

# KOERUUTUPUIMURIN HANKINTA

Puimurimallien vertailu, uuden teknologian vaikutukset puintiprosessiin ja tulosten  
luotettavuus



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Kevät 2018

Karoliina Karikytö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Mustiala

---

|                       |  |                   |
|-----------------------|--|-------------------|
| <b>Tekijä</b>         | Karoliina Karikytö   | <b>Vuosi 2018</b> |
| <b>Työn nimi</b>      | Koerutupuimurin hankinta: Puimurimallien vertailu, uuden teknologian vaikutukset puintiprosessiin ja tulosten luotettavuus |                   |
| <b>Työn ohjaaja/t</b> | Heikki Pietilä, Rauno Laine  |                   |

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää uudenlaisen koerutupuimurin hankinnan kannattavuutta Boreal Kasvinjalostus Oy:lle. Puimurin kannattavuutta mietitään ajan- ja työnkäytön näkökulmista. Lisäksi mietitään puimurin vaikutuksia puintiprosessiin sekä puimurin tekemien mitausten paikkansapitävyyttä. Työn toimeksiantajana toimii Boreal Kasvinjalostus Oy.

Työn teoriaosuudessa käsitellään Boreal Kasvinjalostus Oy:tä yrityksenä, koetoimintaa yleisesti sekä tarkastellaan neljää yritykselle sopivinta koerutupuimuria, jonka jälkeen keskitytään valitun koerutupuimurin teknologiaan. Työn tutkimusosiossa vertaillaan tämänhetkistä ja uutta puintiprosessia. Lisäksi puimurista tehtiin erilaisia havaintoja koelohkoilla. Tuloksissa vertaillaan puimurin tekemiä analyysimittauksia sadonkäsittelyssä ja laboratoriossa tehtyihin mittauksiin.

Voidaan todeta, että Zürn 130 koerutupuimurin vaikutus puintiprosessiin on merkittävä. Työvaiheet vähenevät kahdeksasta neljään lyhentäen työajan jopa kolmasosaan nykyisestä. Sen sijaan analyysimittausten paikkansapitävyys on vaihtelevaa. Puimurin vaakajärjestelmä ja kosteusmittaus toimii hyvin, mutta valkuaisen, tärkkelyksen, gluteenin ja öljypitoisuuden paikkansapitävyys on paikoitellen erittäin heikkoa. Puimurilla on kuitenkin tällä hetkellä mahdollista saada ruudusta todenmukainen hehtaarisato, joka mahdollistaa ruudusta vain näytteen ottamisen. Tämä ominaisuus tuo mukanaan paljon muitakin hyötyjä. Kokonaisuutta ajatellen pidän Zürn 130 koerutupuimurin ostamista yritykselle kannattavana investointina.

**Avainsanat** koerutupuimuri, koetoiminta, puintiprosessi

**Sivut** 32 sivua

Degree Programme in Agricultural and Rural Industries  
Mustiala

---

|                    |   |                  |
|--------------------|---|------------------|
| <b>Author</b>      | Karoliina Karikytö  | <b>Year</b> 2018 |
| <b>Subject</b>     | Acquisition of the plot combine harvester: Combine model comparison, the effects of new technologies on the threshing process and reliability of results. |                  |
| <b>Supervisors</b> | Heikki Pietilä, Rauno Laine   |                  |

---

ABSTRACT

The aim of this thesis is to explain the profitability of the acquisition of a new type of plot combine harvester to Boreal plant breeding Ltd. The profitability of the harvester is considered from the perspectives of time use and working. The Thesis also considers the effects of the threshing process and the accuracy of the measurements made by the plot combine. The thesis was commissioned by Boreal Plant Breeding Ltd.

Theoretical part of this thesis explains the Boreal Plant Breeding Ltd as a company, experimentation and looking at four plot combines. Then the thesis concentrates on technology of the chosen combine. The research part of this thesis compares the current and the new threshing process. In addition, various observations were made about the plot combine. The results are compared between plot combine analysis measurements and analysis measurements made in the laboratory.

It can be noted that the effect of the effect of the Zürn 130 plot combine on the threshing process is significant. The working phases are reduced from eight to four. Working time will be shortened up to a third of the current. However, the accuracy of the analysis measurement is varied. The weighing system and moisture measurement works well but the accuracy of the protein, starch, gluten and oil content are sometimes very weak. The plot combine is able to obtain correct yield to the hectare. It allows taking only a sample from the plot. This feature brings many other benefits. When thinking about the whole investment, the Zürn 130 plot combine is a profitable choice.

**Keywords** plot combine harvester, experimentation, threshing process

**Pages** 32 pages

# SISÄLLYS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | JOHDANTO.....   | 1  |
| 2     | BOREAL YRITYKSENÄ.....                                      | 2  |
| 3     | KOETOIMINTA.....  | 3  |
| 4     | KOERUUTUPIIMURIN HANKINTA.....                              | 5  |
| 4.1   | Zürn .....  | 5  |
| 4.2   | Wintersteiger .....   | 6  |
| 4.3   | Sampo Rosenlew .....  | 7  |
| 4.4   | Haldrup.....  | 8  |
| 4.5   | Vertailu.....   | 8  |
| 5     | PUIMURIN TEKNOLOGIA .....                                   | 9  |
| 5.1   | Käyttöpääte .....   | 9  |
| 5.2   | Vaaka .....   | 10 |
| 5.3   | NIR-laite.....  | 11 |
| 6     | PUINTIPROSESSI.....   | 12 |
| 6.1   | Puintiprosessi ennen uuden koeruutupuimurin hankintaa ..... | 12 |
| 6.1.1 | Puinti.....   | 12 |
| 6.1.2 | Säkkien siirtely.....                                       | 13 |
| 6.1.3 | Kuivatus .....  | 13 |
| 6.1.4 | Aineiston järjestely ja varastointi .....                   | 13 |
| 6.1.5 | Sadonkäsittely .....  | 13 |
| 6.1.6 | NIR .....   | 14 |
| 6.2   | Uusi puintiprosessi .....                                   | 15 |
| 6.2.1 | Puinti.....   | 15 |
| 6.2.2 | Datan siirto .....  | 16 |
| 6.2.3 | Kuivatus ja varastointi .....                               | 17 |
| 6.3   | Prosessien vertailu .....                                   | 17 |
| 6.3.1 | Ajankäyttö .....  | 18 |
| 6.3.2 | Työnkäyttö.....   | 19 |
| 7     | HAVAINNOT .....   | 19 |
| 7.1   | Laatu.....  | 20 |
| 7.2   | Kosteuden vaikutus .....                                    | 20 |
| 7.3   | Nopeuden vaikutus .....                                     | 21 |
| 7.4   | Muita huomioita.....  | 21 |
| 7.5   | Muutosideat .....   | 22 |
| 8     | TULOKSET .....  | 22 |
| 8.1   | Analyysimittaukset .....                                    | 23 |
| 9     | JOHTOPÄÄTÖKSET .....  | 28 |



## 1 JOHDANTO

Teknologian kehittyessä on pysyttävä mukana kehityksessä. Jotta kasvinjalostusta pystyttäisiin tekemään vielä entistä tehokkaammin ja taloudellisemmin, on muistettava investoida aika ajoin koetoiminnan puitteisiin ja moderniin teknologiaan. Kasvinjalostustyössä keväisin kylvetään kymmeniä tuhansia koeruutuja, joista suurin osa puidaan syksyllä talteen. Sadonkorjuuseen tarvitaan normaalia kapeampi, kevyempi ja erilaisilla lisävarusteilla oleva leikkuupuimuri, niin sanottu koeruutupuimuri.

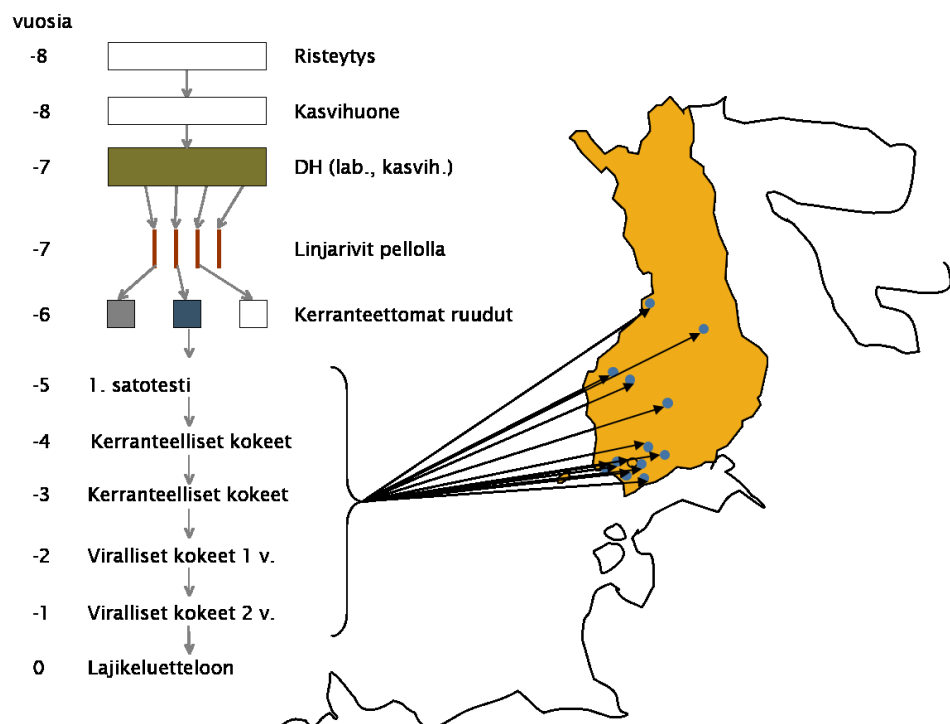
Kasvinjalostustyössä on suuri merkitys puintiprosessin onnistumisella, jotta tutkimustoiminnassa olevat aineistot saadaan talteen pelloilta ja tutkijat ehtivät muun muassa sadon analyysitulosten perusteella vaikuttamaan seuraavan vuoden kenttäkokeisiin. Aineiston saaminen talteen on tärkeää, jotta saadaan siementä seuraavan kasvukauden koeruutuihin.

Nykyaikaisella hyvin varustetulla koeruutupuimurilla on mahdollista säästää ajankäytössä sekä työpanoksessa. Puimurin on mahdollista muodostaa sadosta muutamissa sekunneissa erilaisia mittaustuloksia, jotka ennen on tehty laboratoriossa kuukausia puinnin jälkeen. Markkinoilla on saatavilla useita eri yritysten koeruutupuimureita. Neljä tunnetuinta ja kasvinjalostuksen tarpeisiin sopivinta koeruutupuimuria esitellään opinnäytetyössä. Näistä vaihtoehtoista yritys on valinnut kesällä 2017 yhden, joka oli käytössä samaisena puintikautena.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Boreal Kasvinjalostus Oy. Erikoistumis-harjoittelun suoritin Borealilla kesällä 2017 ja silloin tuli puheeksi opinnäytetyön tekeminen. He tarjosivat minulle mahdollisuutta tutustua syvemmin uudenaikaiseen koeruutupuimuriin ja sen vaikutukseen puintiprosessiin. Työn tavoitteena on selvittää, kannattaako kyseisen koeruutupuimurin hankinta ja miten sen vaikutus näkyisi koko sadonkorjuuprosessissa. Kannattavuutta ajatellaan ajankäytön ja taloudellisuuden näkökulmista. Opinnäytetyössä lisäksi pohditaan ja vertaillaan puimurin tekemien analyysimittauksien paikkansapitävyyttä. Havaintoja ja tutkimusta tehtiin harjoittelukesänä 2017.

## 2 BOREAL YRITYKSENÄ

Boreal Kasvinjalostus Oy on Jokioisilla toimiva yritys, joka ensisijaisesti jalostaa ja markkinoi peltokasvilajikkeita ammattiviljelijöille. Yrityksen tavoitteena on taata koko maahan sopivia lajikkeita jokaiselle viljelijälle ja kaikkiin mahdollisiin käyttötarkoituksiin. Yrityksen jalostustoiminta, risteytykset ja kasvihuone- ja laboratoriotyöt tehdään kaikki Jokioisilla. Osa kenttäkokeista toteutetaan Jokioisten ulkopuolella, millä pystytään varmistamaan se, että lajikevalikoimaa löytyy myös pohjoisiin olosuhteisiin, kuva 1. Yrityksen tärkeimmät arvot ovat kehittyminen, kumppanuus ja menestyminen. (Boreal n.d.)



Kuva 1. Uuden lajikkeen jalostaminen kestää noin 8-15 vuotta kasvijaista riippuen. (Boreal Kasvinjalostus Oy n.d.)

Boreal jalostaa tällä hetkellä useita eri peltokasvilajikkeita. Jokaisella kasvilajilla on oma jalostusohjelma, josta selviää tietyn kasvin jalostustavoitteita. Sekä moni- että kaksitahoisella ohralla keskitytään erityisesti satoisuuden, korrenlujuuden sekä tautikestävyyden parantamiseen. Vehnän jalostuksessa keskitytään pääasiassa myllykäyttöön soveltuviin lajikkeisiin, jolloin panostetaan leivontalaadun kehittämiseen. Kauran jalostuksessa pääpaino on satoisuuden ja lujakortisuuden parantamisella. Rukiilla avainasemassa on viljeltävyyden parantaminen, jossa tärkeää on lyhyt ja luja korsi sekä riittävä talvenkestävyys. Öljykasveista yritys jalostaa kevätrypsiä sekä kevä- ja syysrapsia. Valkuaiskasveista yritys jalostaa hernettä ja härkäpapua, jossa keskitytään sekä elintarvike- että rehukäyttöön soveltuvien lajikkeiden jalostamiseen. Boreal jalostaa vielä lisäksi nurmilajikkeita, joista

tärkeimpiä ovat nurminata, timotei, puna-apila ja ruokonata. Yhteisiä tavoitteita nurmikasvilajikkeissa on satoisuuden, talvenkestävyyden ja sadon ruokinnallisen laadun parantaminen. (Boreal n.d.)

Kasvinjalostusta Suomessa on harjoitettu jo vuodesta 1904 lähtien, jolloin perustettiin Suomen kylvösiemenyhdistys. 1910-luvulla perustettiin koe-tiloja ja aloitettiin aineistojen kerääminen. Silloin ymmärrettiin jo jalostuksen suuri merkitys maanviljelyssä sekä koko ruuan tuotannossa. 1930-luvulla Suomessa toimi kaksi kasvinjalostuslaitosta, Hankkijan ja Valtion laitokset. 1950-luvulla kotimaassa jalostetut lajikkeet valtasivat Suomen peltot. Uusia lajikkeita ja tutkimustyötä tehtiin paljon maatalouden kehittyessä. 1960-luvun lopulla Jokioisille ryhdyttiin perustamaan geenipankkia. 1970- ja 1980-luvuilla kasvinjalostajille saatiin lisää oikeuksia kasvinjalostusta koskevan lain mukana sekä muiden kansainvälisten sopimuksien ansiosta. Borealin nimissä jalostusta on harjoitettu vuodesta 1994, jolloin yhdistettiin MTT:n ja Hankkijan kasvinjalostustoiminnot. Näin ollen yhdistyi osaaminen, aineistot ja resurssit. Vuosien varrella on panostettu erityisesti uusiin jalostustekniikoihin ja kansainväliseen yhteistyöhön. (Boreal n.d.)

Yrityksen suurin omistaja on tällä hetkellä 60,8 % osuudella Suomen valtio. Seuraavaksi suurin on Hankkija Oy 13,1 % osuudella. Muita pienempiä omistajia ovat maatalousalan yritykset kuten Tilasiemen Oy, Vilmorin sekä Raisio Oyj:n tutkimussäätiö, joista jokainen omistaa 6,5 % osuuden yrityksestä. Tuottajajärjestöjen MTK ja SLC omistusosuudet ovat 6,1 ja 0,5 %. (Boreal n.d.)

Yrityksen tulonlähteet perustuvat suurimmaksi osaksi sertifioidun siemenen rojalteihin sekä käyttömaksuihin käytettäessä tilan omaa siementä, niin sanottu TOS-maksu. Yrityksen liikevaihto on ollut vuonna 2016 9,8 miljoonaa euroa. Investointeja samana vuonna on tehty 594 000 eurolla. Yrityksen tämänhetkinen strategia on kasvattaa ja kehittää. Toteuttaakseen nämä yritys investoi moderniin teknologiaan ja kenttäkoetoimintaan. (Boreal 2016)

Borealin toimitusjohtajan mukaan tulevaisuutta ajateltaessa merkittävää on Suomen kokonaisviljelyala, sertifioidun siemenen käyttöaste, TOS-järjestelmän toimivuus, sekä Borealin lajikkeiden markkinaosuus. Nämä tekijät ratkaisevat rahoituksen riittämisen jatkossakin ja näin ollen vaikuttavat kasvinjalostuksen tulevaisuuteen Suomessa. (Kiviranta 2018, 8)

### 3 KOETOIMINTA

Koetoiminnan tarkoituksena on selvittää mahdollisten uusien lajikkeiden viljelyarvo Suomessa. Lajikkeita testataan usean vuoden ajan kenttäko-

keissa, minkä jälkeen suoritetaan virallinen lajikekoe. Lajikkeet, jotka pärjäävät lajikekokeissa ja toisivat lajikevalikoimaan konkreettisesti parannusta, voidaan hyväksyä Kasvilajikelautakunnan luetteloon. (Luke 2015)

Kenttäkokeilla mitataan lajikkeiden viljelyarvoa. Näissä kokeissa uusia jalostettuja lajikkeita verrataan jo lajikeluettelossa oleviin lajikkeisiin, joita kutsutaan mittarilajikkeiksi. Suomessa kenttäkokeita toteuttavat Boreal Kasvinjalostus Oy, Luken toimipisteet, Perunantutkimuslaitos, ProAgria Nylands Svenska Lantbrukssällskap sekä K-maatalouden koetila. Virallisista peltokasvien lajikekokeista vastaa Luonnonvarakeskus. (Luke 2015) Ennen virallisia lajikekokeita linjoja testataan usean vuoden ajan jalostajankokeissa. (Boreal n.d.)

Koealueen tulee olla maalajiltaan, multavuudeltaan sekä esikasviltaan samanlainen koko koealueella, jotta tuloksia voidaan vertailla. Alueella ei myöskään saa olla painanteita tai tiivistymiä, joihin mahdollisesti kertyy vettä. On myös huolehdittava monivuotisten rikkakasvien hävittämisestä. (Luke 2016)

Koealue usein syksyllä perusmuokataan, millä torjutaan esikasvin varisoiden siementen mahdollinen itäminen sekä juuririkkakasvit. Keväällä suoritetaan tasausäestys hiesu- ja savimaille kevätkesteyden säästämiseksi noin 2-4 vrk ennen varsinaista kylvömuokkausta. Tasausäestyksessä maata muokataan matalaan n. 2 cm syvyyteen. Varsinainen kylvömuokaus tehdään juuri ennen kylvöä siemenen vaatimaan kylvösyvyyteen. Muokkauksessa on kiinnitettävä huomiota tehokkaaseen työskentelyyn välttämällä maan tiivistymistä liiallisilla ajokerroilla. (Luke 2016)

Koetoiminnassa koeruutujen kylvö tapahtuu 10-vantaisella koeruutukylvökoneella. Ruutujen väliin jätetään aina neljän ja kuuden metrin käytävät niin että joka toinen väli on aina leveämpi käytävä, josta onnistuu tarvittaessa ruutujen puinti poimimalla yksittäisiä ruutuja. Käytävät voi mahdollisuuksien mukaan kylvää aikaisella lajikkeella, jonka voi puida ennen koeruutuja. Kylvettäessä on muistettava oikea-aikainen siementen laukaiseminen ruudun alussa, jotta myöhemmin glyfosaattivalmisteella suoritettava ruutujen rajausta onnistuu, ja ruuduista saadaan samankokoiset. (Luke 2016)

Vuosittain koeruuduista tehdään erilaisia havaintoja ja analyyssejä. Orastumisesta merkitään muistiin poikkeavuudet. Orastumisvaiheen jälkeen havainnoidaan kevätiljoilla kylvötiheyttä sekä kylvövirheitä. Syysviljoilla tutkitaan myös tiheyttä talvituhojen selvittämiseksi. Myöhemmin loppukesästä mitataan kasvuston korkeuksia. Korkeus mitataan ruudusta siitä kohtaa mihin valtaosa tähkistä ulottuu. Lakohavaintoja tehdään pitkin kasvukautta useampia kertoja ennen tuleentumista. Viimeinen lohko tapahtuva havainnointi on ruudun kasvuaika, joka lasketaan kylvöpäivästä keltatuleentumispäivään. Kasvuajasta lasketaan myöhemmin kasvin te-

hoisa lämpötilasumma. Laboratoriossa sadosta analysoidaan eri ominaisuuksia. Kasvista riippuen mitataan hehtolitraino, valkuainen, tärkkelyspitoisuus, tuhannen jyvän paino sekä sakoluku. (Luke 2016)

Koeruutujen korjuu tapahtuu koeruutupuimurilla täystuleentumisvaiheessa. Puimuri säädetään sadon mukaisesti. Säädetäviä kohteita ovat muun muassa puintikelan kierrosluku, varstasillan väli, tuulen määrä ja seulat. Lakoutuneet koeruudut avataan mekaanisesti niin, että eri ruutujen sadot eivät sekoitu keskenään. (Luke 2016)

Yhdessä kokeessa on vaihteleva määrä koeruutuja. Lisäksi jokaisesta jalostuslinjasta voi olla jalostuksen vaiheesta riippuen kerranteita samasta linjasta. Virallisessa kokeessa kerranteita on neljä. Kokeen päässä on aina suojaruutuja, jotka ovat yleensä jotakin virallista lajiketta, joka suojaa koeruutuja luonnon aiheuttamilta vahingoilta, sekä muilta mekaanisilta käsittelyiltä. (Luke 2016)

## 4 KOERUUTUPUIMURIN HANKINTA

Valittaessa yritykselle koeruutupuimuria olivat suurimpina tekijöinä valinnan päätöksessä puimurin paino, varustelumahdollisuudet sekä hinta. Koeruutupuimuriin haluttiin ehdottomasti sellaista tekniikkaa, joka mahdollistaa sadon punnitsemisen, kosteuden mittaamisen ja valkuaispitoisuuden sekä tärkkelyspitoisuuden määrittämisen puintihetkessä nopeasti ja vaivattomasti. Koeruutupuimurin maksimipainoksi yritys asetti 3500 kg, jonka pitää sisältää myös lavetti, jotta yhdistelmää voi kuljettaa paketti- tai henkilöautolla. (Hyövelä 2017.)

Yrityksestä vieraili kaksi edustajaa Wintersteigerin sekä Zürnin tehtailla. Aikaisemmin kaikki koeruutupuimurit on hankittu Wintersteigeriltä, mutta tällä kertaa kyseinen yritys ei pystynyt tarjoamaan puimuria, joka olisi täyttänyt vaadittavat ehdot. Sampo Rosenlewin markkinoilla oleva koeruutupuimuri ei täyttänyt Borealin toiveita koeruutupuimurista. Lisäksi Sampo Rosenlewin tarjoama koeruutupuimuri on liian painava yrityksen kuljetuskalustoa ajatellen. Markkinoilla on lisäksi tarjolla saksalaisen Haldrupin koeruutupuimureita. (Hyövelä 2017.)

### 4.1 Zürn

Saksalainen Zürn 130 koeruutupuimuri on yksinkertainen ja kevyt, ja sopii hyvin pienille tutkimusasemille, kuva 2. Kevyen painonsa ansiosta konetta on vaivatonta ja nopeaa kuljettaa kaukana sijaitseville koelohkoille. Puimurin paino perustuu kevyisiin rakenteisiin ja materiaaleihin. Puimurin kokonaispaino vaakajärjestelmällä on 2600 kg. Puimurille suunniteltu lavetti-peräkärri painaa 745 kg. Kokonaispaino lisävarusteidenkin kanssa jää alle

3500 kg. Näin ollen puimuria on mahdollista kuljettaa henkilö- tai paketti-autolla. Puimurin taitettavan ohjausyksikön avulla pääsy puintirummulle on helppoa ja nopeaa. Asiakkaiden toiveiden mukaan on mahdollista muokata punnitusjärjestelmää, kosteuden mittausta, näytteenottoa sekä lukuisia muita asioita. (Zürn n.d.)



Kuva 2. Zürn 130 koeruu- ja puimuri. (Zürn n.d.)

#### 4.2 Wintersteiger

Quantum on uusi Wintersteigerin kehittämä jalostus- ja viljelykokeisiin suunniteltu koeruu- ja puimuri, joka täyttää yhä vaativammatkin kenttätutkimuksen haasteet, kuva 3. Laitteessa on monia uusia innovatiivisia ratkaisuja, kuten erotteleva puhallin (airloil) nopeaan ja hellävaraiseen siementen kuljettamiseen. Puimurissa on ohjaamo, joka lisää mukavuutta sekä eristää melua. Ohjaamossa tapahtuu näytteenotto. Näytettä on mahdollista ottaa kahta eri kokoa, pieni tai iso näyte. Lisäksi mahdollista on koko ruudun sadon ottaminen talteen. Laitteessa on lisäksi lyhyt kiertoaika sekä joustava ja tehokas näytteen koon rajaus. Lisäksi laitteessa on puhdistusjärjestelmä, joka takaa näytteen puhtauden. Quantumissa kerrotaan olevan myös pitkä käyttöaika entistä pienemmän polttoainekulutuksen sekä suuren 100 l polttoainesäiliön ansiosta. Puimurin kokonaispaino on alkaen 3950 kg varustelusta riippuen. (Wintersteiger n.d.)



Kuva 3. Wintersteiger Quantum koerutupuimuri. (Wintersteiger n.d.)

#### 4.3 Sampo Rosenlew

Sampo SR2010 koerutupuimuri on suunniteltu koetoiminnan vaatimuksia ajatellen, kuva 4. Tärkeimpänä yksittäisenä vaatimuksena voidaan pitää, sitä, että koeruudusta otettava näyte pysyy puhtaana. Sampon valmistama koerutupuimuri on tehokas, ja helppo käyttää. Koerutupuimuri on varustettu hydrostaattisella voimansiirrolla ja portaattomasti säädettävällä nopeudella. Nopeuden säätäminen tapahtuu ajokahvasta. Maksiminopeus on 20 km/h, jolloin lyhyet maantieajotkin onnistuvat melko nopeasti. Koerutupuimuriin on mahdollista saada erilaisia lisävarusteita, jotka mahdollistavat esimerkiksi auringonkukan tai maissin puinnin. Lisävarusteena on saatavilla myös muualta tuleva Coleman vaakajärjestelmä kosteusanturilla, joka tuottaa yksityiskohtaista tietoa ruudusta. Järjestelmä toimii pneumaattisesti. Vaakajärjestelmä on kalibroitu 50 gramman tarkkuuteen. (Sampo Rosenlew n.d.)



Kuva 4. Sampo Rosenlew SR 2010 koerutupuimuri vaakajärjestelmällä. (Autoline n.d.)

#### 4.4 Haldrup

Haldrup on saksalainen yritys, joka on koekäyttöön soveltuvien puimureiden ohella keskittynyt erilaisiin kylvö- ja niittokoneisiin sekä sadonkäsittelylaitteisiin. Koerutupuimureita on kolmea erilaista mallia, C-60, C-65 sekä C-85. C-60 on tehokkaalla moottorilla varustettu vankka koerutupuimuri. Puimurissa on vaakajärjestelmä sekä viljasäiliö. Puimurin kokonaispaino on vain 2800 kg. Näin ollen puimuria on mahdollista kuljettaa henkilö- tai pakettiautolla. C-65 mallissa on C-60 mallista poiketen ohjaamo. Lisäksi vaakajärjestelmää on päivitetty mahdollistaen myös kosteuden ja hehtolitrapainon mittaamisen. Data tallentuu usb-muistitikulle, josta se on helposti siirrettävissä. C-65 koerutupuimurilla luvataan 10 m<sup>2</sup> ruudun puimisen kestävän vain 20 sekuntia. C-65 kokonaispaino on kuitenkin 3200kg. (Haldrup n.d.)

Haldrup C-85 koerutupuimuri on muita malleja selvästi isompi ja tehokkaampi. Suurin ero muihin malleihin verrattuna on NIR-laitteen saatavuus. Puimuriin on mahdollista saada lisävarusteena Zeiss merkinen NIR- laite, joka mittaa erilaisia analyysituloksia sadosta puintihetkellä. Puimurin kokonaispaino määräytyy lisävarusteiden mukaan. (Haldrup n.d.)

#### 4.5 Vertailu

Taulukossa 1 vertaillaan neljän yritykselle sopivimman koerutupuimurin teknisiä tietoja. Taulukosta voidaan huomata, että moottoritehoissa on suuria eroja eri koerutupuimureiden välillä. Selvästi pienitehoisin on Zürn 130 koerutupuimuri. Kokonaispainoja tutkiessa vain Zürn 130 painaa alle toivotun 3500 kg. Viljasäiliön ja polttoainesäiliön tilavuus ovat suhteessa kokonaispainoon, mitä suurempi tilavuus sitä suurempi kokonaispaino. Poikkeuksena kuitenkin Sampo Rosenlew, joka painaa vähemmän kuin

Wintersteiger vaikka viljasäiliön ja polttoainesäiliön tilavuudet ovat isomat. Tämä painoero kuitenkin selittyy NIR-laitteen puuttumisella Sampon koerutupuimurista. Ainoastaan Zürnistä puuttuu ohjaamo, joka selittää pienen kokonaispainon. Halutunlaista tekniikkaa löytyi monesta koerutupuimurista mutta painovaatimukseen onnistui vain yksi malli. Näin ollen yritys päätyi Zürn 130 koerutupuimuriin.

Taulukko 1. Eri koerutupuimureiden teknisiä tietoja.

| Merkki, malli              | Wintersteiger, Quantum | Zürn 130           | Sampo Rosenlew SR2010 | Haldrup C-85                                   |
|----------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|--|
| moottori                   | 2.0 l, 55kW (75hv)     | 2.0 l 36 kW (49hv) | 60 kW (82hv)          | 50 kW (68hv) tai 67 kW (91hv)                  |
| kokonaispaino              | 3950 kg                | 2600 kg            | 3450kg                | varusteista ja moottorista riippuen, n. 5500kg |
| viljasäiliön tilavuus      | 700, 1100 l            | 450, 600 l         | 800,1700 l            |  |
| ohjaamo                    | x                      |                    | x                     | x  |
| polttoainesäiliön tilavuus | 100 l                  | 60 l               | 140 l                 | 135 l  |
| Ajonopeus                  | 0-25km/h               | 0-20 km/h          | 0-20 km/h             | 0-25 km/h                                      |
| Vaakajärjestelmä           | x                      | x                  | x                     | x  |
| NIR-laitte                 | x                      | x                  |                       | x  |

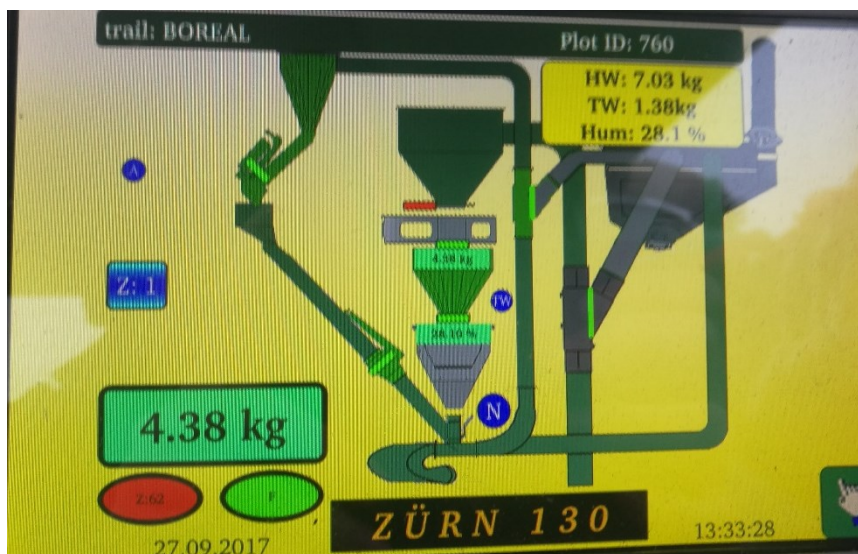
## 5 PUIMURIN TEKNOLOGIA

Zürn 130 koerutupuimurin perusvarustukseen kuuluu yksinkertainen punnitusjärjestelmä. Lisävarusteena on mahdollista saada laaja-alainen mittaus- ja punnitusjärjestelmä WieSEL. Järjestelmästä on saatavilla kolme erilaista varustetasoa, jonka lisäksi voi valita yksittäisiä lisävarusteita. Järjestelmä mahdollistaa punnitustulokset jokaisesta koeruidusta, kosteuden mittauksen, NIR-laitteen sekä selkeän tietojen käsittelyyn soveltuvan hallintaohjelman tietokoneelle. Mahdollista on saada myös lisäksi muun muassa hehtolitrainon määrittäminen ja etikettitulostin, joka tulostaa jokaiselle näytteelle tarralapun. (Zürn n.d.)

### 5.1 Käyttöpäätte

Käyttöpäätteen 7 tuuman kosketusnäytöltä ohjataan ja valvotaan mittaus- ja punnitustuloksia, sekä seurataan sadon etenemistä putkistossa, kuva 5. Mittausten teko tapahtuu näytön painiketta painamalla. Paino, kosteus ja hehtolitraino näkyvät käyttöpäätteen ruudulla reaaliaikaisesti, josta ne siirtyvät vieressä olevalle tietokoneelle. Siitä voidaan nähdä NIR-laitteen toiminta ja mittaustulokset. Tietokoneella on myös sähköinen puintikartta,

johon jokaisen ruudun tiedot tallentuvat. Tiedostojen siirtäminen onnistuu helposti usb-portin ansiosta. (Zürn n.d.)



Kuva 5. Käyttöpäätteen näyttö, josta voi seurata sadon etenemistä putkistossa.

## 5.2 Vaaka

Vaakajärjestelmän hallinta tapahtuu käyttöpäätteen avulla. Kun koko sato on puitu, sato siirtyy napin painalluksella vaa'alle, jossa sadon punnitseminen tapahtuu, kuva 6. Tämän jälkeen sato siirtyy alemmas NIR-laitteelle.



Kuva 6. Ylempänä vaakajärjestelmä ja alempana NIR-laite.

### 5.3 NIR-laite

Koerutupuimurissa oleva NIR-laite on merkiltään ja malliltaan saksalainen Zeiss Corona Extreme, kuva 7. Laite mittaa kosteuden, proteiinin, tärkkelyksen ja öljypitoisuuden. Tarkat mittaukset suoritetaan reaaliaikaisesti. Laite vaatii sovelluskohtaisen kalibroinnin. Samaa laitetta on mahdollista hyödyntää kasvien koetoiminnan lisäksi eri toimialoilla kuten bioenergiassa, lannoituksessa, siemenviljelyssä sekä eläinten ruokinnassa. (Zeiss n.d.)

NIR eli Lähi-infrapunaspektroskopia toimii spektroskopiamentelmän avulla, jossa analysoidaan tutkitusta kohteesta vastaanotettua säteilyä. Tämä säteily hajotetaan eri aallonpituuksiin käyttäen lähi-infrapuna-aluetta tutkimustulosten saamiseksi. Näytettä valaistaan 780-2500 nm aallonpituuksilla samalla tarkastaen kuinka paljon valosta läpäisee ja absorboi näytteen. Absorbanssilukema on suoraan verrannollinen mitattavan aineen pitoisuuteen. (Zeiss n.d.)

Laitteen sanotaan pysyvän pitkään vakaana, joten näin ollen ulkoista kalibrointia ei tarvitse suorittaa usein. Laite vaatii vain vähän ylläpitoa. Laitteessa olevan mitta-alueen koko on 950-1650 nm. Laitteen koko on 25,6 x 19,1 x 25,3 cm<sup>3</sup> ja painoa on 10 kg. Lisäksi se kestää koviakin lämpötilavaihteluita jopa -15 celsius asteesta +50 celsius n asteeseen. Laitteen lisäksi mukana tulee ohjelmisto, joka on asennettuna koerutupuimurin tietokoneeseen. Tulokset siirtyvät laitteelta ohjelmistoon, josta ne tallentuvat automaattisesti muistitikulle. (Zeiss n.d.)



Kuva 7. NIR-laite mittaa pitoisuuksia kuvassa alhaalla olevan linssin avulla.

## 6 PUINTIPROSESSI

### 6.1 Puintiprosessi ennen uuden koerutuimurin hankintaa

Nykyhetken sadonkorjuuprosessi koostuu kahdeksasta eri vaiheesta. Prosessi alkaa puinnilla, jonka jälkeen tapahtuu säkkien siirtelyä, kuivatusta, varastointia, järjestelyä, sadonkäsittelyä, varastointia sekä laatumittauksia. Prosessin jokainen vaihe esitellään seuraavaksi yksityiskohtaisesti.

#### 6.1.1 Puinti

Yrityksen koerutuimurit ovat kaikki merkiltään Wintersteiger, kuva 8. Periaate kaikissa nykyisissä yrityksen tuimureissa on sama. Puintiin vaaditaan kolme henkilöä, joilla jokaisella on tärkeä tehtävä puinnin onnistumiseksi. Yhden henkilön tehtävä on ohjata tuimuria. Toinen henkilö toimii kartanlukijana, joka seuraa puintikarttaa, johon on merkitty sillä hetkellä puitavat ruudut punaisella värillä. Kartanlukija ottaa koeruidun reunasta tunnistelapun, josta ilmenee ruudun yksilöivät tiedot sekä ruutu- ja koenumero, jossa on kyseisen ruudun tiedot. Sen jälkeen lappuun kiinnitetään naru ja muovitikku heitetään tuimurissa kiinni olevaan juuttisäkkiin. Kartanlukijan on myös lisäksi yhdessä kuljettajan kanssa huolehdittava tuimurin pöydän puhtaudesta. Mahdolliset tähkät yritetään poistaa paineilman avulla. Jos se ei onnistu, tapahtuu puhdistus mekaanisesti. Kolmannen henkilön tehtävä on aineiston talteenotto, eli säkin laittaminen kiinni putken päähän, josta siemenet tulevat säkkiin. Kun ruutu on puitu, säkki irrotetaan ja heitetään maahan tunnistelapun kanssa. Tämän jälkeen uusi säkki laitetaan jälleen kiinni tuimuriin. Sillä välin, kun tuimuri pui seuraavaa ruutua jää säkittäjä solmimaan edellisen säkin kiinni. Säkkejä on heiteltävä sitomisen jälkeen maassa kasoihin, jotta säkkien kerääminen on helpompaa.



Kuva 8. Yrityksen tämänhetkisiä koerutuimureita. (Wintersteiger n.d.)

### 6.1.2 Säkkien siirtely

Kun aineisto on puitu juuttisäkkeihin, seuraavaksi vuorossa on säkkien siirtäminen kuivatukseen. Säkit kuljetetaan kuivalla kelillä auton peräkärriyllä, kun taas maan ollessa märkä joudutaan säkkejä kuljettamaan traktorilla ja lavetilla tai etukuormaimella. Kun säkit on saatu pellolta, siirtely jatkuu jälleen kuivurilla. Säkin paino riippuu ruudun koosta, kosteudesta sekä kasvilajista. Yleisin ruudun koko on kuitenkin 6 m<sup>2</sup>, jolloin säkin painoksi saattaa helposti muodostua 5 kg.

### 6.1.3 Kuivatus

Nykyhetken sadonkorjuuprosessissa aineiston kuivatus Jokioisilla tapahtuu laakakuivurissa. Puuritilöiden läpi puhalletaan 50-60-asteista ilmaa. Kuivaaminen pyritään aloittamaan puintipäivänä mahdollisuuksien mukaan. Kuivausaika riippuu alkukosteudesta ja kasvilajista. Sesongin ollessa meneillään kuivurille kerääntyy usein ruuhkaa säkkien viedessä yllättävän paljon tilaa, vaikka säkit pinotaan järjestelmällisesti ja mahdollisimman tiukkaan. Etäpaikoilla kuivatus on järjestetty lämmin- tai kylmäilmalaaka-kuivureissa.

### 6.1.4 Aineiston järjestely ja varastointi

Kun säkeistä on otettu sattumanvaraisesti kosteusmittauksia ja todettu riittävän kuiviksi, luetaan niistä viivakoodit ja viedään varastoon odottamaan. Kiireellisemmän sesongin loppuessa alkaa varastolla säkkien järjestykseen laittaminen. Säkit järjestellään numero- ja kerrannejärjestykseen, aloittaen pienimmästä numerosta, jonka jälkeen tulee ruudun kerranne ja sen jälkeen seuraava numero. Tämän jälkeen ne siirtyvät takaisin varastoon odottamaan sadonkäsittelyä.

### 6.1.5 Sadonkäsittely

Sadonkäsittely aloitetaan lähes heti kun puinnit on saatu valmiiksi ja kuivuri/varastotyöntekijä aloittanut säkkien järjestykseen laittamisen. Sadonkäsittelyssä numerojärjestyksessä olevat säkit tuodaan trukkilavalla halliin, jossa tapahtuu seuraava vaihe, kuva 9. Säkki tyhjennetään lajittelijan yläpäähän, josta siemenet valuvat alaspäin astiaan, roskat menevät eri astiaan tuulen ansiosta. Säkin lapusta luetaan viivakoodi, jonka jälkeen jyvät punnitaan ja otetaan kosteus ja hehtolitraino Ordior GAC 2100 laitteella. Nämä tiedot kirjataan tietokoneohjelmaan. Tämän jälkeen saman ruudun mahdollinen toinen kerranne tehdään samoin, jonka jälkeen jyvistä otetaan yksi arviolta n. 300 g näyte paperipussiin. Loput jyvistä kaadetaan takaisin juuttisäkkiin, jonka jälkeen ne heitetään trukkilavan päällä olevaan vaneriseen säilytyslaatikkoon ja varastoidaan. Sadonkäsittelyyn voi tulla myös kokeita, jossa kerranteet halutaan pitää erillään.



Kuva 9. Lajittelija puhdistaa sadon vihneistä, oljista ja muista roskista.

#### 6.1.6 NIR

Sadonkäsittelyn jälkeen näytepussit siirtyvät laboratorioon, jossa niistä mitataan proteiini ja tärkkelys FOSS NIRs DS2500 laitteella, kuva 10. Ennen näytteen laittamista laitteeseen pussia sekoitetaan lusikalla, jotta näyte on mahdollisimman tasalaatuinen. Jokaisesta näytepussista otetaan kaksi osanäytettä varmistaakseen kattavamman tuloksen. Yhtä näytettä laite analysoi minuutin, joten yhden näytepussin mittaamiseen aikaa menee hieman yli 2 minuuttia. Tiedot tulevat näkymiin automaattisesti tulosten valmistuttua tietokoneen näytölle, josta ne lopuksi tallennetaan tietokantaan. Näyte kaadetaan lopuksi takaisin paperipussiin ja viedään mahdollisiin seuraaviin mittauksiin.



Kuva 10. Laboratorion NIR-laite, joka on yhteydessä tietokoneeseen.

## 6.2 Uusi puintiprosessi

Uuden puimurin myötä sadonkorjuuprosessikin uudistuu huomattavasti. Vaiheita prosessissa on käytännössä enää vain neljä, puinti, datan siirto, kuivatus ja varastointi. Lisäksi on työvaiheita, joita ei tehdä jokaisella kerralla, kuten NIR-laitteen kalibrointi. Prosessin jokainen vaihe esitellään seuraavaksi yksityiskohtaisesti.

### 6.2.1 Puinti

Puinti tapahtuu Zürn 130 koeruutupuimurilla, kuva 11. Ennen ensimmäistä puintikertaa NIR-laite kalibroitiin siihen tarkoitettulla ohjelmalla. Tätä vaihetta ei kuitenkaan tehdä kovin usein. Ennen ruutujen puintia koelohkolta täytyy kerätä tunnistelaput pois, jotta puiminen on mahdollista. Puintiin osallistuu kaksi henkilöä, kuljettaja ja näytteenottaja. Kuljettajan tehtävä on seurata tietokoneen näytöltä sähköistä puintikarttaa, ohjata puimuria ja käynnistää näytteen analysointi ruudun puimisen jälkeen. Näytteenottajan tehtävä on seurata ruutujärjestystä paperisen puintikartan avulla yhdessä kuljettajan kanssa. Näytteenottaja myös pitää näytepussia putken alla, josta näyte tulee. Näytepussiin solmitaan tunnistelappu, jossa on ruudun yksilöivät tiedot sekä ruutu- ja koenumero. Vain pieni osa sadosta tu-

lee näytepussiin n. 300 g, loput menevät puimurin takana sijaitsevaan säiliöön. Säiliön tyhjennys tyhjennysputkea pitkin tapahtuu satomäärästä riippuen noin 40 ruudun välein.

Uudella koeruutupuimurilla on myös tarvittavien pienten muutosten jälkeen mahdollista toimia niin, että kuljettaja itse ottaa ruudusta näytteen. Tämä vaatii näytteenottoa paikan sijoittamista niin, että näyte olisi mahdollista ottaa kuljettajan penkin läheisyydestä ilman fyysisesti rasittavaa kiertoliikettä. Tämä muutos kuitenkin ajankäytön näkökulmasta on negatiivinen asia, koska puiminen hidastuu. Kaukana laitokselta olevissa paikoissa sen sijaan on taloudellisempaa, että yksi henkilö suorittaa koko prosessin, varsinkin jos puitavien ruutujen määrä on melko pieni.



Kuva 11. Lisävarusteena puimurissa on katos, joka suojaa työntekijöitä auringolta.

### 6.2.2 Datan siirto

Kun päivän puinnit on suoritettu, siirretään puintitietokoneen keräämä data-aineisto muistitikun kautta Borealin jalostusjärjestelmän tietokantaan, samalla tarkistetaan siirrettävissä analyysituloksissa niissä mahdollisesti olevat poikkeamat. Tulevaisuudessa tiedonsiirtoprosessia kehitetään entistä käyttäjäystävällisemmäksi.

### 6.2.3 Kuivatus ja varastointi

Näytepussien kuivatus tapahtuu laakailmakuivurissa 50 asteessa. Pienemmän painon ansiosta kuivaus tapahtuu melko nopeasti kosteudesta riippuen. Jokaisesta erästä tehdään sattumanvaraisia kosteusmittauksia, jolla testataan riittävä kuivuus. Kosteuden ollessa halutunlainen säkit varastoidaan trukkilavan päällä olevaan ritilähäkkiin. Varastosta säkit haetaan tarvittaessa, jos suoritetaan mahdollisesti laajempia analyysejä kuin mihin puimurin teknologia pystyy.

### 6.3 Prosessien vertailu

Uudessa puintiprosessissa puintiin osallistuu kolmen henkilön sijasta vain kaksi. Työaika pellolla kuitenkin lisääntyy, jos koelohkolla esiintyy lakoi-suutta tai kaikkia koeruutuja ei puida. Yksittäisten ruutujen puiminen uudella isokokoisella puimurilla on hidasta. Se vaatii myös erityistä tarkkuutta kuljettajalta ja näytteenottajalta. On oltava tarkkana, että ruudun tiedot tallentuvat oikean numeron kohdalle ja että pussiin tuleva tunnistelappu on varmasti oikean ruudun.

Kuivaus ja varastointi onnistuvat uuden puimurin myötä entistä taloudellisemmin ja tehokkaammin. Näytepussin paino on noin kymmenesosa juuttisäkissä olevasta koko ruudun painosta. Näin ollen samalle alueelle mahtuu lähes 10-kertainen määrä pieniä näytepusseja. Tarvittaessa niiden kuivaus kahdessa kerroksessa onnistuu myös todennäköisesti paremmin ja nopeammin kuin juuttisäkeillä. Helpotusta pienet näytepusset tuovat erityisesti etäpaikoilla, jossa kuivaustilaa on vähän. Kaikenlainen tarvittava pussien siirtäminen on myös huomattavasti nopeampaa ja fyysisesti vähemmän kuormittavaa ja vie vähemmän tilaa kuljetettaessa aineistoa etäpaikoilta satojen kilometrien päästä. Pienemmän näytekoon ansiosta myös varastointitilaa tarvitaan vähemmän. Tällä hetkellä varastointitilasta on ollut hieman puutetta riippuen siitä, onko kaikki haluttu aineisto saatu korjattua koelohkoilta.

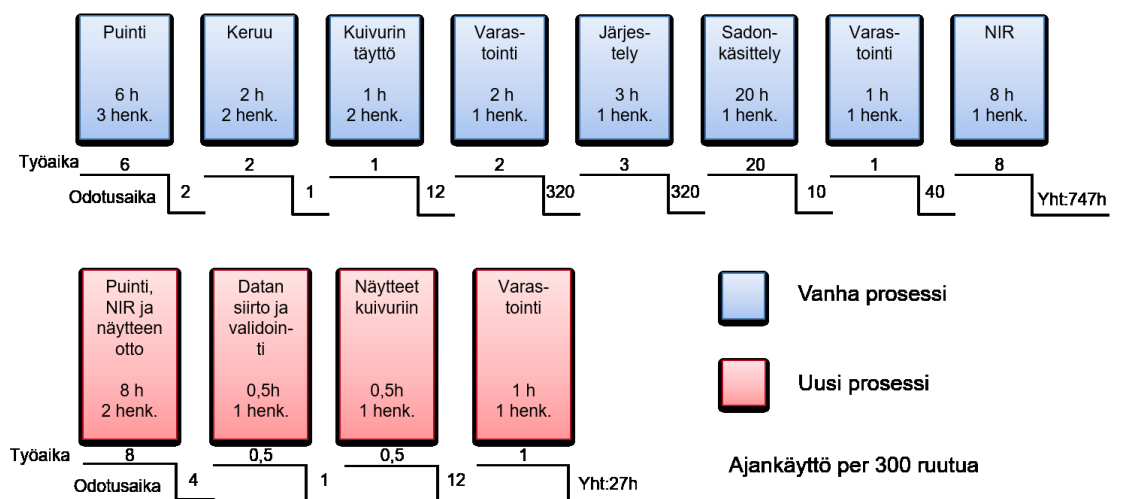
Huomattava muutos puintiprosessissa on välivaiheiden väheneminen. Tutkijat saavat käyttöönsä mittaus- ja analyysituloksia vielä puintikauden ollessa käynnissä. Tulokset ovat tutkijalla parhaimmillaan parin tunnin päästä sadon puimisesta. Näin ollen seuraavan kasvukauden päätöksiin pystytään rauhasa ja ajoissa perehtymään. Tämä etu vaikuttaa lajikkeen jalostusprosessiin ja sitä kautta oleellisesti koko kasvinjalostustyöhön. Tällä hetkellä viimeisten tulosten valmistuminen on mennyt alkukevääseen.

### 6.3.1 Ajankäyttö

Uuden koerutuimurin myötä yritys saa selvää hyötyä ajallisesti, kuva 12. Ajankäyttö pienenee jopa 720 tuntia vertailtaessa 300 ruudun kokonaisvaltaista sadonkorjuuprosessia. Työaikaa kuluttavia työtehtäviä ovat erityisesti melko painavien säkkien erinäinen siirtely, sadonkäsittely sekä laboratorioissa suoritettavat NIR-mittaukset. Näissä työvaiheissa on myös helposti pitkä odotusaika.

Tämän hetken järjestelyillä pelkkä puinti on ainut työvaihe, joka sujuu nopeammin vanhassa prosessissa. Kokonaisuudessaan uudessa prosessissa aikaa kuluu yhden ruudun puimiseen ja mittauksiin 50 sekuntia riippuen sääolosuhteista, lakoisuudesta, kasvilajista sekä kuljettajasta. Aikaa kuluu myös säiliön tyhjentämiseen riippuen tyhjennyspaikan sijainnista noin 10-15 minuuttia. Tyhjennyspaikalla onnistuu usein samalla näytesäkkien tyhjennys puimurista ja tarvittavien tavaroiden haku, kuten näytepusseja ja tunnistelaput.

Uudessa prosessissa puintia on mahdollista nopeuttaa noin tunnilla kolmannella työntekijällä. Tällöin aikaa ei kulu itse puinnista lakoruutujen aukaisemiseen tai ruutujen tunnistelappujen keräämiseen. Kaukana laitoksesta olevilla paikoilla ei kuitenkaan kannata ottaa kolmatta työntekijää, koska nämä työvaiheet on mahdollista suorittaa sellaisina hetkinä, kun puinti ei vielä onnistu, kuten aamukasteessa. Pelkkä puinti itsessään on ehkä jopa hieman nopeampaa uudessa prosessissa, mutta on kuitenkin muistettava, että 300 ruudun kokeessa täytyy tyhjentää säiliö ainakin 7 kertaa. Aikaa toimintaan kuluu tyhjennyspaikasta riippuen noin tunti.



Kuva 12. Ajankäyttö jakautuu työ- ja odotusaikaan. Arvovirtakaavio

### 6.3.2 Työnkäyttö

Paljon työvoimaa vaativia työvaiheita on vanhassa prosessissa puinti, joka työllistää samanaikaisesti kolmea työntekijää, kuva 12. Lisäksi keruu ja kuivurin täyttö vaativat kahden ihmisen työpanoksen. Keruussa toinen ihminen ajaa kulkuneuvoa, toisen heittäessä juuttisäkkejä kyytiin. Kuivurin täyttö sujuu nopeammin kahdella työntekijällä. Työntunteja puinnille kertyy yhteensä 18 h, keruuta 2 h, kuivurin täyttöä 2 h, varastointia 2 h, järjestelyä 3 h, sadonkäsittelyä 20 h, varastointia 1 h, sekä NIR-mittaukset 8 h. Yhteensä työaika kuluu 300 ruudun prosessiin 56 työtuntia.

Uudessa prosessissa työntekijöitä tarvitaan huomattavasti vähemmän. Puinti sujuu kahdella henkilöllä, eikä näytteiden siirtoon tai varastointiin tarvita yhtä työntekijää enempää. Uudessa prosessissa työvoimaa kuluu puintiin 16 h, datan siirtoon 0,5 h, kuivurin täyttöön 0,5 h, varastointiin 1 h. Yhteensä työaika kuluu 300 ruudun prosessiin 18 työtuntia.

Uusi koerutupuimuri tuo yritykselle taloudellista säästöä työajan piene-  
nemisenä. Kuvitellaan, että yritykselle tulee kuluja yhdestä työntekijästä 20€/työtunti. Vanhassa prosessissa työaika on syntynyt 300 ruudusta 56 tuntia. Näin ollen kuluja on tullut yhteensä 1120 euroa. Uudessa puinti-  
prosessissa työaika 300 ruutuun kuluu 18 tuntia. Kuluja yritykselle muodostuu 360 euroa. Näin ollen työntekijäkulut laskisivat noin kolmasosaan nykyisestä. On kuitenkin huomioitava, että kaikkia koerutuja ei voida puida uudella koerutupuimurilla. Niiden ruutujen joista, otetaan siemenet seuraavan vuoden koerutuja varten, tarvitsee pysyä puhtaina muiden ruutujen jyvistä. Tämä vaatii puidessa erityisen huolellista puimurin puhtaanaapitoa. Kuvitellaan, että puimurilla olisi mahdollista puida 10 000 ruutua. Näin ollen kuluja muodostuisi uuden puimurin myötä 12 000. Näin ollen säästöä muodostuisi 25 300 euroa. Luvut ovat vain suuntaa antavia, mutta lähes varmaa on, että työntekijäkulut sadonkorjuuprosessin osalta pienenisivät kolmasosaan nykyisestä.

Selvää taloudellista hyötyä tuo myös se, että kaukana olevilta koelohkoilta puintiryhmän on mahdollista tuoda näytepussit omalla kulkuneuvollaan laitokselle. Tällä hetkellä puintisäkit on pitänyt hakea uudestaan satojen kilometrien päästä tai vaihtoehtoisesti tilata säkeille rahti.

## 7 HAVAINNOT

Koerutupuimurista tehtiin pellolla havaintoja liittyen puidun sadon laatuun, kosteuden vaikutukseen sekä puintinopeuteen pitkin puintikautta. Havaintoja tehtiin erilaisissa olosuhteissa sekä eri kasvilajeista. Lisäksi mietittiin pitäisikö jotain koneen varustelussa tai laitteiden sijainnissa muuttaa, että siitä saataisiin vielä entistä käyttäjäystävällisempi ja tehokkaampi.

## 7.1 Laatu

Laatua vertailtiin silmämääräisesti vertaamalla Zürnin sadon roskaisuutta yrityksen Winterstreiger Classic- koeruu-putkimurilla puituihin aineistoihin, kuva 13. Eroa on huomattavissa, mutta on kuitenkin huomioitava, että puinnit tapahtuivat eri koekentillä. Näin ollen puitava aineisto ei ollut rikakasveiltaan tai muilta vierailta kasvilajeiltaan samanlaista. Puinti on tapahtunut lisäksi eri päivinä, kuitenkin lähes samanlaisissa olosuhteissa. Laatuun voi vaikuttaa huomattavasti säätämällä puimurin puhallin huolellisesti niin että sato olisi mahdollisimman puhdasta ilman että pienetkään jyvät eivät tippuisi peltoon. Havaintoja tehtiin lisäksi viljakasveilla, jossa huomattiin vähäisempi vihneiden ja olkien määrä. Puolikkaita tähkiä ei löytynyt kuin vanhemman mallin Winterstreigerin puimasta sadosta.



Kuva 13. Vasemmalla Wintersteiger puimurin puima sato, oikealla Zürnin.

## 7.2 Kosteuden vaikutus

Kasvuston kosteusprosentti puinnin sujumiseen on merkittävä. Kosteuden ollessa 30 % tai sen yli siemenet liikkuvat erittäin hitaasti. Tämä vuoksi jouduttiin näyttöpaneelista pidentämään näytteenottoaika, joka näin ollen hidasti puintia huomattavasti. Ongelmia aiheutui erityisesti silloin, jos 500 g näytteen sijasta ruudusta halutaankin talteen koko sato. Tällöin putkistossa liikkuva suuri siemenmäärä ei ehdi kokonaan ulos putkistosta ennen läpän sulkeutumista. Silloin on vaarana, että edellisen ruudun sato sekoittuu seuraavan ruudun satoon.

Kosteuden ollessa 35 % tai sen yli, aiheutuu ongelmaksi jyvien kiinnijääminen alastuloputkeen, josta näyte tulee ulos. Putken pieni ravistelu ja taputtelu auttavat asiaan hieman. Kosteuden ollessa näin korkealla näytteen pysyminen täysin puhtaana muiden ruutujen sadosta on kuitenkin lähes mahdotonta. Erityisesti ohralla havaittiin, että jyvien jäämistä putkistoon tapahtui jo kosteuden ollessa yli 25 %. Lisäksi puimurin pöydälle olosuh-

teista riippuen alkaa kerääntyä helpommin yksittäisiä jyviä, joiden poistaminen paineilmalla ei enää onnistu yhtä helposti. On kuitenkin todettava, että muutamienkaan jyvien jäämisellä ei ole erityisen suurta merkitystä, koska kyseistä Zürn 130 koeruutupuimuria ei ole tarkoitus käyttää siemenlähteiden puintiin.

### 7.3 Nopeuden vaikutus

Lisäksi tutkittiin hieman puintinopeuden vaikutusta. Puintinopeudella ei ollut vaikutusta sadon laatuun. Puintinopeuteen vaikuttavia tekijöitä olivat ilmasto-olosuhteet, puitavan aineiston kosteus, lakoisuus, sekä näytteenottomäärä. Jotta puintinopeus saadaan optimiin, on erityisen tarkkaa säätää analyysien ottaminen niin, että sato ei odota putkistossa ajan täyttymistä, vaan aika on säädetty sopivaksi sen hetkiselke kosteudelle sekä näytteenottomäärälle. Parhaiten sen saa testattua kuuntelemalla siementen liikkumista putkistossa.

### 7.4 Muita huomioita

Haastatellessani puimuria ajaneita kahta kuljettajaa sain selville puimurin ajo-ominaisuuksista. Puimuria pidettiin helpommin ajettavana ja vakaampana kuin yrityksen muita puimureita. Kiitosta sai myös ajokahvalla ohjattavuus, johon suhtauduttiin aluksi hieman epäluuloisesti. Koneen säädöt ovat myös entistä helpommat, koska työkaluja ei vaadita. Sama varstasilta käy kaikille kasvilajeille, joten kasvilajin vaihto esim. kaurasta rypsiin onnistuu helposti vain seulan vaihdolla. Melko massiivinen koeruutupuimurin koko aiheuttaa kuitenkin kuljettajasta riippuen hankaluuksia kääntymisessä 6 metrin käytävällä. Jos puimurilla halutaan poimia yksittäisiä tuleentuneita ruutuja keskeltä koekenttää ovat 6 metrin käytävät siihen hieman liian kapeat. Käytävien leventäminen on mahdollista, mutta ensisijaisesti puimurilla on järkevää puida kaikki halutut koeruudut samalla kertaa puimurille sopivassa järjestyksessä.

Kosketusnäyttöisen tiedonkeruuyksikön käyttäminen vaatii käyttäjältä sorminäppäryyttä ja tietokoneohjelman hallitsemista, jotta tiedot varmasti tallentuvat eikä tärkeää dataa häviä puintihetkellä. Erityisen tarkkaa on silloin, kun puintikarttaan on merkitty paljon hylkyruutuja. Tällöin kuljettajan on itse muistettava kosketusnäytöllä hypätä hylkyruudun yli, jotta tiedot eivät tallennu väärään ruutuun. Puimuriin on mahdollista saada lisävarusteena GPS-toiminta, jolloin tältä mahdolliselta virheeltä todennäköisesti vältyttäisiin.

Näytemäärän säätely puimurissa on hieman haastavaa. Säätäminen tapahtuu vivulla, jossa on prosenttiluvut kuvaamaan sitä, kuinka monta prosenttia koko sadosta pääsee läpi putkistoon, josta näyte tulee pussiin. Koska ruuduista tuleva sadon määrä voi olla kasvustosta riippuen erittäin vaihteleva, vaikuttaa se näin ollen yhtä vaihtelevasti näytteen määrään. Vipu on

kuitenkin asetettava niin, että pienestäkin sadosta saadaan tarpeeksi näyttää, jotta tarpeen mukaan saadaan tehtyä laboratoriossa vielä NIR-laitemäärittäykset sekä muita tarvittavia lisämittauksia. Näin ollen pusseista tulee erittäin erikokoisia ja osasta ruuduista turhaan isoja näytemääriä. Erikokoiset ja isot näytepusseet vaikuttavat kuivatusaikaan ja varastointiin negatiivisesti.

## 7.5 Muutosideat

Uudella koeruutupuimurilla on myös tarvittavien pienten muutosten jälkeen mahdollista toimia niin, että kuljettaja itse ottaa ruudusta näytteen. Tämä vaatii näytteenottoaikan sijoittamista niin, että näyte olisi mahdollista ottaa kuljettajan penkin läheisyydestä ilman fyysisesti raskasta kiertoliikettä. Kaukana yrityksen toimitilasta olevissa paikoissa taloudellisen näkökulman kannalta on järkevämpää pitää vain yhtä työntekijää, varsinkin jos puitavien ruutujen määrä on melko pieni. Tämä muutos kuitenkin ajankäytön näkökulmasta on negatiivinen asia, koska puiminen hidastuu. On kuitenkin tärkeää jättää vielä mahdollisuus erilliseen näytteenottoon, koska lähipaikoissa puinnin nopeuttaminen toisella työntekijällä on järkevää Suomen nopeasti muuttuvissa sääolosuhteissa.

Uuden koeruutupuimurin myötä kenttäkokeisiin on mahdollista tuoda muutakin uutta teknologiaa. Jokaisessa ruudussa olevan tunnistelapun sijaan olisi jalostajien sekä muiden käytössä GPS-laite, joka näyttäisi missä mikäkin ruutu sijaitsee. Näin ollen puinnissakaan ei tarvitsi erikseen kerätä tunnistelappuja pois. Lisäksi kylvön yhteydessä tai orastumisvaiheessa säästettäisiin työvoimassa, kun tunnistelappuja ei tarvitse enää laittaa. Tämä uudistus vaatii kuitenkin paljon suunnittelutyötä ja uuden tekniikan hankintaa. On varmistettava, että ruudut eivät voi missään tilanteessa mennä sekaisin tietoteknisistä syistä.

## 8 TULOKSET

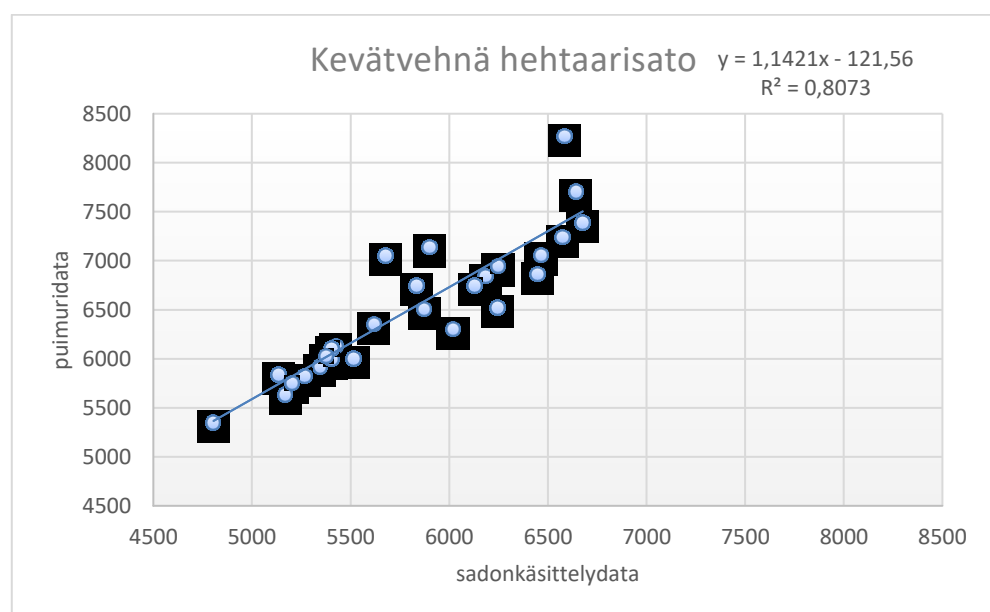
Puimurin tekemän datan sekä sadonkäsittelyssä että hallissa tehtyjen mitausten keskinäistä vertailua varten koeruuduista otettiin koko sato talteen normaalista poiketen. Tuloksia vertailemalla saadaan selville puimurin tekemän datan paikkansapitävyys. Tuloksissa vertaillaan hehtaarisatoa, valkuaispitoisuutta, tärkkelyksen ja gluteenin määrää sekä öljypitoisuutta. Vertailun kohteeksi on valittu neljä koetta. Kasvilajeina kokeissa olivat kevävehnä, ohra ja rypsi.

## 8.1 Analyysimittaukset

Ensimmäinen koeruutupuimurin kokeilu suoritettiin kevätvehnällä 13.9.2017. Olosuhteet puintihetkellä olivat melko huonot, vehnän kosteuden ollessa 29-33 %. Kokeessa ruutuja oli 27 kappaletta. Ensimmäinen vertailun kohde oli ruudusta laskettu hehtaarisato, kuva 14. Molemmat luvut laskettiin 14 % kosteuteen, jotta keskinäinen vertailu on mahdollista. Pistekuviioon on sijoitettu y-akselille puimurin tekemät mittaustulokset ja x-akselille laboratoriossa näytteestä tehdyt mittaukset. Lineaarinen trendiviiva kuvaa pisteiden keskiarvoa. Lineaarisen viivan avulla voidaan laskea pisteille selitysaste, joka kuvaa muuttujien välisen riippuvuuden voimakkuutta ja sitä kuinka hyvin pisteet osuvat lineaariselle viivalle. Selitysasteeksi kuviolle muodostuu 80,7 %. Zürnin edustaja Samuel Sieglin kertoi heidän tavoitetasonsa selitysasteessa olevan suurempi kuin 85 %. Tästä tavoitetasosta jäätiin hieman tämän kokeen osalta.

Taulukosta voidaan huomata, että puimurin mittaama satotaso on korkeampi kuin jälkikäteen tehdyssä sadonmäärityksessä. On mahdollista, että jälkikäteen tehdyssä lajittelussa poistuu vihneiden ja olkien mukana pieniä jyviä, mikä näin ollen hieman pienentää sadon määrää verrattaessa puintihetkeen.

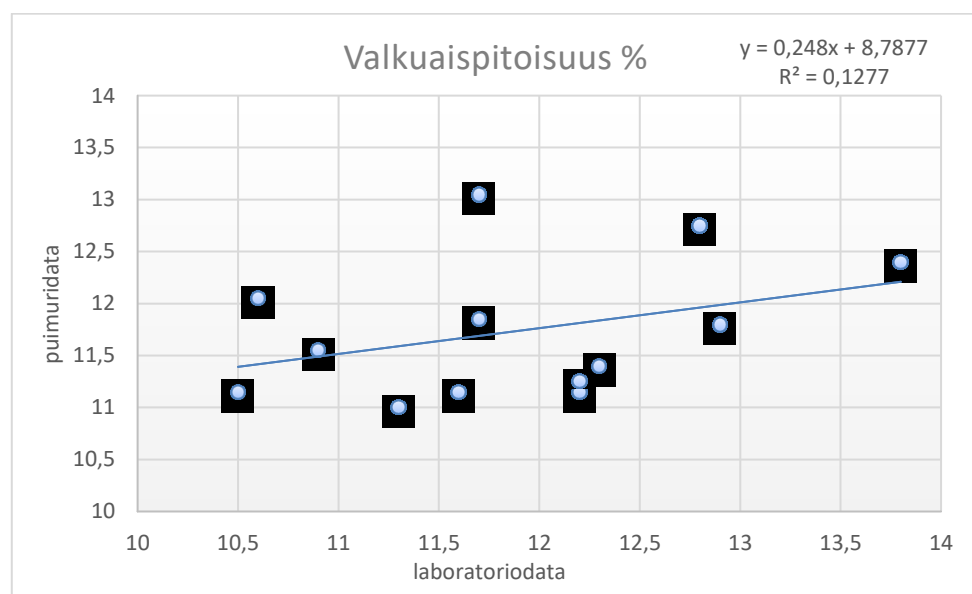
Muutamien kokeilujen jälkeen oli puimurin datassa havaittu erinäisiä ongelmia. Laite ei näyttänyt eikä tallentanut kosteusprosenttia. Arvo näytöllä saattoi kuitenkin palata kesken kokeen, jonka jälkeen laite näytti toimivan normaalisti. Tehtäessä muutamia pistokokeita viljankosteusmittarilla eroa oli havaittavissa suurimmillaan 2,4 %. Tämä havainto selittää osan satotason eroista eri mittauslaitteilla.



Kuva 14. Kevätvehnän hehtaarisadon vertailu eri mittauslaitteiden mukaan.

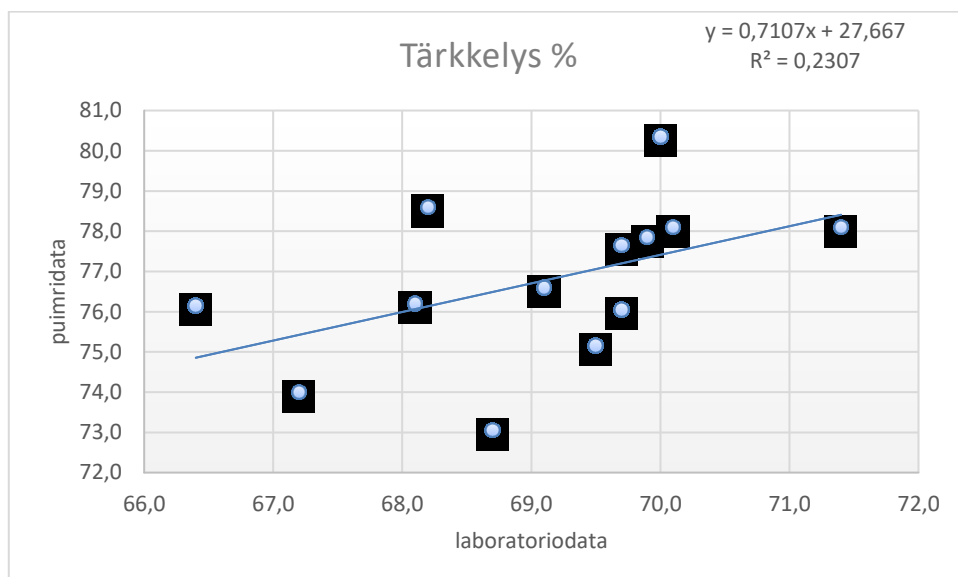
Seuraavaksi verrataan puimurin NIR-laitteen tekemiä valkuaispitoisuuden mittauksia laboratoriossa tehtyihin mittauksiin, kuva 15. Aineistona toimii kevätvehnäkoe kuten yllä. Näytteitä on puolet vähemmän, koska sadonkäsittelyvaiheessa unohtui kerranteiden ottaminen erikseen. Näin ollen näytteet ovat koejäsenittäin. Puimurin tekemät mittaukset on laitettu koejäsenittäin laskemalla aina keskiarvo 1 ja 2 kerranteista.

Taulukosta voidaan huomata, että luvut eivät sijoitu lineaariselle suoralle. Muuttujien välinen riippuvuus on erittäin pientä, eikä tuloksissa ole juurikaan johdonmukaisuutta. Selitysasteeksi valkuaispitoisuudelle muodostuu vain 12,8 %. Puimurin tekemää valkuaismittausta ei voi tuloksen perusteella hyödyntää.



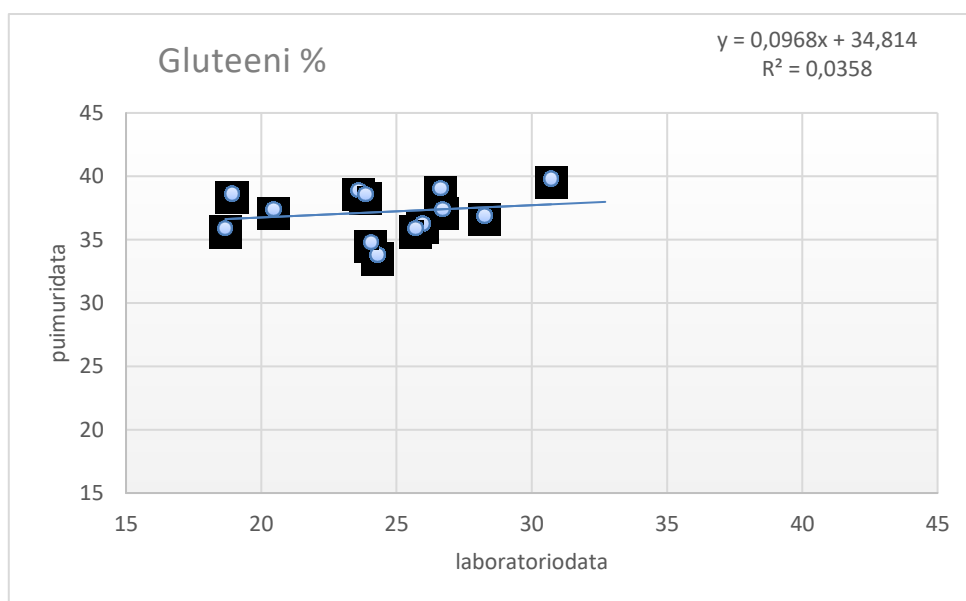
Kuva 15. Kevätvehnän valkuaisen vertailu eri mittauslaitteilla.

Toinen NIR-laitteen mittaama asia kevätvehnässä on tärkkelyksen määrä, kuva 16. Kuten satotasossa myös tässä mittauksessa puimuri yliarvioi tärkkelyksen määrää. Selitysasteeksi muodostuu 23,1 %. Selvää riippuvuutta mittaustulosten välillä ei ole havaittavissa.



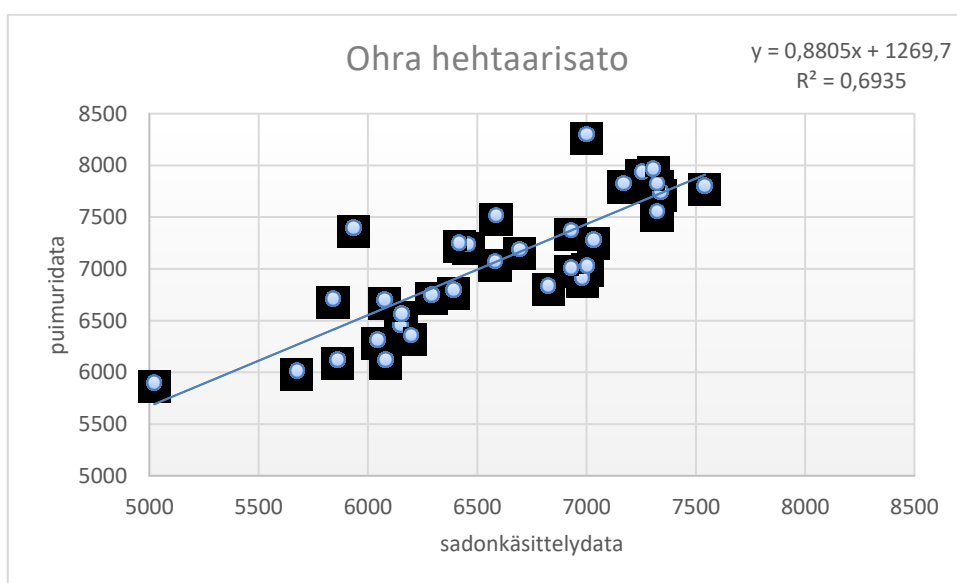
Kuva 16. Kevätvehnän tärkkelyksen vertailu eri mittauslaitteilla.

Seuraavaksi vertailussa on kevätvehnän gluteenin määrä eri mittauslaitteissa, kuva 17. Taulukosta voidaan jälleen huomata puimurin arvioivan gluteenin määrän erittäin paljon suuremmaksi kuin se todellisuudessa on. Selitysasteeksi muodostui vain 3,6 %. Tulosta voidaan pitää erittäin heikkona. Minkäänlaista riippuvuutta lukujen välillä ei ole nähtävissä. Puimurin NIR-laitteen tekemät mittaukset gluteenin määrästä ovat epäluotettavia, eikä niitä näin ollen voi käyttää hyväksi. Tulos voi kuitenkin hieman selittyä aineiston laboratoriomittauksesta koejäsenittäin, jossa 1 ja 2 kerran teet on sekoitettu keskenään. Näytteessä voi mahdollisesti olla toista kerranetta enemmän, jolloin tulos saattaa hieman vääristyä. Erytisesti mahdollisuus tähän on silloin kun kerranteiden väliset erot tuloksissa ovat suuria.



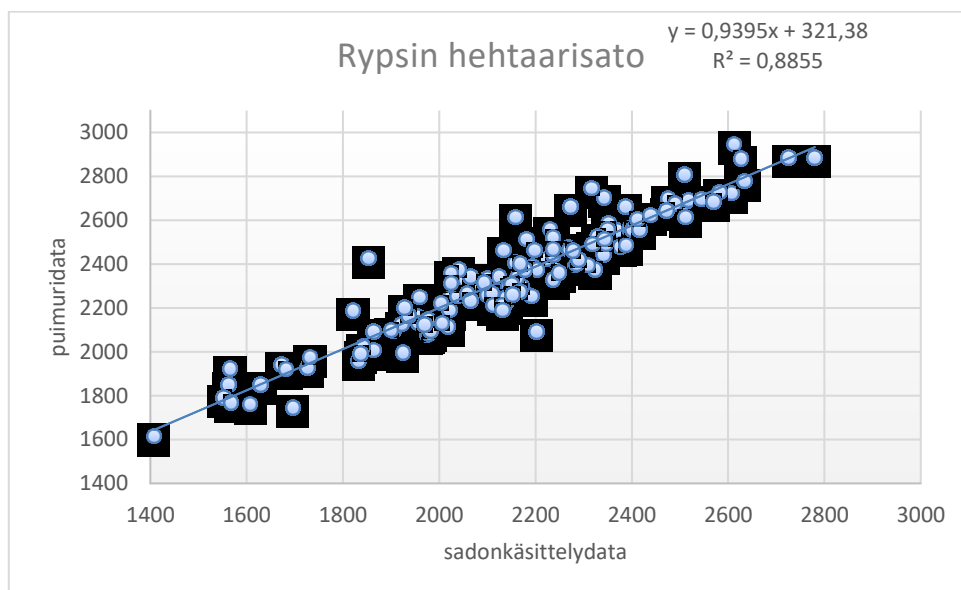
Kuva 17. Kevätvehnän gluteenin vertailu eri mittauslaitteilla.

Vehnän lisäksi satotasomittausvertailua tehtiin myös monitahoisella oh-  
ralla, kuva 18. Koe puitiin osittain 25.9.2017 Zürn koerutupuimurilla. Olo-  
suhteet puintihetkellä olivat kohtalaiset. Kasvusto oli kuivaa ja ohrien puin-  
tikosteudeksi mitattiin 14-19 %. Vertailtavia näytteitä saatiin yhteensä 32  
kappaletta. Kuten muissakin kokeissa myös tässä ongelmia aiheutti NIR-  
laitteen toimimattomuus ensimmäisten ruutujen aikana. Selitysasteeksi  
kokeen hehtaarisadolle muodostui 69,3 %, joka selvästi muita hehtaaris-  
tovertailuja pienempi selitysaste. Syy johtunee todennäköisesti monitaho-  
isen ohran pitkistä vihneistä, joita jäi satoon yllättävän paljon puinnin ai-  
kana tehdyistä säädöistä huolimatta. Pistekaaviosta voidaan jälleen huo-  
mata selvästi lineaarisesta viivasta poikkeavia pisteitä. Näiden pisteiden  
kohdalla puimurin tekemät mittaukset ovat yliarvioineet sadon määrää  
huomattavasti. Valitettavasti ohrakokeesta ei saatu valkuaispitoisuuden  
vertailua eri mittauslaitteilla kesken jääneen kokeen takia.



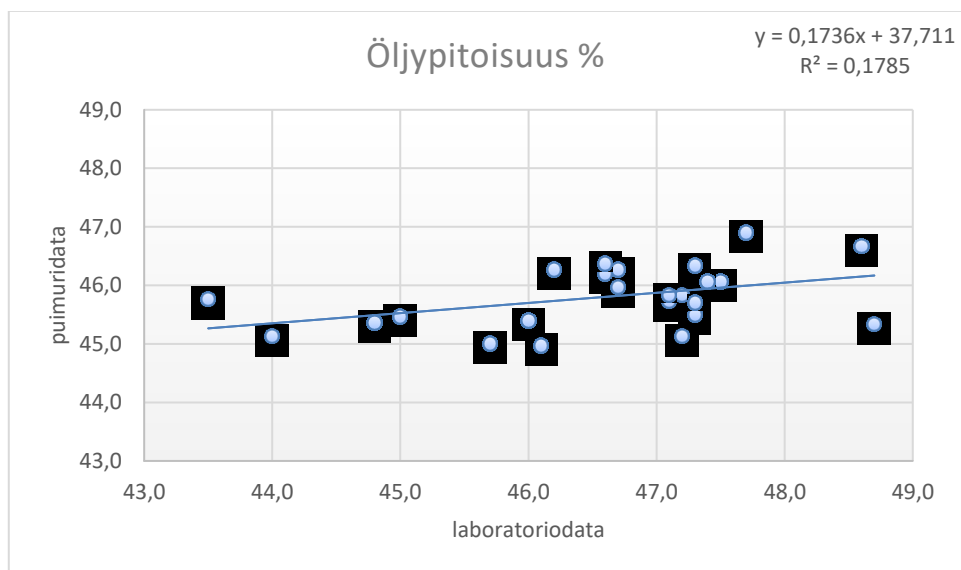
Kuva 18. Ohran hehtaarisato mitattuna puimurissa sekä laboratoriossa.

Koerutupuimuria kokeiltiin 13.9.2017 rypsin sadonkorjuussa. Olosuhteet  
puintihetkellä olivat kohtalaiset. Puinnissa ongelmaa aiheutti runsaasti le-  
vinnyt peltomatara sekä lakoontunut kasvusto, jotka vaikeuttivat ruutujen  
välien aukaisemista. Peltomataran siemeniä päätyi näytteeseen puhalti-  
men säätämisestä huolimatta. Siemenet vaikuttivat kokonaispainoon ja  
näin ollen todennäköisesti vääristivät hieman sadon määrää. Lisäksi ongel-  
mia ilmeni puimurin kosteusanturissa. Lopulta vertailtavia näytteitä saa-  
tiin 137 kappaletta, kuva 19. Selitysasteeksi tälle otannalle saatiin 88,6 %,  
jota voidaan pitää erittäin hyvänä. Pistekaaviosta voi kuitenkin huomata,  
että lineaarinen viiva ei kulje kaavion keskellä. Puimuri yliarvioi sadon mää-  
rää noin 200 kg/ha. Lineaarisia poikkeamia on huomattavissa melko vähän.



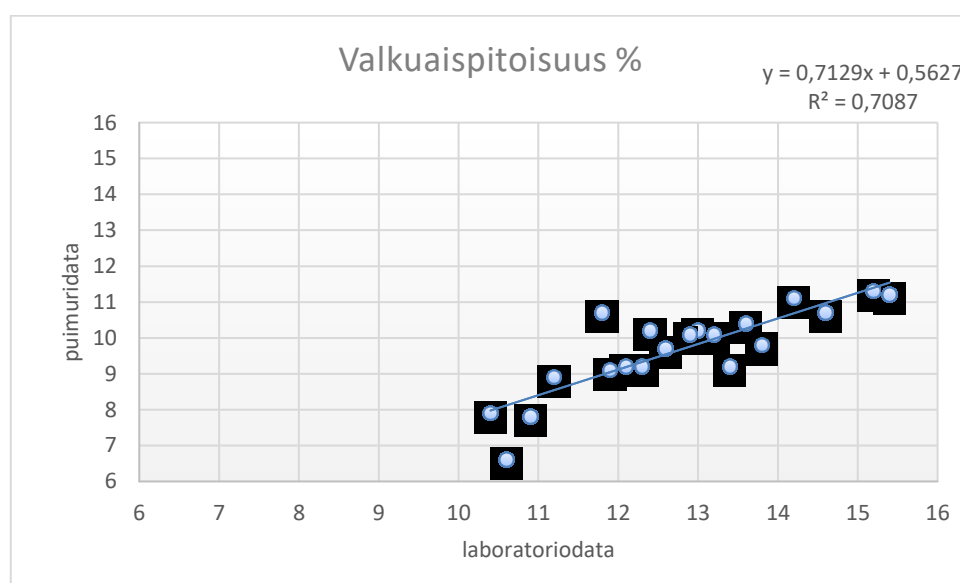
Kuva 19. Rypsin hehtaarisatojen vertailu eri mittauslaitteilla.

Painon ja kosteuden lisäksi rypsiltä mitattiin puidessa öljypitoisuus, jota verrattiin laboratoriossa tehtyyn öljypitoisuusmittaukseen, kuva 20. Vertailussa on 24 näytettä. Öljypitoisuuden vertailua hankaloitti virhe sadonkäsittelyssä, jossa kaikki ruudun 3 kerrannetta menivät samaan näytepusiin, josta otettiin öljypitoisuusmittaus. Kerranteiden välillä on hieman eroa öljypitoisuuksissa eikä jokaista kerrannetta ole todennäköisesti aivan saman verran näytepusissa. Näin ollen tulos voi hieman vääristyä. Puimurin tekemistä mittauksista on laskettu 3 kerranteen keskiarvo, jotta vertaaminen on mahdollista. Selitysasteeksi puimuridatalle muodostuu 17,9%. Tulos on huolestuttavan heikko. Pisteiden sijainnissa ei ole johdonmukaisuutta.



Kuva 20. Rypsin öljypitoisuuden vertailu eri mittauslaitteilla.

Pelloilla tehtyjen kokeiden lisäksi puimurin tekniikan toimivuutta testattiin kuivilla kevätvehnänäytteillä. Tavoitteena oli selvittää vaikuttaako suuri kosteus näytteessä puimurin NIR-laitteen valkuaispitoisuuden määrittämiseen. Koe suoritettiin 20 kevätvehnänäytteellä, josta oli laboratoriossa määritetty valkuaispitoisuus. Joukko koostui näytteistä, jotka olivat valkuaispitoisuuksiltaan 10,4 %-15,2 %. Tuloksia vertailtiin keskenään, kuva 21. Selitysasteeksi muodostui 70,9 %. Lukujen välinen ero eri näytteiden välillä on pysynyt melko hyvin samana. Huolestuttavaa kuitenkin on, että ero puimuridatan ja laboratoriodatan välillä on keskimäärin yli 3 prosenttiyksikköä. Muutamia selvästi lineaarisesta viivasta poikkeavia pisteitä löytyy, jotka laskevat heti selitystasetta. Poistaessa kaksi eniten poikkeavaa pistettä, selitysaste nousee 83,6 prosenttiin. Selitystä huomattavasti poikkeaville pisteille ei tiedetä.



Kuva 21. Kevätvehnän valkuaispitoisuus eri mittauslaitteilla.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Zürn-koeruutupuimurin vaikutus puintiprosessiin kokonaisuudessaan on erittäin huomattava. Puintiprosessin vaiheet karsiutuvat puoleen, kahdeksasta neljään. Samalla työaika vähenee kolmasosaan nykyisestä, 56 tunnista 18 tuntiin. Työvoiman tarve vähenee ja palkkakustannukset pienenevät. Lisäksi puintiprosessin lyheneminen tuo suuren edun tutkijoille. Sadosta saatu data saadaan nopeasti tutkijoiden käyttöön. Näin heillä on mahdollista tehdä valintatyötä aikaisemmin, mikä vaikuttaa koko lajikkeen jalostusprosessiin.

Zürn-koeruutupuimurin tekemien analyysimittauksien paikkansapitävyys on vaihtelevaa. Laskettaessa hehtaarisatoja päästiin ohrakoetta lukuun ot-

tamatta selitysteessä yli 80%, jota voidaan pitää jo erittäin hyvänä, ottaen huomioon usein epäsuotuisat olosuhteet. Laatumäärityksissä paikkansapitävyys oli sen sijaan erittäin heikkoa. Syy heikkoon selitysteeseen johtuu todennäköisesti monesta eri tekijästä. Vihneet, oljet sekä muut roskat sadossa saattavat vääristää analyysituloksia. NIR-laitteen linssin puhdistus voi vaikuttaa mittaustuloksiin. Linssi kerää helposti pölyä ja roskaa, joiden ei kuitenkaan pitäisi vaikuttaa tulokseen, koska puhtaanapito on mahdollista. Suurin syy heikkoihin selitysteisiin laatuolosuhteissa todennäköisesti johtuu puitavan kasvin suuresta kosteusprosentista. Kevätvehnäkoosteessa oli puintikosteus keskimäärin 32%. Valkuaisen selitysteeksi tästä koosteesta saatiinkin vain 12,8%. Sen sijaan puimurin tekemä valkuaispitoisuusmääritys kuivilla kevävehnänäytteillä antoi selitysteeksi jopa 70,9%. Tulokset viittaavat siihen, että puintikosteudelle on vaikutusta laatuolosuhteiden paikkansapitävyyteen ja sen vuoksi ei olekaan suositeltavaa puida yli 25% kosteampaa viljaa.

Saksalainen Zürn-koeruutupuimuri on valmistettu havaintojen perusteella enemmänkin keskieurooppalaisiin maihin, jossa puintiolosuhteet eroavat selvästi Suomen puintiolosuhteista. Lisäksi märkä maa aiheuttaa ongelmia kantavuudessa, vaikka puimuri onkin kokonaispainoltaan kevyt.

Markkinoilla on saatavilla useita eri yritysten tarjoamia koeruutupuimureita. Yrityksen asettamat vaatimukset koeruutupuimurista kuitenkin karisivat käytännössä kaikki muut koeruutupuimureita tekevät yritykset pois. Havaintojeni mukaan vaikeinta oli löytää koeruutupuimuri, joka painaisi kuljetuslavetin kanssa maksimissaan 3500 kg. Zürnin lisäksi Wintersteigerillä on markkinoilla kevyempi koeruutupuimuri, mutta ilman Borealin haluamaa modernia teknologiaa. Parhaaksi mahdolliseksi vaihtoehdoksi jäi näin ollen Zürnin koeruutupuimuri, joka on malliltaan hieman kevyempi ja näin ollen suunniteltu juuri henkilö- tai pakettiautolla kuljettamiseen.

Loppujen lopuksi pidän kuitenkin Zürn 130-koeruutupuimurin ostamista kannattavana investointina yritykselle. Vaakajärjestelmä ja kosteuden mittaustulos toimii hyvin, jolloin sadosta saadaan muodostettua todenmukainen hehtaarisato. Tämä mahdollistaa jo ruudusta pelkän 300 g näytteen ottamisen, josta on mahdollista myöhemmin määrittää laboratorioissa laatuolosuhteet. Tämäkin tuo mukanaan jo huomattavasti hyötyä verrattuna tähänhetkiseen puintiprosessiin. Näytepussien ansiosta kuljetus helpottuu, ja näytteet vievät moninkertaisesti vähemmän tilaa kuivurissa sekä varastotiloissa. Laatuolosuhteiden paikkansapitävyysongelmaan todennäköisesti ainakin hieman auttaa NIR-laitteen uudelleen kalibrointi tai laitteen kytkeminen NIRS Network-verkkoon, joka on Suomen NIT-viljaverkkoa vastaava kokonaisuus. Kaikki siihen liittyneet NIR-laitteet on liitetty samaan verkkoon ja palvelun tarjoaja päivittää kalibrointeja referenssianalyysien perusteella. Tulevaisuudessa on myös kiinnitettävä enemmän huomiota puimurin säätöihin, jotta vihneiden, olkien ja muiden roskien määrä saadaan minimiin. Lisäksi on syytä tarkkailla NIR-laitteen linssin puhdistusta ja mieluiten aloittaa linssin säännöllinen puhdistus varmuuden vuoksi. Haluttaessa

mahdollisimman hyviä selitysasteita laatumittauksiin on myös puintiolo-suhteista oltava entistä kriittisempi, koska nyt tiedetään kosteuden vaikuttavan paikkansapitävyyteen erittäin negatiivisesti. Huonosta olosuhteesta on ainakin muistettava aina kirjoittaa merkintä laatuun, jotta osataan olla hieman skeptinen tulosten paikkansapitävyyksiin. Ennen kuin puimurin tekemään laatuun kukaan voidaan täysin luottaa, on tehtävä paljon lisää vertailukokeita.

## LÄHTEET

Autoline (n.d.). Sampo Rosenlew SR 2010 koeruutupuimuri vaakajärjestelmällä. Haettu 9.3.2018 osoitteesta <https://autoline-fi.com/-/myynti/leikkuupuimurit/SAMPO-Selekcionnyy-kombayn-Sampo-Rosenlew-SR-2010--14012110305114569100>

Boreal Kasvinjalostus Oy (n.d.). Historia. Haettu 28.10.2017 osoitteesta <http://www.boreal.fi/yritys/historia/>

Boreal Kasvinjalostus Oy (n.d.). Jalostusohjelmat. Haettu 3.2.2018 osoitteesta <http://www.boreal.fi/jalostustoiminta/jalostusohjelmat/>

Boreal Kasvinjalostus Oy (n.d.). Omistussuhteet. Haettu 16.12.2017 osoitteesta <http://www.boreal.fi/yritys/yritys/omistussuhteet/>

Boreal Kasvinjalostus Oy (n.d.). Boreal yrityksenä. Haettu 16.12.2017 osoitteesta <http://www.boreal.fi/yritys/yritys/>

Boreal Kasvinjalostus Oy (2016). Vuosikertomus. Haettu 18.1.2017 osoitteesta <http://www.boreal.fi/vuosikertomus/>

Boreal Kasvinjalostus Oy (n.d.). Siemenkauppiat. Haettu 8.2.2017 osoitteesta <http://www.boreal.fi/siemenkauppiat/>

Boreal Kasvinjalostus Oy (n.d.) Uuden lajikkeen jalostaminen kestää noin 8 vuotta. Power-Point esitys.

Haldrup (n.d.) Plot combine Haldrup C-60. Haettu 11.3.2018 osoitteesta <http://www.haldrup.net/en/plotcombines/c60.html>

Haldrup (n.d.) Plot combine Haldrup C-65. Haettu 11.3.2018 osoitteesta <http://www.haldrup.net/en/plotcombines/c65.html>

Haldrup (n.d.) Haldrup C-85. Esite

Hyövelä, M. (2017). Koeruutupuimurin hankintaperusteet. Haastattelu 27.10.2017, Jokioinen

Kiviranta, T. (2018). Sään ääri-ilmiöt haastavat kotimaisen kasvinjalostuksen. *Maaseudun tulevaisuus* 102(16), 8.

Luke (2015). Viralliset lajikekokeet. Haettu 5.1.2018 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/pelto/peltopalvelut/lajikekokeet>

Sampo Rosenlew (n.d.) SR 2010 Plot Combine. Esite.

Wintersteiger (n.d.). Wintersteiger Quantum koerutupuimuri. Haettu 16.1.2018 osoitteesta <https://www.wintersteiger.com/en/Plant-Breeding-and-Research/Products/Product-Range/Plot-combine/234-Quantum>

Wintersteiger (n.d.). Quantum, Plot Combine. Haettu 17.1.2018 osoitteesta <https://www.wintersteiger.com/en/Plant-Breeding-and-Research/Products/Product-Range/Plot-combine/234-Quantum>

Wintersteiger (n.d.). Yrityksen Wintersteiger koerutupuimureita. Haettu 15.4.2018 osoitteesta <https://www.wintersteiger.com/en/Plant-Breeding-and-Research/Products/Product-Range/Plot-combine/35-Classic>

Zeiss (n.d.) Corona extreme. Haettu 20.2.2018 osoitteesta [https://applications.zeiss.com/C1257E4D00444CAE/0/4F642CB3FAF9B340C1257E520046862A/\\$FILE/ZEISS\\_PDF\\_Corona\\_extreme\\_E.pdf](https://applications.zeiss.com/C1257E4D00444CAE/0/4F642CB3FAF9B340C1257E520046862A/$FILE/ZEISS_PDF_Corona_extreme_E.pdf)

Zeiss (n.d.) Infrared Spectroscopy. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <https://www.zeiss.com/spectroscopy/solutions-applications/measuring-principle/near-infrared-spectroscopy.html>

Zürn harvesting (n.d.). Zürn 130 koerutupuimuri. Haettu 17.1.2018 osoitteesta <http://www.zuern.de/en/field-research-technology/products/plot-combines/zuern-130/features.html>

Zürn harvesting (n.d.). Zürn 130. Haettu 17.1.2018 osoitteesta <http://www.zuern.de/en/field-research-technology/products/plot-combines/zuern-130/features.html>

Zürn harvesting (n.d.). Wiegesystem-Steuerung. Haettu 21.1.2018 osoitteesta [http://www.zuern.de/fileadmin/user\\_upload/zuern\\_wiesel\\_folder\\_de\\_2016-01\\_web.pdf](http://www.zuern.de/fileadmin/user_upload/zuern_wiesel_folder_de_2016-01_web.pdf)

