

UUDEN TEKNOLOGIAN HYÖDYT PELTOVILJELYSSÄ

TTS Työtehoseuran julkaisu 475

Janne Karttunen, Reetta Palva, Markku Lähti & Vihtori Hennola
TTS Työtehoseura



KEHITYKSEN KESKIÖSSÄ

100
Työtehoseura

JO VUODESTA 1924

UUDEN TEKNOLOGIAN HYÖDYT PELTOVILJELYSSÄ

Julkaisija: Työtehoseura ry
Kiljavantie 6, 05200 Rajamäki
www.tts.fi 09 2904 1200

TTS:n julkaisuja 475

ISBN: 978-951-788-491-4
ISSN: 2489-8341(verkkajulkaisu)
Nurmijärvi 2024

Sisällys

Tiivistelmä	4
Sammandrag	5
Summary	6
Alkusanat	7
1 TAUSTA JA TAVOITE	8
1.1 Uusi teknologia peltoviljelyssä	8
1.2 Tutkimuksen tavoitteet	8
2 AINEISTOT JA MENETELMÄT.....	9
2.1 Kirjallisuuskatsaus	9
2.2 Yrittäjä- ja asiantuntijahaastattelut	9
3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	10
3.1 Kirjallisuus.....	10
3.1.2 Yksittäiset tutkimusartikkelit	12
3.1.3 Kotimaiset yrittäjä-, urakoija- ja asiantuntijakyselyt.....	14
3.2 Haastattelut	15
3.2.1 Yrittäjähaastattelut	15
3.2.2 Asiantuntijatehtävissä toimivien haastattelut	24
4 YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	29
5 LÄHTEET	31
LIITTEET	

Tiivistelmä

Erilaiset peltoviljelyssä hyödynnettävät, digitaalisuuteen perustuvat teknologiat muodostivat tässä tutkimuksessa perustan uuden teknologian käsitteelle. Tutkimuksessa selvitettiin uuden teknologian avulla maataloilla saavutettuja taloudellisia, ympäristöön kohdistuvia ja ihmisten hyvinvointiin vaikuttavia hyötyjä peltoviljelyssä. Lisäksi tarkasteltiin uuden teknologian hankintaan, käyttöönottoon ja käyttöön liittyviä kokemuksia. Tutkimusaineisto kerättiin kirjallisuuskatsauksella sekä haastattele-malla kotimaisia maatalousyrittäjiä ja alan asiantuntijatehtävissä toimivia henkilöitä.

Ulkomaisen tutkimuskirjallisuuden mukaan uuden teknologian aktiiviset käyttäjät ovat muun muassa nuorempia, koulutetumpia, suuremmilta tiloilta, korkeampituloisia, käyttävät neuvontapalveluja tai täydennuskoulutusta, omaavat teknologista tietotaitoa tai ovat tottuneita tietokoneen käyttäjiä. Uuden teknologian käytön koetaan vähentävän stressiä, työn kuormittavuutta ja työmäärää sekä muita tuotantopanoksia ja ympäristöpäästöjen määrää sekä lisäävän sadon laatua ja siitä saatavia tuloja. Datan käsittelyn ja sen avulla tehtävän päätöksenteon odotetaan helpottuvan, mikä edistää niin sanotun älymaatalouden kehittymistä.

Aikaisempien kotimaisten yrittäjä-, urakoija- ja asiantuntijakyselyiden mukaan eritasoinen ajoautomaatiikka on myös Suomessa yleisintä uutta teknologiaa tiloilla. Muut paikkakohtaiset viljelytoimenpiteet ovat puolestaan vielä melko harvinaisia myös suurilla tiloilla ja urakoijilla, jotka yleisimmin käyttävät eri teknologioita. Tärkeimmät uudesta teknologiasta koetut hyödyt ovat positiivinen kehitys työn ja muiden tuotantopanosten käytössä, ympäristökuormituksen sekä sadon määrässä ja laadussa. Datan yhteensopivuus, omistajuus, tietosuoja ja käsittelyn automatisointi vaativat kyselyiden mukaan kehittämistä.

Tässä tutkimuksessa haastatellut yrittäjät kokevat saavansa uudesta teknologiasta useita erilaisia taloudellisia, ympäristöön kohdistuvia ja omaan hyvinvointiinsa liittyviä hyötyjä. Selkeintä hyötyä on saatu ajoautomaatiikasta, josta yrittäjillä on myös pisimmät kokemukset. Tietoa ja kokemuksia uudesta teknologiasta on tyypillisesti hankittu ensin vuokraamalla, koekäyttämällä tai toisten yrittäjien, kuten urakoijien, kautta. Uuden teknologian hankinta-, asennus- ja neuvontapalveluille on kasvavaa kysyntää. Dataa kertyy eri lähteistä ja sitä myös hyödynnetään, mutta datan yhteensopimattomuus aiheuttaa vaivaa.

Myös asiantuntija-haastatteluiden mukaan uudesta teknologiasta saadaan edellä lueteltuja hyötyjä, mutta hyödyn suuruudesta on toistaiseksi vain vähän mitattua tietoa saatavilla. Tätä selittänee se, että osa hyödyistä on myös vaikeasti mitattavia. Tulossa olevaan, periaatteessa jokaista viljelijää koskettavaan ja tuotannolle lisäarvoa tuottavaan kehittyneeseen datatalouteen voi liittyä digitaalinen kuilu. Se voidaan välttää tai ylittää joko itsenäisesti ajan tasalla pysyttelevän opetuksen ja neuvonnan tuella tai kasvavaa alan liiketoimintaa edustavien palveluntuottajien välityksellä.

Johtopäätös on, että uudesta teknologiasta yleensä ja erityisesti ajoautomaatiikasta voidaan saada useita taloudellisia, ympäristöön kohdistuvia ja ihmisen hyvinvointiin vaikuttavia hyötyjä. Tässä julkaisussa esitellyt hyödyt ulottuvat yksittäisen tilan taloudesta, peltojen viljelykunnosta ja peltotyötä tekevästä henkilöstä aina koko ruokajärjestelmän eduksi. Hyödyt ovat toistaiseksi enemmän perustellusti arvioitavissa kuin luotettavasti mitattavissa. Uuden teknologian tuottaman datan keruun ja käsittelyn helpottuminen luo perustaa kehittyvän datatalouden lisäksi hyötyjen mittaamiselle.

Todetut hyödyt vastaavat peltoviljelyn kestävyteen muualta ruokajärjestelmästä kohdistuviin kasvaviin vaatimuksiin. Uuden teknologian käyttöönottoa kannattaa tukea, jotta hyötyjä saadaan realisoitua. Datan avulla odotetaan saatavan tuotteille jatkossa lisäarvoa. Sijaa tulisi kuitenkin olla myös perinteisin menetelmin tuotetuille tuotteille. Uuteen teknologiaan ja sen tuottamaan dataan liittyvää puolueetonta tietoa kannattaa levittää toistuvasti eri kanavissa. Ajantasainen tutkimus ja tuotekehitys, koulutus ja neuvonta sekä uudet maksulliset palveluntuottajat erityisesti uuden teknologian hyödyntämiseen ja kehittyvään datatalouteen ovat tarpeen.

Sammandrag

Olika teknologier som används inom jordbruket och baseras på digitalisering utgjorde grunden för begreppet ny teknik i denna studie. Studien undersökte de ekonomiska, miljömässiga och välfärdsrelaterade fördelarna som uppnåtts genom ny teknik på gårdar. Dessutom granskades erfarenheterna av att skaffa, implementera och använda ny teknik. Studiematerialet samlades in genom en litteraturoversikt samt genom intervjuer med erfarna inhemska jordbrukare och jordbruksexperter.

Enligt utländsk forskningslitteratur är aktiva användare av ny teknik bland annat yngre, mer utbildade, kommer från större gårdar, har högre inkomster, använder rådgivningstjänster eller vidareutbildning, har teknisk kunskap eller är vana datoranvändare. Enligt entreprenörer minskar användningen av ny teknik stress, arbetsbelastning och arbetsmängd samt andra produktionskostnader och miljöutsläpp, samtidigt som den ökar skördens kvalitet och intäkterna från den. Förväntningarna är att datahantering och beslutsfattande med hjälp av data kommer att underlättas, vilket främjar utvecklingen av så kallad smart jordbruk.

Enligt tidigare inhemska entreprenör-, entreprenör- och expertundersökningar är olika nivåer av autonomi vanligast i ny teknik på gårdar även i Finland. Andra lokala åtgärder för odling är däremot fortfarande ganska ovanliga även på stora gårdar och för entreprenörer som vanligtvis använder olika tekniker. De viktigaste upplevda fördelarna med ny teknik är positiv utveckling av arbete och andra produktionsinsatser, miljöpåverkan samt skördens mängd och kvalitet. Enligt enkäterna behöver kompatibilitet, äganderätt, dataskydd och automatisering av datahantering utvecklas.

De intervjuade entreprenörerna i denna studie upplever att de får olika ekonomiska, miljömässiga och personliga fördelar av ny teknik. Den tydligaste fördelen har uppnåtts genom autonomi, som entreprenörerna också har längst erfarenhet av. Information och erfarenhet av ny teknik erhålls vanligtvis först genom att hyra, prova eller genom andra entreprenörer, som entreprenörer. Efterfrågan på inköp, installation och rådgivningstjänster för ny teknik ökar. Data samlas från olika källor och används också, men oförenlighet med data är ett problem.

Enligt jordbruksexperterna ger ny teknik också de ovan nämnda fördelarna, men det finns för närvarande lite mätbar information om hur stor fördelen är. Detta kan förklaras av att vissa fördelar också är svåra att mäta. Den kommande utvecklingen av en sofistikerad dataekonomi, som kommer att beröra varje jordbrukare och ge mervärde för produktionen, kan vara förknippad med en digital klyfta. Det kan undvikas eller övervinnas antingen genom självständig uppdaterad utbildning och rådgivning eller genom tjänsteleverantörer som representerar en växande affärsverksamhet inom branschen.

Slutsatsen är att ny teknik generellt sett och särskilt autonomi kan ge flera ekonomiska, miljömässiga och välfärdsrelaterade fördelar. Fördelarna som presenteras i denna publikation sträcker sig från en enskild gårds ekonomi, tillståndet för odlingar och den personal som arbetar på fälten till fördel för hela livsmedelssystemet. Fördelarna är för närvarande mer rimligt bedömda än tillförlitligt mätbara. Förenklingen av datainsamling och -behandling som ny teknik medför skapar en grund för att mäta fördelarna av en utvecklande dataekonomi.

De bevisade fördelarna motsvarar hållbarheten för fältodlingar med hänsyn till de ökande kraven från andra delar av livsmedelssystemet. Det är värt att stödja införandet av ny teknologi för att realisera dessa fördelar. Med hjälp av data förväntas produkterna få ett mervärde. Det bör dock finnas utrymme även för produkter som produceras med traditionella metoder.

Det är lämpligt att sprida opartisk information om ny teknik och den data den genererar upprepade gånger via olika kanaler. Aktuell forskning och produktutveckling, utbildning och rådgivning samt nya betalda tjänsteleverantörer särskilt för att utnyttja ny teknik och den utvecklande dataekonomin är nödvändiga.

Översättning: ChatGPT

Summary

The various digital technologies utilized in crop farming formed the basis for the concept of new technology in this study. The study investigated the economic, environmental, and human well-being benefits achieved on farms using new technology in crop farming. Additionally, it examined experiences related to the acquisition, implementation, and utilization of new technology. The research data was collected through a literature review and by interviewing experienced farmers and farm experts.

According to foreign research literature, active users of new technology are typically younger, more educated, operate larger farms, have higher incomes, use advisory services or continuing education, possess technological expertise, or are accustomed to using computers. Farmers' experiences indicate that the use of new technology reduces stress, labor and other input costs, as well as environmental emissions, while increasing crop quality and revenue. It is expected that data processing and decision-making facilitated by new technology will advance the development of so-called smart farming.

According to previous domestic surveys of farmers, contractors, and experts, various levels of autonomous driving technology are also common on Finnish farms. Other site-specific cultivation practices are still relatively rare, even on large farms and among contractors, who most commonly use new technologies. The main perceived benefits of new technology include positive developments in labor and other input use, environmental impact, and crop quantity and quality. According to surveys, data compatibility, ownership, data protection, and automation of processing require further development.

Farmers interviewed in this study perceive various economic, environmental, and well-being benefits from new technology. The clearest benefit has been derived from autonomous driving technology, which farmers also have the most experience with. Information and experience with new technology are typically acquired first through renting, farm tests, or from other farmers, such as contractors. There is a growing demand for procurement, installation, and advisory services related to new technology. Data is collected from various sources and utilized, but data incompatibility causes inconvenience.

According to farm expert interviews, similar benefits are obtained from new technology, but there is currently limited measured data available regarding the magnitude of these benefits. This may be explained by the fact that some benefits are also difficult to measure. The forthcoming advanced data economy, which affects every farmer and adds value to production, may involve a digital divide. This can be avoided or overcome either independently with up-to-date education and advisory support or through service providers representing growing business in the sector.

The conclusion is that new technology in general and especially autonomous driving technology, can bring multiple economic, environmental, and human well-being benefits. The benefits presented in this publication extend from individual farm economics, the condition of cultivated fields, and the personnel engaged in fieldwork to the benefit of the entire food system. The benefits are currently more justifiably estimable than reliably measurable. The ease of data collection and processing facilitated by new technology lays the groundwork not only for the evolving data economy but also for measuring benefits.

The obtained benefits correspond to the sustainability of crop farming in response to increasing demands from elsewhere in the food system. It is worth supporting the adoption of new technology to realize these benefits. It is expected that data will add value to products. However, there should also be room for products produced using traditional methods.

Unbiased information regarding new technology and the data it produces should be disseminated repeatedly through various channels. Up-to-date research and product development, education and advisory services, and new fee-based service providers, especially for utilizing new technology and the evolving data economy, are necessary.

Translation: ChatGPT and Janne Karttunen

Alkusanat

Tietoa uusien teknologioiden vaikutusten arviointiin peltoviljelyssä (Teknohyöty) -tutkimus toteutettiin Maatalouskoneiden tutkimussäätiön apurahan turvin TTS Työtehoseurassa vuosina 2022–2023. Tämä julkaisu on tutkimuksen sähköinen loppuraportti.

Tutkimuksen aikana ilmeni, että alaan liittyvä terminologia on edelleen jossain määrin vakiintumaton sekä Suomessa että muualla. Tässä julkaisussa teknologia-termi kattaa – yleiskieleen vakiintunutta tapaa soveltaen – fyysiset laitteet, digitaaliset järjestelmät, niiden tuottaman datan sekä kaikkien edellä mainittujen soveltamisen käytäntöön.

Uskomme, että näistä tuloksista on hyötyä maatalousyrittäjien lisäksi myös alan sidosryhmille ja asiantuntijatehtävissä työskenteleville. Peltoviljelyssä käytettävä teknologia jatkaa kehittymistään, ja aiheesta tarvitaan lisää ajantasaista tutkimusta. Tähän on jo tartuttu useissa parhaillaan käynnissä olevissa hankkeissa.

Kiitämme tähän tutkimukseen arvokkaita kokemuksiaan ja näkemyksiään antaneita edelläkävijäyrittäjiä ja muita alan asiantuntijoita. Maatalouskoneiden tutkimussäätiötä kiitämme tutkimuksen rahoituksesta.

Nurmijärvellä 31.3.2024

Janne Karttunen, Reetta Palva, Markku Lätti ja Vihtori Hennola
TTS Työtehoseura

1 TAUSTA JA TAVOITE

1.1 Uusi teknologia peltoviljelyssä

Määritelmää ”uudelle teknologialle” peltoviljelyssä voidaan hakea eurooppalaisen konevalmistajien kattojärjestön CEMA:n (2017) viisiportaisesta luokituksesta (Liite 1). Maatalous 3.0 -asteelle keskeistä on niin sanottu täsmäviljely, jossa viljelytoimenpiteet tehdään ja tuotantopanokset sijoitetaan teknologian avulla paikkakohtaisesti peltolohkon mitatun sisäisen vaihtelun edellyttämällä tavalla.

Maatalous 4.0 vie täsmäviljelyn seuraavalle tasolle, jossa puhutaan älymaataloudesta. Pesosen ym. (2023) määritelmän mukaan ”älymaatalous hyödyntää digitaalisia järjestelmiä ja työkaluja maatalan johtamiseksi ja sen operaatioiden suorittamiseksi dataan ja tietoon perustuen”.

Täsmäviljelyssä hyödynnetään satelliittipaikannusta ja paikkatietojärjestelmiä, ajoautomaatiikkaa, määräänsäätöautomaatiikkaa, satelliitti- ja droonikuvia ja monenlaista mittausteknologiaa. Esimerkiksi kasvuston reaaliaikainen mittaus lähiantureilla sekä sadonmittaus korjuukoneissa kuuluvat täsmäviljelyyn. Edellä luetellut laitteet ja järjestelmät – mukaan lukien niiden tuottama data – ovat keskeisiä esimerkkejä uudesta, digitaalisesta teknologiasta peltoviljelyssä.

Yrittäjäkyselyn (Karttunen 2019a) perusteella 5–10 prosenttia maamme maataloista harjoittaa – ainakin paikkakohtaisen lannoituksen tai kasvinsuojelun osalta – täsmäviljelyä joko omilla, yhteisillä tai urakoijan koneilla. Nämä tilat ovat tyypillisesti peltoalaltaan keskikokoista suurempia, joten täsmäviljelyä toteutetaan suhteellisesti edellistä suuremmalla osalla maamme peltoalasta.

Suurin osa maataloistamme on kuitenkin Maatalous 2.0 -asteella. Lannoitteita, siemeniä ja kasvinsuojeluaineita levitetään lähtökohtaisesti sama annos kasvulohkon joka neliömetrille. Määriä säädetään tarvittaessa käsisäätöisesti, jolloin se on käytännössä mahdollista vain rajoitetusti. Paikkakohtaisia viljelytoimenpiteitä toteutetaan omiin kokemuksiin ja havaintoihin perustuen.

Medianäkyvyydestä huolimatta uuden teknologian käyttö on yleistynyt varsin hitaasti maamme peltoviljelyssä. Yllä kuvatusta uudesta teknologiasta kiinnostuneita on kuitenkin runsaasti enemmän kuin sitä käyttäviä (Karttunen 2019a). Uusi teknologia voi yleistyä esimerkiksi edelläkävijäyrittäjien kokeilujen ja kokemusten levittämisen kautta.

Yrittäjien on haastavaa hahmottaa uusien teknologioiden konkreettisia hyötyjä omalle toiminnalle, koska hyödyistä ja kustannustehokkaista etenemispoluista ei ole tarpeeksi tietoa tai niitä ei ole vielä osoitettu selkeästi. Tämä hidastaa uuden teknologian yleistymistä investointikustannusten ja maamme maatalojen keskimäärin varsin vanhan konekannan lisäksi. (Karttunen 2018, Karttunen 2019b.)

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää uuden teknologian avulla maataloilla saavutettuja taloudellisia, ympäristöön kohdistuvia ja ihmisten hyvinvointiin vaikuttavia hyötyjä peltoviljelyssä. Lisäksi tuli tarkastella uuden teknologian hankintaan, käyttöönottoon ja käyttöön liittyviä kokemuksia.

Tutkimuksessa tuotettavan tiedon avulla maataloilla voidaan arvioida uusien teknologioiden soveltuvuutta ja vaikutuksia oman tilan strategiaan tavoitteisiin ja käytännön toimintaan. Tietoa uusien teknologioiden mahdollisuuksista ja hyödyistä tarvitaan etenkin muutostilanteissa, kuten sukupolvenvaihdoksissa, tuotannon laajentamisessa tai tuotantosuuntaa koskevissa muutoksissa.

2 AINEISTOT JA MENETELMÄT

Tutkimuksen aineisto kerättiin kirjallisuuskatsauksella sekä haastattelemalla maatalousyrittäjiä ja alan asiantuntijatehtävissä toimivia.

2.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksessa kerättiin tutkimustietoa uuden teknologian käyttöönotosta ja hyödyntämisestä peltoviljelyssä. Tavoitteena oli selvittää, mitkä asiat ovat vaikuttaneet käyttöönottoon ja millaisia mitattuja tai koettuja hyötyjä siitä on saatu.

Vertaisarvioituja englanninkielisiä katsausartikkeleita (review) ja yksittäisiä tutkimusartikkeleita etsittiin Google Scholar -hakukoneella. Katsausartikkeleissa kootaan yhteen tyypillisesti useiden kymmenien aikaisempien tutkimusten tulokset, jolloin ne tarjoavat hyvän läpileikkauksen aiheesta.

Kirjallisuushaussa käytettiin muun muassa seuraavia englanninkielisiä termejä eri variaatioineen ja lyhenteineen: precision agricultural technologies (PATs), smart farming technologies (SFTs), machine guidance system, variable rate application technology (VRT), variable rate (VR) nitrogen/pesticide application, data, benefits, incentives, pros and cons, costs ja effects.

Katsauksessa hyödynnettiin tuloksia myös kotimaisista yrittäjä-, urakoitsija- ja asiantuntijakyselyistä.

2.2 Yrittäjä- ja asiantuntijahaastattelut

Kokemuksia uuden teknologian käyttöönotosta ja hyödyntämisestä selvitettiin haastattelemalla viittä kokenutta maatalousyrittäjää, joista osa toimi myös urakoijana ja/tai tarjosi alan neuvontapalveluja. Yrittäjät olivat tutkimusryhmälle entuudestaan tuttuja.

Haastateltaville lähetettiin etukäteen lista 20 eri laitteesta ja niitä koskevista 17 kysymyksestä (Liite 2). Haastattelussa selvitettiin muun muassa:

- Millaista teknologiaa tilalla on käytössä ja milloin se on hankittu?
- Mitä asiat vaikuttivat teknologian käyttöönottoon?
- Miten käyttöönotto suunniteltiin ja miten edettiin käytännössä (etenemispolut)?
- Mistä tarvittava tieto ja osaaminen sekä muut resurssit (aika, raha) hankittiin?
- Millaisia hyötyjä on saatu ja mikä on niiden merkittävyysjärjestys?
- Onko laskettu takaisinmaksuaikaa tai tehty muita konkreettisia laskelmia?
- Millaisia haasteita on koettu ja miten niitä on saatu ratkaistua?

Yrittäjien lisäksi haastateltiin kolme entuudestaan tuttua alan asiantuntijatehtävissä toimivaa henkilöä. Haastateltaville lähetettiin 10 uuteen teknologiaan liittyvää kysymystä etukäteen (Liite 2). Haastatteluissa selvitettiin muun muassa:

- Mistä teknologioista haastateltavalla on eniten kokemusta/tutkimustietoa?
- Millaisia hyötyjä siitä on mitattu/muulla tavoin todettu?
- Arvio eri teknologioiden yleisyydestä ja yleistymisestä sekä kypsyyssasteesta.
- Miten maatalousyrittäjän kannattaisi edetä teknologioiden käyttöönotossa?
- Mikä edistää teknologioiden käyttöönottoa/yleistymistä?
- Mitä eri osapuolet voisivat tehdä teknologioiden käyttöönoton edistämiseksi?
- Onko digitaalisen datan tuottaminen tulevaisuudessa välttämätöntä viljelijöille?

3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Tässä luvussa tarkastellaan kirjallisuuskatsauksen sekä yrittäjä- ja asiantuntijahaastatteluiden tuloksia.

3.1 Kirjallisuus

3.1.1 Vertaisarvioidut katsausartikkelit

Uuden teknologian käyttöönotto

Yatribin (2020) tutkimuskatsauksessa kartoitettiin täsmäviljelyn – käytännössä siihen liittyvän uuden teknologian – käyttöönottoon vaikuttavia seikkoja. Lopulliseen tarkasteluun päätyi 41 englanninkielistä artikkelia 24 eri maasta peräti kuudesta eri maanosasta. Eniten tutkimuksia oli Yhdysvalloista (7 kpl), Uudesta Seelannista (4), Isosta Britanniasta (3) ja Saksasta (3).

Tutkimuksista löydettiin yhteensä 21 seikkaa, jotka vaikuttivat uuden teknologian käyttöönoton aktiivisuuteen. Nämä seikat oli jaettavissa neljään luokkaan: yrittäjän henkilökohtaisiin ominaisuuksiin (10 kpl), tilaan (4), hallintoon (4) ja teknologiaan (3) liittyvät seikat. Seikkoja on tarkasteltu yleensä yksittäin tai korkeintaan muutamia kerrallaan, jolloin ne eivät ole vakioituja toistensa suhteen.

Katsauksen mukaan uuden teknologian aktiiviset käyttöönottajat ovat muun muassa:

- nuorempia, koulutetumpia, sekä miehiä että naisia (ei selvää eroa sukupuolten välillä),
- joilla on suuremmat tilat, suuremmat tulot maataloudesta, maatalouden ulkopuolisia ansiotuloja, tai mahdollisuus saada lainaa tai hallinnollista tukea tai verohyötyä teknologisiin investointeihin,
- jotka käyttävät neuvontapalveluita tai ”täydennyskouluttautuvat”,
- joilla on aikaisempia hyviä kokemuksia uudesta teknologiasta (mm. sen käytettävyys, yhteensopivuus, datan laatu),
- jotka ovat valmiita kokeilemaan ja ottamaan riskejä,
- joilla on teknologista tietotaitoa,
- jotka ovat tottuneita tietokoneen käyttäjiä tai
- joilla on pulaa palkkatyövoimasta tai palkkatyövoima on kallista.

Myös Nowakin (2021) ja Malokun (2020) tutkimuskatsauksissa tarkasteltiin täsmäviljelyyn liittyvän uuden teknologian käyttöönottoon vaikuttavia seikkoja. Nowakin tarkastelussa oli mukana yhteensä 17 tutkimusta ”kehittyneistä maista” eli tässä tapauksessa muun muassa USA:sta, Kanadasta, Australiasta, Isosta Britanniasta ja Saksasta. Malokun tarkastelussa oli mukana tutkimusartikkelien lisäksi alan ammattikirjoja, tilastoraportteja ja kongressipapereita lähinnä Pohjois-Amerikasta ja EU:sta.

Katsausten mukaan uuden teknologian käyttö on yleisempää Pohjois-Amerikassa (USA ja Kanada) kuin Euroopassa, minkä arvioidaan johtuvan muun muassa ensin mainitun keskimäärin suuremmasta tilakoosta. Malokun (2020) mukaan USA:n eri osavaltiot poikkeavat kovasti toisistaan uuden teknologian käyttöönotossa. Yleisintä se on eteläisissä osavaltioissa. Iso-Britannia, Ranska ja Saksa ovat puolestaan Euroopassa esimerkiksi Belgiaa, Hollantia, Unkaria, Tanskaa ja Ruotsia edellä uuden teknologian käytössä.

Nowakin tulosten mukaan uuden teknologian käyttöönotossa pätevät seuraavat päälinjat:

- Ensimmäiseksi hankitaan ja yleisimmin käytetään erilaista satelliittipaikannukseen perustuvaa ajoautomaatiikkaa ja satokartoituslaitteita (70–80 % tutkimuksien kohdetiloista vuonna 2016).
- Seuraavaksi hankitaan lohkoautomaatiikkaa (60 %).
- Hitaammin yleistyvät paikkakohtainen määränsäätö lannoituksessa (runsaat 30 %) ja maaperän eri ominaisuuksia mittaavat anturit (runsaat 30 %)
- Paikkakohtainen määränsäätö kylvössä (noin 20 %) yleistyy hitaimmin.

Novakin mukaan teknologioiden yleistyminen näyttää noudattavan klassista teoriaa innovaatioiden yleistymisestä. Teknologian yleistyminen vauhdittuu, kun se ylittää ”kriittisen pisteen” 10–20 prosentin käyttöasteessa. Näin ollen myös maaperäanturit ja paikkakohtainen määränsäätö ovat jo ylittäneet ”kehittyneissä maissa” kriittisen pisteen. Maiden välillä on kuitenkin suuria eroja eri teknologioiden käyttöasteissa.

Edelleen, teknologian yksinkertaisuus/monimutkaisuus sekä lisätiedon ja -kouluttautumisen tarve mukaan lukien datan käsittely vaikuttavat sen käyttöönottoon. Novak pohtii myös, että tuotannon tehostaminen ei välttämättä ole tärkein ajuri täsmäviljelyteknologioiden käyttöönotossa, vaan ensisijaisesti haetaan työolojen ja oman elämänlaadun paranemista ja vasta toissijaisesti haetaan tuotannon määrän ja laadun paranemista.

Uuden teknologian hyödyt

Balafoutisin ym. (2020) tutkimuksessa kartoitettiin ja arvioitiin tutkimuskäytössä tai kaupallisessa käytössä olevia ”älykkäitä viljelyteknologioita” useista eri näkökulmista. Teknologioiden tuli liittyä pelto- tai puutarhatuotantoon.

Tutkimusaineisto kerättiin kirjallisuuskatsauksella, jossa tarkasteltiin englanninkielisiä vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita, EU-tutkimushankkeiden raportteja sekä kaupallisten tuotteiden ja palveluiden materiaaleja. Tulokset koskevat yhteensä 1064:ää erilaista uutta teknologiaa, joista 531 esiteltiin tieteellisissä artikkelissa, 94 tutkimushankkeissa ja 439 kaupallisissa eli tavallisilla tiloilla käytössä olevissa tuotteissa. Huomattakoon, että vain muutamat tieteellisissä artikkeleissa ja noin viidennes tutkimushankkeissa esitellyistä teknologioista oli kaupallisia.

Seuraavassa tarkastellaan tutkimuksen tuloksia uusien teknologioiden vaikutuksista yhteensä 26 eri muuttujaan verrattuna perinteisiin viljelymenetelmiin. Muuttujista seitsemän liittyi tilan talouteen, neljätoista ympäristöön ja viisi työhön.

Uusien teknologioiden vaikutukset tilan talouteen, ympäristöön ja työhön vaihtelivat sen mukaan, mistä lähteistä tiedot olivat peräisin. Tieteellisissä artikkeleissa ei tuotu kovin vahvasti esille teknologioiden vaikutuksia, vaan niissä keskityttiin enemmän teknologioiden toiminnallisuuteen ja tulosten luotettavuuteen. Tutkimushankkeissa esiteltyjen teknologioiden (positiiviset) vaikutukset olivat selkeimpiä. Kaupallisissa teknologioissa tuotiin esille voittopuoleisesti positiivisten vaikutusten lisäksi myös joitakin negatiivisia vaikutuksia, minkä kirjoittajat arvelevat kuitenkin lisäävän luottamusta teknologiaa kohtaan.

Uusi teknologia vaikutti 26 eri muuttujaan pääsääntöisesti toivottuun suuntaan siten, että viisi muuttujaa kasvoi tai lisääntyi ja 21 vähentyi tai pieneni.

Tarkastellut teknologiat pääsääntöisesti lisäsivät:

- Työn tuottavuutta, tuotteiden laatua ja maatalon tuloja. Näissä talousmuuttujissa lisäys oli erityisen selvää.
- Maaperän biodiversiteettiä eli monimuotoisuutta ja yleistä biodiversiteettiä.

Väheneviä tai pienentyviä muuttujia olivat vastaavasti:

- Tuotantopanokulut, energian käyttö sekä satohävikki vähenivät.
- Ympäristövaikutukset vähenivät, kun lannoitteiden, kasvinsuojeluaineiden ja kasteluveden tarve väheni. Vaikutukset olivat kohtaisen suuria.
- Lisäksi vähenivät kaasumaiset päästöt: metaani (CH₄), hiilidioksidi (CO₂), dityppioksidi (N₂O), ammoniakki (NH₃) ja niistä aiheutuvat ympäristövaikutukset. Vaikutukset olivat pienempiä kuin edellisten.
- Rikkakasvi-, tuholaisten- ja tautipaine vähenivät, mikä osaltaan vähensi kasvinsuojeluaineiden käyttöä.
- Vähentyneen käytön myötä vähenivät myös kasvinsuojeluaineiden jäämät tuotteissa.
- Työhön liittyvät seikat: työmäärä, viljelijän stressi, raskas ruumiillinen työ, työtapaturmat. Työmäärän ja viljelijän stressin kohdalla väheneminen oli erityisen selvää.

Da Silveiran ym. (2021) kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin Maatalous 4.0:aan eli niin sanottuun älymaatalouteen (ks. Liite 1) liittyen muun muassa sen hyötyjä. Lopullinen tarkastelu kattoi yhteensä 50 tutkimusartikkelia. Katsauksessa tuotiin esille uuden teknologian mahdollistama kehitys muun muassa seuraavissa seikoissa, jotka ovat omiaan edistämään Maatalous 4.0:n kehittymistä:

- työkoneiden käytön hallinta paranee,
- työn tuottavuus kasvaa ja liikevaihto kasvaa,
- tuotantopanokustannukset laskevat,
- tietoisuus maaperän ja viljelykasvien kunnosta paranee,
- kasvitautien ja -tuholaisten tunnistaminen paranee,
- sadonkorjuun ajankohdan määrittäminen helpottuu,
- tuotteiden laatu ja jäljitettävyys paranee,
- datan varastointi, käsittely ja päätöksenteko helpottuu sekä
- tuotannon imago kuluttajien suuntaan paranee.

3.1.2 Yksittäiset tutkimusartikkelit

Uuden teknologian käyttöönotto

Barnesin ym. (2019a) tutkimuksessa selvitettiin täsmäviljelyteknologian käyttöön yhteydessä olevia tekijöitä. Viidessä Euroopan maassa (Iso-Britannia, Saksa, Alankomaat, Belgia ja Kreikka) vuosina 2016 ja 2017 toteutettuihin haastattelututkimuksiin osallistui yhteensä 971 kasvitilan omistajaa tai johtajaa.

Vastaajilta kysyttiin, käyttivätkö he yhtä tai useampaa kahdeksasta luetellusta täsmäviljelyteknologiasta perusteluineen. Teknologiat jaettiin kolmeen ”kynnysteknologiaan” ja viiteen kynnys-

teknologian olemassaoloa edellyttävään ”soveltavaan teknologiaan”. Kynnysteknologioita olivat satelliittipaikannukseen perustuva tarkka (± 2 cm) tai epätarkka (± 40 cm) automaattiohjaus ja kiinteiden ajourien käyttö. Soveltavia teknologioita olivat täsmälannoitus, -kastelu, -kasvinsuojelu, -kylvö/-istutus ja -kitkentä.

Vastaajat ryhmiteltiin teknologian käytön suhteen aktiivisiin käyttäjiin, jotka käyttivät luetelluista kahdeksasta teknologiasta vähintään kolmea ($n=161$), vähäisiin käyttäjiin, jotka käyttivät niistä yhtä tai kahta ($n=428$) ja ei-käyttäjiin, jotka eivät käyttäneet mitään mainituista ($n=382$). Ei-käyttäjät ryhmiteltiin edelleen alaryhmiin sen mukaan, missä määrin he aikoivat siirtyä käyttämään teknologiaa tulevaisuudessa.

Tulosten mukaan käyttäjät (aktiiviset ja vähäiset käyttäjät yhdessä) ovat useammin nuorempia (alle 65-vuotiaita) kuin ei-käyttäjät. Neuvontapalveluita hyödyntävät käyttäjät tarttuvat uusiin teknologioihin hanakammin kuin käyttäjät, jotka eivät hyödyntäneet neuvontapalveluita. Ei-käyttäjät puolestaan uskovat enemmän tietoihinsa ja kykyihinsä hyödyntää peltojensa vaihtelevia viljelyominaisuuksia ilman teknologian apua kuin käyttäjät.

Ne ei-käyttäjät, jotka aikovat ottaa teknologiaa käyttöön tulevaisuudessa, ovat myönteisempiä erilaisille kannustimille kuin nykyiset käyttäjät. Kannustimet liittyivät teknologian hankintatukiin, lisääntyviin yhteiskunnallisiin vaatimuksiin ”täsmäviljelystä” ja eri tahoilta saatavaan käyttäjäkoulutukseen. Ei-käyttäjät, jotka eivät aio siirtyä käyttämään teknologiaa myöskään tulevaisuudessa, ajattelevat tyypillisesti, että heidän tilusrakenteensa ja tilakokonsa sekä taloustilanteensa ei mahdollista teknologian hankintaa. Lisäksi heillä on epäilyjä investoinnin kannattavuudesta ja takaisinmaksuajasta.

Kirjoittajat suosittelivat taloudellisia ja muita kannustimia teknologian käytön kasvattamiseksi. Heidän mukaansa on tärkeää lisätä ei-käyttäjien mahdollisuuksia päästä hyötymään teknologiasta. Ei-käyttäjiä voitaisiin saada tarttumaan teknologiaan teknisen tuen tai koulutuksen avulla, koska niihin suhtaudutaan yleisesti positiivisesti. Nykyisiä käyttäjiä voitaisiin saada tarttumaan heille uusiin teknologioihin tuotannon ympäristökuormituksen pienentämiseen liittyvillä hallinnollisilla kannustimilla.

Barnesin ym. (2019b) toisessa tutkimuksessa selvitettiin puolestaan traktorin automaattiohjauksen ja täsmälannoituksen käyttöön yhteydessä olevia tekijöitä ja kannustimia. Tutkimuksessa hyödynnettiin samaa aineistoa kuin edellä käsitellyssä Barnesin ym. (2019a) artikkelissa.

Vastaajat ryhmiteltiin edellä mainitun teknologian käytön suhteen kolmeen ryhmään: automaattiohjausta ja täsmälannoitusta käyttäviin ($n=219$), vain automaattiohjausta käyttäviin ($n=324$) ja niihin, jotka eivät käyttäneet kumpaakaan teknologiaa ($n=428$). Merkille pantavaa on, että automaattiohjaus-termi (tutkimuksessa ”machine guidance”) kattoi teknologiat traktorin ajo-opastimesta ja ajoavustimesta oikeaan automaattiohjaukseen.

Tulosten mukaan teknologiaa käyttävillä on ei-käyttäjiin verrattuna peltoalaltaan suuremmat tilat ja suurempi tulotaso ja he ovat nuorempia. Tulosta tarkennetaan vielä siten, että kynnys siirtyä ei-käyttäjistä automaattiohjausta käyttäväksi on korkeampi kuin kynnys siirtyä automaattiohjausta käyttävästä sen lisäksi täsmälannoitusta käyttäväksi.

Vastaajille lueteltiin 11 teknologian käyttöönottoon mahdollisesti vaikuttavaa kannustinta ja pyydettiin laittamaan ne kohdaltaan tärkeysjärjestykseen. Kannustimien laskeva tärkeysjärjestys (noin 75–45 % kannatuksella) oli seuraava:

- teknologian hankintatuet,
- luottamus siitä, että teknologia alentaa tuotantokustannuksia,
- hankinnan verohelpotukset,
- luottamus siitä, että teknologia parantaa satoa,
- tuet maaperäkartoitukseen,

- maaperäkartoitukseen liittyvän teknologian kehittyminen,
- 10 % hinnan lasku teknologian hinnassa,
- teknistä tukea myyjiltä,
- lisää tukea yrittäjän ja perheenjäsenten kouluttamiseen,
- tiukat lait kasvinsuojeluaineiden ja typpilannoituksen käyttöön sekä
- lisää tukea henkilökunnan koulutukseen.

Kirjoittajat pohtivat, päätyvätkö jotkut hankkimaan lisää uutta teknologiaa tilalleen ilman riittävää näyttöä jo aiemmin hankitun teknologian hyödyistä, koska ei haluta ajatella, että aiemmat investoinnit saattaisivat olla perusteettomia. Kirjoittajat suosittelevat teknologian esittelyä tutkijoiden toimesta ja esimerkiksi konenäyttelyissä, mikä voi auttaa investointeihin liittyvässä päätöksenteossa. Teknologiasta tarvitaan lisää yksityiskohtaista tutkimustietoa.

3.1.3 Kotimaiset yrittäjä-, urakoija- ja asiantuntijakyselyt

Karttusen (2019a, 2018) tutkimuksessa selvitettiin maamme maataloilla peltokasvituotannossa käytettyä automaatiotekniikkaa ja muun avustavan tekniikan yleisyyttä. Tutkimuksessa toteutettiin sähköinen kysely, johon vastasi yhteensä 611 yrittäjää.

Kyselyvastausten mukaan hieman alle joka kymmenes suomalainen maatila käytti (vuonna 2017) peltoviljelyssään automaatiotekniikkaa tai muuta avustavaa tekniikkaa ”runsaasti” eli 5–8/13 luetellusta järjestelmästä. Noin 40 prosenttia tiloista ei käyttänyt järjestelmistä yhtäkään, ja noin puolet tiloista sijoittui edellisten väliin käyttäessään 1–4 eri järjestelmää.

Järjestelmien käyttö, kiinnostus niitä järjestelmiä kohtaan, joita ei kyselyhetkellä käyttänyt, ja aikomus jatkaa tilalla tuotantoa pitkään (yli 10 vuotta) oli suhteellisesti yleisempää peltoalaltaan keskikokoista suuremmilla tiloilla kuin korkeintaan keskikokoisilla tiloilla. Keskikokoista suurempien tilojen konekanta oli myös keskimääräistä uudempi, monipuolisempi ja tehokkaampi. Esimerkiksi uuden traktorin hankintaa perusteltiin muun muassa sen käytöllä urakoinnissa tai tilayhteistyössä sekä tilakoon kasvulla ja muun konekannan kehittymisellä.

Yleisimpiä käytettyjä järjestelmiä olivat ajo-opastin tai ajoavustin/automaattiohjaus (26 % vastaajista), osalla (15 %) myös päisteautomaatiikka, sekä peruutus-/työkonekamera (27 %). Myös puintitappiomittarit olivat melko yleisiä (23 %). Paikkakohtainen ruiskutus ja lannoitus olivat puolestaan vielä harvinaisia (4 % ja 2 %), mutta monet (> 40 %) olivat kiinnostuneita niistä.

Palvan (2021) tutkimuksessa selvitettiin maatalousyrittäjien tekemän koneurakoinnin toteutuneiden veloitushintojen lisäksi uusien teknologioiden yleisyyttä urakoinnissa ja kokemuksia niiden hyödyistä. Tutkimuksessa toteutettiin sähköinen kysely, johon vastasi 413 urakoijaa.

Kyselyvastausten mukaan yleisimpiä (37 % vastaajista) urakoijien käyttämiä uusia teknologioita olivat ajo-opastin tai ajoavustin/automaattiohjaus. Työkonekamerat olivat myös varsin yleisiä (25 %). Määränsäätöautomaatiikkaa oli käytössä lannoitteen ja lietteen levityksessä, kylvölannoituksessa ja kasvinsuojeluruiskutuksissa. Työkoneen määränsäätöautomaatiikkaa ei kuitenkaan välttämättä käytetä paikkakohtaiseen säätöön, sillä sitä hyödynnetään myös vakiomäärän ylläpitämiseen ajonopeuden vaihdellessa.

Suurimmat uudesta teknologiasta koetut hyödyt olivat työn tehostuminen ja työn laadun/tarkkuuden paraneminen. Stressin koettiin vähenevän ja työssä jaksamisen paranevan. Myös kustannussäästöt tuotiin esille. Työtä voitiin hinnoitella korkeammalle tarkentuneen työtuloksen perusteella.

Karttusen (2019b) tutkimuksessa selvitettiin automaatiotekniikan nykytilaa ja tulevaisuudennäkymiä maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannossa. Tutkimuksessa toteutettiin sähköinen kysely, johon vastanneet henkilöt (n=22) edustivat maatalousalan tutkimusta ja opetusta, asiantuntijapalveluita sekä maatalouskoneteollisuutta ja -kauppaa. Puolet asiantuntijoista edusti peltokasvituotantoa ja puolet edusti kotieläintuotantoa.

Peltokasvituotannon ja kotieläintuotannon asiantuntijoiden vastausten päälinjat eivät eronneet toisistaan. Vastaajien mukaan automaatiotekniikan avulla kyetään kehittämään maataloustuotannon sato- ja tuotostasoa, työkustannusten ja työkuormituksen hallintaa sekä työturvallisuutta ja työn tuottavuutta. Myös tuotteiden laatua ja jäljitettävyyttä, alan julkisuuskuvaa ja houkuttelevuutta sekä energia- tehokuutta ja ympäristökuormituksen hallintaa kyetään kehittämään. Eri teknologioiden tuottamien datojen yhteensopivuutta, omistajuutta, tietosuojaa ja käsittelyn automatisointia pidettiin tärkeänä.

Keskeinen johtopäätös asiantuntijakyselystä oli, että automaatiotekniikka tarjoaa hyvät mahdollisuudet maamme maataloustuotannon kilpailukyvyyn, työolosuhteiden ja työn tuottavuuden kehittämiseen. Samaan lopputulokseen päädyttiin myös Karhisen (2019) johdolla laaditussa maatalousalan kannattavuusselvityksessä.

3.2 Haastattelut

3.2.1 Yrittäjähaastattelut

Viiden ”edelläkävijäyrittäjän” haastatteluissa esille tulleita seikkoja on koottu alle ja Tietolaatikkoihin 1–4. Lainausmerkkien sisällä on suoria lainauksia haastatteluista.

Yrittäjien tausta

Kaikilla yrittäjillä oli useiden vuosien, jopa vuosikymmenien, työkokemus alalta ja selvästi peltoalaltaan keskikokoista suurempi tila. Osa yrittäjistä oli keskimääräistä suomalaista maatalousyrittäjää nuorempia ja osa vanhempia. Kaikki olivat hyödyntäneet peltoviljelyssä kullekin ajankohdalle ominaista uutta teknologiaa muun muassa täsmäviljelyn eri osa-alueilla jo vuosien ajan. Useimmat olivat keskittyneet kasvintuotantoon, mutta mukana oli myös kotieläintuotantoa harjoittanut yrittäjä. Kasvitilat hankkivat lisäksi sivutuloja koneurakoinnista, neuvontapalveluista tai palkkatöistä.

Kokemus uudesta teknologiasta

Haastatellut olivat tehneet uusien teknologioiden ensimmäisiä hankintoja noin 10–20 vuotta sitten. Lähes kaikilla ensimmäinen askel täsmäviljelyn suuntaan oli ollut ajo-opastin¹. Hankintaan oli yleensä ollut kimmokkeena traktorityön helpottaminen ja ajotarkkuuden parantaminen erityisesti kasvinsuojeluruiskutuksessa. Ensimmäiset olivat hankkineet laitteita 2000-luvun alkupuolella USA:sta, jossa hinnat olivat silloin edullisemmat ja kylvörivit ihastusta herättävällä tavalla suoremmat kuin kotimaassa.

¹ Satelliittipaikannusta hyödyntävä **ajo-opastin** (tai ajouraopastin) näyttää kuljettajalle, mihin suuntaan hänen on ohjattava. **Ajoavustin** puolestaan pitää ajoneuvon määriteltävällä linjalla, jolloin kuljettajan ei tarvitse ohjata sitä muualla kuin päisteissä. Ajoavustimista puhutaan yleisesti myös **automaattiohjauksena**. Toisaalta voidaan ajatella, että ohjaus on automaattinen vasta silloin, kun järjestelmä hoitaa myös päistekäänökset. Silloin peltohkon rajat, mahdolliset esteet pellolla ja halutut ajolinjat ohjelmoidaan etukäteen.

Ajo-opastimia seurasi muutamia vuosia myöhemmin ajoavustin, joka oli yleensä jälkiasenteinen. Osa oli hankkinut ajoavustimen myös leikkuupuimuriin, tai laitteita siirrettiin traktorista puimuriin puintiaikaan. Automaattiohjauksen ja automaattiset päistekäännökset mahdollistavaan teknologiaan oli investoitu äskettäin yhdellä tilalla. Esimerkiksi traktorin automaattiohjauksesta eli itseohjautuvuudesta löytyy lisätietoa tämän julkaisun liitteestä 3.

Muita uusia teknologioita oli otettu käyttöön eri vaiheissa tilojen erilaisten tarpeiden mukaan. Työkoineiden osalta yleensä ensimmäisenä oli päivitetty kasvinsuojeluruisku lohkoautomaatiikalla varustettuun malliin. Lannoitteen pintalevityksen paikkakohtaista määränsäätöä käytettiin joko oman lannoitteenlevittimen tai urakoitsijan kaluston avulla kolmella tilalla, kasvustosensorin ohjaamana.

Paikkakohtaiseen kylvölannoitukseen käytettävää teknologiaa oli periaatteessa kolmella tilalla, mutta järjestelmien yhteensopivuusongelmien vuoksi sitä ei ollut saatu toimimaan. Näistä yhdellä tilalla oli viime kasvukaudella kuitenkin onnistuttu toteuttamaan paikkakohtaista lannoitteen ja siemenen säätöä. Toiselle näistä on tulossa uusi kylvökone tulevalle kaudelle, jolla säädön odotetaan onnistuvan.

Kaikilla oli leikkuupuimurissa sadonmittausjärjestelmä, ja se oli monella tuoreimpia teknologiahankintoja. Muita yleisesti käytössä olevia laitteita olivat sää- ja maa-asetat. Lisäksi kasvustojen tilaa seurattiin satelliittipalveluista, ja usea oli teettänyt maaperäskannausta. Puintitappiomittareita ja automaattikuivureita oli myös ollut jo pitkään käytössä.

Tyypillisesti laitteita ja järjestelmiä oli hankittu pala kerrallaan. Monesti uusia teknologioita tulee koneinvestointien myötä, kun uusien järjestelmien sovittaminen vanhoihin koneisiin ei aina onnistu tai ole järkevää. ISOBUS-tietoliikenneväylä oli hankittu traktoriin yleensä uuden työkoneen ja sen paikatietoon perustuvien säätömahdollisuuksien myötä. Myös isompia harppauksia oli tehty, jolloin konekantaa oli päivitetty kerralla laajemmin kohti täsmäviljelyä.

Uuden teknologian hankinta, käyttöönotto ja käyttö

Investoinnit uuteen teknologiaan nähtiin kaikilla osana tilan viljelyn teknologista kehitystä, siinä missä muidenkin laitteiden ja järjestelmien kehitys. Haastateltavia yhdisti uteliaisuus uuteen teknologiaan, mutta lähestymiskulmissa oli myös eroja. Osa oli aktiivisesti etsinyt maailmalta uutuuksia eturintamassa, tilasi, asensi ja opetteli käytön itse.

Osalla ei niinkään ollut kiinnostusta tee-se-itse-systeemeihin, vaan he olisivat mieluiten hankkineet ratkaisuja valmiiksi asennettuna sekä palveluita niiden käyttöön:

”Aika on rajallinen ja toivoisi, että joku muu tekisi työn sun puolesta, suunnittelun tai jonkun osuuden siitä, ettei tarvitsisi kaikkea itse opiskella ja kääntää ja vääntää. Jos joku bittivelho pystyisi tekemään työkonekartat kylvökoneeseen, mieluusti hyödyntäisin tällaista.”

Laitteista oli usein hankittu etukäteen tietoa ja ennen kaikkea kokemuksia vuokraamisen, koekäytön tai muiden viljelijöiden kautta: hyödyt uskoi viimeistään, kun ne itse koki. Lähipiirillä oli myös ollut joskus ratkaisevakin vaikutus innostamaan. Yksi haastateltu kertoi kiinnostuksen heränneen yhteistyökumppanin kautta. Kun yhteistyökumppanilla oli lisäksi ollut osaaminen laitteiden asentamiseen ja käyttöön, kynnys käyttöönottoon oli matala. Myös oman esimerkin oli huomattu vaikuttavan laitteiden yleistymiseen lähialueella:

”Tälläkin kylällä taitaa löytyä ajo-opastinlaitteet joka talosta.”

Eräs tapa edetä oli: Teknologioihin, joiden hankintaa tai käyttöä harkitaan, paneuduttiin huolellisesti, ja niiden toimivuutta tarkasteltiin niin käytännöllisyyden kuin taloudellisuuden kannalta. Lopulliset ratkaisut tehtiin vain omien kokemusten ja tietojen pohjalta, ei esimerkiksi kuulopuheiden perusteella. Teknologioiden toimivuus haluttiin varmistaa itse omilla lohkoilla. Kaikkien laitteiden käyttöönotossa pyrittiin toteuttamaan koekäyttö.

Parikymmentä vuotta sitten laitteita hankkineet olivat tehneet paljon itse töitä laitteiden käyttöönoton ja toimivuuden eteen. Teknologia oli uutta eikä välttämättä vielä täysin toimivaa, eikä osaamista niiden käyttöön aina ollut Suomesta löytynyt. Myöhemmässä vaiheessa laitteita hankkineet olivat saaneet laitevalmistajilta hyvin teknistä tukea. Yleisesti ottaen tuki laitteiden käyttöönottoon ja käyttöön on haastateltujen mukaan parantunut vuosien mittaan selkeästi. Myös GPS-paikannuksen tarkkuuden ja kattavuuden paraneminen (katvealueiden väheneminen) ovat edistäneet hankintoja ja parantaneet käytettävyyttä.

Miksi teknologiaa oli hankittu?

Suurimpina vaikuttimina uuden teknologian hankintaan olivat olleet työmukavuuden parantaminen ja työn kuormittavuuden vähentäminen. Erityisesti yksin ja/tai osa-aikaisena viljelijänä toimiville työtä helpottavat teknologiat ovat tärkeitä työkaluja. Työpäivät venyvät sesonkiaikoina pitkiksi, ja jaksaminen on ollut koetuksella. Vapaa-aikaa myös arvostetaan.

Kaikkia haastateltuja yhdisti tavoite tuotannon tehokkuuden parantamiseen niin hyvien satojen, panos-tuotos-suhteen, tuotannon kestävän kehityksen kuin työn tuottavuuden näkökulmasta. Osalla tiloista investointeja ajateltiin jopa välttämättöminä juuri näiden tavoitteiden edistämiseksi. ”Automaattiohjauksen” ja lohkoautomaatiikan osalta kustannusten säästöjä pidettiin ilmeisinä, vaikka niitä ei välttämättä ollut kovin tarkasti laskettu. Tuotantopanosten parempi kohdentuminen nähtiin järkevänä strategiana niin viljelyn, talouden kuin ympäristönkin kannalta. Neuvontaa tekevät katsoivat omien kokemusten kautta saatavan tiedon tuovan lisäarvoa asiakastyöhön.

Osalla tiloista taloudelliset perustelut nousivat vahvemmin esille ja investointien kannattavuutta ja takaisinmaksuaikaa oli laskettu muita tarkemmin. Esimerkiksi päällekkäisajon vähentymisen tuomista kustannussäästöistä oli tehty perusteellisiakin laskelmia oman tilan tiedoilla. Oli tehty lohko-kohtaisia tarkasteluja taulukkolaskentaohjelmalla ja/tai käytetty eri lähteistä löytyviä prosenttimääräisiä tietoja. Jos kone oli hankittu myös urakointikäyttöön, osa kustannuksista oli laskettu saatavan takaisin urakoinnin kautta.

Silloinkin, kun haastateltava ei ole kertomansa mukaan laskenut hankinnan kannattavuutta, jonkinlainen arvio tai näkemys taustalla on:

”Pinta-alaa on oltava, jotta laitteiden hankintaa saadaan kannattavaksi.... Mulla on kokemusta siitä puimurista, se on iso ja kallis, mutta jos sillä töitä on, niin kyllä se hintansa tienaa.”

Osalle myös automaation myötä syntyvät suorat kylvörivit ja tasaiset kasvustot olivat merkityksellisiä seikkoja. Oman työn jälki näkyy viljelyssä niin itselle kuin muillekin, ja hyvä työjälki tuottaa mielihyvää, lisää työtyytyväisyyttä ja työhyvinvointia. Sen rahallista merkitystä on vaikea arvottaa, mutta työtyytyväisyydellä on epäilemättä vaikutuksensa paitsi omaan työssä jaksamiseen, myös mahdolliseen muuhun työyhteisöön. Hyvältä näyttävien peltojen koettiin olevan tärkeitä niin oman brändin kuin maatalousalan imagon kannalta laajemmin:

”Näillä pyritään kohdentamaan panokset fiksusti ja vähentämään ylilannoitusta ja pienentämään kokonaispanosten käyttöä ja nostamaan satotasoa ja sitä kautta resurssitehokkuus paremmaksi ja luonto kiittää... näkyy imagossa positii-visena”.

Tietolaatikko 1. Yhteenvedo uuden teknologian hankinnasta, käyttöönnotosta ja käytöstä.

- Ensimmäisenä hankitaan tyypillisesti ajoa avustavaa teknologiaa, josta saadaan heti hyötyä. Paikannusta hyödyntävä järjestelmä on myös ”avainteknologia” täsmäviljelyteknologioille.
- Esimerkiksi täsmäviljelyssä käytettävää teknologiaa on aiemmin hankittu edullisemmin ulkomailta, mutta nyt sitä on saatavissa hyvin jo Suomesta.
- Tietoa ja ennen kaikkea kokemuksia hankitaan usein ensin vuokraamalla, koekäyttämällä tai muiden yrittäjien kautta (viljelijäverkostot, laitevalmistajat, koneyhteistyö, urakoijat).
- Hankinnoissa edetään tyypillisesti harkiten laite tai järjestelmä kerrallaan uusien koneinvestointien myötä, mutta jotkut päivittävät konekantaansa kerralla laajemmin.
- Oma esimerkki ja kokemusten jako vaikuttaa teknologian yleistymiseen lähialueilla.
- Eri teknologioiden tuottamaa dataa hyödynnetään erikseen ja vaihtelevasti. Data ei ole vielä yhteensopivaa, eikä siitä saada kaikkea potentiaalista hyötyä irti.
- Teknologiaa kohtaan pitää olla utelias, mutta vain osa haluaa opetella ja tehdä kaiken itse. Kasvavaa kysyntää on hankinta-, asennus- ja neuvontapalveluille.

Koettuja hyötyjä

Ajoavustin ja lohkoautomaatiikka

Ajoavustimen hyödyt olivat kaikkien haastateltujen mielestä kiistattomia. Ajaminen on fyysisesti vähemmän kuormittavaa, kun ohjaamiseen ei tarvitse keskittyä samalla tavalla kuin ilman avustavaa teknologiaa. Kuljettaja voi suunnata enemmän huomiota työkoneen toimintaan ja työn laatuun ja samalla päällekkäisajon määrä vähenee. Työskentely onnistuu myös pimeään aikaan tai muuten huonossa näkyvyydessä, jos olosuhteet sen muuten sallivat. Tässä piilee kuitenkin riski rattiin nukahtamisesta, josta muutamat haastatellut varoittivat.

Leikkuupuinnissa ajoavustinta käyttäneet olivat sitä mieltä, että puimurissa ominaisuus on erityisen hyödyllinen. Vajaa leikkuuleveys laskee työtehoa, ja täyden leikkuuleveyteen pyrkiminen vie paljon huomiota ja energiaa.

”Puimurin automaattiohjaus (ajoavustin) on tärkeä leveän leikkuupöydän kanssa, kun voi keskittyä muihin puintiin liittyviin asioihin, kuten esimerkiksi pöydän säätöihin tai muihin muuttujiin... Muutenhan sä tuijotat vaan sinne toiseen nurkkaan laihon rajaan. Puinnin luonne on muuttunut lähes täysin ajoavustimen myötä parantaa siemenen puhtautta, ei mene peltoon tavaraa, pystyt tarkkailemaan paremmin tappiomittareita, säätämään, tarkkailemaan sato-karttaakin samalla.”

Ajoavustimen ja kasvinsuojeluruiskun, lannoitteenlevittimen tai kylvölannoittimen lohkoautomaatiikan myötä vähenevä päällekkäisajo koettiin merkittäväksi hyödyksi. Ajoavustimen käyttö kasvinsuojeluruiskutuksissa mahdollisti ruiskutusurista luopumisen, mikä lisää puitavaa alaa isolla tilalla jopa hehtaareilla. Yksi haastatelluista korosti päällekkäisajosta aiheutuvia haittoja läpi koko tuotantoketjun. Hukkaan menevien tuotantopanosten lisäksi päällekkäisajon oli todettu heikentävän sadon määrää ja laatua.

Tavoitteena oli mahdollisimman tasainen kasvusto, johon viljelytoimenpiteet vaikuttavat samalla tavalla joka paikassa. Päällekkäin kylvetyt osat usein lakoontuvat tai tuleentuvat eri aikaan, ja korjuuvaiheessa kasvusto on kirjava ja sato vaihtelevan laatuista. Kuivurissa tuleentumattomat jyvät lisäävät kuivausaikaa, ja pahimmassa tapauksessa vihreät jyvät päätyvät lopulta esipuhdistusjätteisiin. Vaikutusten oli todettu olevan moninaiset ja kertautuvat. Päällekkäisajon määrää oli arvioitu ja laskettu:

”Esimerkiksi kylväessä on todettu tarkkaavaisuuden säilyvän riittävällä tasolla, 5–10 sentin tarkkuudella, noin kaksi tuntia, sen jälkeen ihminen alkaa varmistaa ja ajaa pikkasen päälle, ainakin niin meillä kävi. Laskettiin ja tästä päädyttiin että 4–5 aaria/hehtaari (4–5 %) oli päällekkäisajoa, joka oli ihan turhaa, panokset meni hukkaan, joka toistuu myös ruiskuttaessa.”

Hyötyjä oli haastateltujen mukaan tullut lisäksi ajotapojen muutoksista. Ajolinjoja oli voitu muuttaa jonkin verran ajoavustimen myötä. Kun suoria linjoja oli ollut helpompi hyödyntää koko pellolla, se oli auttanut vähentämään ylimääräistä liikennettä ja pellon sotkemista.

Yksi haastatelluista nosti esille ajavansa loivempia kaarroksia ajoavustimen myötä. Jyrkissä kaarteissa työkonien rakenteet ja esimerkiksi äkeiden piikit ovat kovilla, joten loivemmat kaarteet säästävät koneita. Kaarreajon oli todettu vaikuttavan myös traktorin polttoaineen kulutukseen.

”Polttoaineen säästöä kertyy 5–7 % automaattiohjauksella (ajoavustimella). Lisäksi äestässä ja kultivoidessa voidaan ajaa joka toista tai joka kolmatta uraa, jolloin päisteissä peruuttelu vähenee, minkä hyödyt on jo näkynyt päisteiden kasvustoissa.”

Ajoautomaatiikan koettiin säästävän kuljettajan voimia ja parantavan vireystilaa ja havainnointikykyä. Toisaalta se mahdollisti myös väsyneenä ja jopa pimeässä työskentelyn, jolloin riski rattiin nukahtamisesta ja vahingoista sekä työn laadun heikkenemisestä kasvaa. Useamman haastateltavan taholta kerrottiin läheltä piti -tilanteista.

Ajoavustin hälyttää, kun lähestytään päistettä, mutta pellolla voi olla esteitä, joista järjestelmä ei osaa varoittaa. Kehitteillä oleviin autonomisiin traktoreihin vaadittavat turvallisuusominaisuudet parantaisivat turvallisuutta myös silloin, kun traktorissa on kuljettaja. Ikään kuin kääntöpuolena, automaatiikan tottuminen myös mietitytti:

”Kun oot tottunut, että oot automaattiohjauksella (ajoavustimella) ajanut ja kaikki on mennyt automaatiikan varassa, mutta jos ei sitä (GPS) signaalia löydykään, sitten on pikkasen aikaa opettelua siihen manuaaliseen arkeen... jos se näyttö vaikka ha-joi tai muuta, sitten tulisi kiire hankkia toista tilalle.”

Satokartoitus

Kaikilla haastatelluilla oli satokartoituslaitteet leikkuupuimurissa. Satokartoista oli saatu mielenkiintoista tietoa sadon vaihtelusta pellon eri osissa. Luomutilalla oli käyty läpi satokarttoja varsin kriittisesti lannoituksesta saatavan hyödyn arviointiin. Luomutuotannossa lannoitteen käyttöä tarkastellaan ehkä eri näkökulmasta kuin tavanomaisessa tuotannossa. Kylvö sujuu huomattavasti nopeammin ilman lannoitteen käyttöä.

Moni koki kuitenkin satokarttojen täysimääräisen hyödyntämisen jääneen vielä vähäiseksi. Satokarttoja oli kertynyt monella vasta muutamalta vuodelta, eikä niiden perusteella vielä koettu voitavan tehdä kovin paljon johtopäätöksiä. Hyötyjä odotettiin saatavan pidemmällä aikavälillä, kun satotietoja kertyy useilta vuosilta.

Satokarttojen tulkintaan liittyi haastateltavien mukaan lisäksi monia keskeisiä kysymyksiä. Kartoilla näkyvien satoerojen juurisystä tarvittaisiin taustalle dataa muista tietolähteistä, jotta osattaisiin suunnitella oikeita toimenpiteitä. Isona puutteena nähtiin eri lähteiden ja järjestelmien yhteensopimattomuus. Oman puimurin satokarttoja ei välttämättä saatu tuotua tilalla käytössä olevaan tuotannon suunnitteluohjelmaan. Kaivattiin palveluita, joissa voisi tuoda yhteen dataa eri lähteistä, ja tarkastella eri kartta-aineistoja päällekkäin.

”Satokarttoja hyödynnetään satelliittikuvia tarkastelemalla, ja niistä piirretään käsin (tuotannonsuunnittelu-) ohjelmassa kartta, jossa huomioidaan maalajeja, varjopaikkoja yms. Eli kylvökoneen kartat on tehty käsin eri tietolähteitä hyödyntäen.”

Lisäksi kokemuksena oli, että satokartta voi johtaa harhaan: voimakkaassa kasvustossa lakoontuminen on voinut johtaa heikkoon satoon, vaikka todellisuudessa satopotentiali oli suuri. Satokartta pitäisi korjata vuosittain omien havaintojen perusteella.

Sadonmittauksesta oli ollut kuitenkin myös käytännöllisiä hyötyjä. Tiedot sadon määrästä ja laadusta ovat hyödyksi viljaa myydessä. Luomussa vaadittavassa varastokirjanpidossa oli ollut helppo laittaa satokartoituksen tiedot kirjanpitoon.

Paikkakohtainen määräsäättö

Eniten kokemusta automaattisesta paikkakohtaisesta määräsäädöstä haastatelluilla oli kertynyt lannoitteen pintalevityksestä ja erityisesti kasvustosensorin mittaamaan dataan perustuvasta määräsäädöstä. Näillä tiloilla käytettiin kahteen, jossain tilanteessa jopa kolmeen erään jaettua typpilannoitusta. Jaetussa lannoituksessa pääosa lannoitteesta annetaan kylvön yhteydessä ja lisälannoitus tehdään kasvuston tilan ja sääolosuhteiden mukaan.

Haastatellut kertoivat havaintonaan käytettyjen lannoitemäärien kautta, että kasvustosensorin avulla lannoitetta oli säästynyt verrattuna tasalevitykseen. Hyötyjä oli arvioitu tulevan kuitenkin myös laajemmin: kohdennetulla typpilannoituksella pystyttiin välttämään lakoontumista ja huonojen paikkojen liikalannoitusta ja vähentämään ravinteiden huuhtoutumisriskiä. Lannoituksen säätämällä nähtiin tärkeä merkitys kasvustojen tasaamisessa ja sen vaikutukset edelleen tuotantoketjun myöhempiin vaiheisiin samalla tavoin kuin päällekkäislevityksen vähentämisessä.

Kasvustosensorien etuna pidettiin erityisesti sen tarjoamaa reaaliaikaista tietoa verrattuna satelliittipalveluista saatavaan dataan, jossa voi olla useiden päivien viiveitä pilvisyyden takia. Läheltä pellon pintaa mitatun datan tarkkuutta pidettiin myös parempana. Kasvustosensoria hyödynnettiin myös

kasvinsuojeluruiskutuksissa korrenvahvistajan käytössä, jolloin samalla tavoin hyödyt nähtiin merkittäviksi laon torjunnassa. Kasvustosensorin käyttö, kuten edelleen kaikki muukin määräsäätö, vaatii ammattitaitoa. Päätökset siitä, miten paljon lannoitetta eri alueille annetaan, pitää tehdä itse.

Siemenen ja lannoitteen määräsäätöä kylvölannoituksen yhteydessä pidettiin lähtökohtaisesti hyödyllisenä ja kiinnostavana. Hyödyt olisivat samanlaiset kuin pintalannoituksessa: panosten parempi kohdentaminen, säästöt ja ympäristöhyödyt. Selkeimmin hyötyjä omalle tilalleen näkivät ne, joilla oli pelloilla suuria maalajien vaihteluita.

Kokemukset kylvölannoituksen yhteydessä tehtävästä määräsäädöstä olivat kuitenkin jääneet vähäisiksi teknologian toimimattomuuden vuoksi. Yhden tilan ensimmäisen onnistuneen kasvukauden perusteella arvio oli varovainen:

”Huonoihin paikkoihin lannoitetta meni vähemmän, mutta parempiin reilusti enemmän, joten säästöä tuskin tuli, mutta satoa saattoi tulla enemmän, ehkä, mahdollisesti.”

Muut uudet teknologiat

Satelliittikuvista seurattiin kasvustoja. Kuvia verrattiin satokarttoihin ja analysoitiin lannoituksen ja muiden viljelytoimenpiteiden onnistumista. Erityisesti luomuviljelyssä satelliittikuvien hyödyntämistä hankaloittivat rikkakasvit, jotka eivät erotu muusta vihermassasta. Kuvia myös hyödynnettiin lannoituksen suunnittelussa, ja yhdellä tilalla satelliittikuvista tehtiin tehtäväkartat kasvinsuojeluruiskutukseen.

Traktoreiden ja työkonien tietojärjestelmien tuottamaa seurantatietoa hyödynnettiin myös eri tavoin. Yhdellä tilalla työkonien käyttödata oli ollut tärkeä työkalu katelaskelmien teossa, kun koneista saadaan lohkokohtaiset polttoainekustannukset ja työajat. Toisella traktorin seurantajärjestelmän dataa oli hyödynnetty työn tehokkuuden parantamiseen niin taloudellisuuden kuin ajankäytönkin osalta.

Testaamalla oli saatu selville niittokoneen terien kulumisen vaikutus työsaavutukseen ja polttoaineen kulutukseen. Testissä oli hyödynnetty myös satelliittikuvia, joista katsottiin vertailuniitto vastaavalla vihermassalla. Seurantajärjestelmän dataa oli hyödynnetty myös kullekin lohkolle tai maalajille sopivimman muokkausmenetelmän arviointiin, kun tiedossa on tarkka polttoaineen ja työajan menekki esimerkiksi savi- ja multamailta.

Maaperäskannausta oli jonkin verran hyödynnetty kalkitusten kohdentamiseen tarpeen mukaan. Jos kalkitusurakoitsijalla ei ollut automaattisia laitteita määrän säätöön, määrää oli säädetty manuaalisesti maaperäskannauksella tehdyn kartan mukaisesti.

Teknologioiden yhtenä tärkeänä hyötynä mainittiin myös dokumentointi. Kasvustosensorilla ja ruiskulla urakoidessa ajoavustimen päätteeltä saatiin laskutukselle merkitykselliset tiedot, eli ajatut lohkot, käytetty aika, päivämäärät ja ajokerrat. Traktorin seurantajärjestelmää pidettiin hyvänä työkaluna myös yhteisomistuksessa olevien koneiden käytön seurantaan. Yhdellä haastatellulla oli puhelimesta työajanseurantasovellus, jolla hän piti kirjanpitoa omalle tilalle ja asiakkaille tehtävästä työstä. Työajan seuranta edellyttää aktiivista kirjaamista, mutta on palkinnut tiedolla siitä, mihin oma aika kuluu.

Sääsämien hyödyistä mainittiin erityisesti olosuhteiden seuranta etäpelloilla esimerkiksi puintiaikaan. Kasvukauden lämpösumman ja sateita peilataan kasvustoihin. Myös maa-aseman tarjoama tietoa hyödynnettiin:

”Keväisin tulee seurailtua aika tiheästi koska alkaa olla +5 maassa maan lämpenemistä kylvöajan takia. Sen jälkeen tietää ainakin, että lämpötila riittäisi siihen, että kylvöt voisi toteuttaa.”

Ilmakuvausta drooneista oli tehty lähinnä neuvontapalveluna muille, mutta omien peltöjen kuvaus oli jäänyt lopulta vähemmälle. Vaikka ilmakuvat ovat mielenkiintoisia, ja pellon tilanne näkyy niistä eritavalla kuin pellon tasalta, niistä ei koettu saatavan riittävästi hyötyä.

Tietolaatikko 2. Yhteenveto uuden teknologian käytön taloudellisista hyödyistä.

- Kustannussäästöt tuotantopanosten käytössä.
- Tuotannon panos-tuotos-suhteen paraneminen.
- Tasaisemmat kasvustot: sadon määrän ja laadun paraneminen.
- Tasaisempi tuleentuminen ja pienempi lakoriski: sadonkorjuun ja kuivauksen tehostuminen.
- Peltoviljelytyön tuottavuuden/tuotoksen kasvu (esim. hehtaarit/sato aikayksikköä kohti).
- Tiedot sadon määrästä ja laadusta ovat hyödyksi satoa myytäessä.
- Sähköinen dokumentaatio tehdystä työstä tarkentaa yhteiskoneiden kustannusten jyvittämistä, urakoinnin hinnoittelua ja katelaskelmien tekoa.
- Laatu ja lisäarvoa tarjottuun koneurakointiin ja neuvontatyöhön.
- Investointikustannusten takaisinmaksu helpottuu peltoalan kasvaessa yhteiskoneiden hankinnan ja käytön ja/tai urakoinnin kautta.

Tietolaatikko 3. Yhteenveto ekologisista (ympäristöön kohdistuvista) hyödyistä.

- Polttoainetta säästyy, mikä osaltaan pienentää viljelyn hiilijalanjälkeä.
- Lannoitteiden kohdentuminen tarkentuu ja käyttömäärät voivat vähentyä.
- Ravinteiden huuhtoutumisriski pienenee lannoitteiden tarkentuneella käytöllä.
- Kasvinsuojeluaineiden käytön tarkentuminen suojelee vesistöjä, maaperää, eläimiä ja ihmisiä.
- Pellon ja kasvuston tallaus vähenee, vähemmän maaperän tiivistymistä ja sadon hukkaa.

Tietolaatikko 4. Yhteenveto työhön ja työhyvinvointiin liittyvistä hyödyistä.

- Ajamisen helpottuminen, työmukavuuden paraneminen, työn fyysisen ja psyykkisen kuormittavuuden väheneminen.
- Voi siirtää huomiota ajamisesta työkoneen toimintaan ja työn laatuun.
- Ajotarkkuuden paraneminen ja päällekkäisajon väheneminen.
- Voi työskennellä hyvin tarvittaessa myös pimeällä tai muuten huonossa näkyvyydessä.
- Hyvän työjäljen tuoma tyytyväisyys parantaa työssä jaksamista ja motivaatiota.
- Imagolisä omalle tilalle ja koko maatalousalalle. Voi edistää alan veto- ja pitovoimaa.
- Kokemuksista välittyy myös yhteisöllisyys uudesta teknologiasta kiinnostuneiden kesken.

Koettuja haasteita ja kehitystarpeita

Päällimmäisenä käytännön haasteena oli ollut laitteiden ja laitteistojen yhteensopimattomuus. Eri valmistajien laitteet eivät olleet välttämättä toimineet yhteen, jolloin ominaisuudet olivat jääneet hyödyntämättä. Uusien teknologioiden sovittaminen vanhoihin koneisiin ei aina ole yksinkertaista. Hankituista teknologioista ei kuitenkaan pääsääntöisesti ole luovuttu, vaan niitä on päivitetty ajan mittaan nykyaikaisempiin ja parempiin.

Eri laitteiden tuottaman datan ja niitä hyödyntävien ohjelmistojen yhteensopivuudelle kaivattiin standardointia, jotta laitteet voisi valita vapaammin niiden ominaisuuksien perusteella. Koettiin, että erityisesti isot toimijat eivät ole halukkaita yhteisten standardien kehittämiseen. Esimerkiksi GPS:n korjaussignaalin laitekohtaisuutta harmiteltiin: RTK-korjaussignaalin joutuu ostamaan uuteen laitteeseen uudelleen. Osin tästä syystä osa tyytyi epätarkemman mutta edullisemmän RTX-korjaussignaalin käyttöön.

”Varsinkin isot toimijat luottavat omaan ylivoimaisuuteensa, etteivät välttämättä lähde leikkimään muiden leikkejä vaan olettaa että muut alkaa leikkiä heidän leikkejään. Yksi tai kaksi satokautta hukkaantui kun ei saatu koneita toimimaan. Kun kausi on päällä, on tehtävä kylvöt.”

Teknisiä haasteita oli ollut erityisesti käyttöönottovaiheessa. Jos laitteet oli saatu toimimaan, varsinaisen käytön aikana ongelmia ei niinkään ollut. Satunnaisia häiriöitä oli saattanut esiintyä, esimerkiksi satokartoituslaitteen pimeneminen, jolloin menetettiin kerätyt satotiedot. Satelliittiyhteydet olivat pääasiassa toimineet hyvin.

Toisena keskeisenä haasteena haastatteluissa nousivat datan käsittelyyn ja analysointiin liittyvät ongelmat. Toivottiin, että data saataisiin siirrettyä tietokoneelta suoraan pilven, ei USB-tikun, kautta traktoriin tai puimuriin. Dataa on paljon saatavilla, mutta eri laitteiden antamia aineistoja ei pysty yhdistämään samaan ohjelmistoon. Sen lisäksi datan tulkinta on vaikeaa. Peltoviljelyssä vuosien välinen vaihtelu vaikeuttaa analysointia. Neuvontaosaamista aineistojen analysointiin ei ole saatavilla riittävästi.

Uusien teknologioiden yleistymistä pidettiin hyvänä asiana. Teknologioiden mukaanotto uuden CAP-kauden ympäristötukijärjestelmään oli huomattu lisänneen kiinnostusta niihin huomattavasti. Käytönnoton kynnystä pitäisi saada laskettua niin nuorille kuin vanhemmillekin ihmisille. Vaikka eteenpäin on menty paljon, vielä pitää olla melko taitava tietotekniikassa, jotta uusien teknologioiden kanssa pärjää.

Terveisiä myyntiin, tutkimukseen, neuvontaan, opetukseen ja hallintoon

Laitemyyjiä, erityisesti varttuneempia, voi joutua edelleen haastamaan perehtymään uusiin teknologioihin. Ostohalukkaat yrittäjät etsivät kyllä liikkeen, josta saavat haluamansa palvelun ja tuotteen. Osa koki myyjien asiantuntemuksen ja tuotteiden saatavuuden kyllä parantuneen viime vuosina.

Tutkimuksen suhteen oli erilaisia näkemyksiä. Osan mielestä tutkimusta aiheista tehdään oikein hyvin ja aiheesta tiedotetaan, osan mielestä ei juurikaan. Osa oli ollut itse mukana erilaisissa tutkimus- tai kehittämishankkeissa tai teki yhteistyötä laitetoimittajien kanssa. Myös yliopistolta odotettiin vahvaa panostusta täsmäviljelyn tutkimukseen.

Toiveena oli, että uutta tietoa saataisiin enemmän tutkimuksien ja neuvonnan kautta siten, että tutkimusta tehtäisiin tavallisten viljelijöiden toimesta tavallisilla tiloilla normaaleissa olosuhteissa ja neuvonta olisi apuna tulkitsemassa ja koordinoimassa tutkimusta. Tietoa haetaan ja jaetaan myös samanhenkisten viljelijöiden perustamissa ryhmissä.

Alan opetuksella – toinen aste ja korkea-aste – nähtiin tärkeä rooli nuorten tutustuttamisessa uusiin teknologioihin. Koettiin tärkeäksi, että alan opetus ja opettajat pysyisivät nykyistä paremmin kehityksen mukana. Näin myös maataloille harjoittelemaan tulevat olisivat jo perehtyneet aiheeseen.

Yleisesti teknologioihin tarttumista pidettiin asennekysymyksenä, johon voidaan ja pitää vaikuttaa alan opiskelun aikana. Arveltiin, että ”nuoriso ja perheelliset” haluavat muutakin elämää kuin työntekoa 24/7, ja siihen uudesta teknologiasta voi olla apua.

Ikä ei itsessään automaattisesti tuo avoimuutta kokeilla uutta, vaikka lasten ja nuorien todettiin tyypillisesti olevan harjaantuneita älylaitteiden kanssa. Yksi haastateltavista oli tunnistanut myös itseltään uuden opetteluun liittyvän kynnyksen. Tilalle harjoittelemaan tuleva opiskelija oli myös ollut aluksi varautunut:

”Harjoittelijalla ajo-opastin oli ihan uutta ja vähän ensin pelkäsi sitä. Sitten kun se otti sen käyttöön, niin se sanoi, ettei millään haluaisi sitä pois antaa.”

Yksi haastateltava oli havainnut, että kuluvalla tukikaudella (2023–2027) täsmäviljelymenetelmien käyttöön liittyvät kannustimet ovat selvästi herättäneet kiinnostusta myös niissä, jotka eivät aiemmin ole osoittaneet mitään kiinnostusta aiheeseen. Tämä näkyy hänelle lisääntyneinä yhteydenottoina, joissa kysytään kokemuksia ja neuvoja. Neuvona on edetä pienin askelin ja ottaa yksi uusi teknologia kerrallaan haltuun.

3.2.2 Asiantuntijatehtävissä toimivien haastattelut

Kolmen alan asiantuntijatehtävissä toimineen henkilön haastatteluissa esille tulleita seikkoja on koottu yhteen alle. Lainausmerkkien sisällä on suoria lainauksia haastatteluista.

Asiantuntijoiden tausta

Asiantuntijoilla oli useiden vuosien, jopa vuosikymmenien, työkokemus alan tutkimus-, kehitys-, myynti-, koulutus- ja/tai opetustehtävistä. Kaikki olivat perehtyneet työssään peltoviljelyssä käytettävään uuteen teknologiaan. Erityisesti täsmäviljelyn eri osa-alueet olivat asiantuntijoille tuttuja, mutta kukin tarkasteli asiaa omasta näkökulmastaan.

Uuden teknologian hyödyt

Myös asiantuntijoiden mukaan esimerkiksi täsmäviljelyssä käytettävästä uudesta teknologiasta on kyllä saatavissa taloudellisia, ekologisia ja ihmisten hyvinvointiin liittyviä hyötyjä. Hyötyjen suuruudesta on kuitenkin toistaiseksi vain vähän mitattua tietoa saatavilla.

Osa mahdollisista hyödyistä on myös vaikeasti mitattavia, koska esimerkiksi sadon määrään ja laatuun vaikuttaa moni muukin asia kuin käytössä oleva teknologia. Taloudelliset hyödyt realisoituvat tällä hetkellä erityisesti tuotantopanosten tarkentuvan käytön ja säästymisen sekä tuotannon laadun paranemisen kautta.

”Sen voi sanoa, että jos pistää (tuotantopanoksia) vakiosäädöllä ja olosuhteet vaihtelee, niin siitä tulee joku virhe aina ja sen arvon voi laskea rahassa, ympäristössä tai jaksamisessa.”

Teknologia mahdollistaa tällä hetkellä erilaisten datojen keruun ja esimerkiksi vuosittaisten aikasarjojen luonnin. Tulevat tekoälysovellukset voivat hyödyntää jo tällä hetkellä kerättäviä aikasarjoja ja luoda jatkossa niiden avulla taloudellista lisäarvoa tiedolle. Tämä kuitenkin edellyttää eri teknologioiden tuottaman datan yhteensopivuuden ja niin sanotun datatalouden (jakaminen, omistajuus, korvaukset jne.) kehittymistä. Kuitenkin jo siitä on paljon hyötyä, että laitteet keräävät dataa, jota voi analysoida ja vertailla eri vuosien tai erilaisten viljelytoimenpiteiden välillä.

Ekologiset eli ympäristöön kohdistuvat hyödyt realisoituvat puolestaan maaperän tiivistymisen vähenemisellä (vähemmän ajoa ja tullausta) ja ympäristöhaittojen vähenemisellä, kun tuotantopanoksia käytetään vain tarpeen mukaisesti. Myös tuotannon hiilijalanjälki pienenee erityisesti polttoaineen ja lannoitteen käytön tarkentumisen ja säästymisen kautta.

Uusi teknologia antaa työkaluja erityisesti typpilannoituksen tarkentamiseen tavanomaisessa tuotannossa. Jaettu lannoitus voi jo itsessään säästää lannoitetta ja vähentää ympäristöhaittoja (kirjoittajien huomio: voi myös lisätä työtä ja polttoainekuluja – tosin kiivaimman työsesongin ulkopuolella). Lisälannoituksen kohdentaminen paikkakohtaisesti mahdollistaa ravinteiden käytön tehostamisen.

”Ei se tietysti kaikissa olosuhteissa välttämättä suoraviivaisen helppoa ole se lannoituksen tarkentaminen kasvukauden aikana mutta edes jättää sen mahdollisuuden siihen, niin silläkkin saadaan jo paljon aikaiseksi.”

Työn tuottavuuden todettiin paranevan, kun automaatiikka tehostaa ajamista. Peltotyötä tekevien hyvinvointia edistää muun muassa työajan säästö sekä työn ruumiillisen ja henkisen kuormituksen keveneminen muun muassa ajo- ja säätöautomaatiikan avulla.

”Eittämättä hyviä asioita niillä (uusilla teknologioilla) pystytään edistämään kyllä, ja oikean suuntaisia.”

Teknologioiden kypsyyssaste ja yleisyys

Satelliittipaikannusta hyödyntävien ohjausjärjestelmien ja ajoautomaatiikan arvioitiin edustavan kehittyneitä, koeteltua ja vakiintunutta/yleistynyttä teknologiaa. Kasvaneen tarjonnan myötä järjestelmien hankintaa pidettiin kustannusnäkökulmasta monelle ulottuvilla olevana, mikä osaltaan edistää niiden yleistymistä. Myös paikannuksen tarkkuus on parantunut ja peittävyys ovat parantuneet.

Käytännössä lähes kaikkiin uusiin traktoreihin on nykyisin saatavissa avustava ohjausjärjestelmä ja ISOBUS-väylä. Peltonavigointia käytetään selvästi yleisemmin, mutta vain hyvin pieni osa – ehkä vain joka kymmenes – uuden traktorin omistaja hyödyntää ISOBUS-väylää esimerkiksi paikkakohtaisessa pintalannoituksessa.

Paikkakohtaisessa määräsäädössä hyödynnettävät teknologiat itsessään arvioitiin toimiviksi ja koetteluiksi. Sen sijaan paikkakohtaisen säädön perusteiden – millä perusteella esimerkiksi lannoitteen määrää säädetään – nähtiin olevan kehitysvaiheessa vielä pitkään. Kehitys on edennyt hitaammin kuin on kuviteltu ja toivottu. Viljelyyn tunnetusti liittyvän moninaisen vaihtelun vuoksi kehittäminen on monimutkaista ja teknologiasta voi tulla liian kallista. Uusien mittausmenetelmien, antureiden, datan yhdistämisen ja tekoälyn odotettiin vievän kehitystä eteenpäin. Toistaiseksi viljelijä joutuu tulkitsemaan dataa ja tekemään päätöksen oman ammattitaitonsa perusteella.

”Nyt se on sillä tasolla, että sieltä tulee jotain ja viljelijä päättää loppujen lopuksi kuitenkin mitä se sitten tekee ja oikaisee jossain kohtaa, se on nyt ainut mahdollisuus mitä pystyy tekemään vielä.”

”Tavallaan tekniikkanahan se (kasvustosensorit) on silleen jo koeteltua, mutta se kysymys menee enemmän sinne, että miten saat sen tarvitsemasi infon sieltä datasta ulos.”

Käytännössä kaikilla isoimmilla traktorivalmistajilla on lähtökohtaisesti valmiudet myös autonomisesti kulkeviin traktoreihin. Autonomisuudessa pätee se, että mitä autoteollisuus edellä, sitä maatalouskoneellisuus perästä (ks. Liite 3). Iso kysymys on, mikä tapa vakiintuu lopulta valtamenetelmäksi. Taloudellisten ja teknisten realiteettien arveltiin johtavan siihen, että yksi iso autonominen maataloustraktori päihittää suuren joukon varsin rajattuihin tehtäviin kykeneviä pienehköjä peltorobotteja.

Yleistymisen hidasteet ja edistäminen

Merkittävänä uusien teknologioiden käyttöönottoa hidastavana tekijänä nähtiin koettu epävarmuus hyödyistä. Jos hyödyt ja investoinnin kyky maksaa itsensä takaisin (return on invest) ovat epävarmoja, pyritään tiloilla hallitsemaan taloudellista riskiä ja jätetään helposti investoimatta.

Käyttöönottoa hidastavat asiantuntijoiden mukaan yrittäjien osaamispuutteiden lisäksi teknologian ja sen tuottaman datan mahdollinen vaikeakäyttöisyys ja yhteensopimattomuus. Teknologioita suunnitellaan esimerkiksi valmistajakohtaisesti ja rajapinnat niiden välillä eivät ole sujuvat tai niitä ei ole ollenkaan. Käytettävyys ja yhteensovittaminen vaativat kehitystyötä. Tällä hetkellä ei osaa varmuudella sanoa, mitkä traktorit, ohjelmistot ja työkoneet sopivat yhteen ja kuinka luotettavasti ja mitkä eivät sovi. Vaatii innostusta ja teknistä osaamista, jos aikoo itse testailla ja sovittaa osia yhteen. Sesonkiluonteisten peltotöiden aikana on voitava luottaa teknologian toimivuuteen.

Investointi uuteen teknologiaan on tilakohtainen ja erityisesti taloudellinen kysymys ja siihen päätöksentekoon yrittäjät kaipaavat tietoa ja tukea. Investointia suunnittelevan pitää arvioida teknologian hyödyt oman tilan ja tuotannon lähtökohdista. Lisäksi pitää olla sinut teknologian kanssa. Kaikkien ei välttämättä kannata tehdä omaa investointia, jolloin kyseeseen voi vielä tulla yhteishankinta toisen yrittäjän kanssa tai urakoitsijan palveluiden hankinta.

Uuden teknologian käyttöönottoa tulee edistää, mutta ei kuitenkaan pakottaa siihen, koska oikein valittuna ja käytettynä siitä on hyötyä yrittäjän ja ympäristön lisäksi koko yhteiskunnalle. Sekin on hyväksyttävä, että osa yrittäjistä jättäytyy sivuun uudesta teknologiasta. Eniten teknologioista nähtiin hyötyvän niiden, joilla perusasiat ovat kunnossa ja jotka aikovat tuottaa jatkossakin. Tilakokoa ei pidetty määrittävänä tekijänä, enemmänkin kiinnostus tuotannon kehittämiseen.

Edelläkävijäyrittäjien hyvät kokemukset kannustavat toisia investointeihin. Konkreettiset esimerkit hyödyntämisestä ja mahdollisuus kokeilla käytännössä keinoina edistää teknologian käyttöönottoa. Ensimmäisen oman kokeilun olisi tärkeää olla positiivinen, mikä kannustaa jatkamaan.

Uutta teknologiaa testaaville ja niistä tietoa tilatasolle välittävillä toimijoilla on asiantuntijoiden mukaan Suomessa tarvetta. Tällä hetkellä alan neuvontapalvelun nähtiin olevan enemmän reagoivaa kuin ennakoivaa. Osaamisen lisäämiselle on tarvetta yrittäjien ja neuvonnan lisäksi alan tutkimuksella, opetuksella, kaupalla ja hallinnolla.

Esimerkiksi alan oppilaitosten yhteydessä olevien tutkimus- ja koetilojen on esimerkiksi hanketoiminnan avulla helpompi toimia testajina kuin yksityisten yrittäjien. Myös puolueettomasta tutkimustiedosta on tässä hyötyä.

Kylä- tai kuntakohtaisten, todennäköisesti kuitenkin osa-aikaisten, ”datavelhojen” tarjoamille tilakohtaisille palveluille olisi kysyntää. Heiltä voisi myös saada tietoa kokemusperäisistä konkreettisista hyödyistä. Enemmistö teknologiasta kiinnostuneista, mutta siihen toistaiseksi investoimattomista, voitaisiin saada sen pariin henkilökohtaisella avulla.

Uusien teknologioiden käyttöönoton edistämistä pohdittiin myös kriittisesti. Lähtökohtaisesti investoinnin tulisi olla taloudellisesti kannattava samalla perusteilla kuin yritystoiminnassa yleensäkin. Teknologioiden avulla saavutettavat ympäristöhyödyt taas eivät tällä hetkellä näy viljelijän tilipussissa. Edistämisen tarpeeseen ja keinoihin vaikuttaa, ovatko ympäristöhyödyt yhteistä hyvää vai arvotakaan ne tuotteiden hinnassa. Katsottiin myös, että jos uusien teknologioiden käyttöönottoa syystä tai toisesta halutaan edistää, yhteiskunnan olisi myös panostettava asiaan:

”..pitäisi olla systemaattinen siinä, ja rahallista tukea, neuvonnan tukea osaamisen koulutuksen tukea ja sitten kaiken kaikkiaan ymmärrystä mikä sopii minnekin. Tehdään. Tehdään parempia tuotteita, tehdään osaavampia ihmisiä, ja ymmärrystä lisätään, saadaan onnistumisia alle, niin se on sitten siinä.”

Datatalous ja käyttäjät

Sitran määritelmän mukaan datatalous on ”talouden osa-alue, jossa datan kerääminen ja hyödyntäminen on keskeinen osa toimintaa”. Datatalous on haastateltujen asiantuntijoiden mukaan väistämättä vahvistumassa maataloudessa, ja se tulee tavalla tai toisella koskettamaan tilakoosta riippumatta jokaista, joka aikoo harjoittaa tilallaan peltoviljelyä vielä vuosien päästä. Toisaalta todettiin, että mekanismit siihen, että maksetaan siitä, että tietyt asiat tehdään tietyllä tavalla, ovat jo olemassa. Digitaaliset teknologiat mahdollistavat tarkan automaattisen dokumentoinnin.

”Tästä tulee sellainen standardi, normaali toimintatapa, ja sen pitäisi olla kaikkien ulottuvilla.”

Markkinat omille tuotteille voivat olla tulevaisuudessa rajalliset, ellei pysty toimittamaan datasta saatuja taustatietoja esimerkiksi tuotteen jäljitettävyyteen liittyen. Tavoitteena pidettiin lisäarvon tuottamista datan avulla, mutta sitä ei pidetty itsestään selvänä. Ruokajärjestelmän toisessa päässä olevien kuluttajien vaatimukset ja halu/kyky maksaa lisähintaa tietyllä tavoin dokumentoidusta tuotteesta vaikuttavat asiaan.

Datan tuottamisen tarve ja merkitys nähtiin ensisijaisesti yrittäjäkeskeisestä näkökulmasta. Jos yrittäjä on kiinnostunut oman tilansa tuotannosta ja haluaa kehittää sitä ja tuottaa jatkossakin, niin tarve datan keruulle on väistämätöntä. Automaattiset mittaukset työn ja toimenpiteiden yhteydessä tarjoavat ratkaisun tiedon tuottamiseen. Lisääntyvä numeerinen faktatieto mahdollistaa aikasarjojen laadinnan ja vuosien välisen vertailtavuuden. Tekoälysovellukset ovat tässä tulevaisuudessa apuna.

Riskinä nähtiin digitaalinen syrjäytyminen, jos ei ole kykyä tai halua ottaa järjestelmiä käyttöön. Datatalouteen liittyvä mahdollinen digitaalinen kuilu voidaan välttää ja ylittää tavalla tai toisella – joko itsenäisesti tai maksullisten palveluntuottajien avustuksella. Viimeksi mainittu toiminta voi olla kasvavaa liiketoimintaa alalla joko nykyisille tai uusille toimijoille.

Toisaalta todettiin, että maataloudessa samaan taloudelliseen lopputulokseen voi päästä monella eri tavalla, ei ole yhtä oikeaa tapaa. Se ei kuitenkaan ole toivottu tulevaisuus, jossa yrittäjille olisi tarjolla vain keppiä eikä ollenkaan porkkanaa uuden teknologian käyttöön ja datataloudessa mukana ololle. Kaikilla eri tavoilla tuotetut tuotteet on syytä kyetä saamaan markkinoille. Jos tuotteen mukana tulevalla datalla kyetään osoittamaan ruokajärjestelmän arvostamia seikkoja, tulee tuotteesta saada vastaavasti suurempi hinta:

”Toivottavasti ei tule niin, että he (sadon ostajat) ei ota vastaan, jos et ole ”tällainen”, vaan niin että sä saat vitosen enemmän. Silloin se olisi oma valinta, silloin se ei sulje ketään pois.”

Sitä pohdittiin, että muualla päätoimessa käyvät sivutoimiset yrittäjät saattavat hankkia – ehkä yllättävää kyllä – helpommin uutta teknologiaa kuin päätoimiset yrittäjät. Sivutoimisilla on erityisen rajallisesti aikaa käytettävissä viljelytoimiin, jolloin he käyttävät herkemmin apuna uutta teknologiaa, neuvontaa ja myös urakoitsijoita.

”Mutta loppujen lopuksi onhan älymaatalouden ja -teknologian tulevaisuus aika ok ja mielenkiintoinen.”

4 YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Peltoviljelyssä hyödynnettävät, digitaalisuuteen perustuvat teknologiat muodostivat tässä tutkimuksessa perustan uuden teknologian käsitteelle. Paikkakohtaisessa eli täsmäviljelyssä (Maatalous 3.0, ks. Liite 1) ja sen varaan rakentuvassa älymaataloudessa (Maatalous 4.0) hyödynnettävät laitteet ja järjestelmät mukaan lukien niiden tuottama data ja sen hyödyntäminen (datatalous) ovat keskeisiä esimerkkejä uudesta teknologiasta peltoviljelyssä.

Tutkimuksessa selvitettiin uuden teknologian avulla maataloilla saavutettuja taloudellisia, ympäristöön kohdistuvia ja ihmisten hyvinvointiin vaikuttavia hyötyjä peltoviljelyssä. Lisäksi tarkasteltiin uuden teknologian hankintaan, käyttöönottoon ja käyttöön liittyviä kokemuksia. Tutkimusaineisto kerättiin koti- ja ulkomaista kirjallisuutta koskeneella katsauksella sekä haastatteleamalla kokeneita kotimaisia maatalousyrittäjiä ja alan asiantuntijatehtävissä toimivia henkilöitä.

Niin sanottuihin kehittyneisiin maihin, kuten Pohjois-Amerikkaan ja Euroopan unioniin, painottuvan ulkomaisen tutkimuskirjallisuuden mukaan uuden teknologian aktiiviset käyttäjät ovat muun muassa nuorempia, koulutetumpia, suuremmilta tiloilta, korkeampituloisia, käyttävät neuvontapalveluja tai täydennyskoulutusta, omaavat teknologista tietotaitoa tai ovat tottuneita tietokoneen käyttäjiä.

Ulkomaisten yrittäjäkokemusten mukaan uuden teknologian käyttö vähentää työn kuormittavuutta, stressiä ja työmäärää sekä työn lisäksi muita tuotantopanokuluja (esim. polttoaine, lannoitteet, siemenet, kasteluvesi ja kasvinuojeluaineet) ja ympäristöpäästöjen määrää sekä lisää sadon laatua ja siitä saatavia tuloja. Teknologian tuottaman datan käsittelyn ja sen avulla tehtävän päätöksenteon odotetaan helpottuvan, mikä edistää älymaatalouden ja datatalouden kehittymistä.

Aikaisempien kotimaisten yrittäjä-, urakoija- ja asiantuntijakyselyiden mukaan eritasoinen satelliittipaikannukseen perustuva ajoautomaatiikka on myös maamme tiloilla yleisintä uutta teknologiaa. Ajoautomaatiikka toimii niin sanottuna avainteknologiana sitä hyödyntäville muille paikkakohtaisille viljelytoimenpiteille. Viimeksi mainitut ovat puolestaan vielä melko harvinaisia myös suurilla tiloilla ja urakoijilla, jotka yleisimmin käyttävät uutta teknologiaa maassamme. Tärkeimmät uudesta teknologiasta koetut hyödyt ovat positiivinen kehitys työn ja muiden tuotantopanosten käytössä, ympäristökuormituksessa sekä sadon määrässä ja laadussa. Datan yhteensopivuus, omistajuus (reilu datatalous), tietosuojaja käsittelyn automatisointi vaativat kyselyiden mukaan kehittämistä.

Tässä tutkimuksessa haastatellut yrittäjät ovat hankkineet tietoa ja kokemuksia uudesta teknologiasta tyypillisesti ensin vuokraamalla, koekäyttämällä tai toisten yrittäjien, kuten yhteistyökumppaneiden tai urakoijien, kautta (ks. tulososion **Tietolaatikko 1**). Yrittäjät kokevat saavansa uudesta teknologiasta useita erilaisia taloudellisia, ympäristöön kohdistuvia ja omaan hyvinvointiinsa liittyviä hyötyjä (**Tietolaatikot 2–4**). Selkeintä hyötyä on saatu ajoautomaatiikasta, josta yrittäjillä on myös pisimmät kokemukset. Uuden teknologian hankinta-, asennus- ja neuvontapalveluille on kasvavaa kysyntää. Dataa kertyy eri lähteistä ja sitä myös hyödynnetään, mutta datan yhteensopimattomuus aiheuttaa vaivaa.

Myös asiantuntijahaastatteluiden mukaan uudesta teknologiasta saadaan edellä lueteltuja hyötyjä, mutta hyödyn suuruudesta on toistaiseksi vain vähän mitattua tietoa saatavilla. Tätä selittänee se, että osa hyödyistä on myös vaikeasti luotettavasti mitattavissa. Tulossa olevaan, periaatteessa jokaista viljelijää koskettavaan ja tuotannolle lisäarvoa tuottavaan kehittyneeseen datatalouteen voi liittyä digitaalinen kuilu. Se voidaan välttää tai ylittää joko itsenäisesti ajan tasalla pysyttelevän opetuksen ja neuvonnan tuella tai kasvavaa alan liiketoimintaa edustavien palveluntuottajien välityksellä.

Tämän tutkimuksen vahvuus on se, että aineisto koottiin eri menetelmin erityyppisistä koti- ja ulkomaisista lähteistä. Tämä vähentää riskiä sille, että tulokset johtuisivat sattumasta esimerkiksi aineiston valikoitumisen vuoksi. Kun useasta riippumattomasta lähteestä saadaan samankaltaisia tuloksia,

voidaan olettaa oltavan lähellä asian ydintä. Näin tuloksista tehtävät johtopäätökset ja suositukset ovat vankalla pohjalla.

Tutkimus täytti päätavoitteen eli toi esille uuden teknologian avulla maataloilla saavutettuja erilaisia peltoviljelyn kestävyttä edistäviä hyötyjä. Pääasiassa koti- ja ulkomaisiin käytännön kokemuksiin ja asiantuntija-arvioihin perustuvia hyötyjä voidaan pitää uskottavina. Maamme peltoviljelyn teknologisen kehityksen etenemisjärjestys vaikuttaa noudattavan muissa kehittyneissä maissa todettuja päälinjoja. Olemme kuitenkin vielä muita jäljessä, mitä tulee uuden teknologian käytön yleisyyteen. Sen sijaan niin sanotun reilun tai kestävä datatalouden kehittymisessä etenemme suunnilleen rinta rinnan toisten kanssa (Pesonen ym. 2023 ja Pesosen suullinen tiedonanto 7.3.2024).

Numeerista ja yleistettävää näyttöä hyödyistä on saatavissa varsin rajoitetusti, mutta sille olisi varmasti sekä kansallista että kansainvälistä kysyntää. Tällaisen aineiston keruu tutkimuksen aihealueelta on monin tavoin haastavaa, koska esimerkiksi olosuhteet vaihtelevat satokausien sisällä ja niiden välillä sekä myös yksittäisen peltolohkon sisällä ja peltolohkojen välillä: ei ole olemassa yksivuotista peltokoetta.

Tämän tutkimuksen keskeinen johtopäätös on, että uudesta teknologiasta yleensä ja erityisesti ajoautomaatikasta voidaan saada useita taloudellisia, ympäristöön kohdistuvia ja ihmisen hyvinvointiin vaikuttavia hyötyjä. Hyödyt ulottuvat yksittäisen tilan taloudesta, peltojen viljelykunnosta ja peltotyötä tekevistä henkilöstä aina koko ruokajärjestelmän eduksi. Hyödyt ovat toistaiseksi enemmän perustellusti arvioitavissa kuin luotettavasti mitattavissa. Uuden teknologian tuottaman datan keruun ja käsittelyn helpottuminen luo perustaa reilun datatalouden lisäksi hyötyjen mittaamiselle.

Todetut hyödyt vastaavat peltoviljelyn kestävyteen muualta ruokajärjestelmästä kohdistuviin kasviin vaatimuksiin. Uuden teknologian käyttöönottoa kannattaa tukea, jotta hyötyjä saadaan toteutua. Datan avulla odotetaan saatavan tuotteille jatkossa lisäarvoa. Sijaa tulisi kuitenkin olla myös ”perinteisin menetelmin” (Maatalous 2.0) tuotetuille tuotteille.

Tämän julkaisun kirjoittajissa herättää huolta uuden peltoviljelyteknologian kasvava riippuvuus häiriötömistä satelliittipaikannusjärjestelmistä sekä sähkö- ja tietoliikenneverkoista. Niitä voidaan varsinkin poikkeusoloissa vähintään vakavasti häiritä ja ne ovat myös haavoittuvia ääreille sää- ja avaruussäilmiöille. Tästä syystä on varmistettava myös perinteinen viljelyosaaminen.

On tarvetta ajantasaiselle ja yleistettävälle tiedolle uuden teknologian ja sen tuottaman datan käytön ja sitä kohtaan olevan kiinnostuksen yleisyydestä maassamme. Teemaan liittyvää tietoa kannattaa levittää toistuvasti eri kanavissa, jotta siitä kiinnostuneet löytävät sitä. Ajantasainen tutkimus ja tuotekehitys, koulutus ja neuvonta sekä uudet maksulliset palveluntuottajat erityisesti uuden teknologian hyödyntämiseen ja kehittyvään datatalouteen ovat tarpeen.

5 LÄHTEET

Balafoutis, A.T., Van Evert, F.K. ja Fountas, S. 2020. Smart farming technology trends: Economic and environmental effects, labor impact, and adoption readiness. *Agronomy* 10 (5) 743. 26 s. Saatavana: <https://doi.org/10.3390/agronomy10050743>

Barnes, A.P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A.T., Sánchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T. ja Gómez-Barbero, M. 2019a. Influencing incentives for precision agricultural technologies within European arable farming systems. *Environmental Science & Policy* 93: 66–74. Saatavana: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.014>

– “– 2019b. Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy* 80: 163–174. Saatavana: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.004>

CEMA. 2017. Digital Farming: what does it really mean? European Agricultural Machinery Association. 9 s. Saatavana: https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA_Digital_Farming_-_Agriculture_4.0__13_02_2017_0.pdf

Da Silveira, F., Lermen, F. H. ja Amaral, F.G. 2021. An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. *Computers and Electronics in Agriculture* 189. 20 s. Saatavana: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106405>

Juwono, F.H., Wong, W.K., Verma, S., Shekhawat, N., Lease, B.A. ja Apriono, C. 2023. Machine learning for weed-plant discrimination in agriculture 5.0: An in-depth review. *Artificial Intelligence in Agriculture* 10: 13–25. Saatavana: <https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2023.09.002>

Karhinen, R. 2019. Uusi alku. Maatalous on myös tulevaisuuden elinkeino. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 3: 1–90. Saatavana: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-998-2>

Karttunen, J. 2019a. Automaatiotekniikka maataloilla – yleisyys, hyödyt ja haasteet. TTS:n julkaisu 437: 1–6.

–”– 2019b. Automaatiotekniikan nykytila ja tulevaisuudennäkymät maataloustuotannossa. TTS:n julkaisu 438: 1–80.

–”– 2018. Maatilojen konekanta ja koneinvestoinnit. TTS:n julkaisu 434: 1–12.

Maloku, D. 2020. Adoption of precision farming technologies: USA and EU situation. Review article. *SEA – Practical application of science* 8 (22) 1: 7–14. Saatavana: <https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/94c3ec36-1f0a-4716-a701-c41bb80bc16f/content>

Nowak, B. 2021. Precision agriculture: Where do we stand? A review of the adoption of precision agriculture technologies on field crops farms in developed countries. *Agricultural Research* 10 (4): 515–522. Saatavana: <https://doi.org/10.1007/s40003-021-00539-x>

Palva, R. 2021. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. TTS:n julkaisu 457: 1–16.

Pesonen, L., Haapala, H., Hyväluoma, J., Kallio, K., Karjalainen, S., Linna, P. ja Ruponen, O.-P. 2023. Älymaatalous 2030 tiekartta. AgriHubi – Maatilayritysten osaamisverkosto. 41 s. Saatavana: <https://maaseutuverkosto.fi/wp-content/uploads/2024/01/Alymaatalous-2030-tiekartta-paivitys-2023-.pdf>

SAE. 2021. SAE J3016TM. Levels of driving automation. Saatavana: https://www.sae.org/bi-naries/content/assets/cm/content/blog/sae-j3016-visual-chart_5.3.21.pdf

Yatribi, T. 2020. Factors affecting precision agriculture adoption: A systematic literature review. *Economics* 8 (2): 103–121. Saatavana: <https://doi.org/10.2478/eoik-2020-0013>

Huomio: TTS:n sähköiset julkaisut ovat siirtymässä Kansalliskirjaston Doria-julkaisuarkistoon. Saatavana: <https://www.doria.fi/>

Liite 1: Maatalousteknologian kehitysasteet

Alla on CEMA:n (2017) luokittelu erityisesti ”länsimaisen” maatalouden kehitysasteiden keskeisimmistä tunnuspiirteistä 1900-luvun alusta aina tulevaisuuteen asti. CEMA:lle (Comité Européen des groupements de constructeurs du machinisme agricole / European Agricultural Machinery Association) ei ole vakiintunutta suomenkielistä käännöstä.

Tämän julkaisun kirjoittajat ovat lisänneet tunnuspiirteisiin omaa pohdintaansa ja esimerkkejä sekä täydentäneet Maatalous 5.0:n kuvausta erityisesti Juwonon ym. (2023) mukaan. Huomattakoon, että 50 yksittäistä tutkimusartikkelia kattavan katsausartikkelin (da Silveira ym. 2021) mukaan myöskään Maatalous 4.0:n sisällöstä ei ole vielä muodostunut kansainvälisesti yhtenäistä mielipidettä.

– **Maatalous 1.0:** Alkoi CEMA:n mukaan 1900-luvun alkupuolella, mutta voitaneen pohtia, alkoiko tämä kehitysaste länsimaissa jo aikaisemmin. Oli työvoima- ja käsityövaltaista. Hiljalleen kasvavan väestön ruokkiminen vaati runsaasti maataloita, jotka olivat tyypillisesti pieniä, ja kolmanneksen väestöstä maataloustyöhön. Alkuvuosikymmenien vetokoneina toimivat erityisesti hevoset (”**hevosmaatalous**”). Peltoviljelykoneet olivat pieniä ja osin itse tehtyjä, mutta niitä valmistettiin myös konepajoissa. Alan tuottavuus (esim. viljatonneja aikayksikköä tai työntekijää kohti) oli matala.

– **Maatalous 2.0:** Alkoi CEMA:n mukaan 1950-luvulla, mutta käytännössä alkoi eri länsimaissa eri vuosikymmeninä. Tähän liittyy teknologinen kehitys ja ”**vihreä vallankumous**” (green revolution), jossa keinolannoitteet ja torjunta-aineet sekä satoisat lajikkeet ja keinokastelu yleistyivät ja halpenivat. Samaan aikaan traktorit jatkoivat yleistymistään ja niiden teho kasvuun. Eri tehtäviin ja kasveihin erikoistuneet teolliset peltoviljelykoneet kehittyivät. Kone- ja pääomavaltaisuus korvasi runsaasti alan työvoimaa, ja alan tuottavuus kasvoi voimakkaasti.

– **Maatalous 3.0:** Alkoi 1990-luvulta alkaen satelliittipaikannusjärjestelmien, kuten GPS:n, vapautuessa siviilikäyttöön, levitessä globaaliksi ja tarkentuessa. ”**Täsmäviljely**” (precision farming) ja pellon sisäisen vaihtelun hallinta alkoivat kehittyä ja jatkativat sitä edelleen esimerkiksi eritasoisten automaatiohjausjärjestelmien, määrääntöautomatiikan ja datan hallinnan kehittyessä. Pyritään tuottamaan enemmän vähemmällä (”more with less”) eli alan tuottavuus jatkaa edelleen kasvuaan. Myös kone- ja pääomavaltaisuus jatkavat kasvuaan.

– **Maatalous 4.0:** Nykytilanne, joka alkoi 2010-luvulla. Tällöin syntyi ”**älymaatalous**” (smart farming, myös digital farming tai data-driven agriculture -termejä käytetään), joka kehittyi edelleen. Tätä edistävät antureiden, toimielimien, mikroprosessorien, mobiiliyhteyksien ja pilvipalveluiden kehittyminen ja halpeneminen. Sisältää älykästä teknologiaa traktoreissa, puimureissa ja muissa peltoviljelykoneissa. Mahdollistaa kokonaiset täsmäviljelyn koneketjut. Datan keruuseen, siirtoon ja hyödyntämiseen pyritään koko ruokajärjestelmässä.

– **Maatalous 5.0:** Tulossa oleva kehitysaste, jolle ominaisia ovat täysin autonomiset ja tekoälyä hyödyntävät koneet, joiden avulla hoidetaan täsmäviljelyn koneketjut (”**Tulevaisuuden älymaatalous**”). Nykytilanteeseen nähden täysin autonomiset ajoneuvot, kuten traktorit ja puimurit, vaativat erityisesti käytön turvallisuuden kehittämistä ja muutoksia lainsäädäntöön. Osittain autonomisia peltorobotteja on kuitenkin jo tällä hetkellä käytössä yksityisillä tiloilla. Maatalous 5.0 perustuu 4.0:n osatekijöiden lisäksi massadatan, esineiden internetin, peltorobottien, tekoälyn, tietokonenäön ja koneoppimisen hyödyntämiseen.

Liite 2: Yrittäjä- ja asiantuntijahaastattelut

Edelläkävijäyrittäjiltä tiedusteltiin kokemuksia seuraavista uusista teknologioista:

1. Ajo-opastin eli ajouraopastin
2. Ajo-avustin nk. ”automaattiohjaus” (ei päistekäännöksiä)
3. Automaattiohjaus (sisältää päistekäännökset)
4. Ajoneuvoseurantajärjestelmä (AgriSmart/traktorin omat)
5. Päisteautomaatiikka
6. Lohkoautomaatiikka
7. Taakseajolaite
8. ISOBUS-tietoliikenneväylä traktorin ja työkoneiden välillä
9. Maaperäskannaus
10. Satelliittikuvien hyödyntäminen
11. Kasvustosensori (traktorissa)
12. Kasvuston ilmakehuus droonilla
13. Automaattisäätöinen paikkakohtainen kylvöannoitus
14. Automaattisäätöinen paikkakohtainen pintalannoitus
15. Automaattisäätöinen paikkakohtainen kasvinsuojelu
16. Sadonmittaus leikkuupuinnissa
17. Puintitappiomittari
18. Sadonmittaus nurmenkorjuukoneessa
19. Sääasema/ maa-asema
20. GrainSense
21. Muu, mikä

Yrittäjähaastattelun kysymykset/aiheet:

Käytössä olevat uudet teknologiat (edellä mainitut vaihtoehdot)

1. Mitä seuraavista on käytössäsi omien, yhteisten tai urakoijan koneiden kautta vai urakoitko itse kyseistä teknologiaa käyttäen?
2. Onko aikeita hankkia jotakin lisää, milloin, mitä kautta (itse, yhteisen tai urakoitsijan koneiden) ja mihin käyttöön?
3. Onko kiinnostusta johonkin muuhun, mutta ei aio juuri nyt hankkia mitään kautta, miksi ei?

Hankinta ja käyttöönotto

4. Miksi ja milloin kiinnostuit peltoviljelyn uusista teknologioista?
5. Mitkä asiat vaikuttivat tilalla käytettävän teknologian käyttöönottoon?
6. Miten on edetty (koneet, laitteet ja ohjelmistot ym. uuden teknologian elementit – mistä lähdettiin liikkeelle ja missä järjestyksessä mitään on otettu käyttöön, millä aikajänteellä)?
7. Kuinka käyttöönotto suunniteltiin (käytettiinkö asiantuntijoita, kollegoita tms), kuinka suunnitelma saatiin toteutukseen (esim. koekäyttö, vuokrauksen, yhteishankintana tms.), miten käyttöönotto onnistui jälkikäteen arvioiden?
8. Miten tarvittava tieto ja osaaminen hankittiin, ja onko vielä tieto- ja osaamisvajetta? Mitä väylää myöten, mitä tietoa, missä muodossa ja keneltä haluaisi tietoa?
9. Mistä resurssit (aika ja raha) teknologian hankintaan ja käyttöönottoon?

Hyödyntäminen

10. Miten hyödynnät käytössä olevia teknologioita?
11. Onko ko. teknologian käyttöönotto aiheuttanut muutoksia viljelyprosesseihin, millaisia?

12. Onko saatu hyötyjä, millaisia ja mikä on niiden merkittävyysjärjestys? Onko hyötyjä pystytty mittaamaan? Konkreettiset /mutu.
 - a. sadon määrä ja laatu, panosten käyttö
 - b. työn määrä ja sujuvuus, ruumiillinen ja henkinen kuormittuminen sekä traktorityön turvallisuus erityisesti ajoa avustavien järjestelmien käytössä
 - c. ympäristö, muu
13. Onko laskettu takaisinmaksuaikaa tai tehty muita konkreettisia laskelmia?
14. Onko luovuttu jonkin teknologian käytöstä? Miksi?
15. Millaisia haasteita on ollut tai käytön rajoitteita on tullut vastaan (käyttöönotto, yhteensopivuus, toimivuus, käytettävyys, kestävyys, kannattavuus?). Onko niitä saatu ratkaistua, miten?
16. Koetko, että teknologioista on positiivista vaikutusta alan julkisuuskuvaan tai houkuttelevuuteen?
17. Mitä toiveita tutkimukselle, koulutukselle, medialle, konekaupalle ja maatalouskoneteollisuudelle?

Asiantuntijahaastattelun kysymykset/aiheet:

1. Mistä älyteknologioista haastateltavalla on eniten kokemusta/ tutkimustietoa?
 - esim.
 - a. Mittaus ja monitorointi - ympäristö, maaperä, kasvit, sato
 - b. Paikkakohtaisen viljelyn toimenpiteet - määränsäätö, lohkoautomaatiikka
 - c. Koneiden toiminnan/toimenpiteiden seuranta
 - d. Työtä helpottavat teknologiat, ajamista avustavat järjestelmät
2. Millaisia hyötyjä on mitattu/muulla tavoin todettu/teoriassa?
 - e. tuotannolliset, taloudelliset, työn määrä ja sujuvuus (fyysinen ja henkinen kuormittuminen, turvallisuus), ympäristöhyödyt, kestävyys, muut
3. Teknologioiden kypsyyssaste: mikä on jo koeteltua teknologiaa ja mikä on vielä kehitysteella?
4. Arvio erilaisten älyteknologioiden yleisyydestä ja yleistymisestä maataloilla?
5. Miten maatalousyrittäjän kannattaisi edetä älyteknologioiden käyttöönotossa?
6. Mikä hidastaa/estää älyteknologioiden käyttöönottoa/yleistymistä? Millaisia haasteita älyteknologioiden käyttöönotossa/käytössä on tunnistettu?
7. Mikä edistää älyteknologioiden käyttöönottoa/yleistymistä?
8. Pitääkö älyteknologioiden käyttöönottoa edistää? Mitä eri osapuolet (t&k, neuvonta, kauppa, teollisuus, hallinto jne.) voisivat tehdä teknologioiden käyttöönoton edistämiseksi?
9. Ovatko älyteknologiat kaikkien ulottuvilla?
10. Millaisena näet tulevaisuuden kehityksen, ketkä älyteknologioita ottavat käyttöön? Onko digitaalisen datan tuottaminen tulevaisuudessa välttämätöntä? Edellyttävätkö asiakkaat, tai järjestelmät? Mitä tekevät ne, jotka eivät halua tai voi?

Liite 3: Ajoneuvojen autonomisuuden tasot

Ajoneuvojen, kuten autojen ja traktoreiden, autonomisuutta eli itseohjautuvuutta voidaan mitata SAE-standardin J3016 tasoilla 0–5 (SAE 2021):

Autonomian tasolla 0 (ei automaatiota) kuljettaja vastaa kaikista ajotehtävistä. Ajamista voidaan kuitenkin tukea varoituksilla tai ajamiseen puuttuvilla järjestelmillä.

Tavalliset uudet ajoneuvot ovat **autonomian tasolla 1** (kuljettajan tuki), jossa on käytössä tukijärjestelmiä ohjaamiseen.

Kehittyneimmät tieliikenteessä olevat ajoneuvot ovat **tasolla 2** (osittainen automaatio), jolloin ajoneuvo pystyy itse sekä ohjaamaan että säätämään ajonopeutta tietyissä tilanteissa.

Autonomian seuraavilla tasoilla 3 (ehdollinen automaatio), 4 (korkea automaatio) ja 5 (täysi automaatio) järjestelmä korvaa kuljettajan asteittain.

Kolmostasolla kuljettaja joutuu vielä ottamaan ajoneuvon hallintaansa joissakin olosuhteissa eli hänen on istuttava valmiudessa ratin takana.

Nelostasolla ei yleensä tarvita enää kuljettajaa, mutta ongelmatilanteissa järjestelmä voi pysäyttää ajoneuvon turvallisesti odottamaan kuljettajan reagoimista.

Viitostasolla järjestelmä vastaa kaikista ohjaustoiminnoista kaikissa olosuhteissa, eikä ajoneuvossa tarvita enää ollenkaan kuljettajaa.

