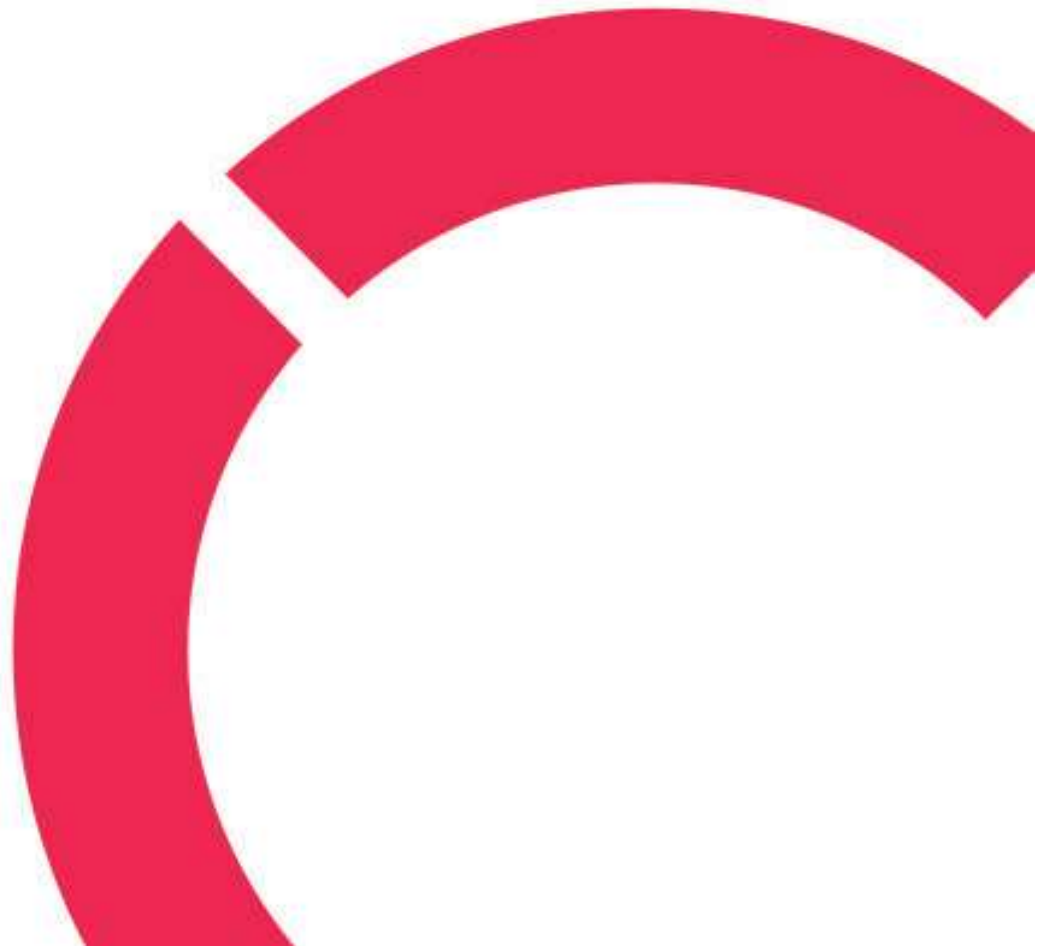


Marko Paavola

TYÖKONEDATAN TIEDONSIIRTO
DataSato-hanke, laitteistojen demonstraatiot

Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikan koulutus
Marraskuu 2023



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Marraskuu 2023	Tekijä/tekijät Marko Paavola
Koulutus Konetekniikka		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi TYÖKONEDATAN TIEDONSIIRTO, DataSato-hanke, laitteistojen demonstraatiot		
Työn ohjaajat Jari Kaarela ja Jukka Saarela		Sivumäärä 29
Työelämäohjaaja Hanna-Mari Laitala		
<p>Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymän Kannuksen toimipaikka on lähtenyt mukaan Centrian koordinoimaan DataSato-hankkeeseen. DataSato-hankkeessa keskeisessä asemassa on maataloustyökonedatan keruu ja tiedonsiirto viljelijän datavarastoon. Kannuksen toimipaikan vastuulla hankkeessa oli suorittaa datankeräämiseen ja siirtämiseen liittyvien teknistenlaitteistojen demonstraatiot opetusmaatilanelloilla satokaudella 2023.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuus suoritettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin DataSato-hankkeeseen, maatalouskoneiden tiedonsiirtoväyliin, peltoviljelyyn, viljelyn ympäristövaikutuksiin ja mahdollisuuksiin kehittää peltoviljelyliiketoimintaa työkonedatalla hyödyntäen.</p> <p>Demonstraatiovaiheessa työkonedatan keräämiseen liittyvien laitteistojen asennukset ja demonstraatiot suoritettiin Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymän Kannuksen toimipaikan opetusmaatilalla yhdessä laitetoimittajien kanssa.</p> <p>Opinnäytetyötä tehdessä havaittiin työkonedatan mahdollistavan uusia liiketoimintamahdollisuuksia datan hallintaan liittyen. Opinnäytetyössä havaittiin myös, että työkonedatalla voidaan hyödyntää kestävän kehityksen mukaisessa ympäristönsuojelussa.</p>		
Asiasanat Työkonedata, tiedonsiirto, viljelijän datavarasto		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date November 2023	Author Marko Paavola
Degree programme Mechanical engineerin		
Name of thesis Data transmission of work machine data, DataSato project hardware demonstrations		
Centria supervisors Jari Kaarela and Jukka Saarela		Pages 29
Instructor representing commissioning institution or company Hanna-Mari Laitala		
<p>The Kannus office of the Central Ostrobothnia education associations has joined the DataSato project coordinated by Centria. The central role in the DataSato project is the collection of agricultural machine data and the transfer of data to the farmer’s data warehouse. In the project Kannus location was responsible for performing the demonstrations of technical equipment related to collection and transfer in the fields of the teaching farm in the 2023 harvest season.</p> <p>The theory part of the thesis was carried out as a literature review. The literature review introduced the DataSato project, the data transmission channels of agricultural machines, arable farming, the environmental effects of farming and the possibilities of developing arable farming business using machine data.</p> <p>In the demonstration phase, the installations and demonstrations of the equipment related to the collection of machine data were carried out together with the equipment suppliers at the teaching farm of the Kannus office of the Central Ostrobothnia education.</p> <p>While working on the thesis, it was discovered that machine data enables new business opportunities related to data management. The thesis also found that machine data can be utilized in environmental protection in line with sustainable development.</p>		

<p>Key words Work machine data, data transfer, farmer’s data warehouse</p>

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

AEF

Agricultural Industry Electronics Foundation on kansainvälinen maataloustyökonevalmistajien muodostama yhdistys, joka edistää maatalousautomaatiota ja kehittää standardisarjaa ISO 11783

CAN-Väylä

Controller Area Network, automaatiöväylä ohjainlaitteiden välillä.

EFDI

Extended FMIS Data Interface, valmistajariippumaton langaton tiedonsiirtomenetelmä FMIS:n ja TC:n välillä.

FMIS

Farm Management Information Systems, maatilan tiedonhallinta ohjelmisto

ISOBUS

ISOBUS on standardisoitu menetelmä tai järjestelmä, jolla kytketään maatalouskoneita ja apulaitteita toisiinsa elektroniikan tasolla.

ISO11783

Standardisarja, joka kuvaa tiedonsiirron formaatit ja rajapinnat maataloustraktoreiden, työkoneiden, ohjainlaitteiden ja maatilan tiedonhallintaohjelmistojen välillä merkistä riippumatta.

KPEDU

Keskipohjanmaan koulutusyhtymä

TASK

ISO11783-10-standardin mukainen tehtävätiedosto, jolla siirretään täsmäviljelyssä tarvittavat tiedot tehtävöohjaimelle

TC

Task Controller, tehtävöohjain-toiminnallisuus, joka on traktorissa olevassa käyttöliittymälaitteessa. Tehtävöohjaimen avulla hallitaan työtehtävää (TASK) työkoneyhdistelmässä.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 DATASATO-HANKE	2
2.1 Hankkeen toimijat.....	6
2.1.1 Centria-ammattikorkeakoulu	7
2.1.2 Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä	7
2.1.3 Laitetoimittajat demonstraatioihin	8
2.2 Datan kerääminen.....	8
2.3 Isobus.....	9
3 PELTOVILJELY LIIKETOIMINNAN TEHOSTAMINEN.....	11
3.1 Peltoviljely.....	11
3.2 Ympäristövaikutus.....	12
3.3 Ohran viljely liiketoimintana.....	14
3.3.1 Kustannukset ohran viljelyssä	14
3.3.2 Tulokertymä ohran viljelyssä.....	16
4 LAITTEISTOJEN DEMONSTRAATIOT	19
4.1 Kylvötoissa käytetyt laitteet	20
4.2 Kylvötyön demonstraatio	21
4.3 Sadonkorjuussa käytetyt laitteet	22
4.4 Sadonkorjuun demonstraatio	23
5 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	28
KUVAT	
KUVA 1. DataSato-ratkaisun yleiskuva	3
KUVA 2. DataSato-ratkaisun keskeiset datavirrat	4
KUVA 3. Työpakettien vuorovaikutus	6
KUVA 4. Isobus-väylä.....	10
KUVA 5. Maataloustuki alueet.....	18
KUVA 6. Grainsense virtausanalyysointiasennustyö Sampo-Rosenlew 2035 puimuriin	19
KUVA 7. Crosscontrol CC Pilot V700 tehtävähöyry	20
KUVA 8. GrainSensen virtausanalyysointiasennus	22
KUVA 9. Sadonkorjuun mittaus tulokset DataSato hankkeen koelohkolta	24
KUVA 10. GrainSensen virtausanalyysointiasennus demonstraatio sadonkorjuussa	25
TAULUKOT	
TAULUKKO 1. Väyläjärjestelmät ajoneuvoissa.....	9
TAULUKKO 2. Tuotantopanosten kustannukset pilotointilohkolla	15
TAULUKKO 3. Viljelyn työkustannukset	15

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on DataSato-hankkeen maataloustyökonedatan keräämiseen ja tiedonsiirtoon liittyvän laitteiston demonstraatiot Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymän (myöhemmin KPEDU) opetusmaatilalla Kannuksessa. Aihetta ehdotti työnantajani KPEDU:n Kannuksen toimipaikka, jossa olen työskennellyt 1.8.2021 alkaen metallitöiden päätoimisena tuntiopettajana.

DataSato-hankkeen päämääränä on viedä eteenpäin viljelijöiden kykyä käyttää maataloustyökoneista ja palveluista saatavaa dataa elinkeinossaan. Tämän tavoitteen helpottamiseksi KPEDU:lla demonstroidaan työkonedatan keräämiseen ja tallentamiseen liittyvän laitteiston tekniikkaa satokaudella 2023. Demonstraatiovaihetta seuraavalla satokaudella laitteistot on tarkoitus siirtää käyttöön varsinaisilla koetiloilla, jolloin koetiloina toimivat Kotilan ja Annalan tilat Toholammilla sekä Niemelän tila Kokkolan Lohtajalla. Hanke toteutetaan tiiviissä yhteistyössä Centrian, laitetoimittajien ja hankkeen muiden toimijoiden kanssa.

Opinnäytetyön tavoitteena on laajentaa osaamista digitalisaation mahdollistamisiin tekniikoihin kone-tekniikan alalla, kuten maataloustyökoneiden standardoituun tiedonsiirtoon. Tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Miten työkonedataa on mahdollista kerätä ja tallentaa?
- 2) Miten työkonedataa voi hyödyntää peltoviljely liiketoiminnassa?

Lähdemateriaalina on hyödynnetty DataSato-hankkeen hankesuunnitelmaa, kirjallisuutta, Luonnonvarakeskuksen erityisasiantuntija Raimo Linkolehdon kirjoittamia Isobus-koulutusmateriaaleja, vilja-alan yhteistyöryhmän, DataSato hankkeessa mukana olevien yritysten sekä monien muiden maatalousalan toimijoiden verkkosivuja ja henkilöhaastatteluja.

Demonstraatiot toteutetaan KPEDU:n Kannuksen opetusmaatilalla peltolohkoilla käyttäen opetusmaatilalla maataloustyökoneita. Demonstraatioissa KPEDU tekee yhteistyötä hankkeen muiden toimijoiden kanssa, jotka toimittavat demonstraatioihin teknisiä laitteita työkonedatan keräämiseen ja tiedonsiirtoon liittyen.

2 DATASATO-HANKE

DataSato-hanke toimii Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan, Keski-Suomen ja Uudenmaan maakuntien alueilla. Hanke kehittää maatalouden alkutuotannon liiketoimintakykyä kestäväen kehityksen periaatteiden mukaisesti. Päätaoittena on parantaa viljelijöiden kykyä hyödyntää maataloustyökoneista saataa dataa ketterästi omassa elinkeinossaan. (Maaseutuverkosto 2023.)

Hankkeen pääkohderyhmänä on aktiivisesti toimintaansa kehittävät maatilayrittäjät. Hankkeen tarpeellisuus perustuu viljelijöiden esittämään ongelmaan maatilojen hajallaan olevan datan heikosta ja vaikeasta käytettävyydestä. Viljelijöiden visiona on, että datan ja sen tehokkaan jakamisen avulla he pystyisivät muodostamaan vahvoja verkostoja. Verkostojen avulla viljelijät pystyisivät vahvistamaan asemaansa datataloudessa. (Hankesuunnitelma, luku 2.)

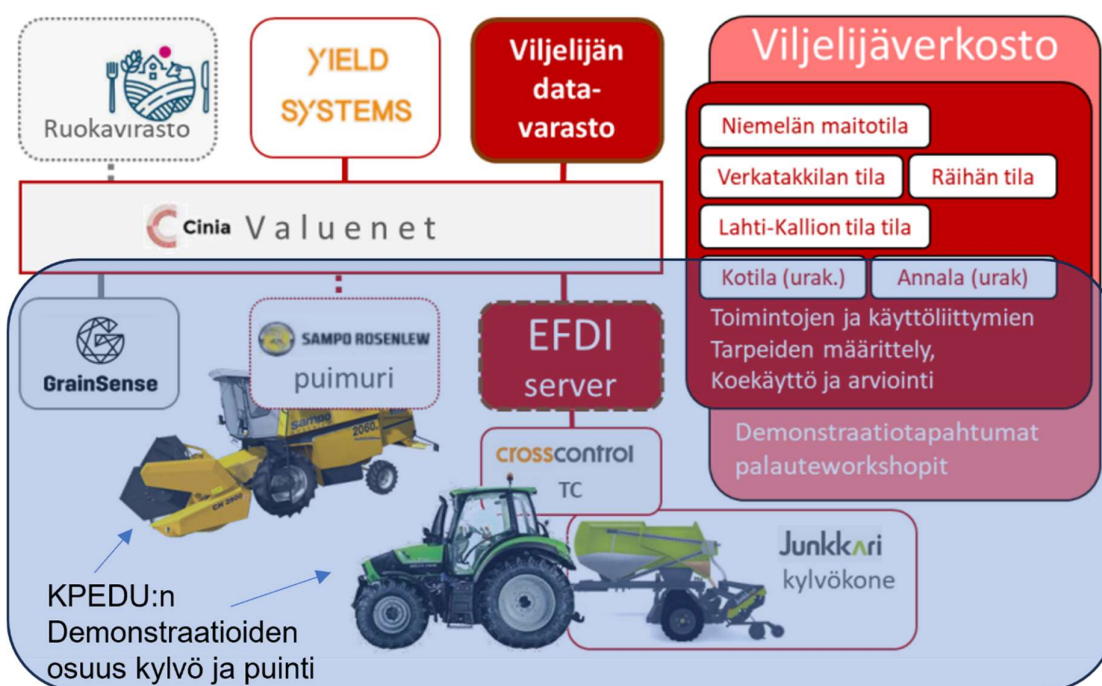
Hankkeen julkisessa kuvauksessa tuodaan esille holistisen ekosysteemin ja maatilayrittäjien tarpeisiin liittyvien digitaalisten palveluiden demonstroiminen. Hankkeessa osoitetaan, miten eri IT-järjestelmien maatalan data saadaan laitteista, koneista ja palveluista viljelijän hallitsemaan datavarastoon. (Maaseutuverkosto 2023.)

Yksi merkittävä sovellettava ratkaisu on ISO11783-standardin mukaisesti työkoneesta viljelijän datavarastoon tapahtuva tiedonsiirto. Datavarastoa viljelijä voi käyttää monipuolisesti hyväkseen päätöksenteossa tuotannon ja tuotteiden arvoketjussa. Tekoälyä hyödyntävät suunnittelupalvelut sekä eri toimijoiden väliset datan välityspalvelut ovat myös keskeisiä aihe alueita hankkeessa. Datavaraston hyödyntäminen monipuolisesti mahdollistaa uusia liiketoimintoja sekä viljelijöille että yrityksille. (Hankesuunnitelma, luku 2.)

Aikaisempien tutkimus- ja kehityshankkeiden tuloksena luotuja uusia ratkaisuja hyödynnetään DataSato-hankkeessa. Hanke toteutetaan maatilayritysten, teknologia yritysten ja asiantuntijoiden yhteistyönä. Hankkeessa työskennellessään maatilayrittäjät ovat itse kokeilemassa ja spesifioimassa sekä liiketoimintamallien arvoketjuja, että tietovirtoja. Muina konkreettisina esimerkkeinä, joita yrittävät ovat itse kokeilemassa mainitaan myös työkonedatalähteet ja viljelijän datavarastot. Myös tiedonsiirto, datanhallinnan säännöt ja kyberturvallisuus sisältyvät hankkeeseen. Hanke tukeutuu ja toimii EU:n data-

strategian mukaisesti ja noudattaa säädöksiä kuten esimerkiksi Isobus EFDI standardia. EFDI on valmistaja riippumaton langaton tiedonsiirtomenetelmä, jolla on mahdollista siirtää dataa maatalan tiedonhallinta ohjelmistojen ja työkonien tehtävöhtajaimien välillä. (Maaseutuverkosto 2023.)

Tämänpäiväisin käytäntein työkonedatan siirtäminen muihin järjestelmiin on hyvin hankalaa. Hankkeessa ratkaisumallina datansiirrossa demonstroidaan ISO11783-standardin osana kehitettyä EFDI-ratkaisua. EFDI-ratkaisu ohjeistaa kuinka automaattinen datansiirto työkoneista muihin järjestelmiin voidaan toteuttaa ja sitä on tutkittu aiemmin kotimaisessa Maataloustyökone 2025 (MaTyKo 2025) hankkeessa. (Hankesuunnitelma, luku 3.)



KUVA 1. DataSato-ratkaisun yleiskuva (mukaiilen hankesuunnitelma, luku 3.)

DataSato-ratkaisun yleiskuvasta (KUVA 1) käy ilmi, että työkonedatan kerääminen viljelijän datavaraan on monen eri laitteen ja usean eri toimijan yhteistyön tulos. Riskienhallinnan vuoksi ja aikataulun mahdollistaessa satokaudella 2023 demonstraatiot on keskitetty KPEDU:n Kannuksen opetusmaatilalle ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun biotalousinstituutin tilalle Saarijärven Tarvaalaan.

Hankkeessa on huomioitu toimijoiden aiemmin toteutuneet hankkeet ja hanke seuraa aktiivisesti maatilandatan jakamiseen keskittyviä eurooppalaisia projekteja. Hanke tekee myös yhteistyötä mahdollisesti rinnakkain toteutettavien muiden hankkeiden kanssa, kuten Luonnonvarakeskuksen koordinoiman GreenProTrace-hankkeen kanssa, jotka täydentävät toisiaan. Molemmat sekä DataSato-, että GreenProTrace-hankkeet edistävät suurempaa resurssi- ja ilmastoviisasta dataa ja digitalisaatiota hyödyntävää maataloutta. Luonnonvarakeskus on myös valmistelemassa yhteistyössä Seinäjoen ammattikorkeakoulun kanssa *Dataosuuskunta*-hanketta. DataSato- ja Dataosuuskunta-hankkeet täydentävät toisiaan lisäämällä yhdessä laajuutta ja vaikuttavuutta datan hallinnan sääntötyöhön maataloudessa ja edelleen ruokajärjestelmässä. (Hankesuunnitelma, luku 8.)

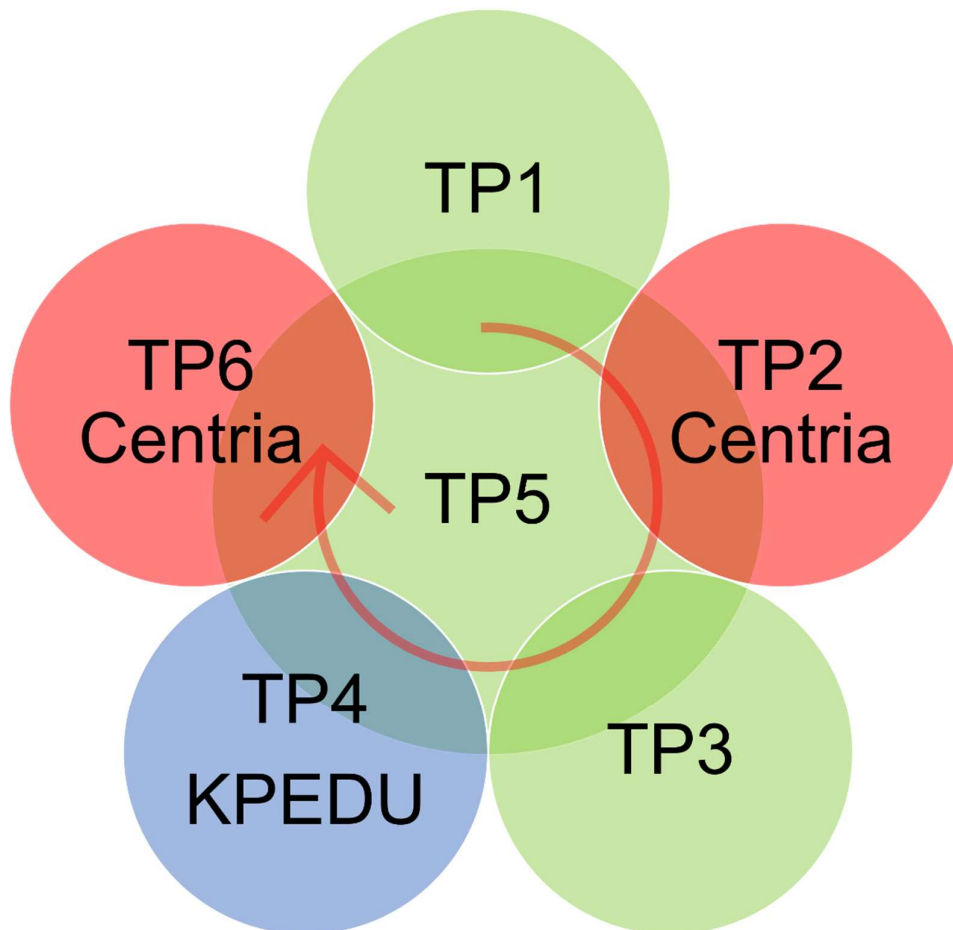
Hankkeessa toimitaan jatkuvassa vuorovaikutuksessa. Tuloksia arvioidaan koko hankkeen ajan työpaketissa viisi, jossa viljelijäryhmät ja sidosryhmien edustajat käyvät vuoropuhelua muiden työpakettien sisällöistä ja tuotoksista. Toimintamalli mahdollistaa käytännönläheisen tiedon ja osaamisen tuottamisen laajalla levikillä liiketoiminnan hyödyntämiseen. Samalla muodostuu osaamista ja käytännön näkemystä jatkokehitystyön tarpeista. Saavutettavat tulokset ovat julkisia ja yritykset voivat hyödyntää niitä vapaasti omassa liiketoiminnassaan. Tuloksien avulla yritykset voivat tuottaa markkinoille uusia ratkaisuja, jotka on kehitetty käytännönläheisesti yhteistyössä alan eri toimijoiden kanssa. Näin ollen hankkeen tulokset ovatkin pohja uusille tuotekehitys- ja innovaatioprojekteille sekä investoinneille. (Hankesuunnitelma, luku 10.)

Kuten hankesuunnitelmasta käy ilmi, datan kerääminen ja tallentaminen viljelijän datavarastoon luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia jo itsessään datatalouden alalla. Kuitenkin varsinaisen peltoviljelyn liiketoiminnan kehittämisen kannalta on oleellista, kuinka kerättyä työkonedataa pystytään tulevaisuudessa hyödyntämään. Viljelijälle datavarasto voi tuoda peltoviljelyyn merkittävästi lisäarvoa etenkin viljelysuunnittelussa ja tuotantopanosten optimoinnissa. Tällöin myös peltoviljelystä aiheutuvaa ympäristökuormitusta voidaan pienentää datan hyödyntämisen seurauksena.

2.1 Hankkeen toimijat

DataSato-hankkeen innovaatioryhmään kuuluvat: Centria-ammattikorkeakoulu, Luonnonvarakeskus, Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Yield Systems Oy, GrainSense Oy, CrossControl Oy, Junkkari Oy, Cinia Oy, Sampo- Rosenlew Oy, Tampereen yliopiston Porin yksikkö, Niemelän tila (Kokkola), Verkatakkilan tila (Vihti), Räihän tila (Koskenpää) ja Lahti-Kallion tila (Karstula), sekä Kotilan ja Annalan tilat (Toholampi). (Maaseutuverkosto 2023.)

Hanke on jaettu kuuteen työpakettiin (TP), jotka ovat toisiinsa vuorovaikutuksessa (KUVA 3). KPEDU:n vastuulla on työpaketti neljä (TP4), josta tämä opinnäytetyö tehtiin. (Hankesuunnitelma, luku 4.)



KUVA 3. Työpakettien vuorovaikutus (mukaiillen hankesuunnitelma, luku 4.)

2.1.1 Centria-ammattikorkeakoulu

Centria-ammattikorkeakoulu on monialainen ja kansainvälinen noin 250 asiantuntijan ja 3000 opiskelijan asiantuntijaorganisaatio. Centrian tutkimus, kehittämis- ja innovaatioyksikkö työllistää noin 110 henkilöä. DatoSato-hankkeen kuvauksessa Centrian TKI-toiminnan on kuvattu olevan monipuolista ja laajuudeltaan Suomen ammattikorkeakoulujen parhaimmistoa. Centrian TKI:n tavoitteena on tuoda uutta teknologiaa alueen elinkeinoelämän käyttöön. Centria toimii TKI-toiminnassaan avoimen tieteen ja tutkimuksen tavoitteiden periaatteiden mukaisesti.

DatoSato-hankkeessa Centria toimii hankkeen koordinaattorina, toteuttaa viljelijän datavaraston sekä vastaa datan alustoista ja jalostamisesta yhteistyössä Yield Systemsin ja GrainSensen kanssa. Samojen toimijoiden kanssa yhteistyössä Centria edistää myös palveluiden integraatiota ja liiketoiminnallista vuorovaikutusta. (Hankesuunnitelma, luku 4)

2.1.2 Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä

Työnantajani KPEDU on maakunnallinen koulutus- ja kehittämisorganisaatio. Henkilöstöä on noin 440 ja tutkinto-opiskelijoita on vuositasolla noin 5200. KPEDU järjestää luonnonvara-alan koulutusta Kannuksen, Kaustisen ja Perhon toimipaikoissa. Luonnonvara-alalla on vuositasolla noin 1050 opiskelijaa. Kannuksen toimipaikassa henkilökuntaa on 65 ja opiskelijoita eri osaamisaloilla yli 700. Lisäksi järjestetään runsaasti lisä- ja täydennyskoulutusta työn ohessa opiskeleville aikuisopiskelijoille kuten maatalouslomittajille. (Laitala 2023.)

Opetusmaatilalla Kannuksessa on peltoviljelyn ja kotieläintuotannon oppimisympäristöt. Peltoa on 95 ha, joista satokaudella 2023 nurmiviljelyssä 65 ha ja ohranviljelyssä 30 ha. Opetusmaatilalla on oma nykyaikainen työkonekanta kylvöön, sadonkorjuuseen ym. peltoviljelyn tarpeisiin. (Orjala 2023.)

KPEDU:lla on pitkäaikainen kokemus kehittämistoiminnasta alueellisten, maakunnallisten ja kansainvälisten hankkeiden hakijana ja kumppanina. Vuonna 2022 KPEDU:lla oli käynnissä kaikkiaan 64 julkisrahoitteista hanketta. KPEDU on myös aktiivinen toimija alueen Biolaakso-verkostossa. (Hankesuunnitelma, luku 1; Laitala 2023.)

DataSato-hankkeessa KPEDU:n vastuulla on hankkeen neljänteen työpakettiin kuuluvat demonstraatiot. Työpaketin tavoitteena on järjestää käytännöntestaus opetusmaailloilla satokaudella 2023. Kannuksen toimipaikan opetusmaailloilla on pilotointikohteena, jossa laitteiston tekninen konseptointi tapahtuu ja josta tämä opinnäytetyö tehdään. (Hankesuunnitelma, luku 4.)

Suorittamalla laitteiston demonstraatiot opetusmaailloilla vältetään mm. taloudelliset riskit liiketoiminnallisilta tiloilta, joissa valmiiksi pilotoituja teknisiä ratkaisuja testataan todellisessa toimintaympäristössä satokaudella 2024. Molempien tuotoksia esitellään kootusti kampanjatapahtumissa.

2.1.3 Laitetoimittajat demonstraatioihin

DataSato-hankkeen toimijoista CrossControl Oy on ruotsalaisen CrossControl AB yhtiön tytäryhtiö Suomessa. Yhtiö on teollisuuden IT-ratkaisujen toimittaja ja maataloussektori on yksi sen painopistealueista. Yhtiön kohdemarkkinat ovat liikkuvat työkoneet vaativissa ympäristöissä, niiden ohjausjärjestelmät sekä datasiirtoratkaisut ja HMI/gateway-tietokoneet. (Hankesuunnitelma, luku 4.)

GrainSense OY on toinen teknisiä sovelluksia hankkeeseen toimittava yritys. GrainSense Oy on vuonna 2014 perustettu suomalainen yhtiö, jonka omistajia ovat VTT Ventures, Berner ja pohjoismaiset yksityiset sijoittajat. (Hankesuunnitelma, luku 1.)

DataSato-hankkeessa on mukana myös monia muita alan toimijoita, joilla on merkittävä osuus työkonedatan keräämiseen, siirtämiseen ja edelleen datan tallentamiseen viljelijän datavarastoon. Tässä opinnäytetyössä on perehdytty tarkemmin vain niihin laitteisiin, sovelluksiin ja toimijoihin, jotka liittyvät suoraan KPEDU:n opetusmaailloilla satokaudella 2023 tehtäviin demonstraatioihin.

2.2 Datan kerääminen

Datan kerääminen työkoneista voidaan toteuttaa hyödyntäen niiden tietosiirtoväyliä. Tiedonsiirron väyläjärjestelmät jaotellaan niiden tiedonsiirtonopeuden mukaan (TAULUKKO 1). Tiedonsiirtonopeudella tarkoitetaan maksiminopeutta, jolla dataa voidaan kussakin väylässä toimittaa. (Frei 2015.)

TAULUKKO 1. Väyläjärjestelmät ajoneuvoissa (mukaillen Frei 2015, 9)

Luokka	Tiedonsiirtonopeus	Käyttö
Diagnoosi	< 10 kBit/s	K-Johdin
A	< 25 kBit/s	LIN
B	25 - 125 kBit/s	CAN (Low Speed)
C	125 – 1000 kBit/s	CAN (High Speed)
C+	1 MBit/s	TTCAN
D	> 1 MBit/s	FlexRay, TTP
Infotainment	> 10 MBit/s	MOST

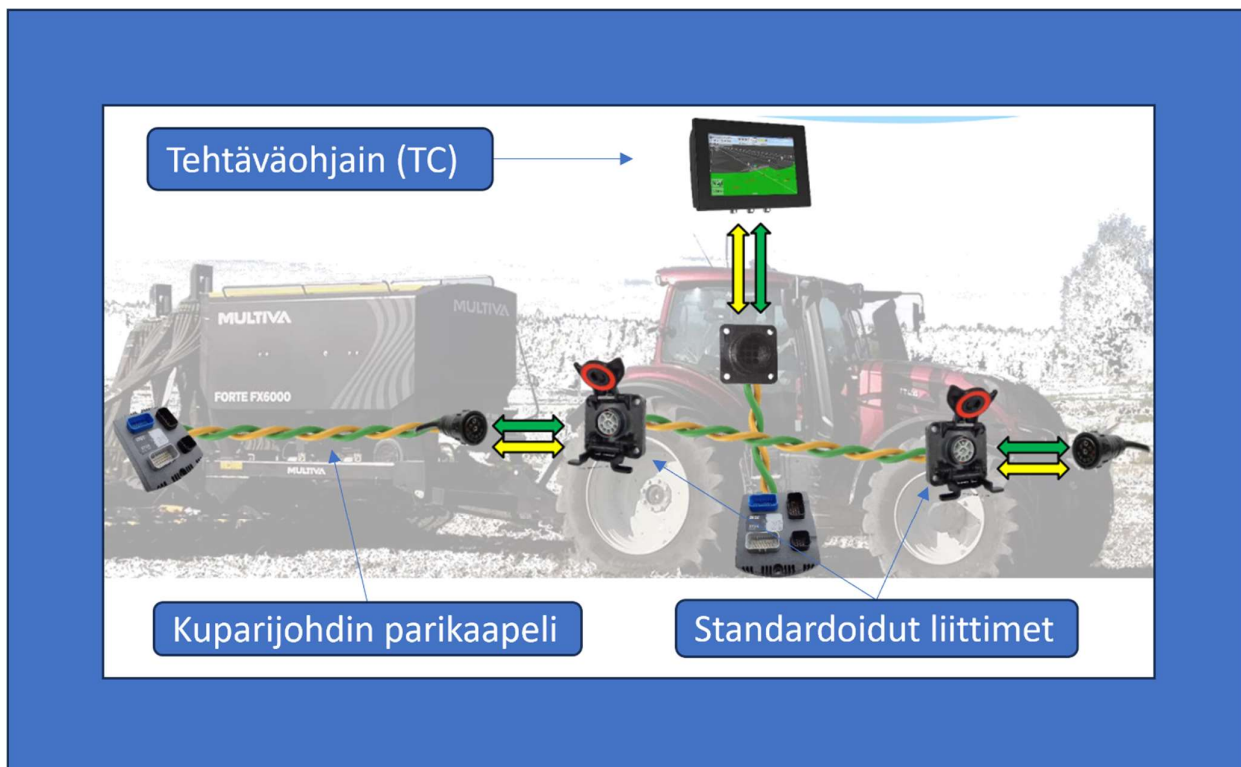
Koneautomaatiossa on hyvin yleisesti pitkään hyödynnetty työkoneiden tiedonsiirtoväylänä Boschin 1980-luvulla kehittämää CAN-väylää. CAN-väylä on standardisoitu 1993 (Can-cia 2023). Fyysisesti CAN-väylä on kahden kuparijohtimen muodostama parikaapeli, jossa johtimet ovat kiedottu toistensa ympärille ”twisted pair”-kierrätystavalla häiriön sietokyvyn parantamiseksi. Datan siirto yksiköstä toiseen tapahtuu johtimien avulla. (Frei 2015.)

CAN-väylästä on olemassa useita erilaisia sovelluksia, joista maatalouskoneissa yleisesti käytetään ISO11783-standardoitua Isobus-sovellusta. DataSato-hankkeen teknisessä konseptoinnissa työkoneidatan keräämiseen ja tiedonsiirtoon hyödynnetään KPEDU:n Kannuksen opetusmaatilán työkoneita ja niiden Isobus-väylää. Datan keräyksen mahdollistavat osaltaan myös laitetoimittajien hankkeelle toimittamat tekniset laitteet sekä datansiirron osalta Centria-ammattikorkeakoulun laitteet.

2.3 Isobus

Isobus perustuu ISO11783-standardiin ja CAN-väylään (BUS), josta nimi Isobus tulee, menetelmällä kytketään maatalouskoneita ja apulaitteita yhteen elektroniikan tasolla. Työkonevalmistajat ovat yhteisesti hyväksyneet Isobus-järjestelmän globaaliksi tiedonsiirtojärjestelmäksi maataloustyökoneissa. Maatalouskoneiden valmistajien organisaatio AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) omistaa Isobus-tavaramerkin ja vastaa virallisesta laitteiden hyväksynnästä sekä järjestelmän kehityksestä. (Linkolehto 2020.)

Isobus-järjestelmällä on useita etuja, kuten standardoidut kaapelit ja liittimet. Laitteistoa on mahdollista hallita traktorissa yhdeltä näytöltä, mutta järjestelmää on mahdollista laajentaa myös apuhajaimella. Yleensä Isobus-laitteisto sisältää vähintään tiedonsiirtoväylän liittimiseen ja yleisnäytön, jossa on työkoneneohjausyksikkö (KUVA 4). GPS-paikannukseen tukeutuvan järjestelmän hyötynä on myös työskentelytarkkuus pellolla, jolloin voidaan säästää mm. lannoite- ja polttoainekustannuksissa. (Linkolehto 2020.)



KUVA 4. Isobus-väylä (mukaiillen Linkolehto 2020.)

TC (Task Controller) eli tehtävöohjain on yleensä osa Isobus-järjestelmän yleisnäyttöä. Tehtävöohjaimelle voidaan tuoda tehtävätiedostoja (TASK) maatalaohjelmistoista. Laitteisto mahdollistaa myös paikkakohtaisen työkonesuorituksen taltiointiin, mikäli käytettävissä on paikkakohtaisesti suunniteltu TASK-tiedosto ja paikkatietoa hyödyntävä työkonelijärjestelmä. (Linkolehto 2020.)

Traktori voi myös tuottaa dataa Isobus-väylälle, kuten esimerkiksi nostolaitteiden asema, hydraulikanvirtaus ja ajonopeus. Traktorissa on työkoneita varten Isobus-työkoneliittimiä perässä ja optiona keulassa. Lisäksi ohjaamossa on ohjaamoliitin terminaalia varten. (Linkolehto 2020.)

3 PELTOVILJELY LIIKETOIMINNAN TEHOSTAMINEN

DataSato-hankkeen yhtenä tavoitteena on peltoviljelyliiketoiminnan tehostaminen. Hankkeen julkisessa kuvauksessa on kerrottu, että saataessa työkonedata viljelijän hallitsemaan datavarastoon saadaan siitä hyödyllistä tietoa päätöksentekoon. Datavaraston on myös kerrottu mahdollistavan viljelijöille ja maatalousalan yrityksille uutta liiketoimintaa datatalouden alalla, kuten digitaalisia palveluita. (Julkinen hankekuvaus 2023.)

Välittöminä konkreettisina hyötyinä saavutetaan kustannussäästöjä tuotantopanoksissa, kuten lannoituksessa, kun data saadaan käyttöön seuraavien vuosien viljelysuunniteluun. Datan avulla viljelyn kustannustehokkuutta voidaan edelleen parantaa tuotantopanosten tarkennetun käytön seurauksena. Tuotantopanosten optimoinnin avulla on mahdollista saavuttaa säästöjä tuotantopanoksissa ja parempi sätotaso.

Maataloustyökone 2025 -hankkeen johtopäätöksissä on todettu, että datan arvo muodostuu sen jaettavuudesta eri käyttökohteisiin. Oleellista on tunnistaa datan tarpeet ja vaihdannan potentiaali. Data täytyy pystyä tallettamaan automaattisesti ja jakamaan käyttäjän luvituksella. Datan ketterät jakamismekanismit ovat kilpailuetu. (Suomi, Kaustell, Pesonen, Koistinen, Backman, Oksanen 2021.)

Peltoviljelyn liiketoiminnan tehostamisella on viljelijöiden ja maatalousalan lisäksi myös yhteiskunnallisesti merkittävä vaikutus. Pitkällä aikavälillä DataSato-hankkeessa pilotoituja käytänteitä edelleen kehittämällä ja hyödyntämällä on mahdollista pienentää peltoviljelystä aiheutuvaa ympäristönkuormitusta. Yhteiskunnalle merkittävää on myös, että satotasojen parantuuessa nousee samalla omavaraisuusasteemme ja huoltovarmuutemme parane.

3.1 Peltoviljely

Luonnonvarakeskuksen tilastojen mukaan Suomessa on 2.3 milj. ha käytössä olevaa maatalousmaata. Tästä alasta viljaa viljellään noin 1 miljoonan hehtaarin alalla ja nurmea 0.8 miljoonan hehtaarin alalla. Loppu ala jakautuu muiden kuten öljy- ja palkokasvien kesken. Eniten viljelty viljalaji on ohra ja toiseksi eniten viljellään kauraa. Viljelyalat vaihtelevat vuosittain jonkin verran ja tilastot viljelyaloista laatii Luonnonvarakeskus. (Luonnonvarakeskus 2023)

Ohra soveltuu sekä rehuksi eläintuotantoon että mallasohraksi mallasteollisuuden tarpeisiin. Mallasohrasta noin puolet käytetään kotimaisen teollisuuden tarpeisiin ja toinen puoli menee vientiin. Satokaudella 2022 Suomessa tuotettiin n. 1 451 milj. kg ohraa, josta noin 200 milj. kg oli mallasohraa. (Luonnonvarakeskus 2023.)

Ohran viljelyssä satokauden aikaisella säätilalla on suuri merkitys sadon tuottoon. Muita merkittäviä ohranviljelyn onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat kasvulohkojen maaperä, käytetyn siemenviljan laatu, lannoituksen mitoitus ja tarpeen mukainen kasvinsuojelu. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2023.)

Hyvään tulokseen pääsemiseksi ohran viljely aloitetaan suunnittelulla. Suunnittelussa valitaan ensiksi kasvulohko. Parhaiten ohran viljelyyn soveltuvat hyväkuntoiset kivennäismaat, kuten savi- ja hietamaat, joissa on ollut esikasveina kauraa tai öljykasveja. Toisessa vaiheessa valitaan viljelyvyöhykkeelle ja kasvualustalle soveltuva siemenlaji. Kolmantena vaiheena on mitoittaa lannoitus oikeanlaiseksi viljavuustutkimuksen perusteella sekä typen että hivenaineiden osalta. Onnistuneen suunnittelun ja kylvötyön jatkumona on huolehdittava tarpeen mukaisesta kasvinsuojelusta. Hyvälaatuisen sadon varmistamiseksi ohra on puitava viipymättä sen valmistuttua ja kuivattava mahdollisimman pian puinnin jälkeen. Asianmukaisella varastoinnilla ja kuljetuksella varmistetaan kuivauksen jälkeen laadun säilyminen hyvänä. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2023a.)

Datasato-hankkeessa KPEDU:n opetusmaatilalla laitteiston pilotointiin liittyvät demonstraatiot suoritetaan ohran viljelylohkoilla. Varsinaiselle koeviljelylohkolle kylvettävä ohra on Bredo-lajiketta, joka on keskimyöhäinen monitahoinen lajike ja jonka kasvuaika on 92 vrk. Bredo on satoisimpia monitahoisia lajikkeita, jonka viitteellinen satotaso on 6368 kg/ha. Bredo-lajikkeella on korkea hehtolitrapaino, se on lujakortinen ja sen taudinkestävyys on hyvä. Bredo on myös tärkeä ominaisuusohralajikkeiden kärkikastia. (Tilasiemen 2023.)

3.2 Ympäristövaikutus

Peltoviljelyssä tuotantopanosten käytöstä aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä. Kasvihuonekaasupäästöjä pystytään vähentämään lannoitteiden käytön optimoinnilla ja korkeammalla satotasolla. Parantuneella sadontuottamisella saadaan hyvinvoiva vahva kasvusto, joka yhteyttämisen seurauksena syöttää orgaanisen aineksen mukana runsaasti hiiltä maahan. Vastaavasti huono sato aiheuttaa pieneksi jäävän

orgaanisen aineksen määrän ja tämän toistuessa vuosi toisensa perään jää hiilensidonta maaperään pieneksi. Tällöin orgaanisen aineksen vähentyminen vapauttaa hiiltä ilmakehään ja maaperä köyhtyy. Ki-
vennäismailta on arvioitu yksipuolisessa kevätiljojen viljelyksessä katoavan 220 kg hiiltä hehtaarilta vuosittain. Orgaaninen aines maaperässä on hyvän kasvukunnon edellytys ja sitä saadaan maaperään kasvintähteistä ja kasvien juurista. Kasvien juuristo on suurin hiilen sitoja ja juuriston vaikutus on suurempi kuin kasvin maanpäällisten osien. (Peltonen 2019, 26.)

Tuotantopanosten optimoinnin seurauksena myös vesistökuormitus pienenee. Hyvän sadon saaminen ei edellytä tuotantopanosten kasvattamista vaan niiden kohdistamista kasvulohkoille, joilla panostukseen saadaan vastetta. Edellytyksenä on, että maanrakenne ja vesitalous ovat kunnossa. (Peltonen 2019, 26.)

Ilmastonmuutoksen seurauksena ennustetaan kasvukauden Suomessa pitenevän ja lämpösumman kasvavan, jotka yhdessä mahdollistavat entistä suuremman sadontuotopotentialin. Tämä potentiaali kannattaa viljelijöiden hyödyntää maksimaalisesti. (Peltonen 2019, 11.)

Luomutuotannossa tuotantopanoksien aiheuttama ympäristökuormitus pinta-ala yksikköä kohti on huomattavasti vähäisempää kuin tavanomaisessa viljelyssä. Toisaalta luomutuotannossa satotaso jää vähäisemmäksi. Suomen peltoalasta noin 15 % on luomutuotannossa ja 85 % tavanomaisessa viljelykäytössä (Proluomu 2023).

Luomuviljelyn ja tavanomaisen viljelyn vaikuttavuudesta ympäristöön ja etenkin ilmastoon ei ole tällä hetkellä olemassa yksiselitteistä näkemystä, kumpi tuotantomuoto olisi ympäristökuormituksen näkökulmasta parempi vaihtoehto. Kestävän kehityksen kannalta paras ratkaisu voikin olla eri tuotantotapojen yhdistelmä (Iivonen 2021).

Maaperän köyhtyminen ja luonnonkantokyky on vuonna 2023 nostettu esille myös Sitran megatrendeissä. Ilmastonmuutoksen seurauksien ennakoidaan lisäävän myös epävarmuutta ruuan tuotannossa. (Duffa, Rekola 2023).

Ilmastonmuutos, vesistöjenkuormitus ja kestävä kehitys ovat erityisen ajankohtaisia aiheita, joita käsitellään eri foorumeissa peltoviljelyyn liittyen sekä kansallisella, että globaalilla tasolla. Työkonedatan

hyödyntämisellä onkin todennäköisesti merkittävä rooli tulevaisuudessa kehitettäessä peltoviljelyliiketoimintaa kestäväen kehityksen periaatteiden mukaisesti. Tuotantopanosten optimoinnilla voidaan sekä parantaa liiketoiminnan kannattavuutta että samanaikaisesti tehostaa ympäristönsuojelua.

3.3 Ohran viljely liiketoimintana

Tavanomaisessa ohranviljelyssä kustannuksia muodostuu tuotantopanoksista, kuten siemenviljasta, lannoitteista ja kasvinsuojeluaineista. Tuotantopanosten lisäksi kustannuksia aiheutuu eri työvaiheiden työkustannuksista, kuten maanmuokkauksesta, kylvöstä, kasvinsuojeluaineiden ruiskutuksesta ja sadonkorjuusta. Sadonkorjuun jälkeen kustannuksia aiheutuu viljan säilönnästä. Siemenviljaksi säilötävä ohra ja mallasteollisuuden tarpeisiin käytettävä mallasohra kuivataan aina. Karjan ruokintaan käytettävä rehuohra voidaan myös joko kuivata tai vaihtoehtoisesti säilöä muilla menetelmillä, kuten happolla tai suorittamalla säilöminen ilmatiiwiissä tilassa.

Luomutuotannossa kasvinsuojelu ja lannoitus pyritään ensisijaisesti tekemään viljelykierrolla ja viherlannoituksella. Toisaalta on mahdollista, että myös luomuviljelyssä joudutaan täydentämään maaperäravinteita tai käyttämään kasvinsuojeluaineita. Tällöin lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden tulee olla luomutuotantoon hyväksytyjä. (Ruokavirasto 2023.)

3.3.1 Kustannukset ohran viljelyssä

Tässä opinnäytetyössä esitellään tavanomaisen ohranviljelyn kustannusrakenteet KPEDU:n opetusmaatilalla, jossa Datasato-hankkeen laitteistoa pilotoitiin satokaudella 2023. Taulukossa 2 on esitetty tuotantopanoksista aiheutuvat kustannukset ja viljelyn työkustannukset on esitetty taulukossa 3. Kustannuksissa ei ole huomioitu mahdollisia työkoneinvestointeja tai rahoituskuluja.

TAULUKKO 2. Tuotantopanosten kustannukset pilotointilohkolla (Orjala 2023)

Kustannuserä	€ / ha (alv 0%)
Siemenvilja (Bredo, 166kg/ha)	131,14
Lannoite (YaraMila NK2 22-0-12, 409kg/ha)	700,59
Kasvinsuojeluaine (Express 50 SX, 10g/ha)	6,53
Kasvinsuojeluaine (POL-MCPA 750 SL, 0.5L/ha)	5,95
Kasvinsuojeluaine (Priaxor, 0.75L/ha)	53,40
Kasvinsuojeluaine (Medax Max, 0.3kg/ha)	20,80
Yhteensä	918,41

Edellä olevassa kustannuserittelyssä ei ole huomioitu rahtikustannuksia muiden kuin lannoitteen osalta. Lannoitteen osuus kustannuksista on merkitsevin, koska siitä muodostuu yli $\frac{3}{4}$ tuotantopanoksien kokonaiskustannuksista.

TAULUKKO 3 Viljelyn työkustannukset (Työtehoseura 2023).

Kustannuserä	€ / ha (alv 0%)
Kyntö	93,00
Kylvömuokkaus	41,30
Kylvölannoitus	67,00
Kasvinsuojelu ruiskutus	21,90
Puinti	116,20
Yhteensä	339,40

Työkustannusten vaikutus kokonaiskustannuksiin on huomattavasti vähäisempi kuin tuotantopanosten vaikutus. Työkustannukset on arvioitu Työtehoseuran maatalousurakointien hintatilastosta. Liiketoiminnallisilla tiloilla työkustannuksissa on tilakohtaisia eroja mm. tilojen omien työpanoksien osuuksien takia. Tuotantopanosten osuus kokonaiskustannuksista (1257,81€) on $\frac{3}{4}$ ja lannoitekustannuksen

osuus kokonaiskustannuksista on 55.7 %. Voidaankin todeta, että ohranviljelyn kokonaiskustannuksista lannoitekustannuksen osuus on kaikista merkitsevin. Työkonedatan mahdollistamalla tuotantopäivien oikeanlaisella kohdentamisella voikin olla hyvin merkittävä rooli ohran viljelyn kannattavuudessa tulevaisuudessa.

Käytettäessä puinnin jälkeisenä käsittelynä viljan kuivausta vaihtelevat kuivauksen kustannukset huomattavan paljon satokausien välillä. Kuivauskustannuksiin merkittävimmin vaikuttavat viljan valmistuksen ja puinnin aikana vallitsevat sääolosuhteet, jotka määrittävät viljan kosteusprosentin. Myös kuivureissa tyypillisesti käytettävän polttoöljyn hintataso hankintahetkellä vaikuttaa oleellisesti lopullisiin kuivauskustannuksiin. Viljan kuivaukseen, käsittelyyn ja varastointiin liittyen viljelijät voivat tukeutua myös ulkopuolisiin palveluntuottajiin, jolloin kustannukset on helpompi ennakoita.

Muita kertaluonteisia tai määräajoin toistuvia kustannuksia viljelyyn tuovat mm. maanparannustoimenpiteet, kuten kalkitus tai peltolohkojen vesitalouden ylläpito ja siihen liittyvät salaojienhuuhtelut. Näiden toimenpiteiden kustannusvaikutus kohdistuu kullekin peltolohkolle yksittäiselle viljelykaudelle, mutta kyseisten toimenpiteiden vaikutukset parantavat pellon tuottavuutta usean satokauden ajan. Myös viljan varastointiin liittyvät kulut ovat pääosin kertaluonteisia investointeja, joskin esim. ruuvikuljettimien käytöstä viljasiiloissa aiheutuu energia- ja ennen pitkää myös kunnossapitokuluja. Kaikki tilat eivät investoi viljan säilytykseen vaan toimittavat viljan ostajille sadonkorjuun aikaan suoraan kuivauksesta.

3.3.2 Tulokertymä ohran viljelyssä

Saavutettu sato ja viljelytuet muodostavat tulokertymän. Ohranviljelyssä mallasohralle ja rehuohralle on eri hinnat. Suomessa viljojen reaali hinnat vaihtelevat ostajittain ja viikoittain. Viljelijä voi seurata viljojen reaaliaikaisia ostohintatietoja mm. vilja-alan yhteistyöryhmän verkkosivustolta.

Monilla viljelijöillä voi olla myös sopimusviljelykäytänteitä, jolloin päivittäiset hinnat eivät välttämättä ole määräviä kahdenvälisissä sopimuksissa. Rehuohrasta suuri osa menee tilojen omaan käyttöön, jolloin lopullisen arvonmäärityksessä vaikuttavia ovat karjan täysrehujen hinnat ja oman karjan tuottavuus tilan omalla viljalla verrattuna täysrehuruokinnalla saavutettuun tuotokseen.

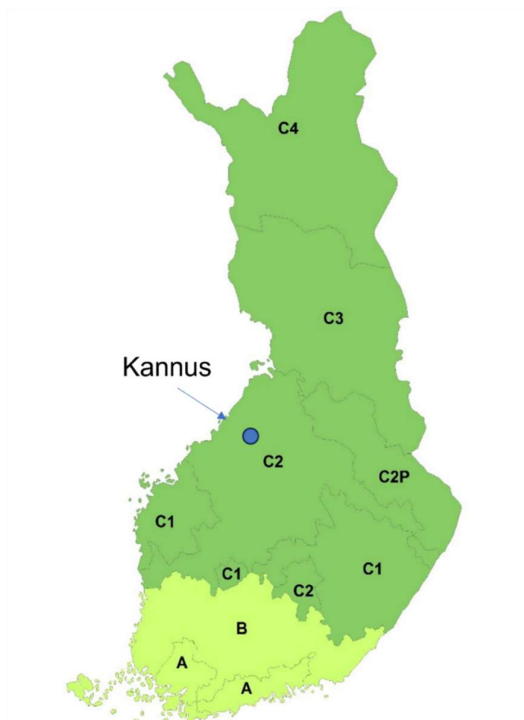
Viljelijät, jotka ovat investoineet viljanvarastointiin, voivat varastoida sadon joko kokonaan tai osittain ja valita sadon myyntiajankohdan omalla riskillä. Tällöin sadontuotto realisoituu viiveellä, mutta antaa mahdollisuuden esim. verosuunniteluun ja mahdollisesti parempaan tuottavuuteen, kuin viljan myyminen sadonkorjuun aikaan. Myös sopimusviljelijät ovat yleensä velvoitettuja varastoimaan sato itse ja toimittamaan viljan useissa erissä kalenterivuoden aikana ostajan tarpeiden mukaisesti.

Maailmanmarkkinoilla hinnat noteerataan USD-hinnoilla. Rehuohran hintataso oli pitkään 180 – 200 USD/tn, kunnes vuoden 2020 viimeisellä neljänneksellä alkoi hinnannousu, joka tasaantui vuoden 2022 ensimmäisen neljänneksen aikana noin 300 USD/tn tasolle. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2023b.)

Suomen markkinoilla viljelijälle maksettavat hinnat ovat 3.4.2023 julkaistun tilaston mukaan vaihdelleet rehuohran osalta 162 – 211 €/tn ja mallasohran osalta 241 – 245 €/tn. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2023c.)

Sadon arvon lisäksi huomattavaosa viljelijän tulosta muodostuu maataloudentukirakenteista. Maataloustuet ovat kansallisia ja tuet perustuvat EU:n yhteiseen maatalouspolitiikkaan. Tukijärjestelmä on erittäin monisäikeinen ja tukien suuruus vaihtelee mm. alueittain ja vuosittain.

Kannuksen koulutila sijaitsee tukialueella C2 (KUVA 5). Satokaudella 2023 C2-alueen ohranviljelyn peltotuki tavanomaisessa viljelyssä on 430 €/ha. (Maaseutuyksikkö KaSeKa 2023.)



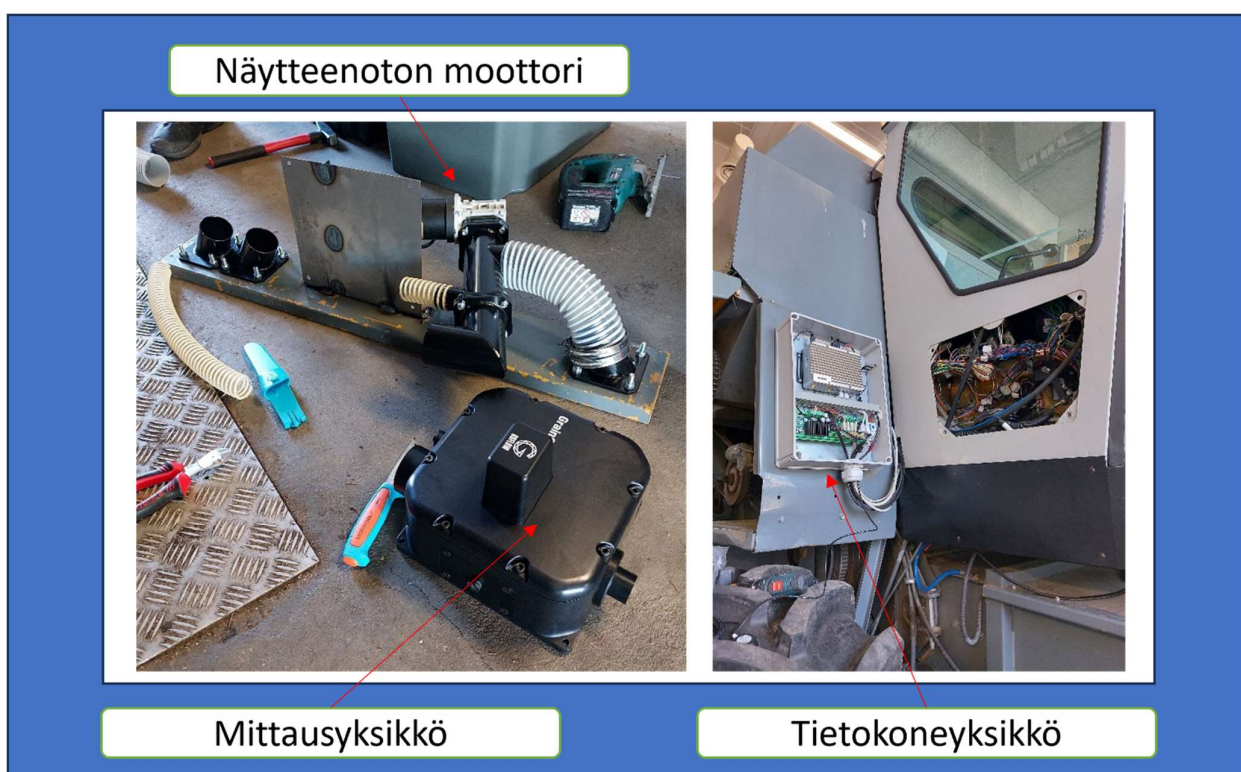
KUVA 5. Maataloustuki alueet (mukaillen Maaseutuyksikkö KaseKa 2023.)

Ohranviljelyn kulu- ja tulokertymien tarkastelut osoittavat, että lopullisen liiketoiminnallisen tuloksen muodostumiseen on hyvin paljon erilaisia tekijöitä, joita on hyvin hankalaa tarkasti ennustaa esimerkiksi viljelysuunnitelmia tehtäessä. Tulevaisuudessa työkonedatan hyödyntäminen viljelysuunnitelmissa ja panos/tuotossuhteen parantaminen edesauttaa peltoviljelyn liiketoiminnan kannattavuuden parantamisessa.

Karjatiloilta ohraa tai muita kevät viljoja voidaan käyttää myös ns. suojaviljana, kun karjanruokintaan käytettävää nurmea uudistetaan. Tällöin tavoiteasettelut ja viljelykäytännöt poikkeavat hiukan esim. mallasohran tavanomaisesta viljelystä. Viljeltäessä kevätiljaa suojaviljana on kyseisen lohkon viljanviljelystä saadun tuloksen merkitys vähäisempi, kuin tavanomaisessa viljan viljelyssä. Merkityksellisempää on, kuinka nurmen uudistus onnistuu ja minkälaisia satoja uudistettu nurmi tulevilla satokausilla tuottaa. (Boreal 2023.)

4 LAITTEISTOJEN DEMONSTRAATIOT

Laitteistojen pilotointi toteutettiin satokaudella 2023 KPEDU:n Kannuksen opetusmaatilalla. Pilotointi sisälsi laiteasennukset sekä koekäytöt yhteistyössä laitetoimittajien kanssa ja varsinaisen demonstraatiovaiheen hankkeen koepeltolohkolla. Laiteasennukset suoritettiin KPEDU:n Kannuksen toimipaikan maatalousteknologia osaston huoltohallissa (KUVA 6). Asennukset sisälsivät pienimuotoisia muutostöitä työkoneisiin, joissa pääsin hyödyntämään omaa aikaisemmin hankittua metallialan osaamistani, kuten hitsaamista ja koneistamista.



KUVA 6. GrainSense virtausanalyyttorin asennustyö Sampo-Rosenlew 2035 puimuriin

Dataa oli tarkoitus kerätä kevään 2023 kylvöissä sekä syksyn 2023 sadonkorjuussa. Työkonedatan tiedonsiirto työkoneista ns. pilvipalvelimelle tapahtui langattoman 12 Voltin jännitteellä toimivan Ethernet-modeemin avulla, jonka Centria toimitti hankkeelle. DataSato-hankkeessa Centria vastasi myös datansiirron ja taltioinnin teknisestä puolesta.

4.1 Kylvöissä käytetyt laitteet

DataSato-hankkeessa KPEDU:lla oli laitteiston pilotointiin liittyvissä kylvöissä käytössä Valtran T-sarjan traktori ja Junkkarin M300Plus-kylvölannoitin. Traktoriin oli tarkoitus asentaa ennen kylvöitä CrossControl CC Pilot V700 -tehtävöohjain, johon kylvön TASK-tiedostot tuodaan opetusmaatilan Agrismart-ohjelmistosta. Datan reaaliaikainen kerääminen edellytti langattoman ethernet-yhteyden luomista traktorinohjaamoon. Ethernet-yhteys toteutettiin yhteistyössä Centrian kanssa 12V:n virransyötöllä toimivan langattoman modeemin avulla.

CrossControl CC Pilot V700 -tehtävöohjain on 7”-n korkeakontrastinen kosketusnäyttö, jossa on IMX 8DualXplus prosessori (KUVA 7). Näyttöpaneeli liitetään CAN-väylästä kaapelilla traktorin Isobus-väylään. CC Pilot V700 toimii avoimella modulaarisella ohjelmistoalustalla, johon CrossControlin Tampereen yksikkö ohjelmoi datasatohankeen pilotointiin tarvittavat ohjelmistot. (CrossControl 2023.)

CrossControl Oy:n pääasiallinen rooli hankkeessa oli toteuttaa EFDI-rajapinta CC Pilot V700-tehtävöohjaimen, joka oli jo hankesuunnitelmassa tiedostettu kriittiseksi osaksi datansiirrossa. (Hankesuunnitelma, luku 1).



KUVA 7. CrossControl CC Pilot V700 tehtävöohjain

4.2 Kylvötyön demonstraatio

Kylvötöissä ei päästy suorittamaan varsinaista demonstraatiota CrossControl CC Pilot V700-tehtävöhdjaimen EFDI-rajapinnassa ilmenneiden ongelmien takia. Tiedonsiirron ongelmien seurauksena laitteen toimitus ja asennus viivästyi. Paneelia päästiin testaamaan KPEDU:n traktoreissa vasta myöhään syksyllä peltojen ollessa jo lumen peittämät. Testaukset suoritettiin KPEDU:n Kannuksen toimipaikalla maatalousteknologia osaston huoltohallissa yhteistyössä Centrian kanssa.

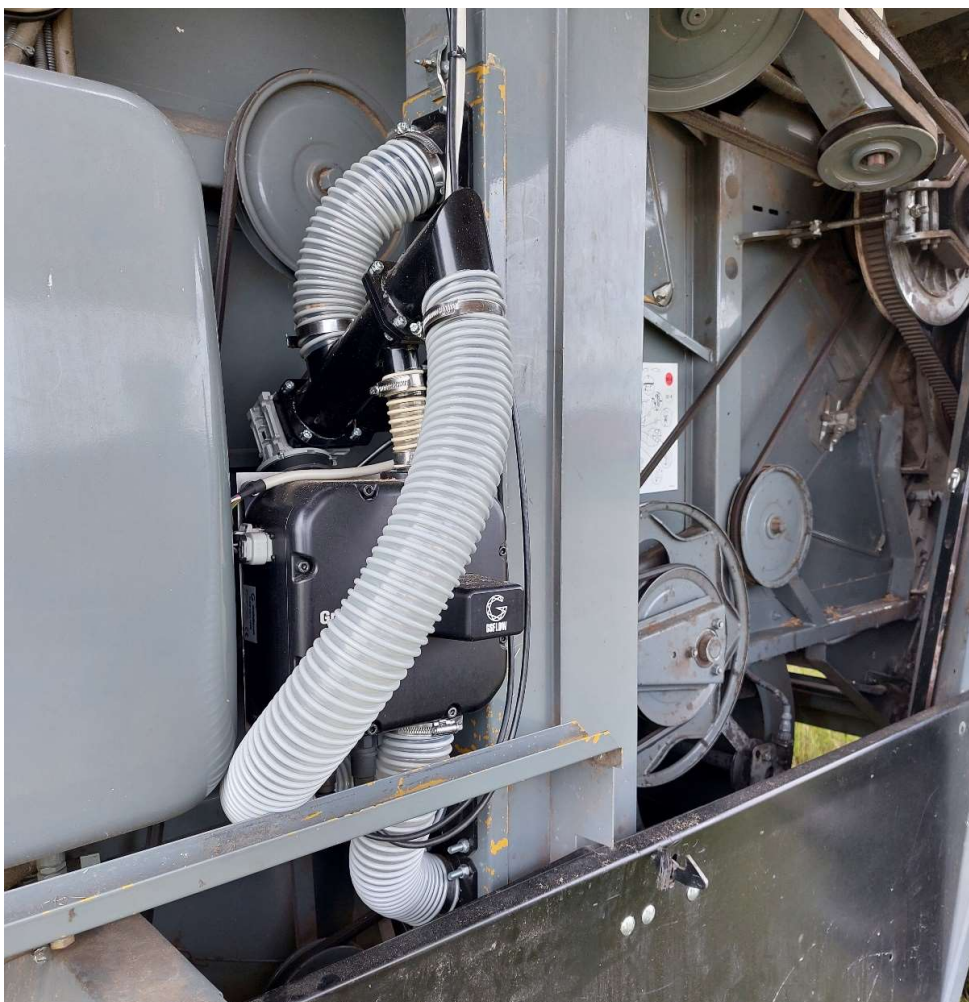
Aluksi ensimmäisessä kokeilussa suoritettiin TASK-tiedoston siirto Agrismart ohjelmistosta tehtävöhdjaimen, joka onnistui suunnitellusti. Toisena vaiheena suoritettiin ohjaimen asennus alun perin suunniteltuun yhdistelmään, johon kuului 2019 vuosimallin Valtra T194D traktori ja Junkkarin M300Plus-kylvölannoitin. V700-tehtävöhdjainp liitettiin osaksi traktorin isobus-väylää ohjaamoliittimen kautta. Laite tunnisti traktoriin liitetyn kylvölannoittimen ja sai sijaintitiedon traktorin gps:n avulla. Myös tiedonsiirto ulkopuoliselle serverille onnistui molempiin suuntiin Centrian toimittaman 12V modeemin avulla. Ongelmia ilmeni kuitenkin käynnistettäessä tehtävätiedosto, jolloin tehtävöhdjain ns. katui. Ongelmaan yritettiin hakea ratkaisua mm. muuttamalla tehtävöhdjaimen tunnistetta ja laitteiston uudelleen käynnistämällä, mutta ongelmaa ei saatu ratkaistua. Epäilyksi jäi, että ongelma saattaa johtua kyseisissä traktorissa kiinteästi asennettuna olevasta Valtran omasta tehtävöhdjaimesta, joka saattaa olla esteenä sille, että tehtävätiedoston käynnistäminen ei onnistunut toisesta samaan järjestelmään kytketystä tehtävöhdjaimesta.

Päätimme toistaa testin vanhemmalla vuosimallin 2013 Valtran N123D traktorilla, jossa on isobusväylä, mutta ei kiinteää tehtävöhdjainpaneelia. Tällä yhdistelmällä tehtävätiedoston käynnistäminen onnistui suunnitellusti ja käyttämällä tyhjää kylvökonetta voitiin todentaa tiedonsiirron onnistuminen molempiin suuntiin aina serverille asti. Tämä yhdistelmä olisi kuitenkin ollut puutteellinen varsinaiseen kylvötyön demonstraatioon, koska kyseisestä vm. 2013 Valtrasta puuttuu gps-järjestelmä. Kyseisessä traktorissa on kuitenkin valmius asentaa gps myöhemmin lisävarusteena.

Satokaudelle 2024 selvitettäväksi jäi voiko T-sarjan Valtrassa käyttää CrossControlin tehtävöhdjainta esimerkiksi ohjaimien asetuksia päivittämällä. Toinen vaihtoehto, jolla satokauden 2024 demonstraatiot olisi mahdollista suorittaa on investoida vm. 2013 Valtraan gps-järjestelmä. Tulevaisuuden kannalta parempi olisi kuitenkin saada järjestelmä kokonaisuudessaan toimimaan uudemmissa laitteissa.

4.3 Sadonkorjuussa käytetyt laitteet

Sadonkorjuuseen liittyvän laitteiston pilotointi tehtiin Sampo-Rosenlew 2035 -puimurilla, johon asennettiin GrainSensen infrapunaspektrinen virtausanalyysointilaite (KUVA 8). Virtausanalyysointilaite perustuu patentoituun 360 asteen lähi-infrapunaspektroskopiaan eli valon tunkeutumismenetelmään, jota on maailmanlaajuisesti testattu. Menetelmä mahdollistaa luotettavan mittauksen pienellä näytekoolla lyhyessä ajassa. Analyysointilaite asetetaan viljan sisääntuloon, jossa reaaliaikainen analyysi suoritetaan. Tällöin mm. viljankosteus ja proteiini nähdään reaaliajassa. (GrainSense 2023a.)



KUVA 8. GrainSensen virtausanalyysointilaite asennettuna

GrainSense-virtausanalyysointilaite koostuu analyysointilaiteesta, tietokoneyksiköstä, näyttöpäätteestä ja gps-anturista, jonka avulla näytteenottoon saadaan yhdistettyä paikkatieto. Itse analyysointilaiteessa on lähi-infrapunaspektroskopiaan perustuvan mittalaitteen lisäksi optinen konenäkösovellus, jolla voidaan mitata vihreiden ja rikkoontuneiden jyvien prosentuaalinen osuus sadosta näkyvän valon analyysin avulla.

4.4 Sadonkorjuun demonstraatio

Pääsimme useaan otteeseen testaamaan virtausanalysointia yhdessä GrainSensen tuotekehityshenkilöstön kanssa. Testauksia suoritettiin todellisessa toimintaympäristössä eli puinnin yhteydessä jo ennen varsinaisen DataSato-hankkeen koelohkon sadonkorjuuta. Laitteiston käyttöönotto sujui jouhevasti, joskin testauksen alkuvaiheessa ilmeni myös muutamia konkreettisia haasteita.

Ensimmäinen ilmennyt ongelma oli näytteenoton moottorin kuormittuminen. Jos mittausväli asetettiin liian lyhyeksi, paloi moottorin sulake toistuvasti. Laitteiston testauksessa päädyttiin 30 sekunnin näytteenottotaajuuteen, jota käytettäessä mittaus saatiin toimimaan yhtäjaksoisesti. Tavanomaisilla ajonopuksilla 30 sekunnin näytteenottotaajuuden todettiin myös antavan riittävän kattavan tiedon viljan laadusta ja sen vaihtelusta. GrainSensen virtausanalysointilaitteen uudemmallalla tuoteversiolla on mahdollista päästä aina yhden sekunnin näytteenottotaajuuteen (Leinonen 2023).

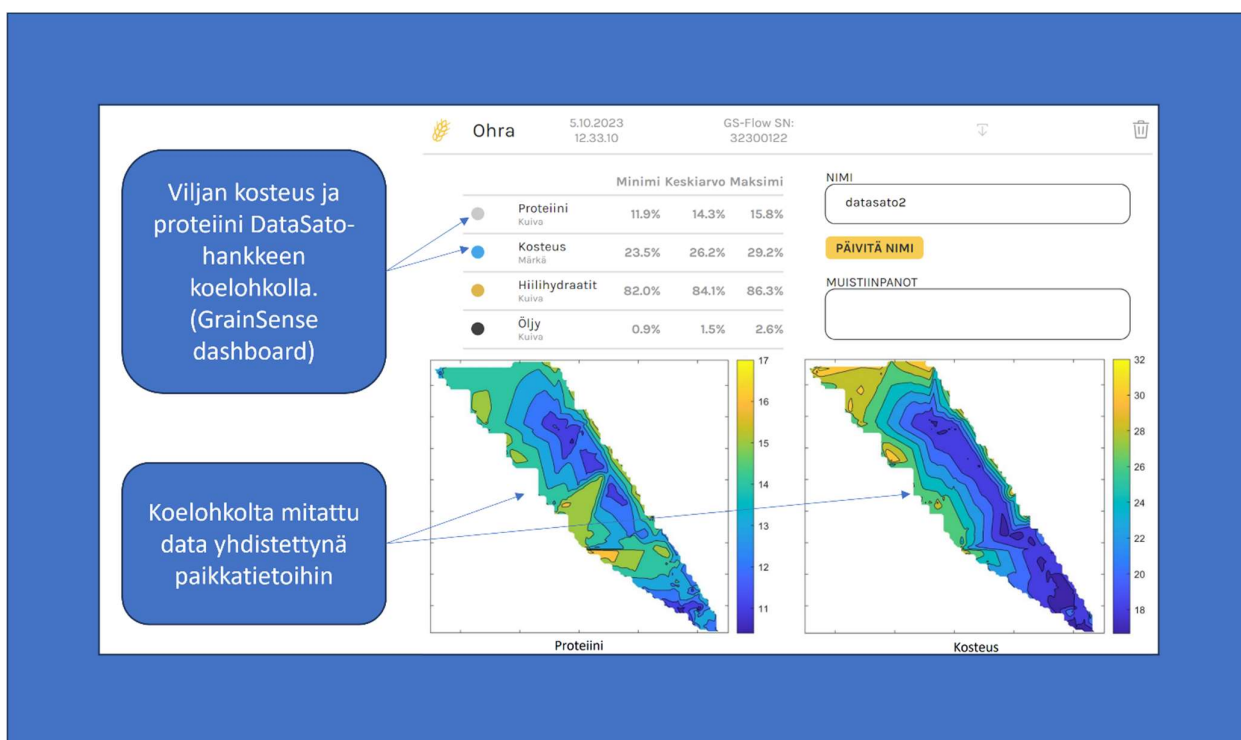
Toinen havaittu ongelma yhdellä testikerralla oli GPS-signaalin katoaminen, jolloin näytteille ei onnistuttu saamaan paikkatietoja. Ongelman todettiin johtuvan laitteiston ulkopuolisista tekijöistä, jotka aiheuttivat satelliittien signaalien huonon saavutettavuuden. Satelliittisignaalin heikkous todettiin, koska myöskään puimurin automaattiohjausjärjestelmä ei toiminut kyseisellä testikerralla. Puimurin automaattiohjausjärjestelmä ilmoitti heikosta gps-signaalista sekä liian vähäisestä saavutettavissa olevien satelliittien määrästä. Paikannusongelma ei kuitenkaan toistunut jatkossa vaan jäi kertaluontoiseksi häiriöksi.

Kolmas haaste havaittiin datavirroissa, kun analysointilaitteen näkyvän kuvanoton taajuudeksi säädettiin 60 sekuntia. Tästä seurasi tiedonsiirtokapasiteetille liian suuri kuorma useita tunteja kestäneen puinnin yhteydessä. Kuvanoton taajuus oli laitteessa rajattu maksimissaan 100 sekuntiin, jota pidemmäksi taajuutta ei ollut mahdollista säätää. 100 sekunnin asetusta käyttämällä datan siirto sujui kuitenkin jouhevasti.

GrainSensen henkilöstön arvioiden perusteella 100 sekunnin taajuus oli riittävä antamaan edustavan tuloksen, mutta tiheämpi kuvanottoväli olisi aina parempi. Myös tämä on otettu huomioon myös viljanalysointilaitteen uudessa tuoteversiossa. (Leinonen 2023.)

Varsinainen DataSato-hankkeen koelohkon puinti suoritettiin kahdessa erässä. Ensimmäisellä kerralla puinti jouduttiin keskeyttämään puimuriin tulleen teknisen vian takia. Toisella yrityksellä koelohkon

puinti saatiin päätökseen. Koelohkon molemmissa puinneissa analysaattori toimi suunnitellusti. Ensimmäisellä puintikerralla mittaustaajuus oli 30 sekuntia kosteuden ja proteiinin mittauksessa ja 60 sekuntia optisen kuvanoton osalta. Toisella puintikerralla olosuhteet olivat haasteelliset ja puimurin ajonopeus oli tavanomaista alhaisempi, tällöin riittävän tarkka analyysi todettiin saatavan 60 sekunnin mittausvälillä kosteuden ja proteiinin osalta ja 100 sekunnin taajuus näkyvän valon analyysin osalta. Tulevaisuudessa on tarkoitus kuitenkin käyttää nopeampia mittaussälejä, kun ongelma sähkösyötössä on saatu korjattua (Leinonen 2023).



KUVA 9. Sadonkorjuun mittaustulokset DataSato hankkeen koelohkolta (GrainSense 2023b)

Sadonkorjuussa kerättävään työkonedataan liittyen havaittiin, että GrainSensen laitteistolla saadaan viljanlaadusta tarkka ja kattava data paikkatietoineen (KUVA 9). Jotta myös sadon määrästä saataisiin jatkossa dataa viljelijän datavarastoon, täytyy puimuriin investoida myös satotasomittari. Nykyisellä sadon punnitsemismenetelmällä saadaan todennettua vain kokonaissato kunkin lohkon puinnin jälkeen. Satotiedot eivät myöskään nykyisellään tallennu automaattisesti viljelijän datavarastoon.

Demonstraatioiden yhteydessä (KUVA 10) pohdimme myös olisiko uudemmissa paimureista mahdollista saada lisäksi dataa itse paimurindiagnostiikasta kuten polttoaineen kulutuksesta. Yhdessä sadonkorjuuseen käytetyn kokonaisajan kanssa data polttoaineen kulutuksesta ja sen vaihtelu eri ajonopeuksilla ja erilaisilla kasvustoilla antaisi mahdollisuuden optimoida ajonopeus kustannustehokkaaksi.



KUVA 10. GrainSensen virtausanalyyttorin demonstraatio sadonkorjuussa

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suorittaa DataSato-hankkeen demonstraatiot KPEDU:n opetusmaatilalla perehtyen samalla työkonedatan keräämiseen, siirtämiseen ja tallentamiseen viljelijän datavarastoon. Tavoitteena oli myös tutkia mahdollisuuksia hyödyntää työkonedataa peltoviljelyliiketoiminnassa.

Teoriaosuuden toteutin kirjallisuuskatsauksena. Teoreettisesti tarkasteltuna datasato-hankkeen demonstraatioissa käytettävissä olleet sovellukset mahdollistivat työkonedatan keräämisen ja tallentamisen maataloustyökoneista.

Datan keräämiseen ja tallentamiseen liittyvät laiteasennukset suoritin yhteistyössä laitetoimittajien ja Centrian kanssa. Käytännötasolla haasteita oli eri laitteistojen ja sovellusten yhteensopivuudessa. Eri-tyisen kriittisiä kohtia olivat eri toimijoiden väliset rajapinnat sekä laiteasennuksissa, että datan siirrossa. Monien vaiheiden jälkeen laitteistot saatiin kuitenkin asennettua ja toimimaan suunnitellusti.

Laitteistojen demonstraatioiden osalta sadonkorjuun demonstraatio toteutui suunnitellusti. Kylvötyön osalta varsinainen demonstraatio jouduttiin ohjelmisto ongelmista aiheutuneen viivästyksen vuoksi siirtämään satokaudelle 2024, mutta laitteisto saatiin kuitenkin testattua halliolosuhteissa. Demonstraatiot toteutettiin puinnin osalta maatalousteknologian osaamisalan traktori- ja työkoneautomaation koulutuksen yhteydessä syksyn sadonkorjuussa. Kylvötyön laitteiston testaus toteutettiin KPEDU:n ope- tushenkilöstön toimesta vasta satokauden jälkeen.

Datasato-hankkeen alkuperäisessä suunnitelmassa demonstraatiot oli aikataulullisesti suunniteltu toteutettavaksi peltoviljelyn luonnollisten syklien mukaan. Satokautta 2023 edeltävä aika olisikin kannattanut hyödyntää tehokkaammin laitteistoihin perehtymiseen, laiteasennuksiin ja laitteiden koekäyttöön. Näin menetellen varsinaiset demonstraatiot olisi ehkä saatu toteutettua jouhevammin luonnollisen peltotyökierron yhteydessä.

Oman opettajan työni ja työnohessa opiskelun osalta oli myös ajoittain haasteita aikatauluttamisessa. Opinnäytetyön raportoinnin tein työajan ulkopuolella, mutta Datasato-hankkeen katselmuksat ja palaverit ajoittuivat syksyllä lukuvuoden alettua useasti työajalleni. Opettajantyössä kehityshankkeisiin osallistuminen mahdollistaa opettajalle oman osaamisen laajenemisen ja verkostoitumisen. Resurssoinnissa hankkeiden osalta tulisi kuitenkin huomioida, että lyhyille intensiivisille hankkeille on parasta

olla erillinen resurssi, joka ei osallistu opetukseen hankkeen toteutuksen aikana. DataSato-hankkeen kaltaisissa pitkän aikavälin hankkeissa olisi hyvä olla ennakkoon suunniteltu sijaisjärjestely joko opetustyön tai hanketyön osalta.

Opinnäytetyössä tekemiäni havaintojen perusteella uskon, että tulevaisuudessa datankerääminen saattaa edesauttaa uusien liiketoimintamahdollisuuksien syntymistä datanhallintaan ja hyödyntämiseen liittyen. Yhtenä vaihtoehtona voi olla tekoälysovellukset, jotka voivat mahdollistaa datan konkreettisen hyödyntämisen viljelysuunnittelussa. Välttämättä kaikki kerättävä data ei ole sellaisenaan hyödynnettävissä, mutta tekoälyn avulla voisi olla mahdollista poimia ja yhdistellä kerätystä datasta sellaisia kokonaisuuksia, joita viljelijän on helppo liiketoiminnassaan hyödyntää.

Peltoviljelyliiketoiminnan kehittämisessä ja ympäristönsuojelussa työkonedatan hyödyntäminen on tulevaisuudessa merkittävässä asemassa. Viljelijöiden toimiessa kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti ja optimoimalla tuotantopanokset he voivat parantaa peltoviljelyn tuottavuutta ja vähentää samalla viljelystä aiheutuvaa ympäristönkuormitusta. Aika näyttää onko peltoviljelyä mahdollista kehittää työkonedatan avulla jopa hiilinegatiiviseksi?

Opinnäytetyön kirjallisen raportoinnin edetessä havaitsin, että jos aikataulu olisi mahdollistanut, niin moniin asioihin olisi voinut perehtyä syvällisemmin. Yritin selvittää mitkä asiat ovat oleellisia itse demonstraatioiden näkökulmasta ja mitkä peltoviljelyn liiketoiminnan kehittämisen kannalta. Ennakkoon suunniteltua laajemmin perehdyin mm. peltoviljelyn ympäristövaikutuksiin, mutta aiottua vähemmälle jäivät datanhallinnan ja tietoturvan osuudet. Opinnäytetyötä olisikin mahdollista jatkaa tutkimalla kirjallisuuskatsauksessa käsiteltyjä aiheita laajemmin ja edelleen jatkamalla demonstraatioiden toista vaihetta varsinaisilla koetiloilla satokaudella 2024.

Oman näkemykseni mukaan opinnäytetyön kirjallisessa osassa on tuotu konkreettisesti esille työkonedatan keräämiseen, tallentamiseen ja datan hyödyntämiseen liittyvät mahdollisuudet ja haasteet. Lisäksi esille on tuotu kattavasti näkökantoja kestävän kehityksen mukaisesta peltoviljely liiketoiminnan kehittämisestä ja ympäristönsuojelusta.

LÄHTEET

- Boreal. 2020. *Onnistunut nurmen perustaminen takaa hyvän sadon*. Saatavissa: <https://boreal.fi/onnistunut-nurmen-perustaminen-takaa-hyvan-sadon/>. Viitattu 4.11.2023
- Can-cia. *History of CAN technology*. Saatavissa: <https://www.can-cia.org/can-knowledge/can/can-history/>. Viitattu 11.9.2023.
- CrossControl. 2023. *CCpilot V700*. Saatavissa: <https://crosscontrol.com/displays-computers/ccpilot-v700/>. Viitattu: 12.6.2023.
- Duffa M. & Rekola S. 2023. *Mega trendit 2023 - Sitra*. Saatavissa: https://www.sitra.fi/app/uploads/2023/01/sitra_megatrendit-2023_ymmarrysta-yllatysten-aikaan.pdf. Viitattu 15.10.2023.
- Frei, M. 2015. *Verkotettujen järjestelmien vikadiagnoosi*. 3. Laajennettu painos 2015. Helsinki: Autoalan koulutuskeskus.
- GrainSense. 2023a. *Flow analyser*. Saatavissa: <https://grainsense.com/products/grainsense-flow-analyzer-1>. Viitattu 17.6.2023
- GrainSense. 2023b. *GrainSense dashboard*. Saatavissa: <https://flowdashboard.grainsense.com/>. Viitattu: 28.10.2023
- Hankesuunnitelma. *DataSato. Datan ketterä hallinta työkoneista ja palveluista liiketoimintaan*. Kirjoittajan hallussa. Viitattu 13.6.2023
- Iivonen, S. 2021. *Keskustelu luomun ilmastovaikutuksista hämmentää*. Saatavissa: <https://luomuinstituutti.fi/keskustelu-luomun-ilmastovaikutuksista-hammentaa/?lang=fi>. Viitattu 11.8.2023.
- Laitala, H-M. 2023. *luonnonvara-alan toimialapäällikön haastattelu*. KPEDU Kannus 2.6.2023
- Leinonen, A. 2023. *Grainsensen COO:n haastattelu*. KPEDU Kannus 31.8.2023
- Linkolehto, R. 2020. *Isobus perusteet 2020, osa 1*. Saatavissa: https://www.maatalousautomaatio.fi/wp-content/uploads/2020/11/Isobus_Perusteet_1_AAF.pdf. Viitattu 19.6.2023.
- Luonnonvarakeskus. 2023. *Käytössä oleva maatalousmaa 2023 -tilasto*. Saatavissa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kaytossa-oleva-maatalousmaa/kaytossa-oleva-maatalousmaa-2023-enakko>. Viitattu 27.6.2023.
- Maaseutuverkosto 2023, DataSato-hankkeen *Julkinen hankekuvaus*, Saatavissa: <https://maaseutuverkosto.fi/hankkeet/datasato-datan-kettera-hallinta-tyokoneista-ja-palveluista-liiketoimintaan/>. Viitattu 13.6.2023
- Maaseutuyksikkö KaSeKa. 2023. *Alustavat peltotuet vuonna 2023*. Saatavissa: <https://www.ka-seka.fi/wp-content/uploads/2023/05/PELTOTuet-2023.pdf>. Viitattu: 17.9.2023

Orjala, J. 2023, *Opetusmaatilan tilanhoitajan haastattelu*. KPEDU Kannus 2.6.2023

Peltonen, S. 2019. *Ilmastoviisas maatilayritys*. Pro Agria Keskusten Liitto.

Proluomu. 2023. *Luomu Suomessa -tilastot*. Saatavissa: <https://proluomu.fi/material/luomu-suomessa/luomu-suomessa-tilastot/>. Viitattu 14.8.2023.

Ruokavirasto. 2023. Kasvinsuojelu luonnonmukaisessa viljelyssä. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/teemat/luomu/luomumaatilat/luomukasvit/Luomun-tuotantopanokset/kasvinsuojelu/>. Viitattu 8.8.2023.

Suomi, P., Kaustell, K., Pesonen, L., Koistinen, M., Backman, J. & Oksanen, T. 2021. Maataloustyökone 2025 digitaalisissa ekosysteemeissä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 43/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-229-2>. Viitattu 22.6.2023.

Tilasiemen. 2023. *Bredo*. Saatavissa: <https://www.tilasiemen.fi/fi/lajikkeet/ohran-siemen-monitahoinen/bredo>. Viitattu 14.8.2023.

Työtehoseura. 2023. *Maatalouskoneurakointi hintoja*. Saatavissa: <https://www.tts.fi/files/5810/Urakointihinnat-2022-valmis.pdf>. Viitattu 12.9.2023.

Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2023a. *Mallasohran viljelijän huoneentaulu*, 2011. Saatavissa: https://www.vyr.fi/document/9/78/ca83dc1/oppaat_2096ab0_mallasohrataulu_web.pdf. Viitattu 12.8.2023.

Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2023b. *Maailman markkinahinnat*. Saatavissa: https://www.vyr.fi/document/1/1160/2bd56d5/mmhinn_82f6b69_28032022_Vehnan_rehuohran_ja_maissin_markkina.png. Viitattu 9.9.2023.

Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2023c. *Kotimaan hinnat*. Saatavissa: <https://www.vyr.fi/fin/markkinatieto/kotimaan-hinnat/>. Viitattu 9.9.2023.