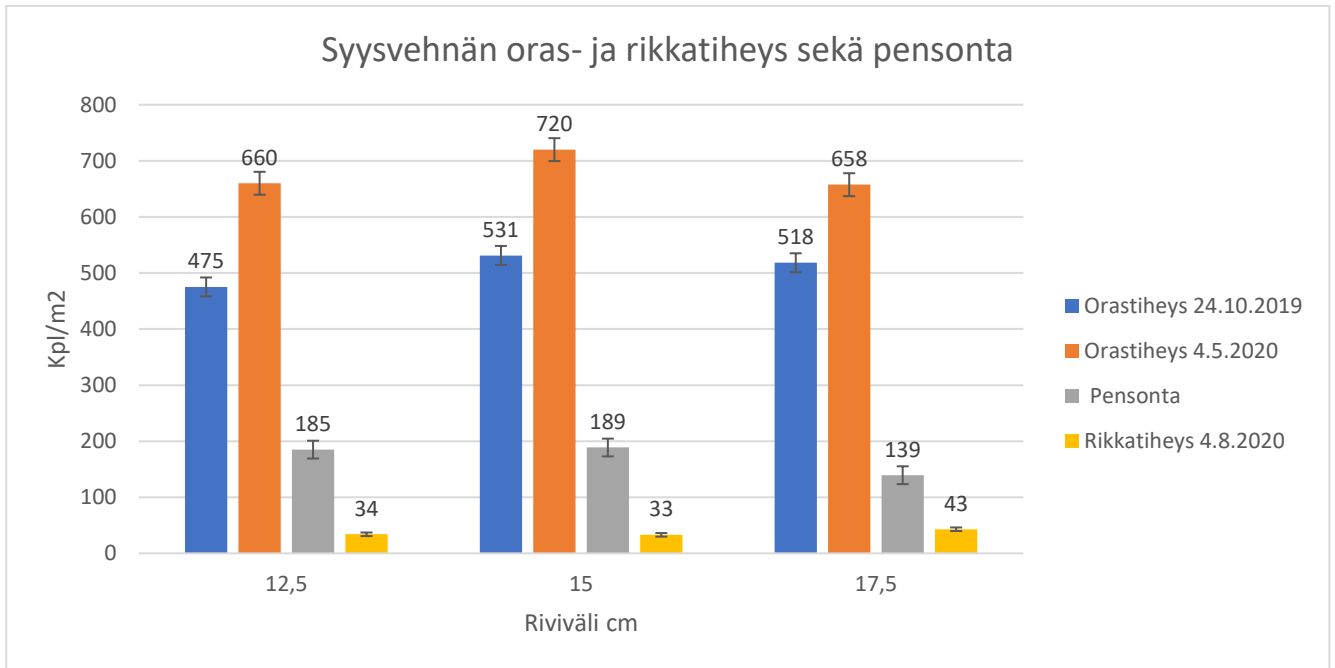
### 9.1 Syysvehnä

Syysvehnän oraat olivat tasaisesti oraalla jokaisella koejäsenellä 21.10.2019, jolloin kylvöstä oli kulunut 27 päivää. Orastiheys laskettiin 24.10.2019 oraiden ollessa 5–10 cm pituisia (kuvio 7). Oraiden laskentatulosten perusteella tavoitellusta kappalemäärästä (560 kpl/m<sup>2</sup>) jäätin hieman. Tuloksista on nähtävissä rivivälin 15 cm parhain orastuvuus luku (531 kpl/m<sup>2</sup>), joka on tavanomaista 12,5 cm (475 kpl/m<sup>2</sup>) riviväliä 11 % korkeampi. Rivivälillä 17,5 cm on toiseksi parhain orastuvuus (518kpl/m<sup>2</sup>), se häviää rivivälille 15 cm vain noin 3 %.

Syysvehnän versojen lasku keväällä 4.5.2020 paljasti kaikkien koejäsenten pensoneen sivuversoja (kuvio 7). Tiheimmät kasvustot olivat rivivälillä 15 cm (720 kpl/m<sup>2</sup>) sekä rivivälit 12,5 cm (660 kpl/m<sup>2</sup>) ja 17,5 cm (658 kpl/m<sup>2</sup>) olivat melko tasoissa oraiden tiheydessä. Pensomista tarkasteltaessa riviväli 15 cm on pensonut eniten, sivuversoja oli syntynyt lisää yhteensä 189 kpl/m<sup>2</sup>. Riviväli 15 cm on pensonut kaksi prosenttia enemmän, verrattuna riviväliin 12,5 cm. Myös rivivälin 17,5 cm pensonta häviää 26,5 % rivivälille 15 cm.

Rikkatiheys laskettiin koejäsenien ruiskuttamattomilta osista 4.8.2020. Kokeilumielessä rikkoja havainnointiin myös dronen avulla. Laskettujen rikkatiheyden tulosten mukaan (kuvio 7) riviväleillä 12,5 cm (34kpl/m<sup>2</sup>) ja 15 cm (33kpl/m<sup>2</sup>) esiintyy rikkoja aika saman verran (kpl/m<sup>2</sup>). Rivivälillä 17,5 cm (43 kpl/m<sup>2</sup>) esiintyy rikkakasveja 23 % enemmän, verrattuna riviväleihin 12,5 cm sekä 15 cm. Tuloksista voidaan lukea, että orastiheyden ja pensomisen vaikutus näkyy myös rikkatiheydessä, sillä tiheä pääkasvusto ei salli rikkakasveille kasvutilaa ja valtaa. Näin ollen tiheimmissä kasvustoissa eli riviväleillä 12,5 cm ja 15 cm esiintyi vähiten rikkoja. Kasvustojen drone ilmakuvista erottautui selkeästi saunakukat, jotka loistivat valkoisina kuvissa. Muiden rikkakasvien erottaminen, tai laskeminen kuvien perusteella osoittautui mahdottomaksi.





Kuvio 7. Syysvehnän orastiheys syksyllä ja keväällä sekä pensonta ja kasvukauden rikkatiheys.

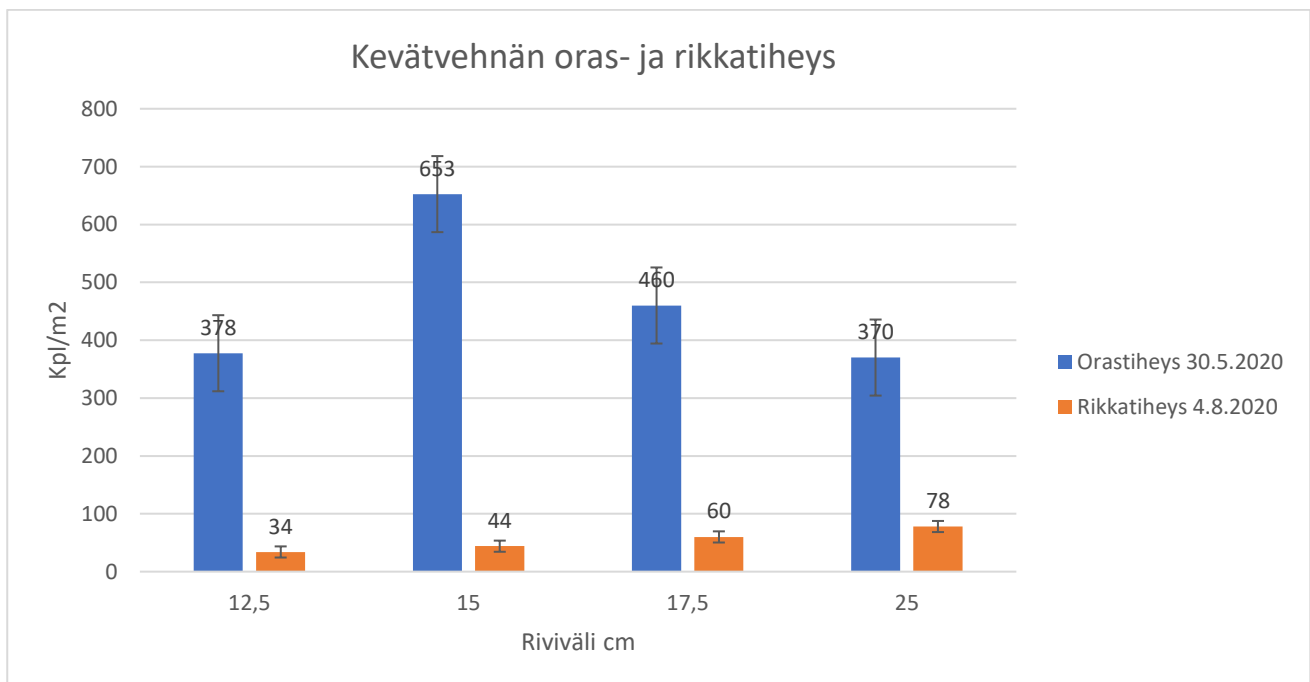
Syysvehnän koejäsenten sadonkorjuu sekä sadon analysointi tehtiin 26.8.2020. Satotuloksissa (taulukko 10) esitetyt tulokset ovat laskettu rivivälikohtaisista keskiarvoista ja sadoista on myös laskettu koejäsenkohtainen keskihajonta. Puintikosteus sekä valkuaisprosentti on mitattu GrainSensella. Hehtolitrapaino on mitattu Wile 241 hehtolitrapainovaa'alla tuoreista jyivistä, joten se ei ole suoranaisesti verrattavissa kuiviin 14 % kosteuspitoisten jyvien arvoihin. Keskiarvoinen matalin puintikosteus mitattiin rivivälillä 17,5 cm. Riviväli 15 cm osoittautuu tuloksissa jälleen parhaaksi, kuiva laskennallinen 14 % kosteuden omaava sato on 5948 kg/ha. Se on seitsemän prosenttia suurempi kuin rivivälillä 12,5 cm sekä 8,7 % suurempi, kuin rivivälillä 17,5 cm. Lisäksi rivivälin 15 cm sadon keskihajonta oli kokeen pienin. Virallisten lajikekokeiden mukaan vehnän valkuaisprosentti on 11,7 %, joten mitatuissa keskiarvotuloksissa päästiin lähelle Ceylonin virallisten lajikekokeiden tulosta, mutta tuoreesta viljasta mitatuista tuloksesta ei pidä tehdä liian isoja johtopäätöksiä.

Taulukko 10. Syysvehnän satotulokset.

Riviväli cm	Puintikosteus %	kg/ha tuore	kg/ha 14%	Sadon keskihajonta kg	Valkuais-% tuore	Hlp tuore
12,5	21,0	5955	5538	583	10,6	72
15	20,9	6386	5948	181	10,7	73
17,5	20,5	5807	5431	422	10,7	73

## 9.2 Kevätvehnä

Kevätvehnän orastiheys laskettiin 30.5.2020 kasvuton ollessa hyvin oraalla. Tällöin kylvöstä oli kulunut 26 päivää. Laskentojen mukaan riviväli 15 cm (653kpl/m<sup>2</sup>) täytti tavoitellun kylvötiheyden (650 kpl/m<sup>2</sup>), muissa jäätin alle tavoitellun (kuvio 8). Orastuvuudessa rivivälit 12,5 cm (378kpl/m<sup>2</sup>) ja 25 cm (370kpl/m<sup>2</sup>) ovat tasoissa, mutta orastuvuus on noin 43 % heikompi, verrattuna riviväliin 15 cm (653 kpl/m<sup>2</sup>). Rivivälin 17,5 cm (460 kpl/m<sup>2</sup>) orastuvuus on 18,2 % heikompi, kuin rivivälin 15 cm. Kaiken kaikkiaan kevätvehnälläkin riviväli 15 cm erottuu selkeästi edukseen muista koejäsenten riviväleistä hyvällä orastuvuudellaan.



Kuvio 8. Kevätvehnän oras- ja rikkatiheys.

Ruiskuttamattomilta koejäseniltä laskettiin rikkatiheys 4.8.2020. Laskettujen rikkatiheyksien mukaan rivivälillä 25 cm (78kpl/m<sup>2</sup>) esiintyi eniten rikkoja ja rivivälillä 12,5 cm (34kpl/m<sup>2</sup>) vähiten (kuvio 8). Vaikka riviväli 15 cm havaittiin orastuvuudeltaan tiheimmäksi, mutta rikkakasveja esiintyi kevätvehnällä 23 % enempi, kuin rivivälillä 12,5 cm. Rivivälillä 17,5 cm (60kpl/m<sup>2</sup>) esiintyi rikkakasveja 43 % enemmän sekä rivivälillä 25 cm 56 % enemmän, kuin rivivälillä 12,5 cm. Tämän kokeen perusteella kevätvehnällä ei tapahdu pensontaa niin paljon kuin syysvehnällä nopean kasvurytmin takia, joten rivivälin kasvaessa myös rikkatiheys kasvaa selkeästi.

Kevätvehnän koejäsenet puitiin ja sato analysoitiin 1.10.2020. Satotuloksissa (taulukko 11) esitetyt tulokset ovat laskettu rivivälikohtaisista keskiarvoista ja sadosta on laskettu myös keskihajonta. Hehtolitraino on mitattu Wile 241 hehtolitrainovaa'alla tuoreista jyvistä, joten se ei ole suoranaisesti verrattavissa kuiviin 14 % kosteuspitoisien jyvien hehtolitrainoihin. Matalin puintikosteus oli 25 cm rivivälillä. Virallisissa lajikekokeiden mukaan Helmen valkuaisprosentti on 13,8 %, joten mitatuissa keskiarvotuloksissa riviväleillä 12,5 cm ja 25 cm valkuainen ylittyi ja muissa se jäi hiukan alle. Rivivälin 15 cm sato oli kevätvehnä kokeen suurin. Laskennallinen, kuiva 14 % kosteuspitoinen kauppakelpoinen sadon määrä oli 5037 kg/ha. Rivivälin 15 cm sato on 5,6 % isompi, kuin rivivälin 12,5 cm ja 20 % suurempi, kuin rivivälin 25 cm sekä 21 % isompi, kuin rivivälin 17,5 cm. Mutta keskihajonnassa, tasaisin sadontuottaja on riviväli 17,5 cm ja toisena tulee riviväli 15 cm.

Taulukko 11. Kevätvehnän satotulokset.

Riviväli cm	Puintikosteus %	kg/ha tuore	kg/ha 14%	Sadon keskihajonta kg	Valkuais-% tuore	Hlp tuore
12,5	19,5	5032	4753	448	14,5	67
15	19,3	5321	5037	279	13,5	67
17,5	19,3	4199	3978	106	13,5	68
25	18,9	4231	4025	385	13,9	69

### 9.3 Tulosten yhteenveto

Taulukossa 12 on yhdistetty yhteen taulukkoon kenttäkokeiden tulokset. Syysvehnän tulokset osoittavat rivivälin 15 cm olevan tasaisesti parhain kaikissa havainnoissa. Syysvehnän rikkatiheyttä vähensi runsas pensominen keväällä. Kevätvehnällä rivivälien kesken on enemmän hajontaa, mutta riviväli 15 cm on parhain sadontuotossa ja orastuvuudessa. Variksen (1988, 54–58) mukaan suuri määrä siemeniä kylvörivissä heikentää orastumista, mutta heikompi orastuminen kompensoituu parempana pensoutumisella. Kylvötiheys vaikuttaa sadon laatuun, rivivälin suurentaminen pienentää vehnällä tuhannen jyvän painoa ja raakavalkuaista, mutta hehtolitraino kuitenkin nousee rivivälin suurentuessa. Kenttäkokeen tulosten mukaan syysvehnällä huonoiten orastui riviväli 12,5 cm ja leveämpi riviväli ei ole pienentänyt valkuaisprosenttia. Hehtolitraino väite pitää paikkansa niin syys- että kevätvehnällä.

Taulukko 12. Kenttäkokeen tuloksien yhteenveto syys- ja kevätvehnällä

<b>Syysvehnä</b>	Riviväli cm	Puintikosteus %	kg/ha tuore	kg/ha 14%	Valkuais-%	Hlp tuore	Oraat kpl/m <sup>2</sup> S	Oraat kpl/m <sup>2</sup> K	Pensonta kpl/m <sup>2</sup>	Rikat kpl/m <sup>2</sup>
Ceylon	12,5	21,0	5955	5538	10,6	72	475	660	185	34
Ceylon	15	20,9	6386	5948	10,7	73	531	720	189	33
Ceylon	17,5	20,5	5807	5431	10,7	73	518	658	139	43
<b>Kevätvehnä</b>	Riviväli cm	Puintikosteus %	kg/ha tuore	kg/ha 14%	Valkuais-%	Hlp tuore	Oraat kpl/m <sup>2</sup> K	Rikat kpl/m <sup>2</sup>		
Helmi	12,5	19,5	5032	4753	14,5	67	378	34		
Helmi	15	19,3	5321	5036	13,5	67	653	44		
Helmi	17,5	19,3	4199	3978	13,5	68	460	60		
Helmi	25	18,9	4231	4025	13,9	69	370	78		

## 10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytteen tavoitteena oli selvittää eri kylvörivivälien vaikutusta kasvuston kasvuun ja sadontuottoon syys- ja kevätvehnällä. Tutkimusongelmana on, saavutetaanko 12,5 cm riviväliä leveämmillä kylvöriviväleillä merkittäviä etuja Suomen kasvuolosuhteissa? Tutkimuksessa keskityttiin eri rivivälien vertailuun, maksimaalisten sadontuoton sijaan. Vaan tutkittiin rivivälin vaikutusta kasvustoon ja satoon.

Kenttäkokeen toimeksiantajana oli Junkkari Oy, jonka valmistamilla S300 ja M300 kylvölannoitin malleilla kenttäkokeet kylvettiin. S- ja M-sarjan kylvölannoittimissa siemen ja lannoite syötetään samaan vantaaseen, joten tämäkin seikka lisää tutkimuksen tarvetta. Kenttäkokeen viljalajit olivat syy- ja kevätvehnä. Ceylon-syysvehnä kylvettiin syksyllä vuonna 2019 Junkkarin S300 sarjan kylvölannoittimella. Helmi-kevätvehnä kylvettiin vuoden 2020 keväällä Junkkarin M300 sarjan kylvölannoittimella. Kenttäkokeen koejäsenien rivivälit olivat 12,5 cm, 15 cm ja 17,5 cm. Lisäksi kevätvehnälle kylvimme omasta mielenkiinnostamme myös kaksi kerrannetta riviväliä 25 cm. Kylvölannoittimien vantaiden säätö tehtiin toimeksiantajan toimittamien ohjeiden ja mittapiirrosten mukaan. Molemmat kenttäkokeet perustettiin vierekkäin samalle petolohkolle Ilmajoen koulutilalle.

Kenttäkoe aloitettiin syksyllä 23.9.2019 syysvehnä kokeen perustamisella. Syysvehnän orastuessa syksyllä oraat laskettiin. Keväällä talvehtimisen jälkeen syysvehnä kevtlannoitettiin sekä laskettiin oraat ja pensominen. Kevätvehnän koe perustettiin 4-5.5.2020 käyttämällä kertalannoitusta kylvön yhteydessä. Kevätvehnän oraat laskettiin 30.5.2020. Myöhäistetty rikkakasvien torjunta tehtiin havaintojen perustella kummallekin koealalle 15.6.2020. Kasvustomittausten lisäksi kasvukauden 2020 aikana havainnoitiin säätilaa ja kasvuston kehitystä omavalmisteisella kasvustokameralla. Myös drone-kuvausta hyödynnettiin kasvuston tilan tutkimisessa ilmasta käsin. Drone-kuvausta kokeiltiin rikkakasvien havainnointiin.

Tuloksia tarkasteltaessa voidaan todeta rivivälin 15 cm olevan varteenotettava vaihtoehto perinteiselle rivivälille, kun puntaroidaan orastiheyttä, pensontaa syysviljalla ja sadon määrää. Kummankin viljalajin kenttäkokeet osoittivat rivivälin 12,5 cm häviävän hieman sadon määrässä rivivälille 15 cm. Syysvehnällä satojen erot rivivälien 12,5 cm ja 15 cm välillä olivat jopa seitsemän prosenttia, kun kevätvehnällä ero oli 5,6 %. Suuremmilla riviväleillä kylvetyissä koejäsenissä ei havaittu kasvaneen lannoitemäärän haittaavan heikentävästi siementen itämistä ja orastumista, siemenpoltetta ei havaittu.

Kenttäkokeessa ei havaittu kummallakaan koealalla merkittäviä kasvitauti- ja tuholaispaineita eri rivivälien kesken. Kasvitauti- ja tuholaispaineeseen vaikuttavat olennaisesti kasvukaudella vallitsevat sääolosuhteet sekä viljelykierto. Monia kasvitauteja voidaan jo torjua kylvövaiheessa kasvitaudeista puhtaalla kylvösiemenellä ja monipuolisella viljelykierolla.

Syysvehnällä riviväli 15 cm pensoi keväällä eniten, kaksi prosenttia enemmän kuin riviväli 12,5 cm. Myös riviväli 17,5 cm pensoi 26,2 % heikommin, kuin riviväli 15 cm. Kenttäkoe osoitti hyvin pensomisen hyödyllisyyden ja tärkeyden käytettäessä leveämpää riviväliä syysvehnällä. Kevätviljojen pensomisen hyödyntäminen on yleisesti ottaen Suomen kasvuolosuhteissa haastavaa, sillä päivän pituus on kesällä pitkä ja valoisaa riittää ympäri vuorokauden, näin olen kevätiljojen pensominen jää olemattomiin. Kokeen perusteella voidaan todeta, että jos kasvurytmi Suomen olosuhteissa olisi erilaisempi, voitaisiin pensomista käyttää hyödyksi enemmän kevätiljakasvien viljelyssä ja näin käyttää harvempaa riviväliä kylvössä ja samalla vähentää kylvösiemen määrää (kg/ha).

Tämän tutkimuksen tekeminen oli mielenkiintoista, käytännön kenttäkokeessa onnistuttiin mielestämme hyvin ja kokeella kerättiin luotettavia tuloksia, joista oli mahdollista tehdä hyvät johtopäätökset siitä mitä rivivälin leventäminen aiheuttaa kasvustolle. Syys- ja keväthehnan satotavoite täyttyi, syysvehnä osin ylitti sen. Kokeen tuloksien mukaan keväthehnällä rikkakasvipaine kasvoi rivivälin suurentuessa selkeästi. Rivivälien 12,5 cm ja 15 cm välillä eroa on jo 23 %. Syysvehnällä tilanne oli toinen, riviväli 15 cm osoittautui rikkakasveista puhtaammaksi, sillä kevään pensonta toi kasvustoon lisää tiehyttä ja tästä syystä rikkakasvit eivät päässet valloilleen. Kaiken kaikkiaan rikkaruiskuttamattomilla koejäsenellä esiintyi maltillisesti rikkakasveja, rikkakasvit eivät haitanneet puintia. Laskettujen rikkatiheyksien perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että kenttäkokeiden peltolohkolla oli ennestään jo alhainen rikkakasvien esiintyvyys.

## LÄHTEET

- Ansalehto, A. 1999. Laatuviljan tuotanto. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. Tieto tuottamaan 80.
- Borell, M. 2019, 12–13. Bandsådd i ekologisk odling. [Verkkojulkaisu]. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. Självständigt arbete i lantbruksvetenskap. Lantmästare – kandidatprogram. [Viitattu 22.1.2021]. Saatavana: [https://stud.epsilon.slu.se/15232/1/borell\\_m\\_191126.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/15232/1/borell_m_191126.pdf)
- Ceylon. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Hyvinkää: Tilasiemen Oy. [Viitattu 8.12.2020]. Saatavana: <https://www.tilasiemen.fi/fi/lajikkeet/syysvehn%C3%A4/ceylon>
- Davis. 2019. Ilmajoen sääasema. AGROSJ. Rain records. [Sovellus]. Davis Intuments Corporation. [Viitattu 9.12.2020].
- Esala, M. 1989. Leipäviljan tuotanto. Helsinki: Maatalouskeskusten liitto. Tieto tuottamaan 53.
- Farmit. Ei päiväystä. Syysvehnänharmaalaikku. [Verkkosivu]. Espoo: Farmit Website Oy. [Viitattu 3.12.2020]. Saatavana: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/kasvitaudit/tunnistuskuvat/syysvehnanharmaalaikku>
- Farmit. Ei päiväystä. Sää. Tehoisa lämpösumma. [Verkkosivu]. Espoo: Farmit Website Oy. [Viitattu 8.12.2020]. Saatavana: <https://www.farmit.net/saa-0>
- Farmit. Ei päiväystä. Tähkäsääski. [Verkkosivu]. Espoo: Farmit Website Oy. [Viitattu 2.12.2020]. Saatavana: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/tuhoelaimet/tunnistuskuvat/viljan-tuholaiset/tahkasaaski>
- Farmit. Ei päiväystä. Vehnäsääski. [Verkkosivu]. Espoo: Farmit Website Oy. [Viitattu 4.12.2020]. Saatavana: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/tuhoelaimet/tunnistuskuvat/viljan-tuholaiset/vehnasaaski>
- Hankkija. 2020. Tärkeimmät vilja-, nurmi- ja öljykasvit 2020. [Verkkojulkaisu]. Hyvinkää: Hankkija. [Viitattu 2.12.2020]. Saatavana: <https://www.hankkija.fi/Liitetiedostot/Docs/pankki/7tarkeimmat-vilja--nurmi--ja-oljykasvit-2020.pdf>
- Hannula. A. 2012, 4. Kevätvehnän kasvinsuojelukäytännöt ja niiden vaikutus sadon määrään ja laatuun. [Verkkojulkaisu]. Mustiala: Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. [Viitattu 3.12.2020]. Saatavana: <https://core.ac.uk/download/pdf/38059034.pdf>

- Helmi <sup>BOR</sup>. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Hyvinkää: Tilasiemen Oy. [Viitattu 8.12.2020]. Saatavana: <https://www.tilasiemen.fi/fi/lajikkeet/kev%C3%A4tvehn%C3%A4nsiemen/helmi>
- Ilmatieteen laitos. 12.11.2020. Kasvukausi 2020. [Verkkosivu]. Helsinki: Ilmatieteen laitos. [Viitattu 9.12.2020]. Saatavana: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2020>
- Ilmatieteen laitos. Ei päiväystä. Terminen kasvukausi. [Verkkosivu]. Helsinki: Ilmatieteen laitos. [Viitattu 9.12.2020]. Saatavana: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>
- Junkkari. 2017. Junkkari S-M-D kylvökoneet ohjekirja. [Verkkosivu]. Ylihärmä: Junkkari Oy. [Viitattu 10.12.2020]. Saatavana: [https://www.junkkari.fi/ohjekirjoja?p\\_p\\_id=LiferayDoclibBrowser\\_WAR\\_LiferayDoclibBrowser&p\\_p\\_lifecycle=2&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_cacheability=cacheLevelPage&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=2&action=file&folder-id=0&file-entry-id=12815667](https://www.junkkari.fi/ohjekirjoja?p_p_id=LiferayDoclibBrowser_WAR_LiferayDoclibBrowser&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&action=file&folder-id=0&file-entry-id=12815667)
- Kara, O, Räsänen, L & Palomäki, A. 1972. Vakolan tiedote 20/72. [Verkkojulkaisu]. Vakola: Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Kylvö ja kylvökoneet. [Viitattu 10.12.2020]. Saatavana: [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/482502/vtiedote20\\_72.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/482502/vtiedote20_72.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Laine, A. & Jalli, M. 2020. Syysvehnä. Teoksessa N. Toukoluoto & A. Laine (toim.) Peltokasvilajikkeet 2020. Vantaa: ProAgria. Tieto tuottamaan 146, 20–27.
- Lallukka R. & Vanhanen R. 1996. Ruiskuttajan käsikirja. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö SPOY
- Leipä tiedotus. Ei päiväystä. Vehnä (*Triticum aestivum*). [Verkkosivu]. Helsinki: Leipä tiedotus ry. [Viitattu 1.12.2020]. Saatavana: <https://www.leipätiedotus.fi/tietoa-leivasta/vilja/kotimaiset-viljat/vehna.html>
- Luonnonvarakeskus. 2013. Viljanviljelyn IPM-ohjeita. PesticideLife. [Verkkosivu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus Luke. [Viitattu 22.2.2021]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/pesticidelife/ipm-ohjeita>
- Luonnonvarakeskus. 24.11.2020. Satotilasto. [Verkkosivu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus Luke. [Viitattu 3.12.2020]. Saatavana: <https://stat.luke.fi/satotilasto>
- Luonnonvarakeskus. Ei päiväystä. Vehnän pitkä kehityshistoria. [Verkkosivu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus Luke. [Viitattu 1.12.2020]. Saatavana: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/www/Tietopaketti/Kasvigeenivarat/MaataisTietoPankki/Viljat/Vehn%C3%A4/Viljelyhistoria\\_v](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/www/Tietopaketti/Kasvigeenivarat/MaataisTietoPankki/Viljat/Vehn%C3%A4/Viljelyhistoria_v)
- Luonnonvarakeskus 2011a. Tuomikirva. Kasper. [Verkkosivu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus Luke. [Viitattu 2.12.2020]. Saatavana:



[https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/tuh\\_mtt.tuh\\_mtt\\_perus\\_pack.tul\\_tuhoojatiedot\\_kasper?p\\_tuhooja\\_seqno=49](https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/tuh_mtt.tuh_mtt_perus_pack.tul_tuhoojatiedot_kasper?p_tuhooja_seqno=49)

Luonnonvarakeskus 2011b. Hesseninsääski. Kasper. [Verkkosivu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus Luke. [Viitattu 2.12.2020]. Saatavana: [https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/tuh\\_mtt.tuh\\_mtt\\_perus\\_pack.tul\\_tuhoojatiedot\\_kasper?p\\_tuhooja\\_seqno=32239](https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/tuh_mtt.tuh_mtt_perus_pack.tul_tuhoojatiedot_kasper?p_tuhooja_seqno=32239)

Lötjönen, T. & Mikkola, H. 1997. Vakolan tiedote 74/97. [Verkkojulkaisu]. Vihti: Maatalousteknologian tutkimuslaitos. Rikkakasvien torjunta viljasta riviväliharauksella. [Viitattu 22.1.2021]. Saatavana: [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/438699/vtiedote74\\_97.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/438699/vtiedote74_97.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lötjönen, T., Pitkänen, J., Vanhala, M-J. & Mikkola, H. 1999. Kyntämättä viljelyn vaikutus rikkakasveihin ja kasvitauteihin. [Verkkojulkaisu]. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja A 59. [Viitattu 22.1.2021]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja59.pdf>

Myllyn Paras. 2020. Vehnän laatuhinnoittelu. [Verkkojulkaisu]. Hyvinkää: Myllyn Paras Finland Oy. [Viitattu 1.12.2020]. Saatavana: [https://www.myllynparas.fi/sites/default/files/atoms/files/VEHN%C3%84N%20laatuhinnoittelu\\_3.pdf](https://www.myllynparas.fi/sites/default/files/atoms/files/VEHN%C3%84N%20laatuhinnoittelu_3.pdf)

Mäkelä & Yli-Halla 2016. Peltokasvien tuotanto. 3. uud. Juvenes Print Oy

Rantanen, V 2014. Muokkaus- ja kylvömenetelmien vaikutus kevätiljan viljelyn ravinnetaseisiin savimailla. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopisto. Maisterintutkielma. Agroteknologia. [Viitattu 8.12.2020]. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135839/Rantanen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruokatieto Yhdistys ry. Ei päiväystä. Suomalaisia viljakasveja. [Verkkosivu]. Helsinki: Ruokatieto Yhdistys ry. [Viitattu 1.12.2020]. Saatavana: <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/maatila/peltokasvit/suomalaisia-viljakasveja>

Saarikallio, M. 2012. Joustopiikkiäkeessä käytettävän piikin koon, terälapun leveyden ja piikkivälin vaikutus muokkausominaisuuksiin. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopisto. Pro gradu- tutkielma. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. [Viitattu 8.12.2020]. Saatavana: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/33524/Pro\\_gradu\\_saarikallio\\_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/33524/Pro_gradu_saarikallio_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sainio-Peltonen, P., Rajala, A. & Seppälä, Risto T. 2005. Viljojen kehityksen ja kasvun ABC. Maa- ja elintarviketalous 67. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalous.

- Tigabu, R & Asfaw, F. 2020. Effects of Seed Rate and Row Spacing on Yield and Yield Components of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Dalbo Awtaru Woreda, Wolaita Zone, Southern Ethiopia. [Verkkoartikkeli]. Woliata: American Journal of Agriculture and Forestry 8 (4), 112–125. Woliata Sodo University. Department of Plant Science. [Viitattu 14.12.2020]. Saatavana: <https://10.11648/j.ajaf.20200804.14>
- Varis, E. 1988. (toim.) Peltokasvien satofysiologia. Helsinki: Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos.
- Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2012. Kansallinen viljastrategia 2012–2020. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. [Viitattu 3.12.2020]. Saatavana: [https://www.vyr.fi/document/1/124/dc2fa51/viljas\\_dfa7a15\\_32637\\_KansallinenViljastrategia\\_net.pdf](https://www.vyr.fi/document/1/124/dc2fa51/viljas_dfa7a15_32637_KansallinenViljastrategia_net.pdf)
- Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2013. Vinkkejä erityyppisten vehnien viljelyyn. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. [Viitattu 1.12.2020]. Saatavana: [https://www.vyr.fi/document/1/92/e7e58fc/oppaat\\_0919e06\\_Vehnn\\_viljely\\_eri\\_kayttotarkoituksiin\\_2013.pdf](https://www.vyr.fi/document/1/92/e7e58fc/oppaat_0919e06_Vehnn_viljely_eri_kayttotarkoituksiin_2013.pdf)
- Vilja-alan yhteistyöryhmä. Ei päiväystä. Kasvitautilien, rikkakasvien ja laon torjunta. [Verkkosivu]. Helsinki: Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. [Viitattu 2.12.2020]. Saatavana: <https://www.vyr.fi/mallasohran-viljelyopas/miten-viljelen-mallasohraa/kasvitautilien-rikkakasvien-ja-laon-torjunta/>
- Vilja-alan yhteistyöryhmä. Ei päiväystä. Rukiin viljelyopas. Kasvitautilikuvaukset. [Verkkosivu]. Helsinki: Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR. [Viitattu 4.12.2020]. Saatavana: <https://www.vyr.fi/rukiin-viljelyopas/miten-viljelen-ruista/kasvinsuojelu/kasvitautilikuvaukset/>
- Väderstad. Ei päiväystä. Tuotekatsaus ja uutuuudet 2021. [Verkkosivu]. Hyvinkää: Hankkija Oy. [Viitattu 10.12.2020]. Saatavana: <http://view.24mags.com/downloadpdf/9b935633b3ae1ead66c7e67353857fe0>

## LIITTEET

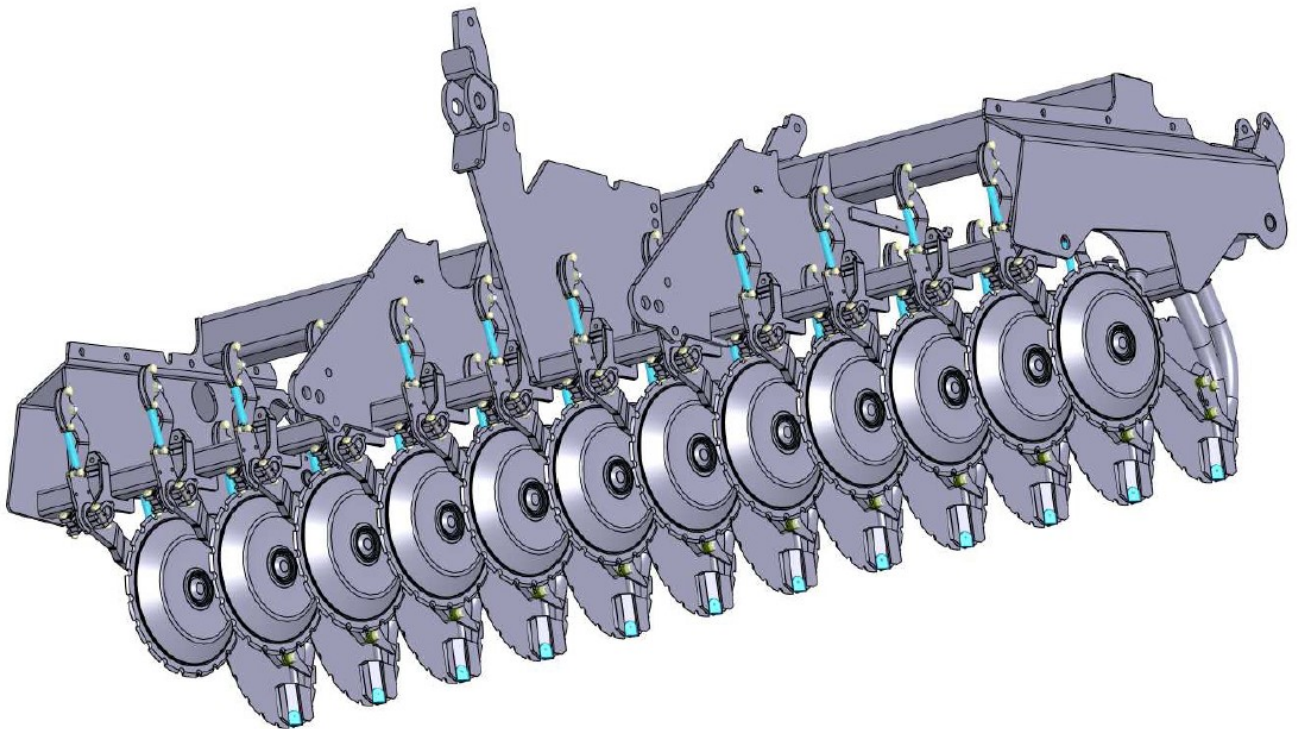
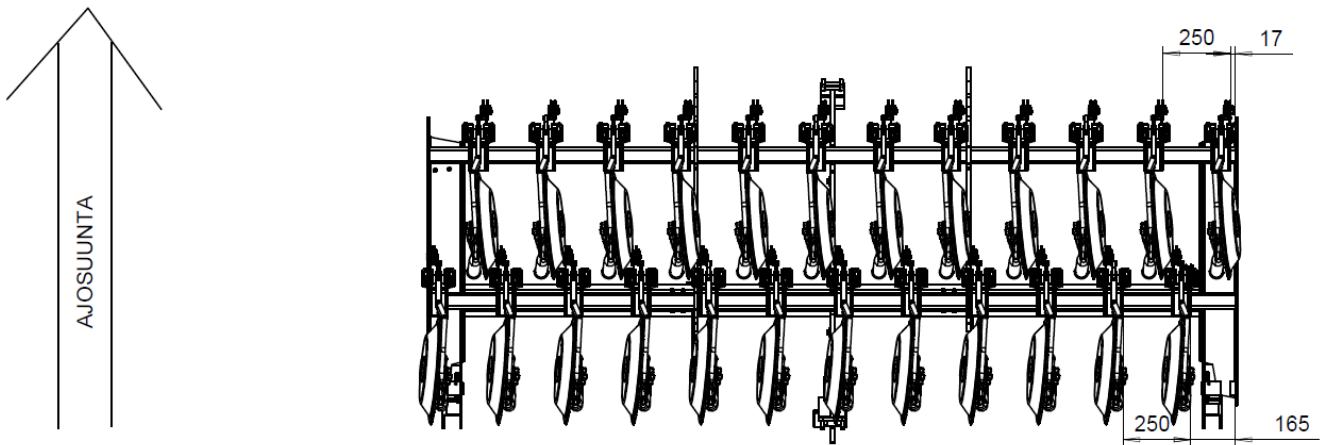
Liite 1. Riviväli 12.5 cm

Liite 2. Riviväli 15 cm

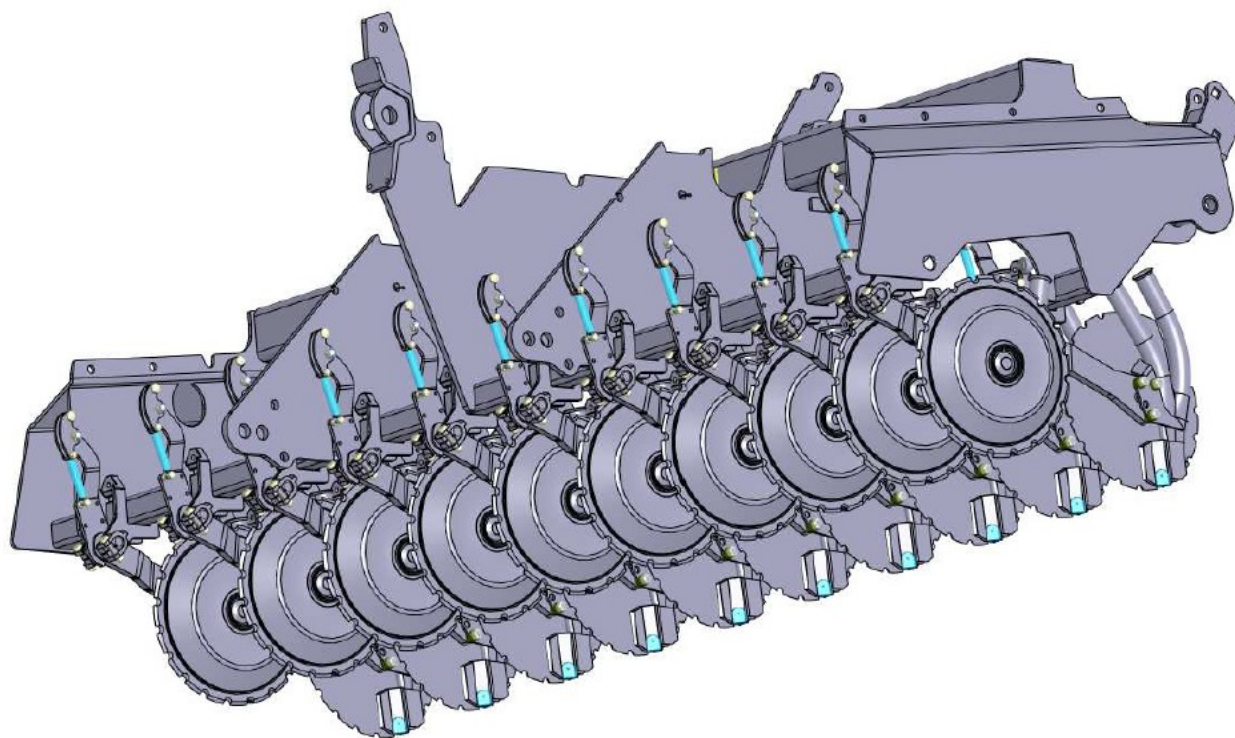
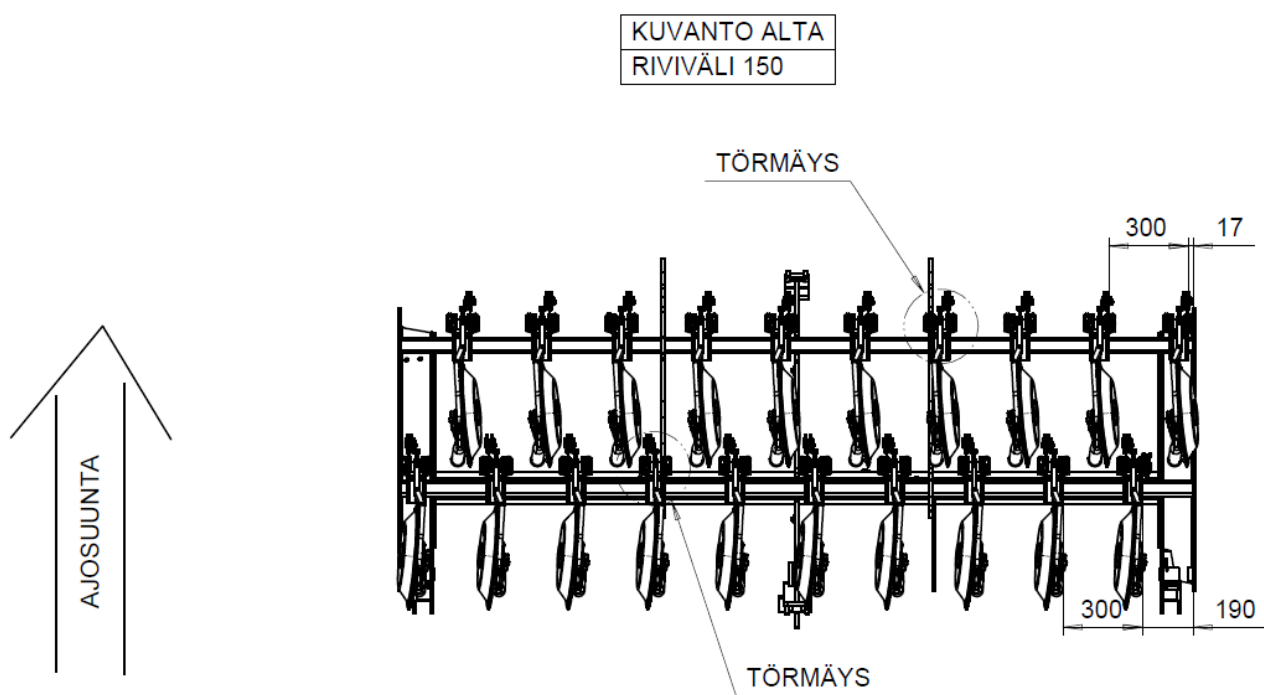
Liite 3. Riviväli 17.5 cm

## Liite 1. Riviväli 12.5 cm

KUVANTO ALTA
RIVIVÄLI 125



## Liite 2. Riviväli 15 cm





## Liite 3. Riviväli 17.5 cm

KUVANTO ALTA  
RIVIVÄLI 175

