



TTS:n julkaisuja 438

Janne Karttunen  
TTS Työteho-seura

# ***AUTOMAATIO-TEKNIIKAN NYKYTILA JA TULEVAISUUDENNÄKYMÄT MAATALOUSTUOTANNOSSA***



Työteho-seura

[www.tts.fi](http://www.tts.fi)

# ***AUTOMAATIOTEKNIIKAN NYKYTILA JA TULEVAISUUDENNÄKYMÄT MAATALOUSTUOTANNOSSA***

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

TTS:n julkaisu 438

ISBN: 978-951-788-454-9  
ISSN: 2489-8341 (verkkajulkaisu)  
Nurmijärvi 2019



## Sisällys

Tiivistelmä .....	4
Alkusanat.....	5
1 Tausta ja tutkimuksen tavoitteet.....	6
2 Tutkimusaineisto ja -menetelmät.....	9
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu .....	10
3.1 Merkittävimmät automaatiotekniset laitteet.....	10
3.1.1 Kotimaisten asiantuntijoiden arviot .....	10
3.1.2 Kommentteja CIGR V:n johtokunnalta .....	11
3.2 Automaatiotekniikan kehitys ja mahdollisuudet .....	12
3.2.1 Automaatiotekniikan tuleva kehitys lähivuosina .....	12
3.2.2 Automaatiotekniikan mahdollisuudet .....	15
3.3 Automaatiotekniikan käyttö.....	18
3.3.1 Automaatiotekniikkaan liittyvät hyödyt ja haitat.....	18
3.3.2 Kannustimet ja esteet automaatiotekniikan käyttöönotolle .....	19
3.3.3 Automaatioteknisten investointien taloudelliset perustelut .....	20
3.4 Opittavaa muilta aloilta .....	20
3.4.1 Kotimaisen koneellisen puunkorjuun opit.....	20
3.4.2 Led-, vertikaali- ja kaupunkiviljelytekniikan opit.....	21
3.5 Autonomiset koneet ja laitteet.....	21
3.5.1 Pienet kopterit ja lennokit.....	21
3.5.3 Lattiatasossa itsekulkevat koneet.....	23
3.6 Tietokoneohjelmat, massadata ja esineiden internet .....	24
3.6.1 Tietokoneohjelmien hyödyt ja haitat tai haasteet.....	24
3.6.2 Massadatan hyödyntäminen .....	25
3.6.3 Esineiden internetin hyödyntäminen .....	26
3.7 Sähkö- ja tietoliikenneverkkojen häiriöihin varautuminen .....	27
3.8 Vapaat kommentit.....	27
4 Tulosten yhteenveto, johtopäätökset ja suositukset.....	28
Lähteet .....	30
Liitteet	

## Tiivistelmä

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

Kyselytulosten mukaan maassamme yleistä automaatiotekniikkaa ovat mm. paikannusjärjestelmät, ajolinjaopastimet, päiste- ja lohkoautomaatiikka, satokartoitus-, täsmäviljely- ja ilmakuvausjärjestelmät ml. dronet, lypsy-, ruokinta- ja lannanpoistojärjestelmät, prosessien seuranta- ja säätöjärjestelmät sekä tuotantoa tukevat tietokoneohjelmat.

Lähivuosina yleistyvää automaatiotekniikkaa ovat mm. automaattiohjauksen kehittyvät sovellukset, konenäköön perustuva täsmäkasvinsuojelu, maaperäsensorit sekä itsekulkevat rehu-, puhdistus- ja pesurobotit. Täysin autonomisten traktoreiden, pui-mureiden ja peltorobottien markkinoille tuloa saadaan odottaa vielä useita vuosia.

Perusteltujen arvioiden mukaan automaatiotekniikan suhteellinen hankintahinta laskee lähivuosina. Sen olosuhdekestävyyden, tarkkuuden, käytettävyyden, valikoiman ja käytön suhteellisen yleisyyden odotetaan kasvavan. Samaan aikaan riippuvuus toimivista sähkö- ja tietoliikenneyhteyksistä ja laadukkaasta huoltoverkostosta kasvaa.

Automaatiotekniikan avulla kyetään perustellusti kehittämään maataloustuotannon sato- ja tuotostasoa, työkustannusten ja työkuormituksen hallintaa, työturvallisuutta ja työn tuottavuutta. Myös tuotteiden laatua ja jäljitettävyyttä, alan julkisuuskuvausta sekä energiatehokkuutta ja ympäristökuormituksen hallintaa kyetään kehittämään.

Keskeisimpiä hyötyjä ja kannustimia automaatiotekniikan käytölle ovat sen mahdollistama positiivinen kehitys työn määrässä ja laadussa, tuotantopanosten käytössä sekä sato- ja tuotostasossa. Koko ruokaketju hyötyy tuotannon laaduntarkkailun ja kestävyiden, tuotetiedon keruun ja tuotteiden jäljitettävyyden tehostumisesta.

Keskeisimpiä haittoja ja esteitä automaatiotekniikan käytölle ovat investointi-, huolto- ja korjauskustannukset sekä eri osapuolten osaaminen ja automaatioteknisten järjestelmien yhteensopimattomuus. Tietosuojakysymykset, tiedon omistajuus ja tietokoneohjelmien käytettävyys ovat kasvavia haasteita.

Automaatioteknisten investointien taloudellista järkevyyttä voidaan arvioida suhteessa yrityksen taloudellisen tuloksen kehittymiseen. Tuloksen osatekijöitä ovat myytyjen tuotteiden määrä ja laatu sekä tuotantopanosten käyttö ml. työn määrä ja sen luonne.

Sähkö- ja tietoliikenneverkkojen toimintavarmuutta ja eri osapuolien varautumista häiriötilanteisiin tulee lisätä. Automaatiotekniikan valinnan, käytön ja huollon kehittämisessä kannattaa hyödyntää uusia virtuaalitekniisiä ratkaisuja ja simulaattoreita.

Automaatiotekniikka tarjoaa hyvät mahdollisuudet maamme maataloustuotannon kilpailukykyyn, työolosuhteiden ja työn tuottavuuden kehittämiseen. Tämä kuitenkin edellyttää, että ruokaketjun kaikkien osapuolien lisäksi myös tutkimus, koulutus ja asiantuntijapalvelut kehittävät maatalouden automaatioteknistä osaamistaan.

## Alkusanat

”Lähitulevaisuus yliarvioidaan ja kaukainen tulevaisuus aliarvioidaan”, totesi tulevaisuudentutkijana ansioitunut viestinnän professori Osmo A. Wiio (1928–2013) ensimmäisessä ja toisessa tulevaisuuslaissaan. Nämä lauseet on hyvä pitää mielessä myös tätä julkaisua luettaessa.

Julkaisu on loppuraportti TTS Työtehoseurassa vuonna 2018 toteutetusta Automaatiotekniikan tulevaisuudennäkymät maataloustuotannossa (AutoFuture) -tutkimuksesta. Sähköinen julkaisu on vapaasti saatavilla TTS:n kotisivuilta.

Tutkimuksessa laadittuun kyselyyn vastasi asiantuntijoita TTS:n lisäksi Helsingin yliopistosta, Aalto yliopistosta, Savonia ammattikorkeakoulusta, Luonnonvarakeskus Lukesta, Valiosta, ProAgriasta, Mtech Digital Solutionsista, Agrinnotechistä, Pellon Groupista ja NHK-Keskuksesta.

Tarttumalla suosituksiin ja esiin nousseisiin tutkimus- ja kehittämisalueisiin kyettään edistämään suomalaisen maatalouskoneteollisuuden automaatiotekniikkaan liittyvää tuotekehitystä ja kilpailukykyä. Myös maatalousyrittäjät ja heille asiantuntijapalveluja tarjoavat tahot voivat hyödyntää tuloksia oman työnsä kehittämisessä.

Tutkimuksen rahoitti Maatalouskoneiden tutkimussäätiö, jolle esitän suuret kiitokset. Lisäksi kiitän kyselyyn vastanneita asiantuntijoita arvokkaasta panoksesta. TTS:n kollegoita kiitän avusta tutkimuksen kaikissa eri vaiheissa.

Nurmijärvellä 19.2.2019

*Janne Karttunen*  
MMT, erikoistutkija  
TTS Työtehoseura

## 1 Tausta ja tutkimuksen tavoitteet

Automaatiotekniikkaa<sup>1</sup> käytetään maataloudessa muun muassa ajoautomaatiikkaan ja paikkakohtaiseen peltoviljelyyn sekä tuotantoeläinten hoitoon ja seurantaan tarkoitetuissa koneissa, laitteissa ja järjestelmissä ohjelmistoinen ja käyttöliittymineen. Sitä käytetään myös tuotantoprosessien ja -rakennuksien sekä tuotevarastojen olosuhteiden mittaamisessa ja säätämisessä. Järvenpään ym. (2014) toimittamassa oppaassa on laaja katsaus automaatiotekniikan hyödyntämisestä maatiloilla.

### Automaatiotekniikka peltokasvituotannossa

Maamme maatiloilla uusin traktori on keskimäärin 13 vuotta vanha ja muut keskeiset peltokasvituotannossa käytettävät koneet ovat pääsääntöisesti vanhempia. Konekannan korkea ikä ja hidas uusiutuminen hidastavat nykyaikaisen automaatiotekniikan hyödyntämistä peltoviljelyssä. Peltoalaltaan keskikokoista suuremmilla tiloilla konekanta on kuitenkin uudempi, monipuolisempi ja tehokkaampi kuin korkeintaan keskikokoisilla tiloilla. (Karttunen 2018.)

Peltoviljelyssä käytettävän automaatiotekniikan tai muun avustavan tekniikan hyödyntäminen ja kiinnostus sitä kohtaan on yleisempää peltoalaltaan keskikokoista suuremmilla tiloilla. Yleisimmin käytetään peruutus-/työkonekameraa, puintitappiomittaria, ajo-opastinta ja päisteautomaatiikkaa. Muun muassa peltojen ilmakuvaus (kuva 1), reaaliaikainen korjuukoneen sadonmittaus, paikkakohtainen lannoitus ja ruiskutus sekä maaperäsensorit herättävät tiloilla kiinnostusta. (Karttunen 2019.)



Kuva 1. Pienoislentolaitteita eli droneja käytetään maataloudessa muun muassa peltojen ilmakuvaukseen. Julkaisun kuvat: Janne Karttunen

<sup>1</sup> Tässä julkaisussa automaatiolla tarkoitetaan lähes tai täysin itsetoimivaa konetta, laitetta tai järjestelmää. Tekniikka jaetaan fyysisiin koneisiin ja laitteisiin sekä sähköisiin ohjelmistoihin. Teknologia-termillä tarkoitetaan tekniikan soveltamista käytäntöön.

## Automaatiotekniikka kotieläintuotannossa

Kotieläintuotannossa käytettävän automaatiotekniikan tai muun avustavan tekniikan hyödyntäminen ja kiinnostus sitä kohtaan on yleisempää peltoalaltaan keskikoista suuremmilla karjatililla. Yleisimmin käytetään valvontakameraa tuotantoeläinten etätarkkailuun, älypuhelinta tai tablettia eläintietojen ja työtehtävien käsittelyyn sekä automatisoitua lannanpoistojärjestelmää. Muun muassa palovaroitinjärjestelmät, eläinten aktiivisuusmittarit ja lattialla kulkevat rehurobotit (kuva 2) herättävät tiloilla kiinnostusta. (Karttunen 2019.)



Kuva 2. Erilaiset robotit ovat yleistyneet karjatililla. Kuvassa on rehua ruokintapöydällä siirtävä robotti lataamassa akkujaan.

### Automaatiotekniikan hyödyt ja haitat tai haasteet

Karjatilayrittäjien mukaan tärkeimmät maataloudessa käytettävästä automaatiotekniikasta saatavat hyödyt ovat sen mahdollistama työajan säästö sekä raskaan fyysisen työn keveneminen ja toistotyön väheneminen. Muita koettuja hyötyjä ovat muun muassa työajan säästyminen esimerkiksi omaan vapaa-aikaan ja lepoon tai tuotannon tarkkailuun. Lisäksi tiedonkeruu, seuranta, analysointi ja prosessien säätö helpottuvat ja työn mielekkyys paranee. (Karttunen 2019.)

Merkittävimmät maataloudessa käytettävään automaatiotekniikkaan liittyvät haitat tai haasteet ovat karjatilayrittäjien mukaan sen vikaherkkyys ja heikko toimintavarmuus erityisesti haastavissa olosuhteissa sekä korkea hankintahinta ja huoltokustannukset. Muita koettuja haittoja ovat muun muassa se, että häiriötilanteiden nopea korjaus on vaativaa, järjestelmät eivät ole yhteensopivia ja lomittajien sekä työvoiman osaaminen voi olla puutteellista. (Karttunen 2019.)

Automaatiotekniikasta koetut hyödyt ja haitat ovat pääpiirteissään edellä mainittuja myös suurilla ruotsalaisilla mautiloilla. Ruotsissa korostetaan lisäksi automaatiotekni-

kan laajan käytön välttämättömyyttä nykyaikaisen suuren tilan hoidossa. Lisäksi korostetaan konevalmistajien ja -kauppioiden sekä tilan omistajien roolia koneiden käytön opastuksessa. Verkkoyhteyksiä ja simulaatioita hyödyntäviä lyhytkursseja, koneisiin valmiiksi asennettuja sähköisiä pikaoppaita ja matkapuhelimien tai tablettien hyödyntämistä käyttöopastuksessa suositellaan. (Lunner-Kolstrup ym. 2018.)

### Maataloustuotannon automaatiotekniikkaan liittyviä tulevaisuusvisioita

Luonnonvara-alalle asiantuntijakatsauksena laaditun työhyvinvointivision mukaan alan rakennekehityksen arvioidaan jopa kiihtyvän lähivuosina. Yksikkökoot kasvavat ja yrittäjä- sekä yritysmäärät pienenevät. Fyysisesti raskas työ jatkaa vähenemistään. Automaation avulla tehtävä tuotantotyö sekä hallinnointi-, valvonta- ja tarkkailutyö lisääntyvät. Psykososiaalisten kuormitustekijöiden, kuten hallittavan tietomäärän, vaikutus työhyvinvointiin kasvaa. (Karttunen ym. 2017.)

Asiantuntijakatsauksena laaditun kasvintuotantojärjestelmien digitalisaation tiekartan mukaan kasvintuotannon teknologiaa tullaan kehittämään digitalisaation ja robotiikan suuntaan. Niiden myötä mekaaninen kasvinsuojelu tulee viljelyn perustaksi, jolloin luomutuotannon ja tavanomaisen tuotannon raja sumentuu. Usean autonominen viljelyrobotin (itsekulkevat traktorit, puimurit tms. ja pienet ”agrobotit”) ryhmät korvaavat hyvin suuret ja ohjatut koneet. Jatkuvat tarkat kasvustohavainnot ja olosuhdemittaukset<sup>2</sup> mahdollistavat toimenpiteiden täsmällisyyden. (Backman 2015.)

Uuden teknologiavision mukaan ravintomme voi perustua jo kahden vuosikymmenen sisällä vesiviljelyllä<sup>3</sup>, hyönteistaloudella ja biotekniikalla tuotettuun ravintoon sekä robotisoituun hajautettuun yksilölliseen tilausruokaan. Uusien GMO-tekniikoiden hyödyntäminen on keskeinen osa ravinnontuotantoa. Tuotanto tapahtuu kaupunkialueilla, sisätiloissa ja suurelta osin automatisoituna. Visio perustuu parhailaan käytössä tai kehitteillä olevaan tekniikkaan. Toteutuessaan se haastaa nykyisen maatalouden alkutuotannon ja koko elintarvikeketjun. (Linturi ja Kuusi 2018.)

### Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää automaatiotekniikan käytön nykytilaa ja tulevaisuudennäkymiä maamme maataloustuotannossa. Tutkimuksessa tarkasteltiin automaatiotekniikan tarjoamia mahdollisuuksia peltokasvi- ja kotieläintuotannon kilpailukyvyyn, työolosuhteiden ja työn tuottavuuden kehittämisessä. Tutkimuksen pääpaino oli automaatioteknisissä koneissa ja laitteissa, mutta siinä sivuttiin myös tuotantoa tukevia maatalouden tiedonhallintajärjestelmiä.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> Tähän käytetään lentäviä (dronet) ja maanpinnalla kulkevia mittausröbotteja sekä langattomia maaperän analysointijärjestelmiä (Backman 2015).

<sup>3</sup> Säältä suojattuna ja tilaa säästävästi kerroksittain toteutettava elintarvikekasvien ympärivuotinen kasvatus, joka perustuu energiatehokkaiden ledien keinovaloon ja päästöttömään suljettuun kiertoon. Lähikasvatuksen logistiikkakustannukset ovat vähäiset. (Linturi ja Kuusi 2018.)

<sup>4</sup> Maatalouden tiedonhallintajärjestelmien nykytilaa ja tulevaisuudennäkymiä ovat tarkastelleet muun muassa Pesonen ym. (2014) ja Fountas ym. (2015).



## 2 Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Tutkimuksen pääaineisto kerättiin sähköisellä Webropol-kyselyllä. Tietoa kerättiin myös alan kirjallisuudesta. Lisäksi kotimaisista ja ulkomaisista konenäyttelyistä ja kongresseista kerättiin kyselyyn vastaamista tukenutta tietoa.

Kyselyyn pyydettiin vastaukset 22 asiantuntijalta, joista puolet edusti peltokasvituotannon ja puolet kotieläintuotannon tutkimusta, yliopisto- ja ammattikorkeakoulutusta, asiantuntijapalveluita sekä koneteollisuutta ja -kauppaa.

Kyselyllä selvitettiin asiantuntijoiden perusteltu näkemys seuraavista seikoista peltokasvituotantoon ja kotieläintuotantoon liittyen:

- merkittävimmät automaatiotekniset laitteet tai järjestelmät,
- automaatiotekniikan tuleva kehitys eri seikkojen suhteen lähivuosina,
- automaatiotekniikan mahdollisuudet eri seikkojen kehittämisessä,
- merkittävimmät automaatiotekniikkaan liittyvät hyödyt ja haitat tai haasteet,
- merkittävimmät kannustimet ja esteet automaatiotekniikan käyttöönotolle,
- automaatioteknisten investointien taloudelliset perustelut,
- mitä opittavaa voisi olla koneellisen puunkorjuun automaatiotekniikasta,
- mitä opittavaa voisi olla led-, vertikaali- ja kaupunkiviljelytekniikoista,
- mihin pieniä koptereita ja lennokkeja voitaisiin käyttää,
- mielipide autonomisista traktoreista, peltoviljelykoneista ja mittausrobo-teista (vain peltokasvituotanto),
- mielipide lattiatasossa itsekulkevista koneista (vain kotieläintuotanto),
- tietokoneohjelmien merkittävimmät hyödyt ja haitat tai haasteet,
- massadatan ja esineiden internetin käyttömahdollisuudet sekä
- sähkö- ja tietoliikenneverkkojen häiriöihin varautuminen.

Kysymykset olivat joko Likert-asteikollisia väittämiä tai avoimia kysymyksiä. Väittämässä arvioitiin vastaajan samanmielisyyttä tai eri seikkojen muutosta viisiportaisella asteikolla. Väittämässä saattoi valita myös vaihtoehdon ”jätän vastaamatta”.

Väittämäkysymyksiin annetut vastaukset esitetään tulostaulukoissa suorina jakaumina, joissa peltokasvi- ja kotieläintuotannon asiantuntijoiden vastaukset on yhdistetty. Taulukoissa trendit (ilmiön suunta) on tummennettu tulosten tulkinnan helpottamiseksi.

Väittämäkysymyksiin annetut perustelut on ryhmitelty kolmeen luokkaan: seikan arvioidaan vähenevän, pysyvän ennallaan tai kasvavan tai vaihtoehtoisesti väittämän kanssa ollaan eri mieltä, ei samaa eikä eri mieltä tai samaa mieltä.

Tuloksissa nostetaan esiin perusteluissa ja avoimissa vastauksissa yleisimmin esiintyneitä seikkoja. Alkuperäiset perustelut ja avoimet vastaukset esitetään julkaisun liitteissä 1–17.

Asiantuntijakyselyn tuloksia täydennettiin kansainvälisen maatalousteknologian järjestön työtieteen osaston (CIGR V) johtokunnan jäsenten (n=5) arvioilla merkittävistä peltokasvi- ja kotieläintuotannossa käytettävistä automaatioteknisistä laitteista tai järjestelmistä. Nämä arviot esitetään kotimaisten asiantuntijoiden vastaavien yhteydessä.

## 3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 3.1 Merkittävimmät automaatiotekniset laitteet

Asiantuntijoille annettiin ohje, että kyselyssä lähivuosilla tarkoitetaan ajanjaksoa kuluvasta vuodesta noin vuoteen 2025 saakka.

#### 3.1.1 Kotimaisten asiantuntijoiden arviot

Asiantuntijoilta tiedusteltiin, mitkä ovat merkittävimmät peltokasvi- ja kotieläintuotannossa maassamme käytettävät automaatiotekniset laitteet tai järjestelmät ohjelmistoinen tai käyttöliittymineen. Vastaukset pyydettiin ryhmittelemään neljän eri aikajänteen ja kehitysasteen suhteen. Liitteessä 1 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot.

#### Maassamme yleisesti käytössä oleva automaatiotekniikka

Asiantuntijoiden mielestä maamme peltokasvituotannossa vakiintunutta automaatiotekniikkaa edustavat traktoreiden ja puimureiden paikannusjärjestelmät, ajolinjapastimet ja päiste- ja lohkoautomaatiikka sekä täsmäviljelylaitteistot lannoitteenlevitimissä ja kasvinsuojeluruiskuissa. Muutamit arvioivat täsmäviljelyn varsinaisesti yleistyvän maassamme vasta lähivuosina. Muuta yleistä automaatiotekniikkaa ovat dronet<sup>5</sup> kasvuston ilmakuvauksissa, automaattinen satokartoitus puimureissa sekä etäseuranta viljankuivaamoissa ja juuresvarastoissa. Lisäksi käytetään yleisesti tietokoneohjelmistoja viljelyn suunnittelussa ja tukiraportoinnissa.

Kotieläintuotannossa vastaavaa vakiintunutta automaatiotekniikkaa ovat automaattiset lypsy-, ruokinta- ja lannanpoistojärjestelmät (lantaraapat ja -robotit). Automaattisia ruokintajärjestelmiä on nauta-, sika- ja siipikarjoille. Vasikoille on juotautoomaatteja. Myös tuotannon ohjausjärjestelmät, eläinten aktiivisuusmittarit sekä tuotanto-olosuhteita ohjaava automaatiikka ovat myös yleistyneet maassamme.

#### Lähivuosina maassamme yleistävä automaatiotekniikka

Maamme peltokasvituotannossa lähivuosina yleistyvää automaatiotekniikkaa ovat traktoreiden automaattiohjaus eli itsekulkevuus (ohjaamo on miehitetty) pellolla, kokenäköön (automaattiseen tunnistukseen) perustuvat ratkaisut muun muassa rikkakasvien ja kasvitautien täsmätorjunnassa sekä maaperän ja ilmaston olosuhteita mittaavat sensorit. Muita yleistyviä ratkaisuja ovat automaattinen työkirjanpito, joka mahdollistaa työajan ja panosten optimoinnin, ja työtehtäviä suorittavat dronet.

Kotieläintuotannossa lähivuosina yleistyvää automaatiotekniikkaa ovat lattialla itsekulkevat ruokinta- ja rehunkäsittelyrobotit, automaattilypsyllä varustetut karuselilypsyasemat, lantaa keräävät robotit ja varsinkin ryhmätäyttöisessä kotieläintuotannossa käytettävät tuotantotilojen pesurobotit. Eläinten liikkumista ja hyvinvointia seuraava automaatiikka yleistyy.

---

<sup>5</sup> Droneille (unmanned aerial vehicles) on useita nimiä kuten drooni, pien- tai pienoislentolaite, pienoiskopteri ja robottilennokki.

## Kehitettävä ja lähivuosina markkinoille tuleva automaatiotekniikka

Peltokasvituotannossa parhaillaan maailmalla kehitettävää ja lähivuosina kaupallisiksi tuotteiksi edistyvää automaatiotekniikkaa ovat traktoreiden valvottu automaattiohjaus pellolla ja maantiellä (ohjaamo on kuitenkin miehitetty), ihmisen ohjaamaa konetta seuraavat miehittämättömät orjakoneet, traktoria ohjaavat työkoneet (tractor implementation management) ja koneiden pilvipalveluihin kytkeytymisen standardisointi.

Kotieläintuotannossa vastaavaa automaatiotekniikkaa ovat automaattinen rehuseosten kokoaminen ja jako rehuosien ominaisuuksien välittömän mitaamisen perusteella, lämpökuvauksen hyödyntäminen tuotantoeläinten terveyden tarkkailussa, tuotantoeläinten automaattinen punnitus, tuotantoeläinten terveydentilaa seuraavat pötsibolukset (ravinne- ja tunnisteboluksia käytetään jo Suomessa) sekä makuuparsien puhdistus- ja kuivitusrobotit.

## Vuosien päästä markkinoille tuleva automaatiotekniikka

Maailmalla suunnitteluvaiheessa olevaa ja vuosien päästä kaupallisiksi tuotteiksi kehittyvää peltokasvituotannon tekniikkaa voivat olla muun muassa aurinkovoimalla toimivat kasvinsuojelurobotit ja traktori-työkoneyhdistelmiä korvaavat autonomiset peltorobotit tai robottiryhmät (laivueet).

Kotieläintuotannossa vastaavaa tekniikkaa voivat olla märehäijöiden ilmastovaikutuksia vähentävät tuotantorakennusten ilmanvaihtoratkaisut, dronien käyttö tuotantorakennuksissa eläinten havainnoinnissa ja niin sanotut virtuaaliset laidunaidat, jotka perustuvat kaulatransponderiin ja reaaliaikaiseen paikannukseen. Viimeksi mainitusta on jo olemassa ainakin prototyyppjä.

### 3.1.2 Kommentteja CIGR V:n johtokunnalta

Myös kansainvälisen maatalousteknologian järjestön työtieteen osaston (CIGR V) johtokunnan jäseniltä tiedusteltiin merkittävimpiä peltokasvi- ja kotieläintuotannossa käytettäviä automaatioteknisiä laitteita tai järjestelmiä. Vastaukset pyydettiin ryhmittelemään neljän eri aikajänteen ja kehitysasteen suhteen, mutta käytännössä vastaukset olivat ryhmiteltävissä kolmeen luokkaan. Liitteessä 2 on johtokunnan jäsenten alkuperäiset arviot.

#### Jäsenen kotimaassa yleisesti käytössä oleva automaatiotekniikka

Peltokasvituotannossa vakiintunutta automaatiotekniikkaa edustavat muun muassa paikannusjärjestelmät traktoreissa ja puimureissa mukaan lukien täsmälannoitus ja -ruiskutus, traktoreiden ja puimureiden ohjausavustimet sekä itsekulkevat rikkakasvien harauskoneet.

Kotieläintuotannossa vastaavaa tekniikkaa ovat automaattiset lypsy-, ruokinta- ja lannanpoistojärjestelmät nautakarjalla, sikaloissa ja siipikarjatiljoilla, rehua siirtävät robotit, makuuparsien puhdistusrobotit, ajolaitteet lypsyasemien kokoomatiloissa, lypsykoneen automaattipesu sekä pesurobotit sikaloissa ja broileritiloilla.

## Lähivuosina jäsenen kotimaassa yleistävä automaatiotekniikka

Peltokasvituotannossa yleistyvää automaatiotekniikkaa edustavat kasvustoista kasvitauteja ja rikkakasveja havainnoivat dronet (moniroottoriset tai kiinteäsiipiset) ja itsekulkevat kasvinsuojeluruiskut. Tässä yhteydessä korostettiin sitä, että puuttuu tietoa tekniikan käyttöönoton taloudellisista vaikutuksista. Päätöksenteko perustuu enemmän mutuihin kuin taloudellisen tai ympäristöön kohdistuvan edun laskentaan.

Kotieläintuotannossa vastaavaa tekniikkaa ovat laitumelle sijoitettavat lypsyrobotit, sikojen automaattipunnitus, tuotantoeläinten automaattisen monitoroinnin ohjaajat tuulettimet ja ilman kostuttimet, itsekulkevat seosrehun sekoitus-, jako- ja siirtolaitteet, jotka toivottavasti myös puhdistavat ruokintapöydän.

## Kehitettävä ja lähivuosina maailmalla markkinoille tuleva automaatiotekniikka

Peltokasvituotannossa kehitetään autonomisia peltorobotteja, jotka voivat esimerkiksi kylvää, kitkeä ja ruiskuttaa. Nämä peltorobotit voivat olla pienikokoisia, liikkua ryhmissä ja dronien antamien komentojen mukaan. Lisäksi kehitetään orjakoneita, autonomisia traktoreita ja puimureita sekä droneja, jotka voivat tutkia kasvien ja maaperän kuntoa. Mielekkyydeltään kyseenalaisena nähtiin visio, jossa maatalousyrittäjä lähinnä valvoo autonomisia koneita, jotka huolehtivat kaikista viljelytoimenpiteistä.

Kotieläintuotannossa kehitetään turkiseläinten automaattista ruokintaa ja itsekulkevia puhdistus- ja kuivituskoneita lypsykarjatilaille. Kotieläintuotannossa visioitiin tilanne, jossa paikan päällä tai etänä valvottava automaatiotekniikka huolehtii karjasta vuorokauden ympäri. Karjanhoitajan tehtävä on valvoa automaatiikkaa paikan päällä tai etäyhteydellä ja hoitaa lähinnä erityistä huolta vaativia eläinyksilöitä tai -ryhmiä.

## 3.2 Automaatiotekniikan kehitys ja mahdollisuudet

### 3.2.1 Automaatiotekniikan tuleva kehitys lähivuosina

Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan peltokasvi- tai kotieläintuotannossa käytettävän automaatiotekniikan tulevaa kehitystä lähivuosina. Peltokasvi- ja kotieläintuotannon asiantuntijoiden vastausten päälinjat eivät eronneet toisistaan, joten vastaukset on yhdistetty taulukossa 1. Liitteessä on 3 on asiantuntijoiden arvioilleen antamat alkuperäiset perustelut.

#### Suhteellinen hankintahinta

Enemmistö arvioi, että sekä peltokasvi- että kotieläintuotannossa käytettävän automaatiotekniikan hankintahinta tuotettua yksikköä kohti (suhteellinen hankintahinta) laskee lähivuosina. Tätä perusteltiin muun muassa sillä, että valikoiman kasvaessa kilpailu kasvaa ja hinnat luontaisesti alenevat, nykyisin lisävarusteina olevia ominaisuuksia siirtyy vakiovarusteiksi ja massatuotantoon siirtyvien komponenttien hinnat laskevat. Lisäksi automaatiotekniikkaa käyttävien tilojen tuotantomäärät kasvavat ja työtä helpottavalla tekniikalla hallitaan suurempia tuotantomääriä.

**Taulukko 1.** Vastaukset (n=22) kysymykseen: ”Arvioi maamme peltokasvi-/koti-eläintuotannossa käytettävän automaatiotekniikan tulevaa kehitystä lähivuosina ja perustelee lyhyesti kantaasi. Automaatiotekniikan...”

Arvioitava seikka <sup>1</sup>	vähenee voimakkaasti	vähenee jonkin verran	pysyy ennallaan	kasvaa jonkin verran	kasvaa voimakkaasti	jätän vastamatta
hankintahinta per tuotettu yksikkö	0	16	1	5	0	0
kestävyys kuormittavissa olosuhteissa	0	0	6	13	3	0
riippuvuus häiriötömistä sähkö- ja tietoliikenneyhteyksistä	1	3	7	8	2	1
riippuvuus toimivasta huoltoverkostosta	0	0	3	10	6	3
luotettavuus ja tarkkuus	0	0	3	12	7	0
käytettävyys eli helppokäyttöisyys	0	0	6	9	7	0
valikoiman laajuus	0	0	0	12	10	0
saatavuuden helppous	0	0	3	11	8	0
käytön suhteellinen yleisyys tiloilla	0	0	1	10	11	0
käyttäjien suhteellinen osuus maataloustuotannosta	0	1	1	11	9	0
käyttäjien ja ei-käyttäjien segmentoituminen	0	3	0	11	6	2

<sup>1</sup> Trendi on tummennettu.

### Olosuhdekestävyys

Enemmistö arvioi, että automaatiotekniikan kestävyys kuormittavissa olosuhteissa paranee lähivuosina. Tätä perusteltiin muun muassa sillä, että olosuhdekestävyys on keskeinen kriteeri nykyisessä suunnittelussa ja markkinoinnissa, kokemus parantaa tuotekehitystä ja komponenttien kestävyyttä ja asiakkaiden vaatimustaso kasvaa. Lisäksi käyttöolosuhteet voivat parantua tuotantorakennuskannan uusiutuessa ja järjestelmien integroitua kiinteästi esimerkiksi traktoriin. Muutamat arvioivat tilanteen kuitenkin pysyvän ennallaan, koska kokonaiskuormitus ei vähene käyttöajan kasvassa ja koska markkinakilpailu voi ohjata käyttämään halpoja komponentteja.

### Riippuvuus infrasta ja huollosta

Enemmistö arvioi, että automaatiotekniikan riippuvuus häiriöttömistä sähkö- ja tietoliikenneyhteyksistä sekä toimivasta huoltoverkostosta kasvaa lähivuosina. Suurin

osa muista arvioi, että riippuvuus pysyy ennallaan. Riippuvuuden kasvua perusteltiin muun muassa sillä, että järjestelmät tulevat olemaan entistä enemmän riippuvaisia jatkuvasta ja laadukkaasta sähkösaannista. Lisäksi ne ovat jatkuvasti verkossa ja yhteydessä pilvipalveluihin. Ohjauksessa ja tiedonkeruussa siirrettävän tiedon määrän kasvu lisää myös riippuvuutta.

Automaatiotekniikan yleistyminen ja järjestelmien monimutkaistuminen lisäävät vaatimuksia ammattimaiselle huoltoverkostolle, koska maatalousyrittäjän mahdollisuudet vian hakuun ja laitteiden huoltoon ovat riittämättömät. Huoltoa pidettiin tärkeimpänä jälkimarkkinointikohteena ja keskeisenä valintaperusteena laitteille.

Myyntiorganisaation tai valmistajan kautta saatavan huollon oletetaan sisältyvän tuotteeseen entistä kiinteämmin. Riskinä nähtiin pienet toimijat, joilla hyvän huoltoverkoston rakentaminen on kallista suhteessa myytyyn laitemäärään. Vikaa voidaan jatkossa joutua hakemaan myös muiden valmistajien järjestelmistä.

Ne, jotka arvioivat edellä mainittujen riippuvuuksien pysyvän ennallaan, perustelivat arviotaan sillä, että automaatiotekniikan etähuolto tulee yleistymään, on tiedostettu tarve kyetä toimimaan tilapäisesti ilman sähkö- ja tietoliikenneyhteyksiä, joita toisaalta myös parannetaan yhteiskunnassamme koko ajan. Tiloilla on myös käytössä kasvavassa määrin varavirtalaitteita.

#### **Luotettavuus, tarkkuus ja käytettävyys**

Samoin enemmistö arvioi, että automaatiotekniikan luotettavuus ja tarkkuus sekä käytettävyys eli helppokäyttöisyys kasvavat lähivuosina. Loput arvioivat näiden ominaisuuksien pysyvän ennallaan.

Tilanteen paranemista perusteltiin lisääntyvällä panostuksella tuotekehitykseen, sensori- ja muun tekniikan yleisellä kehitymisellä, laskentatehon kasvulla ja ohjelmistojen parantumisella. Myös kokemus laitteistojen suunnittelusta ja käytöstä lisääntyy ja asiakkaiden vaatimukset kasvavat. Lisäksi tiedonsiirto eri laitteiden ja järjestelmien välillä kehittyi, käyttöliittymät paranevat ja puhelinsovellukset yleistyvät. Käytettävyys tulee kilpailuvaltiksi luotettavuuden ja huollon toimivuuden perässä.

Ne, jotka arvioivat edellä mainittujen ominaisuuksien pysyvän ennallaan, perustelivat arviotaan sillä, että vaikka tietolähteiden määrä tulee kasvamaan, ei niiden suorituskyvyssä ole nähtävissä suurta loikkaa. Käytettävyyteen koetaan panostettavan koko ajan liian vähän, ja tekniikan uudet ominaisuudet voivat mutkistaa tilannetta. Tekstittömiä käyttöliittymiä, jotka sopivat monille kielialueille, pyritään edelleen valmistamaan. Kosketusnäyttöjen käytettävyyttä epäiltiin.

#### **Valikoima ja saatavuus**

Enemmistö asiantuntijoista arvioi, että automaatiotekniikan valikoiman laajuus ja saatavuuden helppous tulevat kasvamaan lähivuosina. Kentälle tulee uusia valmistajia myös maatalousalan ulkopuolelta ja vanhojen valmistajien automaatiotekniset tuotevalikoimat kasvavat. Kova kilpailu tiputtanee osan kuitenkin pois. Markki-

noille voi tulla myös konemerkestä riippumattomia sovelluksia. Tarjonta ja saatavuus helpottuvat esimerkiksi puhelinsovellusten yleistymisen myötä. Kysynnän kasvu lisää tarjontaa, ja verkkokauppa edistää saatavuutta.

### Käytön ja käyttäjien segmentoituminen

Lähes kaikkien asiantuntijoiden mielestä automaatiotekniikan käytön suhteellinen yleisyys tiloilla, käyttäjien suhteellinen osuus maataloustuotannosta sekä käyttäjien ja ei-käyttäjien segmentoituminen kasvavat lähivuosina.

Näitä seikkoja perusteltiin muun muassa sillä, että vaikka automaatiotekniikan käyttö yleistyy kaiken kokoisilla tiloilla, se yleistyy voimakkaimmin suurilla tiloilla, jotka vastaavat suurimmasta osasta tuotantoa. Suuret tilat investoivat uuteen ja varusteltuun konekantaan tai hankkivat urakointipalveluita. Myös ammattiura-koitsijoilla on mahdollisuudet uuteen ja varusteltuun konekantaan.

Automaatiotekniikan käyttäjäkenttä segmentoituu: osa on innokkaita edelläkävijöitä, osa käyttää runsaasti automaatiotekniikkaa, mutta eivät välttämättä ensimmäisten joukossa, osa käyttää jotain ja osa ei juuri mitään. Tuotantoon jäähyttelevät löytyvät erityisesti viimeksi mainittujen joukosta.

### 3.2.2 Automaatiotekniikan mahdollisuudet

Seuraavaksi pyydettiin arvioimaan peltokasvi- tai kotieläintuotannossa käytettävän nykyisen ja lähivuosien automaatiotekniikan mahdollisuuksia eri seikkojen kehittämisessä. Peltokasvi- ja kotieläintuotannon asiantuntijoiden vastausten päälinjat eivät eronneet toisistaan, joten vastaukset on yhdistetty taulukossa 2. Liitteessä 4 on asiantuntijoiden arvioilleen antamat alkuperäiset perustelut.

#### Sato- ja tuotostaso

Asiantuntijoiden enemmistön mukaan automaatiotekniikan avulla kyetään kehittämään maataloustuotannon sato- ja tuotostasoa. Automaatiotekniikan avulla pystytään esimerkiksi oikea-aikaisiin ja paikkatietoa hyödyntäviin toimenpiteisiin (kylvö, lannoitus, kasvinsuojelu, korjuu), jotka parantavat sadon määrää ja laatua.

Automaatio helpottaa myös ruokinnan optimointia ja eläinten kunnon seurantaa, mikä vähentää tuotoshäiriöitä ja edistää eläinterveyttä sekä tuotosta. Tuotannosta ja eläimistä automaattisesti kerättävän tiedon lisääntymisen ansiosta tuotannon syy- ja seuraussuhteet selkiintyvät. Oleellisen tuotantotiedon hyvä käytettävyyden helpottaa oikeiden toimenpiteiden tekemistä oikealla hetkellä.

#### Kone- ja työkustannukset

Myös kone- ja työkustannuksia kyetään hallitsemaan aikaisempaa paremmin, mutta automaatiotekniikan vaikutus konekustannuksiin jakaa mielipiteitä. Automaation arvioidaan nostavan koneiden hankintahintaa. Järkevillä valinnoilla konekustannusten arvioidaan kuitenkin laskevan tuotettua tuoteyksikköä kohti tuotannon tehostumisen myötä. Tulevaisuudessa peltokasvituotannossa käytettävät autonomiset koneet voivat työskennellä tarvittaessa vuorokauden ympäri sesonkikauden ajan.

Kotieläintuotannossa käytettävälle automaatiotekniikalle tulee tällä hetkellä eniten vuosittaisia käyttötunteja. Automaatio vähentää ihmistyön ja palkkatyöntekijöiden tarvetta rutiininomaisissa tuotantotoissa ja siitä aiheutuvia kustannuksia. Osa tuotantoon kuluneesta työajasta kuitenkin korvautuu valvonta-, ohjelmointi-, huolto- ja korjaustyöllä, joissa voidaan joutua turvautumaan myös ammattilaisten apuun.

**Taulukko 2.** Vastaukset kysymykseen: ”Arvioi nykyisen ja lähivuosien automaatiotekniikan mahdollisuuksia eri seikkojen kehittämässä maamme peltokasvi- tai kotieläintuotannossa ja perustele lyhyesti kantaasi. Automaatiotekniikan avulla kyetään kehittämään peltokasvi- tai kotieläintuotannon...”

Arvioitava seikka <sup>1</sup>	täysin eri mieltä	eri mieltä	ei samaa eikä eri mieltä	samaa mieltä	täysin samaa mieltä	jätän vastattamatta
satotaso/ tuotostasoa	0	1	4	7	10	0
konekustannusten hallintaa	0	6	8	6	1	1
työkustannusten hallintaa	0	1	3	10	7	1
fyysisen kuormituksen hallintaa	0	1	1	9	11	0
psykososiaalisen kuormituksen hallintaa	0	5	4	9	3	1
työturvallisuutta	0	0	4	11	6	1
työn tuottavuutta	0	0	0	11	11	0
tuotantoeläinten elinolosuhteita <sup>2</sup>	0	0	1	5	5	0
tuotteiden laatua	0	0	3	11	8	0
tuotteiden jäljitettävyyttä	0	1	1	10	10	0
julkisuuskuva	0	1	7	8	5	1
houkuttelevuutta osana maatalousalan ammatteja	0	0	2	13	7	0
energiätehokkuutta	0	0	3	11	8	0
ympäristökuormituksen hallintaa	0	0	1	13	8	0

<sup>1</sup> Trendi on tummennettu.

<sup>2</sup> Kysyttiin vain kotieläintuotannon 11 asiantuntijalta.

### Fyysinen ja psykososiaalinen kuormitus

Työn fyysisen kuormituksen odotetaan lähes yksimielisesti alenevan automaatiotekniikan avulla. Automaatio vähentää erityisesti fyysisesti raskasta työtä, toistotyötä ja



yksipuolista kuormitusta sekä melua ja tärinää. Toisaalta liikkuminen vähenee ja istumatyö, kuten valvonta, lisääntyy. Lisäksi moni fyysisesti kuormittava työ, kuten huolto- ja korjaustyöt sekä työkonien kytkeäminen, on automatisoitu, kun on keskitytty työprosessien automatisointiin.

Myös työn psykososiaalisen kuormituksen odotetaan alenevan automaation myötä, vaikka tämä jakekin mielipiteitä. Automaatiotekniikan käyttöönottoon ja häiriöihin liittyy tyypillisesti stressiä. Jos uudet järjestelmät osoittautuvat luotettaviksi ja niiden käytettävyys hyväksi, ovat ne omiaan vähentämään työn psyykkistä kuormitusta. Jos automaatiotekniikka edistää peltotöiden tekemistä ajallaan ja laadukkaasti, vähenee henkinen kuormitus. Myös toimistotöiden automatisointi voi vähentää stressiä. Kannattaa muistaa, että myös ihmisten johtaminen voi stressata.

### **Työturvallisuus**

Automaatiotekniikka hoitaa raskaita ja vaarallisia töitä ja lähtökohtaisesti edistää työturvallisuutta. Ihminen voi myös vähentää liikkumista ja oleskelua riskialttiissa työympäristössä. Toisaalta automaatio voi aiheuttaa uusia riskipaikkoja, jotka liittyvät erityisesti vikatilanteisiin ja käyttäjän alentuneeseen tilannetietoisuuteen. Edellä mainittuihin on kiinnitettävä huomiota jatkossa myös maataloudessa.

### **Työn tuottavuus**

Työn tuottavuuden (tuotteet/työpanos) odotetaan yksimielisesti paranevan automaatiotekniikan avulla. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että automaatiotekniikka toimii odotetulla tavalla. Autonomisten järjestelmien keskeinen tehtävä on korvata ihmistyötä ja edistää työn tuottavuutta, vaikka valvontaan voi kulua aikaisempaa enemmän aikaa. Samalla työn ja muiden tuotantopanosten käyttö voi tarkentua ja hukka vähetä.

### **Tuotantoeläinten elinolosuhteet**

Kotieläintuotannon asiantuntijoiden arvion mukaan tuotantoeläinten elinolosuhteet paranevat hyvin toimivan automaatiotekniikan myötä. Automaatio mahdollistaa muun muassa ruokinnan, eläinterveyden ja tuotantorakennuksen olosuhteiden tarkemman seurannan. Ilmanvaihdon ja valaistuksen säätö helpottuvat.

### **Tuotteiden laatu ja jäljitettävyys**

Myös tuotteiden laadun ja jäljitettävyyden odotetaan paranevan hyvin toimivan automaatiotekniikan myötä. Automaatio mahdollistaa jatkuvan ja tarkan laadunseurannan. Inhimillisten virheiden ja laatupoikkeamien määrät vähenevät. Jäljitettävyyssdatan mittaus ja tallennus voidaan automatisoida. Nykyisin kyetään jäljittämään yksittäinen tila. Jatkossa tarvittaessa yksittäinen eläin. Radiotaajuiset RFID-tunnisteet eli -tagit voidaan laittaa tuotteisiin jo tilalla. Jäljitettävyyden edistäminen ja siitä hyötyminen edellyttävät kuitenkin koko ruokaketjun yhteistyötä.

### **Julkisuuskuva ja alan houkuttelevuus**

Enemmistö arvioi, että tuotannon julkisuuskuva ja alan houkuttelevuus kehittyvät automaatiotekniikan avulla. Automaatiolla kyetään kehittämään tuotannon kestävyys kaikkia ulottuvuuksia. Esimerkiksi ekologisempi peltokasvituotanto ja tuotantoeläinten hyvinvointia edistävä kotieläintuotanto luo myönteistä julkisuuskuva.

Automaatiotekniikan runsas käyttö erityisesti kotieläintuotannossa voi kuitenkin olla ristiriidassa joidenkin tahojen vaaliman ”maalaisromanttisen” mielikuvan kanssa. Peltokasvituotannon puolella vastaavaa asetelmaa ei nähdä yhtä vahvana.

Alan houkuttelevuutta ammattina lisää, kun automaatiotekniikka suorittaa raskaimmat, yksitoikkoisimmat ja likaisimmat työt. Mielenkiintoisemmat tehtävät ja uudet osaamistarpeet lisännevät alan houkuttelevuutta erityisesti nuorison keskuudessa. Maatalousalan on seurattava tässä suhteessa yhteiskunnan yleistä kehitystä.

### Energiatehokkuus ja ympäristökuormitus

Enemmistön mukaan automaatiotekniikan avulla kyetään kehittämään maataloustuotannon energiatehokkuutta ja ympäristökuormituksen hallintaa. Esimerkiksi täsmäviljely parantaa sekä suorien (polttoaine) että epäsuorien (lannoitteet) energiapanosten käytön tehokkuutta ja vähentää ympäristökuormitusta peltokasvituotannossa. Kotieläintuotannossa kyetään säättämään ilmastointia, valaistusta ja lämmitystä sekä tehostamaan ruokintaa, lypsyä ja lannanpoistoa. Suotavaa on, että yleistyvien automaatioteknisten laitteiden ja tehokkaampien verkkoyhteyksien tarvitsema energia tuotetaan ei-fossiilisilla lähteillä.

## 3.3 Automaatiotekniikan käyttö

### 3.3.1 Automaatiotekniikkaan liittyvät hyödyt ja haitat

Asiantuntijoilta tiedusteltiin arviota merkittävimmistä peltokasvi- ja kotieläintuotannossa käytettävään automaatiotekniikkaan liittyvistä hyödyistä sekä haitoista tai haasteista maatalousyrittäjille ja muille osapuolille. Liitteessä on 5 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot. Alla on esitetty keskeisimpiä esille nousseita seikkoja.

#### Hyödyt maatalousyrittäjille

Hyödyissä korostettiin samoja seikkoja kuin edelliseen kysymykseen annetuissa arvioissa: työssä, tuotteissa ja tuotantopanosten käytössä tapahtuu positiivisia muutoksia. Työmäärän ja erityisesti fyysisen työkuormituksen arvioidaan alenevan sekä työn tehokkuuden, mielekkyyden ja turvallisuuden lisääntyvän. Nämä seikat nousivat esille erityisen vahvasti kotieläintuotannon asiantuntijoiden arvioissa. Lisäksi hyödyissä tuotiin esille sato- ja tuotostason sekä tuotteiden laadun ja jäljitettävyyden paraneminen. Myös tuotantopanosten säästö edistää tuotannon kannattavuutta.

#### Hyödyt muille

Elintarviketeollisuus, kauppa ja kuluttajat hyötyvät siitä, että tuotannon laaduntarkkailu tehostuu, tuotetietoa kerätään ja se siirtyy automaattisesti eteenpäin ja tuotteiden jäljitettävyys paranee. Tästä koituu lisäarvoa toivottavasti myös maatalousyrittäjiin. Tuotantoeläinten hyvinvoinnin paraneminen ja tuotannon ympäristökuormituksen aleneminen edistävät tuotannon hyväksyttävyyttä ja kestävyttä. Urakoitsijoiden lisäksi myös ohjelmistosuunnittelijat ja kotimainen maatalouskoneteollisuus sekä uusien palveluiden kehittäjät hyötyvät automaatiotekniikan lisääntymisestä.

## Haitat tai haasteet maatalousyrittäjille

Maatalousyrittäjillä työn sisältö muuttuu voimakkaasti ja tarvitaan uutta osaamista ja koulutusta. Laitetoimittajien on lisättävä opastusta. Työn henkinen kuormitus voi kasvaa, jos automaation kanssa ei pärjätä tai se osoittautuu toimimattomaksi. Järjestelmät voivat olla eri tavoin yhteensopimattomia ja tiedonsiirrossa voi olla ongelmia. Myös tietoturvallisuus voi aiheuttaa haasteita. Investointikulujen lisäksi huolto- ja korjauskustannukset kasvavat. Riippuvuus toimivista huoltopalveluista kasvaa, koska häiriötilanteissa ei selviydytä turvautumalla perinteisiin käsityövaltaisiin menetelmiin.

## Haitat tai haasteet muille

Maatalouden automatisaation myötä sen työllistävyys laskee, mikä heijastuu maa-seutukuntiin. Alkutuotannon asiakkaiden vaatimustaso kasvaa. Vaatimukset laitevalmistajien ja -myyjien antamalle opastukselle sekä huollon ja varaosien saatavuudelle kasvavat. Myös tutkimus-, koulutus- ja asiantuntijapalveluihin kohdistuu uusia haasteita. Tuotetun tiedon omistajuus ja käyttöoikeudet on ratkaistava. Maatalouden integroituminen hallinnon sekä panos- ja jalostusteollisuuden suuntaan haastaa kaikki osapuolet.

### 3.3.2 Kannustimet ja esteet automaatiotekniikan käyttöönotolle

Seuraavaksi asiantuntijoilta tiedusteltiin merkittävimpiä kannustimia ja esteitä automaatiotekniikan käyttöönotolle peltokasvi- ja kotieläintuotannossa. Vastaajia pyydettiin nimeämään merkittävien, toiseksi merkittävien ja kolmanneksi merkittävien kannustin ja este. Liitteessä 6 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot. Alla on esitetty keskeisimpiä esille nousseita kannustimia ja esteitä koottuna yhteen (ei tärkeysjärjestystä).

#### Merkittävimmät kannustimet

Keskeisiä kannustimia automaatiotekniikan käyttöönotolle sekä peltokasvi- että kotieläintuotannossa ovat sen tuomat positiiviset muutokset työlle: työaika ja työkuksannuksia säästyy, työ kevenee ja sen mielekkyys, turvallisuus ja terveellisyys paranevat. Tuotantopanosten käyttö tarkentuu ja se tuo kustannussäästöjä. Tuotoksen määrä ja laatu nousevat. Tuotantodatan käsittelyn automatisointi edistää tuotteiden jäljitettävyyttä ja voi tuoda lisäarvoa. Tuotantoeläinten hyvinvoinnin kasvu on eduksi tuotoksen määrälle ja laadulle ja voi tuoda myös lisäarvoa.

#### Merkittävimmät esteet

Keskeinen este automaatiotekniikan käyttöönotolle sekä peltokasvi- että kotieläintuotannossa ovat sen korkeina pidetyt investointi-, huolto- ja korjauskustannukset. Erityisesti maatalousyrittäjien, mutta myös konemyyjien, -huoltajien ja -neuvojen tiedoissa ja taidoissa on puutteita. Edellinen voi heijastua asenteisiin ja ennakkoluuloihin, joissa on monella korjaamisen varaa. Lisäksi vanhojen ja uusien järjestelmien yhteensopivuudessa ja sovittamisessa tilalle sekä käytettävyydessä on myös ongelmia. Erityisesti hyvien vertaiskokemusten tärkeys tuotiin myös esille.

### 3.3.3 Automaatioteknisten investointien taloudelliset perustelut

Asiantuntijoilta tiedusteltiin, mitkä ovat tärkeimmät huomioon otettavat kriteerit, joilla peltokasvi- ja kotieläintuotannossa käytettäviä automaatioteknisiä investointeja voidaan pitää taloudellisesti perusteltuina. Vastaajia pyydettiin nimeämään tärkein, toiseksi tärkein ja kolmanneksi tärkein kriteeri. Liitteessä 7 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot. Alla on esitetty keskeisiä esille nousseita kriteerejä.

Peltokasvituotannossa tärkein kriteeri on investoinnin vaikutus sadon määrän ja laadun paranemiseen ja sen myötä taloudellisen tuloksen paraneminen. Satoa myydessä sen laatu voidaan osoittaa automaation tuottaman datan avulla. Kotieläintuotannossa tärkein kriteeri ja peltokasvituotannossa toiseksi tärkein kriteeri on työajan säästö ja työn luonteen paraneminen. Kolmas keskeinen kriteeri on kustannussäästöt tuotantopanosten käytössä, mikä mahdollistuu sekä peltokasvi- että kotieläintuotannon tuotantoprosessien tarkentuessa.

Yksittäisten asiantuntijoiden mielestä investointeja voidaan perustella sillä, onko työvoimaa saatavissa vai pitääkö sitä korvata automaatiotekniikalla, mahdollistavako investoinnit tilakoon kasvattamisen ja saadaanko urakointityöstä suurempi korvaus. Myös automaatiotekniikan päivitettävyyden ja laajennettavuus, huollon ja neuvonnan tuki sekä tuotantoeläinten terveyden paraneminen tuotiin esille.

## 3.4 Opittavaa muilta aloilta

### 3.4.1 Kotimaisen koneellisen puunkorjuun opit

Asiantuntijoilta tiedusteltiin, mitä opittavaa maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannon automaatiotekniikan kehittämisessä voisi olla koneellisessa puunkorjuussa maassamme käytettävästä automaatiotekniikasta. Asiantuntijoita kehoitettiin tarvittaessa tutustumaan kotimaisiin metsäkoneisiin, koneenohjaus- ja työnhallintajärjestelmiin sekä simulaattoreihin, joilla opetellaan edellä mainittujen hallintaa. Liitteessä 8 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot.

Arvioiden mukaan peltokasvituotannossa voitaisiin hyödyntää metsäpuolella yleistyneitä simulaattoreita työtehtävien harjoitteluun. Ennen uuden peltoviljelykoneen luovutusta voitaisiin esimerkiksi eri virtuaalitekniikoiden avulla opiskella koneen käyttöä ja huoltoa. Tämä voisi vähentää rikkoontumisia ja työn keskeytyksiä.

Maatalouskonevalmistajat eivät juurikaan tee yhteistyötä muiden liikkuvien työkojen valmistajien kanssa, mitä pidettiin outona. Toisaalta maatalouskoneiden M2M-ratkaisut (machine to machine) ja liittyminen esimerkiksi tuotannon ohjaukseen poikkeavat metsäkoneiden työympäristöstä ja vaativat omaa osaamista. Maatalouskoneissa tieto kyllä liikkuu saman tuoteperheen koneiden sisällä, mutta haaste on saada eri järjestelmistä ja merkeistä koostuvat koneketjut toimimaan yhteen. Metsäkoneiden reaaliaikaisesta suoritusdatan keruusta ja siihen perustuvasta prosessin ohjauksesta voisi olla opittavaa myös peltokasvituotannossa.

Myös kotieläintuotannossa voitaisiin rakentaa simulaattoreita työtehtävien harjoitteluun ja automaatiotekniikan käytön opetteluun. Simulaattoreilla voitaisiin simuloida esimerkiksi erilaisia vikatilanteita ja niiden ratkaisua sekä tuotannon tunnuslukujen seurantaa. Työn määrän ja laadun seurantaa voitaisiin automatisoida, kuten metsäpuolella. Myös tekniikan toimintavarmuudessa olisi parannettavaa suhteessa metsäkoneisiin. Olisiko elintarviketeollisuudelle hyötyä siitä, että tiedettäisiin metsäteollisuuden lailla koko ajan, millaista tuotetta on tulossa? Metsäkoneiden oma-toimihuollosta olisi opittavaa kotieläintuotannossa.

### 3.4.2 Led-, vertikaali- ja kaupunkiviljelytekniikan opit

Peltokasvituotannon asiantuntijoilta tiedusteltiin, mitä opittavaa maamme peltokasvituotannossa voisi olla puutarhantuotannossa hiljalleen yleistyvistä ja pitkälle automatisoiduista led-, vertikaali- ja kaupunkiviljelytekniikoista. Asiantuntijoille annettiin tämän julkaisun taustassa esitetty kuvaus kyseessä olevista tekniikoista. Liitteessä 8 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot.

Arvioiden mukaan on mielenkiintoinen kysymys, mikä on tavanomaisen peltoviljelyn tulevaisuus, kun nykyisin myös viljaa on kasvatettu menestyksekkäästi sisätiloissa. Peltoviljelyssä olisi opittavaa sisäviljelyn panosten osalta kontrolloidusta suljetusta kierrosta. Peltoviljely on monien tekijöiden osalta kontrolloimatonta ja peltoon laitettavia tuotantopanoksia menee hukkaan. Esimerkiksi veden suljettu tai lähes suljettu kierto on kuitenkin vaikea toteuttaa tavanomaisessa peltoviljelyssä.

Peltokasvintuotannon perusteet ovat muuttumassa lisääntyvän dronien sekä autonomisten työyksiköiden käytön myötä. Sisäviljelyssä kasvien tilan havainnointiin kehitettyä tekniikkaa voitaisiin soveltaa peltoviljelyssä. Olisi eduksi, jos myös peltoviljelyssä kyettäisiin tunnistamaan uudella sensoritekniikalla joka hetki, mikä kasvutekijä on milläkin kasvupaikalla kasvua rajoittava tekijä ja kyettäisiin mahdollisuuksien mukaan parantamaan tätä tekijää.

Sisäviljelyyn kehitettyjen sadonkorjuubottien tekniikkaa voitaisiin soveltaa peltoviljelyssä esimerkiksi kitkennässä. Sisäviljelyn uusia ratkaisuja voitaisiin soveltaa peltoviljelyn riviviljelyssä ja seka- tai kerrosviljelyssä, joista viimeksi mainituissa tulisi pyrkiä hakemaan kasvien välisiä hyödyllisiä vuorovaikutussuhteita. Tekniikan avulla kyettäisiin tunnistamaan eri kasvilajit toisistaan myös peltoviljelyssä. Peltoviljelyssä nykyisin vallassa olevaa monokulttuuria (yksi kasvilaji per kasvulohko) ei voida pitää tehokkaana maankäyttönä.

## 3.5 Autonomiset koneet ja laitteet

### 3.5.1 Pienet kopterit ja lennokit

Asiantuntijoilta tiedusteltiin, mihin pieniä koptereita ja lennokkeja käytetään ja voitaisiin jatkossa käyttää peltokasvi- ja kotieläintuotannossa. Liitteessä 10 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot.

## Peltokasvituotanto

Arvioiden mukaan peltojen kasvuston kuvaus ja seuranta on keskeisin dronien nykyisistä käyttökohteista.<sup>6</sup> Kasvuston orastuvuutta, tasaisuutta, kuivuutta sekä rikkakasveja ja kasvitauteja kyetään kuvaamaan ja paikantamaan ilmasta. Sadetuslaitteiden toimintaa voidaan valvoa ja salaajien tilaa voidaan tarkastaa. Lisäksi voidaan kuvata markkinointi- ja työvoiman perehdytysmateriaalia.

Potentiaalisia käyttökohteita peltokasvituotannossa voivat olla rikkakasvien, kuten hukkakauran, juolavehnän ja saunakukan, tunnistus ja täsmäruiskutus. Ilmasta tapahtuva ruiskutus on kuitenkin toistaiseksi kiellettyä EU:ssa. Liikkuvia työkoneita voitaisiin avustaa online-mittauksilla. Dronet voivat toimia myös pienissä kuljetustehtävissä (eväät, pienet varaosat ja tarvikkeet) ja luonnonvaraisten eläinten karkotuksessa. Droneilla voitaisiin myös opastaa urakoijat tai työntekijät oikeille lohkoille.

## Kotieläintuotanto

Kotieläintuotannossa droneja käytetään muun muassa laidunolosuhteiden ja laiduntavien eläinten valvontaan sekä laidunaitojen tarkastukseen. Lisäksi voidaan kuvata markkinointimateriaalia. Myös nurmipellolle heitettyjä alumiinitölkkejä, jotka ovat vaarallisia säilörehun joukossa, voidaan paikallistaa ja luonnonvaraisia eläimiä (esim. valkoposkihanhet) karkottaa laitumelta dronien avulla. Suurin kotieläintuotantoa hyödyttävä käyttö tulee välillisesti peltokasvituotannon kautta.

Potentiaalisia käyttökohteita kotieläintuotannossa voivat olla edellä lueteltujen käyttötapojen vahvistaminen: laiduntavien eläinten ohjaus ja some-/mielikuvamarkkinointi. Droneja voitaisiin käyttää myös eläinkohtaisten terveys- ja käytöshavaintojen automatisoituun tarkkailuun sisätiloissa, jolloin tarvitaan vain yksi kamera kattamaan koko tuotantorakennus. Mahdollisesti droneilla voitaisiin torjua myös ei-toivottuja eläimiä tuotantorakennuksista, tarkastaa hankalasti saavutettavien rakenteiden kuntoa sekä rehusiilojen sisältöä ja happitasoa.

### 3.5.2 Autonomiset traktorit, peltoviljelykoneet ja mittausrobotit

Seuraavaksi peltokasvituotannon asiantuntijoilta tiedusteltiin mielipiteitä autonomisista (lähes tai täysin itsekulkevista) traktoreista, peltoviljelykoneista ja mittausroboteista, joita useat valmistajat kehittävät parhaillaan. Liitteessä 11 on asiantuntijoiden alkuperäiset mielipiteet.

Mielipiteiden mukaan autonomisten traktoreiden toteutuksessa tarvittava teknologia on jo olemassa, mutta isoja haasteita on ratkaistava ennen kuin ne voivat tulla yleiseen käyttöön. Tähän arvioidaan menevän vielä vuosia, ja näiden arvioidaan yleistyvän ensin suurtiloilla ulkomailla. Esimerkiksi turvallisuuskysymykset koskevat tällä hetkellä kaikkia autonomisia ajoneuvoja. Traktoreiden, kuten autojenkin, autonomisuus edennee vaiheittain. Välivaiheessa kuljettaja valvonee autonomisen traktorin toimintaa ohjaamosta käsin.

<sup>6</sup> Pysty-, viisto- ja videokuvaukseen käytettävien digitaalikameroiden lisäksi voidaan käyttää multi- ja hyperspektri-, lähi-infrapuna-, infrapuna- ja laserkeilauskameroita.

Autonomisten koneiden mittakaava pohdituttaa. Rakennetaanko autonomiset koneet nykyisten kokoisten traktoreiden ja niiden vetämien isojen työkonoiden pohjalle vai tulevatko ennemmin kysymykseen ryhmissä toimivat pienikokoiset ja itsekulkevat peltoviljelykoneet? Samoin mietityttää kysymys niin sanotuista orjatraktoreista ja -puimureista, jotka tottelevat kuljettajan ohjaaman isäntäkoneen käskyjä.

Autonomisia peltoviljelykoneita arvioidaan nähtävän vasta vuosien päästä ja sittenkin ensin suurtiloilla muissa maissa. Autonomiset pienet peltoviljelykoneet voivat toimia ryhmissä ja vähentää maan tiivistymistä. Näille koneille on helpompi antaa tehtäväksi kasvuston täsmällisiä hoitotoimenpiteitä kuin sadonkorjuuta ja suurien massojen käsittelyä. Edellä kuvatut turvallisuuskysymykset koskevat myös näitä koneita.

Autonomisilla mittausroboteilla tarkoitettiin kyselyssä pyörillä, teloilla tai jaloilla itsekulkevia pieniä koneita. Niiden arvoitiin yleistyvän nopeammin kuin autonomisten traktoreiden tai peltoviljelykoneiden. Mittausroboteja voidaan käyttää paikakatedon tai näytteiden keräämiseen viljelytoimenpiteitä varten. Toisaalta osa pohti sitä, voisivatko yleistyneet dronet jatkossa hoitaa mittausroboteille ajateltuja tehtäviä tai voisivatko mittausrobotit suorittaa mittaamisen lisäksi myös pieniä toimenpiteitä. Osa mielipiteistä koski mahdollisesti pellon olosuhteita mittaavia ja maaperään asennettavia antureita (peltotiedustelijoita), joita käytetään jo maassamme.

### 3.5.3 Lattiatasossa itsekulkevat koneet

Kotieläintuotannon asiantuntijoilta tiedusteltiin puolestaan mielipiteitä lattiatasossa itsekulkevista rehun sekoitus-, jako- ja siirtoroboteista, lantaa kolaavista roboteista, makuuparsia puhdistavista ja/tai kuivittavista roboteista sekä eläintilojen pesuroboteista. Useat valmistajat tarjoavat ja kehittävät näitä roboteja parhaillaan. Liitteessä 12 on asiantuntijoiden alkuperäiset mielipiteet.

Mielipiteiden mukaan lattiatasossa itsekulkevat rehun sekoitus-, jako- ja siirtorobotit koetaan hyödyllisiksi, koska ne vähentävät päivittäistä työaika ja työvoimakustannuksia sekä tehostavat rehun hyväksikäyttöä, vähentävät rehun hukkaa ja lisäävät tuotosta. Näiden maassamme melko uusien laitteiden toimintavarmuus yleensä ja erityisesti talvella sekä kustannukset kuitenkin mietityttävät. Laitteiden kapasiteetti hyvin suurissa karjoissa sekä turvallisuus ja tilantarve herättävät myös kysymyksiä. Hintatason odotetaan laskevan, kun markkinoilla olevien merkkien määrä kasvaa. Kertyvät kokemukset lisäävät toimintavarmuutta.

Lantaa kolaavien robottien koetaan myös olevan hyödyllisiä ja jo vakiintunutta tekniikkaa maassamme. Ne vähentävät päivittäistä työaika ja työvoimakustannuksia ja parantavat eläinten olosuhteita tuotantorakennuksessa. Uudet mallit, jotka käyttävät tarvittaessa vettä apuna käytävien puhdistuksessa ja keräävät lannan kolaamisen asemesta, antavat uusia mahdollisuuksia navettasuunnitteluun. Ohjelmistojen odotetaan paranevan, jolloin lantarobotit osaavat suunnitella reittinsä nykyistä paremmin. Lantarobotit eivät kuitenkaan ole ongelmattomia. Ne vaativat valvontaa sekä ennakoivaa puhdistusta ja huoltoa. Lantarobottien kapasiteetti mietityttää.

Makuuparsia puhdistavia ja/tai kolaavia itsekulkevia robotteja pidettiin hyödyllisinä, koska ne oletettavasti vähentävät päivittäistä työaika ja työvoimakustannuksia ja parantavat eläinten olosuhteita. Laitteet ovat kuitenkin vasta tulossa markkinoille ja niistä ei ole vielä kertynyt mainittavia kokemuksia. Pohdittiin, josko markkinoille saataisiin monitoimirobotti, joka kolaa lantaa, harjaa makuuparsia puhtaaksi ja levittää niihin kuiviketta.

Myös eläintilojen pesurobotteja pidettiin hyödyllisinä, koska ne auttavat säästämään työaika ja työvoimakustannuksia ja edistämään hygieniaa. Pesurobotit tekevät erityisen yksitoikkoista ja raskasta työtä. Ihmistä tarvitaan pesutuloksen tarkkailuun ja hankalimpien pintojen pesuun. Näiden kertatäydyttöisissä sikaloissa yleistyneiden laitteiden odotetaan yleistyvän myös muissa tuotantosuunnissa.

### 3.6 Tietokoneohjelmat, massadata ja esineiden internet

#### 3.6.1 Tietokoneohjelmien hyödyt ja haitat tai haasteet

Asiantuntijoilta tiedusteltiin peltokasvi- ja kotieläintuotantoa tukeviin tietokoneohjelmiin<sup>7</sup> liittyviä merkittäviä hyötyjä ja haittoja tai haasteita. Liitteessä 13 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot.

##### Hyödyt maatalousyrittäjille

Arvioiden mukaan tietokoneohjelmat pääsääntöisesti sujuvoittavat toimistotöiden tekemistä. Tiedot on koottu yhteen paikkaan sähköisesti talteen, aineiston käsittely helpottuu ja nopeutuu ja se on parhaimmillaan yhteensopivaa viranomaisien ja asiantuntijapalveluiden kanssa. Laskenta, suunnittelu ja seuranta helpottuvat. Vaihtoehtojen ja niiden taloudellisten vaikutusten vertailu helpottuu, kun laskelmia voidaan tarvittaessa tehdä jopa lohkokokohtaisesti.

Ohjelmien avulla tuotannon seurannassa ja päätöksenteossa kyetään hyödyntämään reaaliaikaista tietoa tuotantopanoksista ja tuotoksesta, jolloin tuotantoa kyetään ohjaamaan aikaisempaa kannattavammin, turvallisemmin ja tarkemmin. Eläindataa voidaan kerätä ja hyödyntää aikaisempaa paremmin, mikä edistää tuotantoeläinten hyvinvointia ja tuotosta.

##### Hyödyt muille

Tietokoneohjelmista arvioidaan olevan hyötyä myös viranomaisille, kun asiakkaat ovat yhteydessä ja välittävät aineistot sähköisesti. Tämä helpottaa myös valvontaa. Myös tutkimus ja asiantuntijapalvelut hyötyvät sähköisistä ja määrämuotoisista aineistoista koskien esimerkiksi tuotantopanoksia ja satoa tai tuotosta. Tietokoneohjelmien laatiminen ja ylläpito työllistävät alalla toimivia yrityksiä. Sähköisesti dokumentoidusta ja jäljitettävästä tuotannosta on hyötyä koko elintarvikeketjulle.

<sup>7</sup> Tietokoneohjelmia on saatavana muun muassa viljelysuunnittelua ja lohkokirjanpitoa, taloushallintoa ja kirjanpitoa, eläinrekisteriä ja tuotosseurantaa, konekustannusten ja työmäärän laskentaa, tuotannon ohjaamista ja dronien käyttöä varten.



Monet tukipalveluiden tuottajat, kuten eläinlääkärit, keinosiementäjät, lomittajat, palkkatyöntekijät, urakoijat sekä koneiden ja laitteiden huoltajat, hyötyvät sähköisistä aineistoista. Vikadiagnostiikka onnistuu etäpalveluna.

### Haitat tai haasteet maatalousyrittäjille

Tietokoneohjelmien haittapuolia maatalousyrittäjille ovat muun muassa se, että ne teettävät lisätyötä työsesonkien aikana. Töiden valmisteluajat kasvavat, ja kaikki pitäisi muistaa kirjata heti ylös. Tietoteknisen osaamisen ja kiinnostuksen tulisi olla riittävällä tasolla, mutta perusohjelmien käyttö ei ole erityisen vaativaa. Haastavampaa on oppia hyödyntämään kasvavaa tietomäärää tuotannon ohjaamisessa.

Ohjelmistot ja tukijärjestelmät ohjaavat tietokoneohjelmien kehitystä, mikä ei välttämättä aina palvele yrittäjän työtä. Ohjelmistojen käytettävyys, tietosuojakysymykset ja tiedon omistajuus ovat haasteita. Esimerkiksi eri viranomais- ja asiantuntijapalveluilla voi olla omat järjestelmänsä, jolloin yrittäjän odotetaan osaavan ja haluavan käyttää useita eri järjestelmiä. Eri palvelut pitäisi saada integroitua nykyistä paremmin, koska nyt niissä on yhteensopivuusongelmia.

### Haitat tai haasteet muille

Haittapuolia muille ovat muun muassa ohjelmistojen jatkuva päivitystarve. On kallista räätälöidä ohjelmistoja pienille käyttäjäkunnille. Data on usein varastoituna vain tilalle, eikä se liiku sujuvasti useiden eri ohjelmistojen (rajapintojen) välillä. Uudet palveluntarjoajat voivat hyödyntää kerättyä dataa heikosti myös erilaisten käyttörajoitusten takia. Riittääkö markkinoita kaikille palveluntarjoajille? Myös asiantuntijapalveluiden osaamisvaateet ovat kasvaneet.

### 3.6.2 Massadatan hyödyntäminen

Seuraava kysymys koski big dataa eli massadataa, jonka käytön on arvioitu lisäävän tulevaisuudessa maataloustuotannon kokonaistuottavuutta jopa huomattavasti. Vastajille annettiin ohje, että massadata on erittäin suurten, järjestelemättömien, jatkuvasti lisääntyvien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, jakamista, etsimistä, analysointia sekä esittämistä tilastotiedettä ja tietotekniikkaa hyödyntäen.

Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan massadatan nykyisiä ja potentiaalisia käyttötapoja maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannossa. Liitteessä 14 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot.

#### Peltokasvituotanto

Arvioiden mukaan on erotettava käsitteellisesti toisistaan suurien tietomassojen keuruu, jota tehdään maataloudessa jo nyt, ja massadatan järjestelmällinen hyödyntäminen. Paljon tietolähteitä ja dataa ei ole sama kuin massadata. Massadataan liittyvää analytiikkaa arvioitiin hyödynnettävän esimerkiksi kasvinjalostuksessa ja elintarviketeollisuuden ennustemalleissa. Sen sijaan peltokasvituotannossa varsinaisen massadatan hyödyntäminen on tällä hetkellä vähäistä.

Potentiaalisia käyttötapoja peltokasvituotannossa voivat olla massadataa hyödyntävän tekoälyn avulla menneen kasvukauden tuloksien analysointi, niistä oppiminen, nykyisten viljelytoimenpiteiden tarkentaminen ja panos-tuotossuhteen nostaminen. Muuttuviin olosuhteisiin ja markkinoihin kyettäisiin reagoimaan nopeasti sekä kasvukauden aikana että satoa myydessä.

### Kotieläintuotanto

Oletetaan, että edellä kuvattu käsitetarkastelu pätee myös kotieläintuotannossa. Sen perusteella massadataa hyödynnetään parhaillaan tuotantoeläinten jalostuksessa. Sen sijaan muiden alla mainittujen käyttötapojen kohdalla voitaneen puhua tois-  
laiseksi ennemmin tietomassojen kuin varsinaisen massadatan käytöstä.

Tuotantoeläinten terveydentilaa seuraavista pötsiboluksista voitaisiin rakentaa massadatan keinoin terveystenusteita, joiden avulla kyetään reagoimaan tuleviin terveysongelmiin ajoissa. Massadatan avulla kyettäisiin myös vertailemaan tilan tuotannon muuttujia reaaliaikaisesti muihin vastaaviin ja ohjaamaan tuotantoa tulosten perusteella. Tuotannon ohjauksessa voitaisiin päästä jopa eläinyksilöiden tasolle. Myös elintarviketeollisuus hyötyisi tuotantomäärien paremmasta ennustettavuudesta. Myös tutkimus voisi hyötyä massadatasta monin eri tavoin.

### 3.6.3 Esineiden internetin hyödyntäminen

Seuraava kysymys koski niin sanottua esineiden internetiä (Internet of Things, IoT). Vastaajille annettiin ohje, että esineiden internetillä tarkoitetaan tietoverkkoon/pilvipalveluun liitettyjä yksilöllisillä tunnuksilla varustettuja esineitä/tuotteita, jotka kykenevät reaaliaikaiseen kommunikaatioon halutun tahon kanssa. Tämä helpottaa esineiden/tuotteiden hakemista, tunnistamista, lukemista, paikantamista ja ohjaamista.

Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan, mihin esineiden internetiä voidaan käyttää maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannossa. Liitteessä 15 on asiantuntijoiden alkuperäiset arviot.

Arvioiden mukaan esineiden internet on jo arkipäivää ja sen käyttömahdollisuudet ovat suuret maataloudessa. Kaikki fyysisestä maailmasta tuotannon ohjaukseen tuotettava tieto voidaan tavallaan luokitella esineiden internetiksi. Kysymys on lähinnä siitä, mistä saadaan suurin hyöty. Kyetäänkö esineiden internetin avulla jatkossa optimoimaan kaikille osapuolille lisäarvoa tuottavalla tavalla tuotanto-elintarviketeollisuus-kauppa-kuluttaja -ketjua?

Esineiden internetiä voidaan käyttää ja käytetäänkin esimerkiksi koneiden kunnan tarkkailuun ja häiriötilanteiden analysointiin sekä tiedon automaattiseen välitykseen esimerkiksi pilvipalveluiden kautta koneen omistajalle, valmistajalle tai huoltajalle. Tuotantoprosesseja, tuotantorakennuksien ja peltojen olosuhteita ja tuotantoeläinten terveydentilaa kyetään valvomaan ja poikkeamista hälyttämään sujuvasti. Tuotantopanoksien, varastojen, koneiden, laitteiden, ihmisten ja tuotantoeläinten seuranta sekä niihin liittyviä toimenpiteitä kyetään automatisoimaan esineiden internetin avulla. Tuotannon energiatehokkuutta kyetään parantamaan ja tietoa kyetään siirtämään talteen pilvipalveluihin esineiden internetin avulla.

### 3.7 Sähkö- ja tietoliikenneverkkojen häiriöihin varautuminen

Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan sitä, ovatko maatalousyrittäjät varautuneet riittävästi maataloustuotannossa käytettävää automaatiotekniikkaa koetteleviin sähkö- ja tietoliikenneverkkojen häiriöihin. Peltokasvi- ja kotieläintuotannon asiantuntijoiden vastausten päälinjat eivät eronneet toisistaan, joten vastaukset on alla yhdistetty. Liitteessä 16 on asiantuntijoiden arvioilleen antamat alkuperäiset perustelut.

Enemmistö (16/22 vastaajasta) oli sitä mieltä, että maatalousyrittäjät eivät ole varautuneet häiriöihin riittävästi. Arvioitiin, että varavirtalaitteiden kohdalla tilanne paranee koko ajan, mutta niistä saatavan sähkömäärä ja laatu eivät välttämättä riitä ainakaan laajentaneen tilan tarpeisiin ja laitteille. Esimerkiksi virran syötön keskeyttämättömyys (UPS-suojaus) ja ylijännitesuojaus ovat haasteita.

Tietoliikenneverkkojen häiriöihin ja tietoturvaan (mm. virukset) varautumisen arvioitiin olevan heikommalla tasolla kuin sähköverkkojen häiriöihin varautumisen. Tekniikka on ollut kallista, eikä ongelmia ole mielletty vielä merkittäviksi. Kiinteiden tietoliikenneverkkojen (valokaapelit) vähyys on haaste. Uhkien ja häiriöiden tiedostaminen, niihin liittyvä osaaminen ja koulutus voivat olla puutteellista.<sup>8</sup>

Vähemmistön (6/22 vastaajasta) mielestä maatalousyrittäjät ovat varautuneet häiriöihin riittävästi. Arvioitiin, että ainakin isommat tilat ovat jo hankkineet varavirtajärjestelmän ja että valokuitu on otettu käyttöön siellä, missä se on ollut mahdollista. Maatalousyrittäjien arvioitiin olevan tietoisia näistä seikoista ja että tarvittaessa he ottavat käyttöön vanhempaa tekniikkaa, joka ei ole riippuvaista sähkö- ja tietoliikenneverkkojen häiriöttömyydestä.

### 3.8 Vapaat kommentit

Kyselyn lopuksi vastaajilla oli mahdollisuus antaa vapaita kommentteja kyselyyn ja sen aihealueeseen liittyen. Liitteessä 17 on alkuperäiset vapaat kommentit. Kyselyä pidettiin tärkeänä, ajankohtaisena ja asiallisena sekä työläänä ja perusteellisenä. Kommenttien ja kyselysovelluksen tallentamien tietojen mukaan asiantuntijat käyttivät kyselyyn vastaamiseen puolesta tunnista kolmeen tuntiin.

Kommenteissa tuotiin esille, että peltokasvituotannossa käytettävä automaatio liittyy erityisesti urakoinnissa käytettäviin koneisiin – monet ammattiurakoitsijat käyttävät tehokkaita ja uusia koneita sekä niiden myötä alan uusinta automaatiotekniikkaa. Urakoitsijoiden näkemyksiä ja kokemuksia kannattaa kartoittaa jatkossa.

AEF:n (the Agricultural Industry Electronics Foundation) ja sen työryhmien kansainvälinen yhteistyö mainittiin tärkeäksi foorumiksi alan kehityskulun seurannassa. Tulevaisuuden ennustaminen todettiin kuitenkin vaikeaksi, koska kymmenen vuoden päästä voi olla käytössä sellaisia sovelluksia ja laitteita, joita tällä hetkellä ei osata edes odottaa.

---

<sup>8</sup> Lassheikin ym. (2018) oppaassa käsitellään maatalojen kyberturvallisuutta.

## 4 Tulosten yhteenveto, johtopäätökset ja suositukset

Tutkimuksessa selvitettiin automaatiotekniikan nykytilaa ja tulevaisuudennäkymiä maamme maataloustuotannossa. Tutkimuksessa toteutettiin sähköinen kysely, johon pyydettiin vastaukset 22:lta kotimaiselta asiantuntijalta. Heistä puolet edusti peltokasvituotannon ja puolet edusti kotieläintuotannon tutkimusta, yliopisto- ja ammattikorkeakoulutusta, asiantuntijapalveluita sekä maatalouskoneteollisuutta ja -kauppaa.

Kotimaisten asiantuntijoiden mukaan maamme peltokasvituotannossa viime vuosina vakiintunutta automaatiotekniikkaa ovat muun muassa paikannusjärjestelmät ja niihin tukeutuvat ajolinjaopastimet, päiste- ja lohkoautomaatiikka sekä satokartoitus-, täsmäviljely- ja ilmakeuhkausjärjestelmät mukaan lukien dronet eli pienoislentolaitteet.

Kotieläintuotannossa vakiintunutta automaatiotekniikkaa ovat muun muassa automaattiset lypsy-, ruokinta- ja lannanpoistojärjestelmät. Maataloustuotannossa käytetään yleisesti myös tuotantoprosessien seuranta- ja säätöjärjestelmiä (kuivurit, juuresvarastot ja muut tuotantorakennukset) sekä tuotantoa tukevia tietokoneohjelmia.

Lähivuosina maamme peltokasvituotannossa yleistyvät muun muassa automaattiohjauksen kehittyvät sovellukset, konenäköön eli automaattiseen tunnistukseen perustuva täsmäkasvinsuojelu ja maaperäsensarit. Myös dronien käyttö yleistyy ja käyttötavat monipuolistuvat. Kotieläintuotannossa yleistyvät muun muassa itsekulkevat rehu-, puhdistus- ja pesurobotit sekä eläinten hyvinvointia seuraava automaatiikka.

Täysin autonomisten traktoreiden, puimureiden ja peltorobottien markkinoille tuloa saadaan odottaa vielä useita vuosia. Asiantuntijat pohtivat niin sanottujen isäntä- ja orjakoneiden kehittymistä sekä sitä, tulevatko pienet ja kevyet autonomiset pelto-robotit tai robottiryhmät aikanaan korvaamaan vai täydentämään täysin autonomisia traktoreita ja puimureita. Samat kysymykset otti esille myös Backman (2015) kasvintuotantojärjestelmien digitalisaation tiekartassaan.

Asiantuntijoiden mukaan maatalousyrittäjistä osa käyttää automaatiotekniikkaa runsaasti, osa jonkin verran ja osa ei juuri ollenkaan. Karttusen (2018 ja 2019) viljelijäkyselyiden mukaan automaatiotekniikan käyttö on yleisempää suurilla tiloilla, joilla on myös nuorempi ja laajempi konekanta. Asiantuntijoiden mukaan myös monet ammattiurakoitsijat käyttävät runsaasti automaatiotekniikkaa ja heidän kokemuksiaan ja näkemyksiään tulisi kartoittaa jatkossa.

Asiantuntijoiden arvioiden mukaan tuotannon määrään suhteutettu automaatiotekniikan hankintahinta laskee lähivuosina. Automaatiotekniikan olosuhdekestävyyden, tarkkuuden, käytettävyyden, valikoiman sekä käytön suhteellisen yleisyyden odotetaan kasvavan. Samaan aikaan sen riippuvuus toimivista sähkö- ja tietoliikenneyhteyksistä ja huoltoverkostosta kasvaa. Asiantuntijat myös perustelivat nämä arvionsa.

Automaatiotekniikan avulla kyetään myös perustellusti kehittämään maataloustuotannon sato- ja tuotostasoa, työkuormituksen ja työkuormituksen hallintaa, työturvallisuutta ja työn tuottavuutta, tuotteiden laatua ja jäljitettävyyttä, julkisuuskuva ja alan houkuttelevuutta sekä energiatehokkuutta ja ympäristökuormituksen hallintaa. Näistä voi hakea osuvimmat argumentit kullekin automaatiotekniselle investoinnille.

Asiantuntijoiden mielestä keskeisimmät hyödyt ja kannustimet automaatiotekniikan käytölle ovat sen mahdollistama positiivinen kehitys työn määrässä ja laadussa, tuotantopanosten käytössä sekä sato- ja tuotostasossa. Lisäksi koko ruokaketju (alkutuotanto-elintarviketeollisuus-kauppa-kuluttaja) hyötyy tuotannon laaduntarkkailun, tuotetiedon keruun ja tuotteiden jäljitettävyyden tehostumisesta. Myös tuotannon kestävyuden paraneminen monien seikkojen suhteen hyödyttää koko ruokaketjua.

Keskeisimpiä haittoja ja esteitä automaatiotekniikan käytölle ovat sen vaatimat investointi-, huolto- ja korjauskustannukset sekä useiden eri osapuolien puutteellinen automaatiotekninen osaaminen ja osin myös asenteet. Lisäksi automaatiotekniset järjestelmät voivat olla heikosti yhteensopivia tilan sisällä sekä tilan, ruokaketjun osapuolien ja maataloustuotantoa tukevien ja hallinnoivien organisaatioiden välillä.

Edellä kuvatut keskeiset hyödyt ja haitat ovat linjassa ja täydentävät Suomessa ja Ruotsissa kyselyillä ja haastatteluilla viime vuosina kerättyjä arvioita (Karttunen ym. 2017, Lunner-Kolstrup ym. 2018 ja Karttunen 2019). Hyödyistä kannattaa tiedottaa ja niitä tulee vahvistaa. Tunnistettuihin epäkohtiin ei ole varaa jättää puuttumatta.

Maatalouden tietokoneohjelmista on parhaimmillaan monin tavoin hyötyä alan kaikille osapuolille. Tietosuojakysymykset, tiedon omistajuus ja ohjelmien käytettävyys ovat kuitenkin kasvavia haasteita. Automaatioteknistien järjestelmien sekä sähkö- ja tietoliikenneverkkojen toimintavarmuutta, varautumista häiriötilanteisiin sekä niihin liittyvää osaamista tulee lisätä. Edellä mainitut järjestelmät ja verkot ovat toisistaan riippuvaisia koko ruokaketjussa, kuten Kaustell ym. (2017) toteavat tutkimusraportissaan.

Maatalouden automaatioteknistien investointien taloudellista järkevyyttä voidaan arvioida suhteessa sen aikaansaamaan maatalousyrittäjien taloudellisen tuloksen kehittämiseen. Tuloksen osatekijöitä ovat toisaalta myytyjen tuotteiden tai esimerkiksi urakointipalveluiden määrä ja laatu sekä toisaalta tuotantopanosten käyttö mukaan lukien työn määrä ja sen luonne. Työn luonteen (kuormitus, turvallisuus, sitovuus jne.) parantamista pidetään tärkeänä seikkana, mutta sille on vaikea laskea täsmällistä arvoa.

Massadatan ja pilvipalveluita hyödyntävän esineiden internetin käytön arvioidaan edelleen kasvavan maataloudessa lähivuosina. Linturin ja Kuusen (2018) teknologiavisioidissa esitelty ja puutarhatuotannossa yleistynyt led-, vertikaali- ja kaupunkiviljely nähtiin ennemmin mahdollisuutena oppiin kuin perinteisen alkutuotannon syrjäyttäjänä.

Hyvin toimivia huoltopalveluja pidetään tärkeänä osana automaatiotekniikan jälkimarkkinointia. Huoltopalveluiden laatua tulee kuitenkin edistää. Automaatiotekniikan valinnan, käytön ja huollon kehittämisessä kannattaa hyödyntää uusia virtuaalitekniisiä ratkaisuja ja muun muassa koneellisessa puunkorjuussa käytettäviä simulaattoreita.

Keskeinen johtopäätös on, että automaatiotekniikka tarjoaa hyvät mahdollisuudet maamme maataloustuotannon kilpailukykyyn, työolosuhteiden ja työn tuottavuuden kehittämiseen. Tätä korostetaan myös tuoreessa maatalousalan kannattavuusselvityksessä (Karhinen 2019). Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että ruokaketjun kaikkien osapuolien lisäksi myös tutkimus, koulutus ja asiantuntijapalvelut kehittävät maatalouden automaatioteknistä osaamistaan.

## Lähteet

- Backman, J. 2015. Kasvintuotantojärjestelmien digitalisaation tiekartta. Luonnonvarakeskus Luke. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 71: 1–35. Saatavana internetistä: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-150-1>
- Fountas, S., Carli, G., Sørensen, C.G., Tsiropoulos, Z., Cavalaris, C., Vatsanidou, A., Liakos, B., Canavari, M., Wiebensohn, J. ja Tisserye, B. 2015. Farm management information systems: Current situation and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture* 115: 40–50. Saatavana internetistä: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.011>
- Järvenpää, M., Savela, P. ja Harmoinen, T. (toim.). 2014. Teknologian hyödyntäminen maatilalla. ProAgria Keskusten Liitto. Tieto tuottamaan 140: 1–114.
- Karhinen, R. 2019. Uusi Alku. Maatalous on myös tulevaisuuden elinkeino. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 3: 1–89. Saatavana internetistä: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-998-2>
- Karttunen, J., Tuure, V.-M., Lätti, M., Leppälä, J., Rautiainen, R., Mattila, T. ja Mäittälä, J. 2017. Luonnonvara-alan työhyvinvointivisio 2025 – maatalous- ja puutarhatuotanto. TTS:n julkaisuja 428: 1–77. Saatavana internetistä: [https://www.tts.fi/files/1266/TTS\\_julkaisu\\_LUONNONVARA-ALAN\\_TY-OHYVINVOINTIVISIO\\_2025\\_7.12.2017.pdf](https://www.tts.fi/files/1266/TTS_julkaisu_LUONNONVARA-ALAN_TY-OHYVINVOINTIVISIO_2025_7.12.2017.pdf)
- Karttunen, J. 2018. Maatilojen konekanta ja koneinvestoinnit. Työtehoseuran julkaisuja 434: 1–12. Saatavana internetistä: [https://www.tts.fi/files/1428/Maatilojen\\_konekanta\\_ja\\_koneinvestoinnit-J.Karttunen.pdf](https://www.tts.fi/files/1428/Maatilojen_konekanta_ja_koneinvestoinnit-J.Karttunen.pdf)
- Karttunen, J. 2019. Automaatiotekniikka maataloilla – yleisyys, hyödyt ja haitat. Työtehoseuran julkaisuja 437: 1–6. Saatavana TTS:n kotisivuilta.
- Kaustell, K., Huitu, H., Kivinen, T., Laajalahti, M., Nikander, J., Näkkilä, J., Palmio, A., Pastell, M., Suokannas, A., Tuhkanen, E.-M., Tuunainen, P. ja Vasara, E. 2017. Sähkönjakeluhäiriöiden vaikutukset elintarviketuotannon jatkuvuuteen. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 60: 1–69. Saatavana: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-469-4>
- Lassheikki, M., Niemi, J., Nikander, J., Laajalahti, M., Luukkainen, K., Moilanen, P., Mantila, J., Hietala, O., Ilomäki, J., Nuutila, J., Tikkanen, T. ja Kotilainen, J.P. 2018. Kyberin taskutieto maataloille. Jyväskylän yliopisto ja Maanpuolustuskoulutusyhdistys. 24 s. Saatavana internetistä: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-7640-8>
- Linturi, R. ja Kuusi, O. 2018. Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1: 1–444. Saatavana internetistä: [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj\\_1%2B2018.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1%2B2018.pdf)
- Lunner-Kolstrup C., Hörndahl, T. ja Karttunen, J.P. 2018. Farm operators' experiences of advanced technology and automation in Swedish agriculture: a pilot study. *Journal of Agromedicine* 23(3): 215–226. Saatavana internetistä: <https://doi.org/10.1080/1059924X.2018.1458670>
- Pesonen, L.A., Teye, F.K.-W., Ronkainen, A.K., Koistinen, M.O., Kaivosoja, J.J., Suomi, P.F., Linkolehto, R.O., 2014. Cropinfra – An Internet-based service infrastructure to support crop production in future farms. *Biosystems Engineering* 120: 92–101. Saatavana internetistä: DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2013.09.005

## Liitteet

**Liite 1.** Mitkä ovat mielestäsi merkittävimmät peltokasvi- ja kotieläintuotannossa käytettävät automaatiotekniset laitteet tai järjestelmät ohjelmistoinen tai käyttöliittymineen...

### **Peltokasvituotanto**

joita on jo parhaillaan käytössä useilla suomalaisilla tiloilla?

- Automaattiohjaus.
- Lohkoautomaatiikka.
- Automaattiohjaus: työajan säästö ja työssä jaksaminen.
- Traktoreiden ajo-opastimet ja päisteautomaatiikka melko yleisiä ratkaisuja etenkin urakoitsijoilla, lannoitteenlevityksessä täsmäviljelyratkaisuja jo jonkin verran käytössä.
- Ajo-opastimet ja autoguide-järjestelmät. Näyttäviä järjestelmiä, jotka lisäävät työn laatua, tuotosta ja parantavat työskentely mukavuutta.
- Section control -lohkoautomaatiikat. Parantavat työnlaatua ja vähentävät ympäristökuormitusta.
- Kuivurien etävalvonta. Helpottaa kuormitusta sadonkorjuuajana paljon.
- Päisteautomaatiikka. Melko yleistä teknologiaa, joka keventää peltotyöskentelyn toistuvaa kuormitusta.
- Viljelynsuunnitteluohjelmistot, jotka hoitavat tukihakemusten ja -ilmoitusten laadinnan. Vähentävät paperitöiden kuormittavuutta merkittävästi.
- Satokartoittimet ovat yleisiä, mutta niiden tuottamaa tietoa hyödynnetään huonosti.
- Drone-ilmakuvaus. Parantaa viljelijöiden käsitystä peltojen ominaisuuksista, vaihtelusta ja kehitymisestä.
- Päisteautomaatiikka ja ajo-opastimet. Molempia on markkinoilta saatavissa hyvin ja helpottavat työn tekemistä käytännössä.
- Kuivuriautomaatiikka, automaattiohjaus, täsmälannoitin, ruiskujen lohko-ohjaus, satokartoitin, koneyhdistelmien sekvenssiohjaukset, dronet. Ovat käytössä. Viljelijät ovat todenneet ne kustannustehokkaiksi ja työtä avustaviksi omassa toiminnassaan myös käytännössä.
- Ajolinjaopastimet, ajoneuvoseurantajärjestelmät, dronet kasvustokuvauksissa, joiden pohjalta esim. täsmälannoitusta.
- Kastelulaitteistot, täsmäviljelylaitteistot, ajolinjojen optimointilaitteistot, kuivuriautomaatiikka, varastoautomaatiikka (mm. juuresvarastot).
- Automaattiohjaus.
- Ajo-opastimet, monella viljelijällä on kyseinen laite käytössä.

joita ei vielä ole käytössä tai jotka ovat vielä harvinaisia maassamme, mutta joiden arvioit yleistyvän lähivuosina?

- Lannoitteen täsmälevitys.

- Traktoreiden automaattiohjaus yleistyy koko ajan, vielä melko harvinaisia. Täsmäviljely kasvinsuojelussa yleistyy jatkossa. Satelliitti- ja ilmakuvauusjärjestelmät yleistyvät kasvuston ja maaperän analysoinnissa. Konenäköratkaisuja mm. rikkakasvien ja kasvitautien tunnistuksessa on jo olemassa, mutta ei tietääkseni meillä vielä hyödynnetä. Autonomisia peltorobotteja on jo olemassa ja jollain aikavälillä niitä tulee meillekin. Maaperän ja ilmaston olosuhteita mittaavia sensoreita (mm. lämpötila, kosteus, maan johtoluku) on olemassa ja ne yleistyvät.
- Täydennyslannoitus satelliitin tai muun kartan perusteella. Selkeä taloudellinen hyöty.
- Variable rate application (VRA) Teknologiaa käytössä jonkin verran, mutta merkittävä tekijäpanos-tuotos suhteen parantamisessa. Yleistyy laitekannan uusiutuessa.
- Automaattinen työkirjanpito mahdollistaa työajan ja panosten optimoinnin. Nykyiset suunnitteluohjelmistot tukevat huonosti työtietojen keruuta.
- Automaattiohjaus ja paikkakohtainen määrän säätö tai lohkoautomaatiikka. Näitä on jo, mutta määrä tulee kasvamaan uudistuvan konekannan myötä.
- Työtehtäviä suorittavat dronet; täsmäruiskutukset, kuten Japanissa.
- Kameratunnistukseen (esim. rikkakasvit) perustuva täsmäruiskutus.
- Peltorobotit kasvukauden hoitotöissä, dronet tiedonkerääjinä.
- Täsmäviljelyn suunnittelu ja TASK-tiedostojen käyttö konejärjestelmissä. Prosessin tarkempi hallinta ja dokumentaatio tuotannosta.
- N-sensorit lannoituksen pohjaksi, kiinnostavat viljelijöitä ja herättävät keskustelua lannoitustasoista keskusteltaessa.

joita kehitetään parhaillaan ja joiden arvioidaan tulevan kaupallisiksi tuotteiksi maailmalla lähivuosina?

- Spot spraying.
- Täysin autonomisiin traktoreihin liittyy paljon ratkaistavia haasteita, mm. turvallisuusnäkökohdat, ja niiden tulo kaupallisiksi tuotteiksi vie vielä vuosia.
- Lannan sijoittaminen ravinnesisällön mukaan paikkatietoon perustuen.
- Viljelyoperaatioiden suunnittelun päätöksenteon tukijärjestelmät. Yksittäisiä järjestelmiä on jo saatavilla, mutta eivät kovin suosittuja mm. siksi, että ovat yksittäisiä ja hajanaisia järjestelmiä. Mikäli erilaisia DSS-järjestelmiä integroituu suunnitteluohjelmistoihin, niiden hyödyntäminen lisääntyy. Mm. satelliiteista saatavien NDVI-karttojen hyödyntäminen yleistynyt. Uskon, että tarve suunnitella työtehtäviä ja NDVI-kuvien esimerkki ja meneillään oleva tekoäly-hype ja droneapplikaatiot luovat painetta lisätä ominaisuuksia suunnitteluohjelmistoihin.
- Konenäköapplikaatiot droneissa ja koneissa.
- TIM (Tractor-Implement-Management) Työkoneen mahdollisuus ohjata traktoria, kehitteillä oleva ISOBUS toiminnallisuus.
- ISO11783 standardin kehittyminen traktori-työkone-automaation hallinnassa, kehittyä hitaasti, mutta varmasti.



- Maan pinnalla kulkevat peltorobotit, jotka työskentelevät sujuvasti yhdessä ihmisten kanssa korvaten nykyisiä miehitettyjä traktori-työkoneyhdistelmiä. Kaupallisia robotteja on olemassa, vaativat sujuvan, maatilakohtaisesti mukautetun ohjausjärjestelmän tullakseen laajasti käyttöön. Muun muassa datan hallinta- ja käyttöoikeudet täytyy saada sovittua.
- Autonomiset traktorit tai koneenkantajat, peltorobotit.
- Miehitämättömät traktorit ym. työkoneet (aluksi orjakoneina).
- Koneiden kytkeytyminen pilvipalveluihin standardisti.
- Dronet ja niihin liitettävät sensorit. Dronet ovat suht edullisia, kehitystyötä tehdään lujasti monessa massa erilasten sensoriteknikoiden löytämiseksi esim. kasvustotarkkailuun tai jopa maaperän tarkkailuun.

joita vasta suunnitellaan ja joiden kehittyminen kaupallisiksi tuotteiksi maailmalla vienee vielä vuosia?

- Peltorobotit.
- "HAAM (highly automated agricultural machine) Käytöt, joihin liittyy koneen tai koneyhdistelmän itsenäistä liikettä, Load/unload -käyttötapaukset, kytkennät yms.
- Aurinkovoimalla toimivat kasvinsuojelurobotit. Kasvinsuojeluaineiden vähentämispaine.
- Robotisoidut työyksiköt.
- Toiminnan ohjauksen kehittyminen. Tiedonkeruun mahdollisuudet lisääntyvät ja mahdollisuuksia toiminnan tarkentamiseen (pellolla) tulee koko ajan lisää, mutta varsinkin tiedon keruun ja toteutuksen välissä tehtävä prosessointi vaatii vielä paljon kehitystä ja tutkimusta.
- Etäohjattavat robottilaivuet. Turvallisuuskysymyksiä muun muassa lainsäädännöstä sekä koneiden itsenäistä ongelmienratkaisukykyä täytyy kehittää vielä edelleen myös tutkimuksen keinoin, joten kaupallistaminen ja käyttöönotto maataloilla vienee aikaa muutamia vuosia.
- Kasvustoa ja maaperää analysoivat ja eri toimenpiteitä ohjaavat täsmähoitokoneet.
- Teollisen internetin tekniset ratkaisut ja sen mahdollistamat toiminnallisuudet konejärjestelmissä ja fleetin hallinnassa.
- Luomuun mekaaniset rikkakitkentälaitteet.

### **Kotieläintuotanto**

joita on jo parhaillaan käytössä useilla suomalaisilla tiloilla?

- Lypsyrobotit, automaattiset ruokintajärjestelmät, karjantarkkailujärjestelmät.
- Automaattilypsy tietysti, eiköhän valtaosa uusista navetoista varusteta sillä ja vanhojakin muutetaan sille. Keventää työtä merkittävästi, ja nykyään työntekijöiden saatavuus voi olla vaikeaa, ja lisäksi työntekijöiden johtaminen voi olla haastavaa. Myös potentiaalisesti isomman maitomäärän ja lehmien kestävyuden vuoksi valitaan. Lantarobotit myös yleisiä, jos ritilät. Raapoissa omat ongelmansa.

- Automaattilypsy ja -ruokinta. Merkittävä helpotus raskaisiin työvaiheisiin. Samanaikaisesti laadun paraneminen, lisätuotot ja kustannussäästöt.
- Automaattinen ruokinta, lannanpoisto ja lypsy.
- Tuotannon ohjausjärjestelmät, tuotoksen mittaus, ruokinnan säätö, eläinten terveyden seuranta. Näillä tekijöillä rakentuu kannattava tuotanto.
- Lypsyrobotit - ovat vakiintunutta tekniikkaa.
- Automaattiset lypsyjärjestelmät ovat keskimäärin erinomaisia monessa eri suhteessa (työn fyysinen kuormittavuus laskee, työturvallisuus paranee, työn imago paranee, henkinen kuormitus osin paranee osin voi heiketä, riippuu). Lantarobotit (puuhapetet) tekevät uutterasti likaista työtä.
- Lypsyrobotti: Vaikuttaa merkittävästi maitotilan työn rasittavuuteen ja työn mielekkyyteen. Yli kolmannes suomen maitomäärästä lypsetään tänä päivänä lypsyrobotilla.
- Tuotanto-olosuhteita ohjaava automatiikka (ilmanvaihto, valaistus ym.) Eri tasoisia ratkaisuja käytössä lähes jokaisessa tuotantorakennuksessa.
- AMS korvaa toistuvan raskaan lypsytyön ja dokumentoi tietoa tuotannosta ja eläimestä. Väkirehun ja karkerehun jakolaitteet, vasikoiden automaattijuottimet. Korvaavat toistuvaa fyysistä työtä. Rehun jakelutarkkuus paranee.
- Lypsyrobotti. Suurimpaan osaan uusista navetoista tulee lypsyrobotti, vaikutus koko elinkeinoon on ollut selkeä. Eläinten aktiivisuusmittarit kiiman havaitsemiseen. Perustuu keskusteluihin laitetoimittajien ja neuvojen kanssa. Lantarobotit ovat myös yleistyneet viime vuosina. Sianlihan tuotannossa on käytössä ruokintautomaatteja, mutta niiden yleisyydestä minulla ei ole tarkempaa tietoa.
- Automaattilypsy – AMS-tilojen määrä lisääntyy edelleen hyvää vauhtia Suomessa

joita ei vielä ole käytössä tai jotka ovat vielä harvinaisia maassamme, mutta joiden arvioit yleistyvän lähivuosina?

- Varmaan ruokintaan tulee lisää automatiikkaa, onhan sitä jo mutta uudentyyppistä, on jo tarjolla ja joillakin tiloilla. Sikaloissa pesurobotit vielä harvinaisia, mutta varmasti yleistyvät aika nopeasti sikäli, kun sikalat pysyvät pystyssä. Broilerkasvattamoihin on nyt automaattisesti pehkun märkyyttä analysoiva laite, joka lisää tarvittaessa kuiviketta. Varmaan olisi lukuisia yksittäisiä juttuja.
- Tarkemmat eläinten terveyden seurantajärjestelmät, joilla voidaan ennakoida tulevia ongelmia. Nykyiset järjestelmät ovat kalliita. Edullisempia ratkaisuja pitäisi kehitellä esim. ketoosin tunnistamiseen naudnan hengitysilman asetonipitoisuuden mittauksella. Eläinten liikkumisen automaattinen seuranta.
- Automaattinen eläinten arvostelu (kuvankäsittely) ottaa ensiaskeleitaan. Kiihantarkkailu yleistyy. Ontumisen tunnistus ja maidon soluluvun mittaus automaattilypsyn yhteydessä yleistyvät. Lämmön talteenotto lannasta lisääntyy.
- Paikannus ja analysointitekniikka.
- Automaattiset ruokintajärjestelmät, säästävät polttoainekustannuksia.

- Tuotantorakennusten pesurobotit. Lattialla kulkevat ruokinta- ja rehunkäsittelyrobotit. Eläinten yksilölliset seurantajärjestelmät.
- Keräävät lantarobotit: navetan suunnittelu uusiksi, kun lantakäytävät eivät välttämättä vaadi suorja linjoja raappojen ja/tai kuilujen takia.
- Eläinten hyvinvointia mittaavat anturit ja hyvinvointia edistävä tekniikka (rehustus, elinolot), eläinten tunnistamien, kiiman tarkkailu.
- Ruokinnassa käytettävät aperobotit ovat vielä melko harvinaisia, uskon että markkinoille tulee uusia valmistajia jatkossa ja käyttö yleistyy. Uskoisin, että myös karusellirobotit lypsyssä yleistyvät.
- Eläinten paikannusjärjestelmät.

joita kehitetään parhaillaan ja joiden arvioidaan tulevan kaupallisiksi tuotteiksi maailmalla lähivuosina?

- Automaattinen rehuseosten luonti rehukomponenttien ominaisuuksien reaaliaikaisen mittaamisen perusteella. Potentiaalia ruokinnan tarkentamisessa.
- Lämpökuvauksen hyödyntäminen eläinten terveyden tarkkailussa. Esim. ketoosin tunnistusmenetelmät.
- Voihan ollakin jo, eläinten punnitus, kasvun seuranta ja teuraskypsyyden ennakointi ym. reagointi automatiikalle. Pötsibolukset, joilla seurataan lehmien terveyden tilaa ja voidaan ennakoida ajoissa sairastumista, on jo kai aika laajastikin maailmalla mutta edelleen kehitetään.
- Ohjelmistot karjatalouden ja peltoviljelyn kokonaisvaltaiseen managementtiin.
- Makuuparsien puhdistus- ja kuivitusrobotit.
- Seuraavan sukupolven sensoritekniikka ja siihen liittyvä datan analysointi ja automatisoitu päätöksenteko, jolla pystytään laajemmin ja paremmin seuraamaan ja vaikuttamaan tuotantoeläinten terveystilanteeseen ja hyvinvointiin.
- Eläinten terveyden seuranta antureilla on aktiivisen kehityksen alla, mutta suomalaisilla tiloilla laitteita on käytössä suhteellisen vähän. Tuotteita on aika paljon markkinoilla, mutta uskon että ne kehittyvät merkittävästi lähivuosina. Täsmäviljelyvarustuksella olevia lietevaunuja on myös markkinoilla, mutta ei tietääkseni juuri käytössä Suomessa. Niissä lannan pitoisuutta mitataan reaaliajassa NIR anturilla ja säätää levitysmäärää.
- Informaation saanti hetkessä ja paikassa esim. silmälasit, joilla voidaan havaita lehmä ja hakea lehmään liittyvää tietoa, toimii äänen avulla.

joita vasta suunnitellaan ja joiden kehittyminen kaupallisiksi tuotteiksi maailmalla vienee vielä vuosia?

- Vaikea tietää mitä on suunnitteilla, kun niistä ei hirveästi huudella. Mutta yleisesti eläinten terveyden ja hyvinvoinnin seuranta ja ennakointi ja myös että voidaan dokumentoida esim. kuluttajille faktaa.
- Virtuaaliset laidunaidat.
- Voisivatko dronet lentää automaattisesti tarkastuskierroksia eläinten päällä, tehdä erilaisia havaintoja ja raportoida niistä automaattisesti?
- Märehtijöiden ilmastovaikutuksia vähentävät tuotantorakennusten ilmanvaihtoratkaisut. Lähinnä metaanin keräämiseen liittyvät ratkaisut.

**Liite 2.** Based on your expert opinion, which are the most significant automated (robotic, autonomous) machines (mobile or not) or systems...

### **Crop production**

that are currently in common use in crop production in your country?

- The GPS for tractors and machinery.
- Hoeing machines for weed in maize, beets and vegetables.
- Bomb-bleached on spraying booms (fertilizer and pesticides).
- GPS + self-steering of manned tractors + precision fertilizing and spraying.

that are not yet popular in crop production in your country, but are likely to become more common in the near future?

- Drones/satelites for observing/taking images of crops for detecting diseases and weeds.
- Automatic injector intake of chemicals for sprayers.
- Autonomous weed sprayers can be used. An issue is the lack of data about the economic viability of technological adoption, generally farmers adopt based on their feeling instead of decision making based on economic or environmental benefits.
- Sprayer and weeds control machines.
- Drones (multirotors and fixed wings) will become more usable and common.

that are prototypes under development right now and are likely to become commercial products in the world in the near future?

- Robots carting different tools for weeding/spraying/seeding processes in crops.
- Slave machines (those that follow an man-operated one).
- Autonomous drones have been use but still as trials to detect failures on sugarcane planting.
- We should expect also a big progress in autonomous machines (drones) for testing of the condition of the plants (eg. diseases, insects) and for the test of the soil properties (eg. wet content, fertlizer content).
- Smallish agrobots that may move in herds, perhaps conduct precision tasks that the autonomous drones tell them to do. Autonomous full size tractors and combine harvesters or master-slave tractors/harvesters.

that are currently more like visions than prototypes under development?

- Integrated systems of fleets of robots (small) working in the field.
- Fully autonomous machinery.
- Farmer mostly sits in his/her control room and supervises herds of autonomous machines conducting various cultivation tasks. Is this what the farmer really wants to do?

## **Livestock production**

that are currently in common use in livestock production in your country?

- Automated feeding of cattle, pork and poultry.
- Small robots sweeping in fodder or cleaning behind cows/cattle.
- Catchers which presses cows together at the gathering place before milking.
- Milking robots for cows inside the barn.
- Automated cleaning of milking equipment.
- Cleaning robot for pig houses/poultry houses.
- Automatic milking systems.
- Automatic milking, feeding, and manure scraping (incl. robots) systems.

that are not yet popular in livestock production in your country, but are likely to become more common in the near future?

- (Milking robots) mobile. A system where the milking robot are located out in the fields together with the cows.
- Automated weighing systems for pigs in the barn.
- Monitors for animal behaviors to activate devices such as fans, micro sprinklers etc. to improve environmental conditions.
- Milking robots and feed robots.
- Autonomous wheeled machines which mix and distribute tnr or pmr feed and push it closer and hopefully also cleans the feeding table regularly.

that are prototypes under development right now and are likely to become commercial products in the world in the near future?

- Robot feeding of fur animals.
- Autonomous wheeled cleaning and bedding machines for dairy barns.

that are currently more like visions than prototypes under development?

- Automation (supervised both on the spot and remotely) will take care of all basic needs of dairy cattle 24/7. Herdsman focuses most of his/her time and effort to cows in special need.

**Liite 3.** Arvioi maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannossa käytettävän automaatiotekniikan tulevaa kehitystä lähivuosina ja perustele lyhyesti kantaasi.

### **Hankintahinta tuotettua yksikköä kohti**

Perusteluja sille, että vähenee:

- Volyymin kasvaessa ja valikoiman laajetessa kilpailu kasvaa ja hinnat alenevät, koskee niin laitteita/koneita kuin niiden komponentteja.
- Nykyisin lisävarusteina olevia ominaisuuksia liitetään koneisiin vakiona.
- Automaation tarvitsemien komponenttien standardointi etenee, massatuotannon edut.
- Tekniikalla on helpompi käsitellä suurempia aloja.
- Automaatiossa käytetty tekniikka halpenee koko ajan.
- Tekniikan yleistyessä valmistus- ja markkinointikulut pienenevät, jolloin myös myyntihinta laskee.
- Tekniikka yleistyy ja käytettävät komponentit halpenevat; toisaalta Suomen markkinat eivät ole kovin suuret.
- Elektroniikan yleinen halpeneminen.
- Eikö yleensä käy niin, kun tekniikka yleistyy, mutta en tiedä esim. lypsyrobottien hinnasta, miten voimakasta hintojen muutos on ollut.
- Markkina kasvaa, joten yksikköhinta laskee.
- Tilakoot kasvavat.
- Valikoima eri laitteissa kasvaa, mikä lisää kilpailua ja laskee hintaa.
- Karjakoko kasvaa, kilpailu toimittajien välillä lisääntyy, tekniikka halpenee.
- Näin elektroniikalle yleensä tapahtuu.

Perusteluja sille, että pysyy ennallaan:

- Automaatioteknologia on vielä kehityksen alla.

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Tilakoon kasvu ja tuotannon tehostuminen johtavat tähän.
- Robotiikka edellyttää automaatioinvestointeja.
- Uusia ominaisuuksia tulee jatkuvasti.

### **Kestävyys kuormittavissa olosuhteissa**

Perusteluja sille, että pysyy ennallaan:

- Sähkö ja maatalous on haastava yhdistelmä, kestävyyttä sopii aina epäillä.
- Kuormittavat olotkin lisääntyvät käytön lisääntyessä.
- Edelleen kaikkea tekniikkaa testataan kuluttajilla. Ja jotta hinta pystytään pitämään "kilpailukykyisenä", on käytettävä halvempia komponentteja.

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Ensimmäisistä versiosta opitaan ja parannetaan.

- Koneiden käyttötunnit ja -ikä kasvavat ja automaation samaa tahtia.
- Tilakoot kasvavat ja laatu paranee.
- Valmistajat oppineet virheistään, uusissa tuotantorakennuksissa paremmat olosuhteet hyvän suunnittelun ansiosta.
- Laitteet ovat jo nyt entistä kestävämpiä ja luotettavampia
- Kokemuksen myötä opittaneen valmistamaan kestävämpiä laitteita.
- Tilojen vaatimustaso lisääntyy. Yleinen tekninen kehitys.
- Tämä tuntuu nykyisin olevan yksi kehittämiskohde automaatiotekniikassa ja varmaan kestävyys paranee jatkossa.
- Järjestelmien integrointi osaksi työyksikön, esimerkiksi traktorin, varustelua, lisää suojausta ympäristökuormitukselle. Työkonevalmistajat ovat alkaneet oppia ostamaan riittävän hyvin suojattua elektroniikkaa.
- Uusia kestävämpiä komponentteja tulee markkinoille etenkin henkilöautojen automatisoinnin myötä.
- Kokemus vaatimuksista kasvaa, hyödynnetään tuotekehityksessä.
- Laitteet pyritään alun perinkin suunnittelemaan koviin olosuhteisiin, kokemus tuo kuitenkin lisätietoja tähänkin puoleen.
- Luotettavuus on kriittinen tekijä automaation markkinoinnissa.

### **Riippuvuus häiriöttömistä sähkö- ja tietoliikenneyhteyksistä**

Perusteluja sille, että vähenee:

- Tietoliikenneyhteysvaatimus saattaa olla jatkossa tiukempi.
- Yhä enemmän toimintoja tapahtuu verkon yli.
- Tekniikka paranee.
- Aggregaatit "pakollisia" ja ohjelmat toimivat ilman jatkuvaa yhteyttä.

Perusteluja sille, että pysyy ennallaan:

- Tekniikka vaatii hyvälaatuisen sähkön ja netti luo turvaa käyttäjille, kun etähuolto mahdollista.
- Tietoliikenneyhteyksiä ja sähköverkkoja pyritään parantamaan, mutta paranevatko asiat maaseudulla?
- Näköpiirissä ei ole muutokseen vaikuttavia tekijöitä.
- On tiedostettu tarve kyetä toimimaan myös ilman sähkö- ja tietoliikenneyhteyksiä. Tietoliikenneyhteyksien katkeaminen voi vaikeuttaa ketterää, tilannemuutoksiin mukautuvaa optimointia, jos tilanpäivityksiä ei ole ulkopuolelta tarjolla, ja vain koneen/laitteen oma aistinta ja laskenta ovat käytössä.

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Herkän tekniikan osuus markkinoilla kasvaa.
- Järjestelmät nojaavat entistä enemmän pilvipalveluihin.
- Jos ei ole omaa moottoria, on tasan riippuvainen sähköstä. Laitteet tullevat olemaan entistä useammin online, mikä edellyttää hyviä verkkoyhteyksiä.
- Automatiikan lisääntyminen ja nettiperusteisten palvelujen lisääntyminen.

- Peltokoneissa sähkön tuotto ja saatavuus paranee sähkökäyttöjen ja korkeampien käyttöjännitteiden kautta. Valmistajat integroivat telematiikkaansa ja pilvipalveluitansa lisäten riippuvuutta tietoliikenneyhteyksistä.
- Siirrettävän tiedon määrä kasvaa, siirrettävä tieto liittyy sekä ohjaukseen että tiedonkeruuseen.
- Järjestelmien pitäisi toimia myös ilman tietoliikenneyhteyksiä. Mutta tulevaisuudessa toiminta on kuitenkin riippuvainen erilaisista palveluista.

## **Riippuvuus toimivasta huoltoverkostosta**

Perusteluja sille, että pysyy ennallaan:

- Huollon ja varaosien saatavuus uusiin laitteisiin voi olla kohtuullista, mutta viittä vuotta vanhempiin laitteisiin se on kysymysmerkki.
- Näköpiirissä ei ole muutokseen vaikuttavia tekijöitä.

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Laitteistojen monimutkaisuus kasvattaa vikaantumistodennäköisyyttä.
- Siirryttäessä automaatiotekniikkaan varmasti kasvaa, mutta siis tuleeko automaatiotekniikasta entistä riippuvaisempaa, en osaa sanoa.
- Automaation myynti lisääntyy, ja laitteita on yhä enemmän käytössä, joten huollon volyyymi kasvaa.
- Huolto tärkein jälkimarkkinointikohde.
- Määrän kasvaessa huoltoverkostoa tarvitsee laajentaa ja tehostaa.
- Mitä monimutkaisemmiksi laitteet käyvät, sitä enemmän tarvitaan ammattihuoltajia.
- Monimutkaisemmat laitteistot. Riskinä varsinkin pienet toimijat, joilla hyvän huoltoverkoston rakentaminen kallista suhteessa myytyyn laitteistomäärään.
- Tekniikan lisääntyessä niiden huoltotarvekin yleensä lisääntyy.
- Kasvava automaatioaste ja järjestelmien määrä vaikeuttaa käyttäjän vian hakuja. Viljelijän työkalut vian hakuun ovat riittämättömät, joten käyttäjä joutuu turvautumaan huoltopalveluihin. Huoltoa oletetaan sisältyvän tuotteeseen entistä enemmän, joko myyntiorganisaation kautta tai suoraan valmistajalta, etenkin telematiikka palveluiden kautta. Valmistajat ja huolto-organisaatiot saattavat joutua hakemaan vikaa myös muiden valmistajien järjestelmistä.
- Automaation myötä huolto/korjaus vaatii tietokoneen ja sopivan ohjelmiston.
- Koneet ja laitteet monimutkaistuvat, jolloin huolto- ja korjaus vaativat ulkopuolista tukea yhä enemmän.
- Varmaan toimijoiden keskittyminen jatkuu ja huoltopalveluissa välimatkat kasvavat, ellei sitten etänä pysty huoltoja automaatiotekniikalle tekemään. Siinä tapauksessa huollot helpottuvat. Mutta tämä varmaan kytkeytyy tekniikan kestäväyyteen ja toimivuuteen eli voi pysyä ennallaankin.
- Huoltoverkon toimivuus on keskeinen valintaperuste tuotantolaitteille.
- Etähuollot yleistyvät jossakin vaiheessa.



## **Luotettavuus ja tarkkuus**

Perusteluja sille, että pysyy ennallaan:

- Satelliitit, dronet ja kaukokartoitus tuovat lisää tietolähteitä, mutta itse koneissa ei ole nähtävissä suurta loikkaa suorituskyvyssä.
- Tarkkuus mahdollisesti paranee, luotettavuus toivottavasti, mutta voi mennä toiseenkin suuntaan.

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Esim. kameratekniikan kehittyminen ja hintojen aleneminen parantaa koneiden tarkkuutta ja mahdollisuuksia selvästi.
- Lisääntyneen tutkimus ja tuotekehityspanosten myötä voidaan olettaa, että luotettavuus ja tarkkuus kasvavat.
- Ohjelmistot paranevat.
- Kokemuksen karttuessa, osataan valmistaa luotettavampia tuotteita. Tarkkuus (sensorit, laskenta, toimielimet) on usein hintaa nostava tekijä, mutta teknologian 'arkipäiväistyessä' mm. massatuotannon avulla, koneiden ja laitteiden tarkkuus tulee halvemmaksi toteuttaa.
- Sensoritekniikka kehittyy.
- Tekninen kehitys tuo jatkuvasti uusia mahdollisuuksia.
- Ympäristön monitorointi mahdollistaa tuotantoprosessien tarkentamisen. Koneita vaaditaan enemmän tarkkuutta ja luotettavuutta.
- Tarkkuus kasvaa laskentatehon kasvun myötä, luotettavuus välttämättä ei.
- Luulisi näin ilman muuta.
- Riippuvuus automaatiosta lisääntyä, joten luotettavalle tekniikalle on lisää kysyntää.
- Suuret yksiköt ja määrät vaikuttavat paljon euroissa.
- Kehittyessään ja vakiintuessaan laitteista tulee toimintavarmempia ja tarkempia työssään.
- Järjestelmät kehittyvät jatkuvasti.
- Yleensä elektronisten laitteiden ominaisuudet paranevat ajan myötä.

## **Käytettävyys eli helppokäyttöisyys**

Perusteluja sille, että pysyy ennallaan:

- Tämä voi mennä molempiin suuntiin: seikka koskee entistä useampia laitteita, mutta toisaalta automaatiikka vähentäne puuttumistarvetta ja luulisi, että ohjeisiin osattaisiin panostaa.
- Oman kokemuksen mukaan käytettävyyyteen kiinnitetään koko ajan liian vähän huomiota.
- Tekstittömät monille kielialueille sopivat käyttöliittymät pysyvät valmistajien toiveena. Kosketusnäyttöjen käytettävyyydestä voi olla montaa mieltä.
- Automaatioteknologia on vielä kehityksen alla.
- Joiltain osin helpottunee, mutta uudet ominaisuudet saattavat mutkistaa tilannetta.
- Käytettävyys ei taida kehittyä teknologia tahdissa?

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Kokemus laitteistojen suunnittelusta ja käytöstä lisääntyy.
- Luulen, että tähän on alettu kiinnittää enemmän huomiota.
- Käytettävyyden eri osa-alueiden merkitys kasvaa, kun automaatiota on enemmän käytössä yhä kriittisemmissä tehtävissä.
- Kaikkien osattava käyttää.
- Puhelinapplikaatiot välittävät viestiä enemmän.
- Helpokäyttöisyys tulee korostumaan.
- Paranee, mutta ei kuitenkaan niin nopeasti (paljon) kuin pitäisi.
- Mm. tiedonsiirto eri laitteiden ja järjestelmien välillä kehittyy, mikä parantaa käytettävyyttä.
- Käyttöliittymät ovat jatkossa enemmän etähallintaan perustuvia ja selainpohjaisia entisen nappulatekniikan sijaan.
- Asiaan kiinnitetään aiempaa enemmän huomiota käyttäjälähtöisen suunnittelun ja tuotekehityksen myötä. Automaatio sinällään ottaa tehtäväkseen osan ihmisen työstä. Tekoäly auttaa personoimaan käytettävyyttä yhä paremmin kunkin käyttäjän profiiliin sopivaksi.
- Pakko kasvaa, koska muuten jää viljelijöillä hankkimatta laajassa mittakaavassa. Ja jos eivät hanki, niin ei kannata tuottaakaan.
- Käytettävyys tulee kilpailuvaltiksi heti luotettavuuden ja huollon toimivuuden vanavedessä.

### **Valikoiman laajuus**

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Uusia valmistajia tulee mm. maatalousteknologia-alan ulkopuolelta ja vanhojen tuote/palveluvalikoimat kasvavat.
- Pienet valmistajat lisäävät automaatio-ominaisuuksia.
- Valikoima lisääntyy kohtuu hitaasti korkeiden kustannusten vuoksi.
- Automaatio ja robotiikka yleistyvät osana tuotteita kauttaaltaan.
- Uutta keksitään koko ajan maailmalla.
- Kilpailu on kovaa, jolloin myös uusia tulijoita on, vaikka osa tippuu pois.
- Tarjonta helpottuu (puhelinapplikaatiot).
- Uusia ratkaisuja varmasti nähdään markkinoilla.
- Markkinoille tulee laitevalmistajista riippumattomia tuotteita.
- Uutta automaatiota tulee käyttöön.
- Tarpeet lisääntyvät.
- Samankaltaisia laitteita tulee entistä useammalta vrt. esim. lypsyrobotit ja "puuhapetet" maassamme.
- Kilpailu tuo uusia vaihtoehtoja.
- Tarjonta lisääntynee, koska automaatiota pidetään välttämättömyytenä.

### **Saatavuuden helppous**

Perusteluja sille, että pysyy ennallaan:

- Näköpiirissä ei ole muutokseen vaikuttavia tekijöitä

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Tarjonta lisääntyy.
- Puhelinapplikaatiot.
- Automaatio ja robotiikka yleistyvät osana tuotteita kauttaaltaan.
- Uusia kanavia tulee käyttöön ja muutenkin yleistyy.
- Kysynnän kasvaessa kilpailu kovenee ja laitteiden saatavuus paranee.
- Netistä saa, jos tietää, mitä on ostamassa.

### **Käytön suhteellinen yleisyys tiloilla**

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Pikkuhiljaa automaatioratkaisut yleisellä tasolla yleistyvät kaikilla tiloilla, mutta suurilla etenkin.
- Tilakoon kasvu ja urakointityö lisäävät kysyntää automaatiolle. Järjestelmien parempi saatavuus ja siirtyminen vakiovarusteluun lisäävät määrää investoivilla tiloilla.
- Tilojen koon suurenemisen vuoksi on mahdollista paremmin hyödyntää automaatiota.
- Tilakoon kasvun myötä.
- Pienetkin urakointilaitteet tulevat mukaan.
- Automaatio ja robotiikka yleistyvät osana tuotteita kauttaaltaan, ja tulevat tiloille käyttöön kone- ja laitehankintojen yhteydessä.
- Jatkavilla isoilla tiloilla lähes välttämättömyys kannattavan tuotannon varmistamiseksi.
- Edelläkävijöiden lisäksi myös suuri enemmistö ottaa laitteita käyttöön; osa pitäytyy yksinkertaisessa tekniikassa.
- Tilakoko kasvaa ja haetaan säästöä työvoimassa.
- Lähivuosina vähitellen, ehkä ei vielä voimakkaasti.
- Automaatio integroituu koneisiin ja laitteisiin, joten käyttö lisääntyy.
- Järjestelmien hyödyntäminen vaatii osaamista, joka laahaa ehkä perässä.
- Yleistyvät jatkavilla tiloilla varmasti. Eri asia on, mihin kaikkeen kenelläkin on realistisesti varaa.
- Suureneva tilakoko lisää automaatiotekniikan käyttöä.
- Tuskin kohta enää saa pelkästään käsin ohjattuja laitteita?

### **Käyttäjien suhteellinen osuus maataloustuotannosta**

Perusteluja sille, että vähenee:

- Automaatio ja robotiikka yleistyvät osana tuotteita kauttaaltaan, ja tulevat tiloille käyttöön kone- ja laitehankintojen yhteydessä. Autonomisuus ja robottien yleistyminen vähentävät ihmistyön tarvetta. Yhä pienempi käyttäjäryhmä vastaa maataloustuotannosta.

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Kasvaa, koska isojen ja kehittyvien tilojen osuus kasvaa.

- Varmaan isoimmat tilat ottavat ensin eli sikäli nopeammin kuin edellinen.
- Automaatiota ei voi jatkossa välttää. Ainakaan helposti.
- Laajentavat tilat ottavat käyttöön.
- Yhä suurempi joukko tiloista hyödyntää automatiikkaa.
- Yleistyvät erityisesti jatkavilla ja suurilla tiloilla, jotka vastaavat suurimmasta osasta tuotantoa.
- Yhteiskoneet ja seurantaohjelmat laskutukseen.
- Lisääntynee, koska tekijöiden määrä vähenee.
- Suurten tilojen ja urakoitsijoiden ottaessa uutta teknologiaa käyttöön, niiden suhteellinen osuus peltoviljelyssä kasvaa merkittävästi, Esim. Tanskassa 2017 16 % kaikista viljelijöistä käytti RTK-GPS systeemiä traktoreiden tai leikkuupuimureiden ohjauksessa, mutta viljelyalasta 45 %:lla käytettiin kyseistä systeemiä.
- Toimintaan jäävät tilat investoivat ja uudistuvat, jolloin niiden tekniikantaso kasvaa.
- Tilojen koon suurenemisen vuoksi on mahdollista paremmin hyödyntää automaatioita.
- Tilakoon myötä.
- Jatkavilla isoilla tiloilla lähes välttämättömyys osata myös työntekijöiden.
- Tuotannosta putoavat pois pienimmät ja kannattamattomimmat tilat, joilla muutenkin heikoimmat mahdollisuudet uuden tekniikan investointeihin.
- Automaatiota käytetään laajemmin hyväksi monilla tiloilla.

### **Käyttäjien ja ei-käyttäjien segmentoituminen**

Perusteluja sille, että vähenee:

- Automaatio on enenevästi osa kaikkea teknologiaa, sen aste vain vaihtelee.

Perusteluja sille, että kasvaa:

- Tilat, jotka eivät kasva tai investoi, eli pikkuhiljaa hiipuvat tilat tai harrastetilat eivät hanki uutta kalustoa ja niillä teknologian taso jää paikalleen.
- Pitkällä tähtäimellä vain siirtymävaihe.
- Vanha polvi ei juuri ota käyttöön ja nuorempi polvi taas ottaa.
- Tulee polarisoitumaan; ei-käyttäjien osuus laskee vähitellen.
- Dokumentaatiolla lisäarvoa tuotannolle. Nämä viljelijät, jotka pystyvät lisäarvon tuottoon, erottuvat massasta.
- Osa käyttäjistä haluaa aina luotettavaa perustekniikkaa.
- Keskustelua ei voi käydä, jollei toinen halua.
- Aina löytyy hitaita omaksujia ja innokkaita kokeilijoita. Polarisoitumista tapahtuu.
- Edistykselliset menevät vauhdilla, vanhat jäävät lähtökuoppiin.
- Tiedonhallinnan merkitys eri tiloille erilainen.
- Segmentoitumista on jo nyt ja se kasvane. Osalla on runsaasti, osalla jotain ja osalla ei juuri mitään. Harmaansävyjä.
- Toiset osaavat ja ovat kiinnostuneita – toiset eivät ole.

**Liite 4.** Arvioi nykyisen ja lähivuosien automaatiotekniikan mahdollisuuksia eri seikkojen kehittämisessä maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannossa ja perustele lyhyesti kantaasi.

Automaatiotekniikan avulla kyetään kehittämään tuotannon...

### **Sato-/tuotostasoa**

Perusteluja sille, että on eri mieltä:

- Luonto ja sää ovat tässä suurempi tekijä.

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Varsinainen tonnien lisäys voi Suomen oloissa ja lohkokoolla jäädä kyseenalaiseksi, vaikka täsmäviljelyä perustellaan mm. tuotannon lisäyksellä.
- Periaatteessa mahdollisuudet puoltavat satotason kohottamista, käytännössä kuitenkin sään merkitys on suuri eikä kaikkea kokemusta saada vielä lähivuosina tuotua automaatiotekniikan avuksi.
- Mahdollisesti, jos sen avulla pystytään vakioimaan hoitoa. Mutta ihmisen ja johtamisen rooli pysyy.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Tekniikan avulla pystytään oikea-aikaisiin ja paikkatietoa hyödyntäviin toimenpiteisiin, jotka parantavat kasvinviljelyn satotasoa.
- Jos automaatiotekniikkaan otetaan huomioon informaatioteknologian hyödyntäminen esim. satelliitit ja dronet.
- Satotason nosto edellyttää pellon ja olosuhteiden vaihteluun reagointia ja niiden ennakointia. Onnistuu vain automaation avulla.
- Tarkemmat viljelytoimenpiteet (kylvö, lannoitus, kasvinsuojelu, korjuu).
- Tarkempi prosessin hallinta mahdollista.
- Ruokinnan tarkentuminen ja eläinten kunnon automaattinen seuranta poistavat tuotoshäiriöitä.
- Tarkennettu ruokinta kasvattaa tuotosta.
- Lannoitus ja karjanlannan levitys.
- Vahvat näytöt automaattilypsytiloilta.
- Ruokinnan optimointi, terveyden ja kiimojen seuranta helpottuvat.
- Oleellisen tuotanto- ja terveystiedon helpompi käytettävyys helpottaa oikeiden managementpäätösten tekemistä niin ajallisesti kuin toimenpiteinä.
- Tuotosseurantatieto lisääntyy ja syy- ja seuraussuhteet selkiintyvät.

### **Konekustannusten hallintaa**

Perusteluja sille, että on eri mieltä:

- Automaation lisääminen yleensä nostaa koneiden hintaa.
- Automaatiotekniikka maksaa, mutta toisaalta sillä voidaan korvata perinteisempiä koneita, jotka nekin maksavat.

- Kustannukset lisääntyvät, kun työtä korvataan tekniikalla.
- Toistaiseksi kustannukset enemmän nousevat kuin laskevat.
- Ominaisuudet koneissa tuppaa maksamaan.
- Vielä liian kallista hyötyihin nähden.

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Automaation käytöstä aiheutuu konekustannuksia, mutta toisaalta voidaan kehittää tarkoituksenmukaisempia ja toimivimpia ratkaisuja, jolloin hetkelistä konekapasiteettia voidaan pienentää ja konekustannuksia saada alemmas. Esim. peltorobotit voidaan tietyissä töissä laittaa pellolle 24/7, jolloin koneen tuntikapasiteetti voi olla huomattavasti pienempi kuin ihmisohjauksessa olevat koneet.
- Lisää koneiden investointikustannuksia mutta vähentää käyttökustannuksia.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Koneiden automatisointi voi parantaa tuoteyksikköä kohti käytettyä konekustannusta. Toki voi myös toimia päinvastoin, jos koneet/automaatio valitaan huonosti.
- Monet automaatiojärjestelmät pyrkivät optimoimaan koneen käyttöä. Mikäli automaatiojärjestelmät ja tausta järjestelmät on sovitettu toimimaan yhteen, voidaan kokonaisprosessia optimoida. Käyttäjän on pystyttävä arvioimaan konekustannustensa muodostumista, mutta tällä hetkellä hänellä ei ole työkaluja tähän. Mikäli käyttäjä ei saa työkaluja tulevien vuosien aikana, hyötyjen toteutumiseen sisältyy riskejä.
- Tuotettua tuoteyksikköä kohti.
- Laitteet eivät halpene.
- Kustannuksia kyllä tulee automaation hankkimisesta, mutta toiminnallisuuksien hallinta on toivottavasti helpompaa tulevaisuudessa.
- Kotieläintuotannon tekniikkaan tulee eniten käyttötunteja

## **Työkustannusten hallintaa**

Perusteluja sille, että on eri mieltä:

- Tarvitaan suurempi automaatioaste, että voidaan vaikuttaa työkustannuksiin.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Automaatio vähentää ihmistyön tarvetta ja kustannuksia itse tuotantotöissä, toisaalta koneiden valvonta/tarkkailuaika lisääntyy.
- Automaation pitäisi tehostaa työskentelyä. Mikäli automaatiojärjestelmät ja tausta järjestelmät on sovitettu toimimaan yhteen, voidaan työprosessia arvioida. Käyttäjä tarvitsee työkaluja työn seurantaan. Mikäli tällaisia työkaluja ei synny, voi työn tehostaminen olla vaikeaa.
- Tätä helpompi hallita uusilla koneilla.
- Automaattinen laskenta.
- Automaatio poistaa turhaa rutiinityötä ja tätä kautta kuluja.

- Robotit ja autonomiset toiminnot tehostavat ja/tai korvaavat ihmistyötä.
- Tarkemmat viljelytoimenpiteet: ei turhia ajoja, paikkailua.
- Keskeinen kehittyneen tekniikan käyttöönoton peruste.
- Työntekijämäärää voidaan pienentää.
- Tästä on jo näyttöä: robottilypsy, pesurobotti.
- Automaatio vähentää lähtökohtaisesti työmäärää. Työn ja tekniikan hintasuhteesta riippuen myös yleensä vähentää kustannuksia.
- Automaatio korvaa toimiessaan ihmistyötä jopa hyvin merkittävästi. Valvonta, ohjelmointi, huolto ja korjaus toki työllistävät.
- Automaatio korvaa ihmistyötä.

### **Fyysisen kuormituksen hallintaa**

Perusteluja sille, että on eri mieltä:

- Peltoviljely on säästä riippuvaa.

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Automaation pitäisi nopeuttaa ja helpottaa työtä ja vähentää esimerkiksi tarvetta liikkua käyttöpaikalta. Moni fyysisesti raskas työ, esimerkiksi kytkennässä, huollossa, taakan kiinnityksessä, yms. on kuitenkin vielä pahasti kesken ja miten paljon näitä ominaisuuksia saadaan kehitettyä seuraavien vuosien aikana, on kysymysmerkki. Nykyinen kehitys keskittyy lähinnä varsinaisen työprosessin optimointiin.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Vähentää käsityötä ja jatkuvia toistoja.
- Automaation perustehtävä on korvata raskasta työtä.
- Tuotantotöiden automatisointi vähentää fyysistä kuormitusta.
- Raskaita työvaiheita voidaan automatisoida tehokkaasti.
- Keventää, mutta liikkuvuus vähenee ja istumatyön määrä kasvaa.
- Robotit ja autonomiset toiminnot tehostavat ja/tai korvaavat ihmistyötä.
- Vähentää erityisesti pitkäkestoista, yksipuolista kuormitusta sekä tärinän ja melun haittoja.
- Automatiikka keventää työtä jopa huomattavasti, mutta valvonta, ohjelmointi, huolto ja korjaus voivat kuormittaa edelleen omalla tavallaan.
- Automaatio mahdollistaa fyysisesti kuormittavien töiden siirtämistä koneille.
- Raskaat, usein toistuvat työt automatisoidaan esim. lypsy.

### **Psykososiaalisen kuormituksen hallintaa**

Perusteluja sille, että on eri mieltä:

- Uuden teknologian käyttöönotto voi luoda turhautumista, vaatii osaamista.
- Automaation toimintahäiriöt ottavat päähän.
- Valvottavien laitteiden määrän kasvaminen voi lisätä kuormitusta.
- Ongelmat toimimattomien elektronisten laitteiden kanssa turhauttavat.

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Voi kuormittaa, jos teknologia ei ole käytettävyydeltään helppoa.
- Riippuvuus tekniikasta lisääntyy; toisaalta peltotyöt eivät sido samalla tavalla automaatiotekniikkaa käytettäessä.
- Työn sisällön muuttuminen tarkkailuksi/huolloksi yms. on suuri muutos, joka ei kaikille sovi.
- Voi vaikuttaa kahteen suuntaan. Jos hallitsee automatiikan ja se on taloudellisesti järkevää, voi olla hyvä juttu. Muuten voi kuormitus kasvaa.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Automaatiojärjestelmien käyttöönotto vaikuttaa aiheuttavan stressiä. Mikäli järjestelmä osoittaa luotettavuutensa ja käytettävyytensä vähentää se työn aikaista kuormitusta. Peltoviljelyssä työtehtävien ajoitus ja oikeellisuus aiheuttaa paljon kuormitusta viljelijälle, mikäli järjestelmä pysyy parantamaan työn ajoituksen oikeellisuutta ja antamaan käyttäjälle varmuutta työ oikeellisuudesta on kuormituksen vähentämiseen paljon potentiaalia. Automatisoituva paperityön hoito vähentää kuormitusta.
- Enemmän seurustelua koneiden kanssa.
- Virheiden valvonta helpottuu.
- Oikein suunniteltuna ja käytettynä automaatio palvelee ja auttaa ihmistä kohdentamaan oman työnsä ja tekemisensä oikeisiin ja haluamiinsa asioihin. Työnjako ja roolitus koneen ja ihmisen kesken tärkeää. Uusi teknologia käyttöön hitaasti hitaan investointitahdin myötä, siksi varovainen arvio tässä.
- Jos järjestelmät tehdään helpoiksi käyttää.
- Uskoisin tähänkin parantavan, koska ihmisten johtaminenkin kuormittaa.
- Siirtää ajankäyttöä fyysisesti yksitoikkoisista töistä luovempaan työhön.

## **Työturvallisuutta**

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Automaatio voi joko lisätä tai vähentää turvallisuutta. Vaarallisen tehtävän siirto koneen tehtäväksi lisää ja automaation toimintahäiriöt voivat vähentää turvallisuutta.
- Voi lisätä työturvallisuutta, mutta voi toisaalta synnyttää uusia ongelmia.
- Riippuu, miten vikaantumisherkkää teknologia on? Jos kovin herkkää, voi heikentääkin työturvallisuutta. Toimiessaan varmaan lisää sitä.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Kone voi hoitaa vaarallisia töitä itsenäisesti.
- Automaatio helpottaa laitteiden valvontaa.
- Ihmisen ei tarvitse liikkua enää tapaturmille alttiissa ympäristössä.
- Tuotantotöiden automatisointi parantaa työturvallisuutta.
- Automaatio voi aiheuttaa uusia, osittain esimerkiksi teollisuudesta tuttuja riski skenaarioita, jotka liittyvät vikatilanteisiin ja käyttäjän alentuneeseen



tilanne tietoisuuteen. Automaatiolla on kuitenkin paljon potentiaalia perinteisempien riskien vähentämisessä, esimerkiksi poistamalla tarvetta poistua käyttöpaikalta ja vähentämällä tarvetta oleskella vaara-alueella.

- Tarvittaessa tehokas työkalu turvallisuuden parantamiseen.
- Lisääntyvän anturoinnin myötä.
- Ihmisen tietoisuus automaatiojärjestelmän tilasta työskenneltäessä samalla työmaalla tärkeää. Koneiden tilannetietoisuuteen vahinkojen välttämiseksi tullaan satsaamaan mm. tekoälyn keinoin. Uusi teknologia käyttöön hitaasti hitaan investointitahdin myötä, siksi varovainen arvio tässä.
- Vähentää fyysistä tuotantotyötä, mm. konetyötä (ajamista).
- Avustavat toiminnallisuudet ja palvelut ongelmatilanteissa.
- Lähtökohtaisesti paranee, kun altistus vähenee. Voi tulla uusia riskipaikkoja.
- Vaaralliset ja fyysisesti rasittavat työt koneille.

### **Työn tuottavuutta**

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Etenkin täysin autonomiset järjestelmät ja Fleet Management -ohjauksella toimivat järjestelmät parantavat työn tuottavuutta peltotöissä.
- Automaation tehtävä on parantaa työskentelyn kokonaistuottavuutta. Mikäli tässä ei onnistuta, automaatio on turhaa.
- Tehokkaasti käytettynä mahdollista.
- Automaatio vapauttaa koneen käyttäjän itse työn valvontaan/säätämiseen.
- Tehokkain keino, yksi työntekijä voi hallita useampia yksiköitä tarkasti.
- Tarkemmat viljelytoimenpiteet, vähemmän hukkaa.
- Liittyy inhimillisen työn tarpeen vähentymiseen.
- Oikein valituilla sovelluksilla.
- Jos ja kun työkuksannuksia, niin oletettavasti myös työn tuottavuutta, ja tuotoksiakin on mahdollista parantaa.
- Automaation perustehtävä.
- Työ tehostuu.
- Tehostumisen kautta.
- Toimiessaan varmasti parantaa.
- Ihmistyötuntia kohden enemmän tuotetta. Automatiikka mahdollistaa isomman yksikön hoitamisen per henkilö.
- Tuotanto ihmistyötuntia kohden lisääntyy, kun väki vähenee.

### **Tuotantoeläinten elinolosuhteita**

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Uskon asia.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Automaatio mahdollistaa esim. eläinterveyden tarkemman seurannan.
- Esim. pötsiboluksella, joka seuraa eläimen vointia reaaliajassa, ennakoimaan terveydenhoitoa ja varmaan myös olosuhteita voidaan katsoa.

- Hyvin toteutettu automaatio parantaa olosuhteita.
- Olosuhteiden automaattinen seuranta, ilmastoinnin ja valaistuksen säätö.
- Ruokinnan ja terveyden optimointi ja seuranta ovat eduksi.
- Valvonta ja säädöt eivät ole riippuvaisia ihmisen läsnäolosta.
- Olot pyritään optimoimaan, jotta Mansikista saadaan kaikki irti.

### **Tuotteiden laatua**

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Näköpiirissä ei ole muutokseen vaikuttavia tekijöitä.
- Laatu paranee, jos tekniikka toimii ja päinvastoin.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Automaation mahdollistamat oikea-aikaiset toimenpiteet kasvukaudella ja tuotteiden varastoinnissa olosuhteiden mittausta ja sen perusteella säätöautomaatio parantavat tuotteiden laatua.
- Uskon, että tuotannollinen peruste automaatio investoinnin kannattavuudelle on nimenomaan tuotteiden laadun nosto, erityisesti panostukseen verrattuna.
- Kasvinsuojelu kehittyy.
- Esim. maidon laadun automaattinen analysointi.
- Kustannustehokkain keino. Täsmäviljely, sadon jälkikäsitteily/fraktiointi tilalla.
- Tarkemmat viljelytoimenpiteet.
- Pääsääntöisesti laatu paranee, vaikka ei kaikilta osin pysty korvaamaan ihmismistä.
- Dokumentoitu tuotanto.
- Automaattinen laadunvalvonta on väsymätön ja tarkka.
- Jos saadaan valittua teuraaksi menevät optimaikaisesti automaattisen punituksen avulla, tai jonkun silavamittauksen avulla.
- Tarkempi toimintatapa tasoittaa laatuvaihteluita.
- Prosesseissa vähemmän mokailupaikkoja ihmiselle, jos automaatiikka toimii ja sitä osataan käyttää.
- Jatkuva laadunseuranta, jonka riskinä automaatiikan valvonnan toimivuus.

### **Tuotteiden jäljitettävyyttä**

Perusteluja sille, että on eri mieltä:

- Jäljitettävyyttä ei välttämättä eniten riipu koneesta, paljon kiinni tuotteesta ja sen jatkojalostuksesta.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Tähän on varmasti hyvät mahdollisuudet.
- Jäljitettävyyssdataa mittausta ja tallennusta voidaan liittää automaatioon.
- Olisi mahdollisuus laittaa tuotteisiin tunnistimet jo tilalla.
- Nykyisinkin kyetään jo jäljittämään yksittäinen tila. Ehkä jossain tuotteissa voidaan ja kannattaa mennä eläimen tasolle saakka.

- Automatiikan tekemät rekisteröinnit edistävät jäljitettävyyttä.
- Enemmän dokumentoitua dataa - parempi jäljitettävyys.
- Esim. RFID-tagien käyttö tulee yleistymään, joka helpottaa jäljitettävyyttä.
- Automaatiolla on suuri potentiaali parantaa jäljitettävyyttä, mutta parannuksen toteutuminen vaatii osallistumista suurelta joukolta ruokaketjujen toimijoista, jonka takia en usko suureen hyppäykseen nopeasti.
- Tarvittaessa mahdollista.
- Kustannustehokkain keino.
- Antaa mahdollisuuden jäljitettävyystietojen automaattiseen välitykseen.
- Jokaisesta tuotannon vaiheesta saadaan tarkempaa tietoa toimittaessa automaatiotekniikan avulla.
- Dokumentoitu tuotanto.

### **Julkisuuskuvaa**

Perusteluja sille, että on eri mieltä:

- Ajattelisin tämän olevan enemmän kiinni tiedotuksesta.

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Automaatiolla voidaan kehittää tuotannon ekologisuutta, mm. tuotantopanos-ten, kuten lannoitteiden ja ks-aineiden, tarkempi ja paikkakohtainen käyttö, mutta toisaalta teknologian käyttöä voidaan pitää kovana vaihtoehtona.
- Näköpiirissä ei ole muutokseen vaikuttavia tekijöitä.
- Voi myös lisätä kuluttajien mielikuvaa tehdasmaisesta tuotannosta.
- Automaatio on toisille hyvä, toisille huono asia julkisuuskuvan kannalta.
- Riippuu paljon tarkastelijan näkökulmasta tekniikkaan ja eläimiin.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Varsinkin eläintuotannon puolella halutaan eri syistä ja eri tahoilla vaalia maalaisromanttista kuvaa tuotannosta, johon automaatio saattaa sopia huonosti. Kasvintuotannon puolella tätä ongelmaan ei niin ole ja automaatiolla on mielestäni positiivinen kuva.
- Automaatiolla pystytään kehittämään tuotannon kestävyuden kaikkia ulottuvuuksia: talous, ympäristö, sosiaalinen (mm. työn sisältö ja mielekkyys) ja siitä viestiminen dataan perustuen.
- Voi nostaa alan arvostusta edistyksellisyyden kautta.
- Mahdollistaa ekologisemman perinteisen tuotannon, kun tuotantopanosia pystytään automaatioteknologian avulla kohdentamaan tarkemmin.
- Teknisen edistyksellisyyden ja ympäristövaikutusten myötävaikutuksella.
- Ympäristön ehdoilla viljely.
- Automaattisilla mittareilla voidaan seurata eläinten hyvinvointia.
- Automaatiotekniikka liittyy usein uusiin tuotantorakennuksiin, mikä myös "näyttää" hyvältä.
- Ehkä parantaa maatalouden julkisuuskuvaa heidän silmissään, jotka pitävät maataloutta auringonlaskun alana.

## **Houkuttelevuutta osana maatalousalan ammatteja**

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Ei ole peruste ammatille.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Lannanlapiointi ei ole kovin mediaseksikästä.
- Enemmän mittaamista ja faktaa, pystyy paremmin seuraamaan työn tuloksia, lisää mielenkiintoa, sekä jos fyysisestä työstä päästään kevyempään.
- Teknistynyt tuotanto houkuttaa nuoria enemmän kuin perinteinen raskas työ.
- Tuo uusia osaamistarpeita ja nostaa sitä kautta kiinnostusta uudentilaisille työntekijäprofiileille.
- Maatalous ala tulee yleensä ihmiselle perintönä tai työympäristön viehätysnä. Automaatio voinee parantaa tulevaisuuden näkymää tilan jatkajalle. Parantunut julkisuuskuva voi varmasti myös vaikuttaa positiivisesti.
- Tarvittaessa mahdollista.
- Tällä hetkellä tilakoon kasvattaminen ja siitä seuraava suuri työmäärä tehtäväksi sesonkien aikaikkunoissa ei ole houkuttelevaa. Robottien on tässä mielessä tultava käyttöön peltoviljelyssä jo vuoteen 2025 mennessä.
- Nuoria uusi teknologia varmaan jonkin verran houkuttelee.
- Uusi tekniikka tuo maataloudesta kiinnostuneiden rinnalle uusia soveltajia.
- Arvostus viljelijöitä kohtaan varmasti kasvaa tulevaisuudessa, kun tietoisuus ruuantuotannosta alkaa tosissaan kiinnostamaan kuluttajia.
- Työ siistiytyy ja nykyaikaistuu, miksei houkuttelisi nuorempia.
- Tekniikka vetoaa yleensä nuoriin. Maatalousalan pitää seurata yhteiskunnan yleistä kehitystä.
- Työtehtävien fyysisuus vähenee, mutta osaamisvaade lisääntyy.

## **Energiätehokkuutta**

Perusteluja sille, että ei ole samaa eikä eri mieltä:

- Riippuu mitä korvataan automaatiotekniikalla. Sähköä ja verkkoyhteyksiä ne tarvitsevat.
- Tarvitaan suurempi automaatioaste.

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Automaatio mahdollistaa prosessien paremman hallinnan.
- Tätäkin, jos tuotantoketju saadaan optimaaliseksi, ettei kasvateta esim. ylisuuriksi, tai voidaan valita heikommin kasvavat ajoissa.
- Automaation perustehtävä.
- Esim. täsmäviljely parantaa sekä suorien että epäsuorien energiapanosten käytön tehokkuutta kasvinviljelyssä.

- Tehokkuus on yksi automaation perusteista. Paljon sellaista automaatiota, jota käyttäjä ei itse havaitse tai erikseen osta keskittyy juuri koneen energia-  
tehokkuuden parantamiseen. Automaatio mahdollistaa myös energian va-  
rastointia ja hybridikäyttöä.
- Pysynee samana, mutta toivottavasti paranee.
- Energia on yksi panos, jonka käyttöä voidaan tarkentaa älykkään automaa-  
tion avulla.
- Ilmastoinnin, valaistuksen ja lämmityksen asianmukainen säätö, ruokinnan,  
lypsyn ja lannanpoiston tyhjäkäynnin poisto.
- Tarkemmat viljelytoimenpiteet, vähemmän ajoja, ehkä myös vetotehon tar-  
vetta paikkakohtaisesti? Tasalaatuisemman ja puhtaamman sadon kautta  
myös vähemmän kuivaustarvetta?
- Tarkempi ohjaus/automaatiikka vähentävät hukkaa.
- Polttoainekulut laskevat.
- Automaatiolla mahdollista poistaa turhaa tekemistä. Automaatiikka myös  
usein sähkövoimalla toimivaa tekniikkaa, jonka energiatehokkuus on hyvä.
- Kone osaa säätää kuormitusta paremmin kuin ihminen.

### **Ympäristökuormituksen hallintaa**

Perusteluja sille, että on samaa mieltä:

- Esim. täsmäviljely parantaa ympäristökuormitusten hallintaa.
- Tämä tulee ikään kuin resurssitehokkuuden sivutuotteena.
- Parantaa ravinteiden hallintaa.
- Ruokinnan ja metaanipäästöjen yhteys, lannan ravinteiden tarkempi tunte-  
minen ja tarkka levitys.
- Tarvittaessa mahdollista, esim. optimaalisempi lannoitus.
- Ainakin lisää mahdollisuuksia tähän.
- Täsmäviljely, yhä enenevästi dronet ja robotit hoitamassa kasvustoja ja pa-  
noksia käytetään tarkkaan kohdennettuna ja ajoitettuna vain tarvittaessa.
- Tuotantopanoksia pystytään automaation avulla kohdentamaan tarkemmin.
- Tarkempi ohjaus/automaatiikka vähentävät hukkaa; polttomoottoritekniikan  
osittainen korvaaminen sähkötekniikalla.
- Ympäristön ehdoilla viljely.
- Tähänkin varmasti mahdollisuudet.
- Jos automaatiota ohjataan oikein, pystyy se useimmiten vähentämään ym-  
päristökuormitusta.
- Polttoainekulut seurattavissa.
- Jos laitteiden ja verkkoyhteyksien tarvitsema energia tuotetaan ei-fossiili-  
silla, niin hyvä.
- Energiatehokkuuden kautta.
- Paremmat mittaus- ja säätömahdollisuudet optimoivat panosten käyttöä.

**Liite 5.** Kuvaile ja perustele lyhyesti, mikä tai mitkä ovat mielestäsi merkittävimmät maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannossa käytettävään automaatiotekniikkaan liittyvät...

### **Peltokasvituotanto**

hyödyt maatalousyrittäjälle

- Automaatiohjaus helpottaa työntekoa ja parantaa ajotarkkuutta.
- Ensisijainen hyöty tuotannon kannattavuuden parantuminen, lisäksi työ määrän hallintaan ja työhyvinvointiin liittyvät hyödyt. Yhtenä hyötynä tuotannon dokumentointiin liittyvät työt, joita automaatio voi datan keruujärjestelmillä helpottaa. Samoin tuotannon suunnitteluun yrittäjä saa tietoa järjestelmien keräämästä datasta.
- Panos-tuotos -suhteen paraneminen.
- Ajouraopastus ja automaatiohjaus keventävät työtaakkaa ja tuovat säästöjä.
- Parantunut työn tehokkuus pellolla ja toimistossa.
- Peltoviljelyn tarkemman seurannan, lisääntyneen tietojen keruun ja tietojen analysoinnin avulla voidaan parantaa satoja.
- Peltokasvituotannon tehostaminen toimien tarkentamisen myötä, työn keveneminen eri rutiinien/seurannan siirtyminen koneelle automaation myötä.
- Resurssitehokkuus (kaikki panokset, ml. työ), työn mielekkyys, datan tuottaminen prosesseista esim. tuotetietoa ja jäljitettävyyttä varten.
- Mahdollisuus tarkempiin viljelytoimenpiteisiin, jolloin resursseja ja tuotantopanoksia säästyy ja satotason kasvattaminen sekä laadun parantaminen mahdollistuu > kannattavuus paranee, hyvinvointi kasvaa. Maaperän tiivistymistä mahdollisuus paremmin välttää.
- Työvoimatarpeen vähentyminen, tasalaatuisuus, hukan pieneneminen.
- Tuotantoprosessin tarkempi hallinta, jota kautta parempi kannattavuus.
- Tarkkuuden parantuminen esim. lannoituksessa täsmälannoitus, ajotarkkuus opastimissa. Kasvien ravinnepuutosten lukeminen kasvustosta sekä lannoituksen säätäminen sen mukaan. Satotasojen mittaaminen suoraan korjuun yhteydessä ja linkittäminen paikkatietoon.

hyödyt muille, kenelle/mille

- Urakoitsija pystyy tarjoamaan parempaa palvelua.
- Kestävään kehitykseen tähtäävästä kasvintuotannosta hyötyvät kaikki.
- Kannattavampi maatalous ja paremmat tuotteet.
- Vähentynyt ympäristökuormitus > yhteiskunta hyötyy.
- Automaatiotekniikkaan lisääntyvä käyttö luo lisää markkinoita teknologia-yrityksille ja mahdollistaa uusien palveluiden kehittämisen.
- Tarkempi panosten käyttö > haitallisten ympäristövaikutusten riski pienenee.
- Kestävä peltokasvituotanto kotimaisen ruoan perustaksi. Hyötyjänä ruokaverkosto ja kuluttajat, mm. ruoan edullisuuden ja huoltovarmuuden kautta.
- Jalostava teollisuus saa enemmän ja laadukkaampaa raaka-ainetta.
- Tuotteiden jäljitettävyyden parantuminen: kauppa, teollisuus, kuluttajat.
- Ohjelmistosuunnittelijat ja konevalmistajat hyötyvät.

- Kotimainen koneiteollisuus: automaation toiminnallisuudet laajentavat konejärjestelmien arvolupauksia koneiden käyttäjille.
- Koko elintarvikeketju hyötyy dokumentoidusta tarkennetusta tuotannosta.
- Yleinen imago – maatalous on tietotekniikassa eturintamassa. Ympäristöimago – tarkennetuilla ravinneannoksilla vähennetään päästöjä. Tietotekniikkakehittäjille peltoviljely uusien innovaatioiden lähde, esim. luomu, mekaanisen rikkatorjunnan kehittäminen

#### haitat tai haasteet maatalousyrittäjälle

- Korkea hinta, riski toimimattomuudesta.
- Automaatiotekniikan ratkaisut ovat moninaisia ja niiden soveltuvuuden arviointi kullekin yrittäjälle on haastavaa. Ratkaisujen keskinäinen yhteensopivuus ja mm. tiedonsiirto systeemien välillä on vielä puutteellista.
- Maatilojen kyky investoida uuteen teknologiaan on puutteellista.
- Tarjoilla olevien automaatiotuotteiden sopiminen tilan infrastruktuuriin. Maatalouskoneiden elinkaari on pitkä, eikä koko kalustoa voida uusia kerralla. On pystyttävä suunnittelemaan toimintaa ainakin kymmenen vuotta eteenpäin ja pystyttävä tunnistamaan, miten nyt tehtävät hankinnat kehittyvät tulevaisuudessa ja toisin päin, miten nyt tehtävät hankinnat mahdollistavat tai estävät hankintoja tulevaisuudessa.
- Tekniikan hyödyt eivät välttämättä ole riittävän suuria kustannuksiin nähden. Tarvitaan lisää osaamista, jotta voidaan tehokkaasti hyödyntää.
- Uusien järjestelmien nopea kehittyminen ja niiden oppiminen.
- Osaamisvaatimus koneiden käyttöön liittyen kasvaa.
- Työn kuvan muutos, kyky hahmottaa mahdollisuudet työn uudelleen organisointiin ja mitoittamiseen. Datan täysimääräinen hyödyntäminen.
- Investointikulut monelle kovat ja käytettävyyks ei paras mahdollinen.
- Teknisen osaamisen tarve kasvaa (sekä yrittäjään että työntekijöihin kohdistuvat vaatimukset kasvavat); riippuvuus huollon toimivuudesta kasvaa.
- Vaatii investointivaiheessa pääomaa: muualla tuotettua tekniikkaa ei ole aina testattu Suomen olosuhteissa > haasteita luotettavuudelle ja säätämislle.
- Miten nykyisen koneketjun rinnalle saadaan uudet koneet uusilla toiminnallisuuksilla. Laaja käyttöönotto vaatii yhteiskunnan tukea todennäköisesti.
- Uusi tekniikka maksaa yleensä paljon – etupäässä hankkivilla voi olla myös enemmän virheellisyyksiä uusissa tekniikoissa – saattavat menettää tekniikkavirheiden takia rahaa, satoa tai työaikaa.

#### haitat tai haasteet muille, kenelle/mille

- Korkea hinta, riski toimimattomuudesta.
- Maataloudesta tulee integroituneempaa sekä hallinnon, että panos- ja jalostusteollisuuden suuntaan. Teknologioiden integroituminen on haaste kaikille. Miten tehdään sellaisia valintoja, että ne kestävät tulevaisuuden ja mahdollistavat kannattavat investoinnit?
- Hitaasti kasvava markkina-alue ei välttämättä aktivoi kaikkia alan yrityksiä, jolloin kilpailun puuttuessa teknologian kustannuksia on vaikea alentaa.

- Tilapäisen/ulkoisen työvoiman tarve mahdollisesti pienenee.
- Nopeasti vanheneva tekniikka.
- Kotimainen tutkimus, neuvonta, teknologiateollisuus sekä maatalouden konekauppa ovat haasteen edessä. Pysytäänkö vastaamaan sektorin haasteeseen, vai nojaako peltokasvituotanto ulkomaiseen osaamiseen?
- Kone- ja laitevalmistajilla haasteita varmaan tekniikoiden yhteensovitettavuuden kanssa, kuten muuten myös viljelijöillä.
- Maatalouskonekaupan markkinoille muutos- ja sopeutumistarvetta; huoltopalvelun kehittyminen tarvetta vastaavaksi; neuvonnan ja koulutuksen kehittyminen tarvetta vastaaviksi.
- Kotimaisen koneteollisuuden olisi kyettävä pysymään kehityksessä mukana.

### **Kotieläintuotanto**

hyödyt maatalousyrittäjälle

- Työvoimakustannusten aleneminen, työn fyysisen kuormittavuuden väheneminen, työturvallisuuden paraneminen.
- Automaatio korvaa raskasta ja monotonista työtä. Tuotannon laadun ja ympäristövaikutusten hallinta paranee. Taloustulosta voidaan useimmiten parantaa.
- Toiminnan tehostuminen ja tuottavuuden kasvu.
- Ajan vapautus ja työn kuormittavuuden väheneminen.
- Työhyvinvointi ja tuottavuus paranevat.
- Työn fyysisen kuormituksen keveneminen ja työmäärän väheneminen (ellei laajenneta samalla) kaikilla ko. työtä tekevillä.
- Siirtää kuormittavia, vaarallisia ja aikaa vieviä, usein rutiininomaisia, työtehtäviä koneille. Ajansäästö ja työturvallisuus.
- Parantaa yrittäjän päätöksentekomahdollisuuksia tuottamalla tietoa päätöksenteon tueksi. Lisää työn tehokkuutta.
- Fyysisesti raskas työ vähenee.
- Automaatio lypsyssä, ruokinnassa, lannanpoistossa ja ilmanvaihdossa voi helpottaa yrittäjän työtä. Automaatio eläinten seurannassa voi parantaa eläinten hyvinvointia ja se on myös tuottajien etu. Automaatio lannanlevityksessä eli levitysmäärän oikea säätö ja lannan koostumuksen analyysi voi vähentää keinolannoitteiden tarvetta.

hyödyt muille, kenelle/mille

- Laaduntarkkailun tehostuminen, jäljitettävyyden, kuluttajille.
- Tuotteiden ja raaka-aineiden laadunvarmistus ja jäljittäminen paranevat. Tuotteen hinta/laatusuhde paranee. Tästä on hyötyä tuotteita ja raaka-aineita käyttäville henkilöille ja yritysille.
- Logistiset edut.
- Kuluttajille turvalliset tuotteet.
- Eläinten hyvinvointi paranee ja kuluttajien hyväksyntä helpompi ansaita.
- Tiedot liikkuvat automatisoidusti läpi koko tuotanto- ja jalostusketjun kaupan ja kuluttajalle saakka. Tästä pitäisi saada irti lisäarvoa ja osa siitä myös tuottajalle asti.



- Lisää käytettävissä olevan tiedon määrää. Mahdollistaa parempien ja entistä kehittyneempien sidosryhmäpalveluiden tuottamisen maatilayrittäjille. Terveystyödyt yhteiskunnalle yrittäjien pienemmän fyysisen työrasituksen kautta.
- Eläinten olot paranevat ja esim. sairauksien havaitseminen tehostuu. Tuotteiden laatu paranee.
- Automaatio mahdollistaa tuotantopanosten tehokkaan käytön ja sitä kautta ympäristötyödyt tulevat koko yhteiskunnalle. Kuluttajat voivat hyötyä lisääntyneestä jäljitettävyydestä, jos tiedot saadaan tiloilta tehokkaasti eteenpäin.

#### haitat tai haasteet maatalousyrittäjälle

- Järjestelmien toimintaan liittyvän valvonnan lisääntyminen, korjauskustannusten kasvu ja vaikea ennakoitavuus.
- Työn sisältö muuttuu ja tarvitaan uutta koulutusta. Työn henkinen kuormittavuus saattaa lisääntyä. Kaikki käyttäjät eivät omaksu uutta tekniikkaa yhtä hyvin. Automaatio voikin jakaa käyttäjäkuntaa menestyjiin ja jäädyttelijöihin.
- Tieto luo tuskaa, osaamista pakko lisätä.
- Vaatii perehtymistä ja opiskelua.
- Automaation lyhyt elinkaari 10–15 vuotta saattaa tuoda turhia investointeja.
- Osaamistarpeet kasvavat ja pysyykö ammatillinen perus- ja täydennyskoulutus mukana. Antavatko myyjät riittävää ohjausta?
- Riippuvuus tekniikan toimittajasta. Kerääntyneen tiedon omistajuus. Tuotantotekniikan kustannusten pitäminen järkevällä tasolla. Tietoturvallisuus.
- Pitää tulla toimeen toimimattoman elektroniikan kanssa. Ongelmien laajuus voi yllättää, kun jokin pettää, eikä käsivoimin ole mitään tehtävissä.
- Automaatio ja sen mukanaan mahdollisesti tuoma tuottavuuden kehitys ei välttämättä paranna tuotannon kannattavuutta. Riskinä on, että tuottajahinnat laskevat edelleen eikä tuottaja hyödy kehityksestä.
- On myös mahdollista, että tiettyä automaatiotasoa edellytetään esimerkiksi lannankäsittelyssä investointitukien ehtona ilman, että tukien määrä nousee.
- Markkinoilla on nyt ja varmasti jatkossakin hyviä ja huonoja tuotteita ja yrittäjälle on haaste erottaa hyvät huonoista.
- Korkea hinta.

#### haitat tai haasteet muille, kenelle/mille

- Maatalouden työllistävyyden väheneminen, maaseutukuntien asukkaat.
- Eläimille automaatio voi olla joko hyödyllistä tai haitallista. Esim. automaattilypsy sopii useille lehmille, muttei kaikille.
- Asiakkaiden vaatimustaso kasvaa.
- Valmistajien ja myyjien pitää oppia antamaan riittävästi käyttöopastusta.
- Tuotetun tiedon omistajuus ja käyttömahdollisuudet, sidosryhmät. Automaatiotekniikan haavoittuvuus yksittäisten tuote-erien laadun suhteen riski jalostavalle teollisuudelle.
- Laitetoimittajien pitäisi huolehtia huollon ja varaosien saannin turvaamisesta, vaikka se ei kannata taloudellisesti.

**Liite 6.** Mitkä seikat ovat mielestäsi merkittävimmät kannustimet ja esteet automaatiotekniikan käyttöönotolle peltokasvi- ja kotieläintuotannossa maamme maatalousyrittäjissä? Perustele lyhyesti antamiasi vastauksia.

### **Peltokasvituotanto**

merkittävin kannustin

- Tuotantopanosten säästöpotentiaali.
- Uuden teknologian tuomat työtä helpottavat ratkaisut yrittäjälle.
- Työn helpottuminen, tehostuminen ja mielekkyyden parantuminen.
- Satotasojen lisääminen ja satojen menetyksen vähentäminen.
- Työn tarkentuminen, esim. annostelumäärät.
- Kannattavuus. Ilman robotteja ei voida nykyisellä, saati vähenevällä työvoimalla tuottaa kannattavasti ja kestävästi peltokasveja.
- Satotasojen ja laadun kasvu tarkemmalla resurssien käytöllä > parempi kannattavuus.
- Työn helpottuminen.
- Työvoimatarpeen vähentäminen – palkkaamisen vaihtoehto.
- Mahdollisuus ottaa tuotantoprosessi tarkemmin haltuun.
- Työn helpottuminen.

toiseksi merkittävin kannustin

- Vähentää taitovaatimuksia palkkatyövoimalta.
- Uuden teknologian tuomat taloudelliset hyödyt yrittäjälle.
- Halu oppia ja tehdä uutta.
- Raskaiden töiden keventäminen ja työn määrän vähentäminen.
- Työsaavutus vs. kuormittavuus, suurempien alojen käsittely "entisellä rasiuksella" koska automaation myötä työkoneen valvontaan täytyy keskittää vähemmän huomiota.
- Mielekkyyys. Tuotannon vaatimusten kasvaessa automaatio avustaa työntekijää selviytymään työtehtävästä ja hoitamaan tuotantoprosessia ilman lisäkuormitusta.
- Urakoinnin laskutuksen helpottuminen.
- Työn mahdollinen säästö tarkemmilla viljelytoimenpiteillä.
- Työn miellyttävyyden lisääminen – vähemmän yksipuolista, pitkäkestoista kuormitusta.
- Ajan säästö.
- Säästöt tuotantopanoksissa.

kolmanneksi merkittävin kannustin

- Sopeutuminen säältään poikkeuksellisiin vuosiin.
- Automaatiotekniikan uutuuden viehätys ja sen tuomat mahdollisuudet, kokeylunhalu.
- Mahdollisuus parempaan tuotokseen tai se että järjestelmä nyt tuli koneen mukana.
- Datat siirto eteenpäin nopeasti.

- Pidemmällä aikavälillä työn tehokkuuden lisääminen.
- Ominaisuuden hinta suhteessa hankittavaan laitteeseen.
- Datan tuottaminen tuotantoprosessista tuote- ja tuotantotapatiedon luomiseksi ja jäljitettävyyden osoittamiseksi. Avaa tuotteille uusia markkinoita, kenties parempaan hintaan.
- Tuotannon laadun tasaisuuden lisääntyminen.
- Laadukkaampi tuotanto, lisäarvon tuottaminen tuotteen rinnalle

#### merkittävin este

- Korkea hinta.
- Teknologian käyttöönotosta ei saada taloudellista hyötyä tai hyötyä ei tunneta/tiedosteta.
- Merkkikohtaiset ohjelmistot.
- Tilojen kyky investoida.
- Osaamisen ja ajankäytön puute.
- Taloudellinen panostus suhteessa koneen uuden ominaisuuden saavuttamiseen.
- Osaamisen puute. Tutkimusrahoitusta on vähän, ja jos tutkimusta on tehty, tieto ei välity tutkimuksesta kentälle, tai sitä ei haluta ottaa kentällä vastaan.
- Investointikulut vielä monelle liian kovat.
- Rahoitus - maatalousyrietykset jo muutoinkin vaikeassa taloudellisessa tilanteessa.
- Datan hallinta ja yhteensopivuus eri palveluiden välillä.
- Hinta.

#### toiseksi merkittävin este

- Myyjien ymmärtämättömyys ja jälkimarkkinoinnin osaamattomuus.
- Pelätään teknologian käyttöönoton vaikeutta.
- Osaamisvaje tiloilla, konemyynnissä ja huollossa.
- Ei osata myydä, käyttää eikä huoltaa.
- Investointikustannukset.
- Päällekkäiset ohjelmistot isobusista mobiiliappiin.
- Käyttöikä on suhteellisen pitkä, toki riippuu käyttöasteesta.
- Esimerkkien puute. Maatilat tarvitsevat konkreettisia esimerkkejä automaation hyödyistä.
- Asenne.
- Tiedon puute – eri vaihtoehtojen, niiden mahdollisuuksien, vahvuuksien ja heikkouksien tunteminen.
- Vanhojen ja uusien konejärjestelmien integrointi kokonaiskoneketjuksi.
- Uusi tekniikka voi olla liian monimutkainen otettavaksi käyttöön nopeasti ja helposti.

#### kolmanneksi merkittävin este

- Tilarakenne.
- Luottamus maatalouden jatkumiselle ja siten investointien kannattavuudelle.

- Yrittäjä ei tiedä, mitä teknologisia ratkaisuja hänelle olisi tarjolla ja miten niitä voisi omalla tilalla hyödyntää.
- Järjestelmien saatavuus tai sopiminen tilan infrastruktuuriin.
- Sopivan tekniikan olemassaolo.
- Uusien ominaisuuksien opettelun vaiva tai pelko niitä kohtaan ylipäänsä.
- Teknolohiateollisuus ja kauppa hinnoittelevat automaatio-ominaisuuksia liian korkealle, huonosti järjestetty tuotetuki.
- Tekniikan käytettävyys ei paras mahdollinen.
- Osaamisen puute – oma tekninen osaaminen, asiantuntevan huollon ja neuvonnan saatavuus.
- Hinta.
- Erilaisten alustojen yhdistäminen voi olla mahdotonta, vanhempi tekniikka vs. uusi tekniikka.

### **Kotieläintuotanto**

merkittävin kannustin

- Mahdollisuus taloudellisen tuloksen paranemiseen.
- Raha.
- Tuotannon kannattavuuden nousu.
- Työajan vapautuminen.
- Investointituki.
- Työn fyysisen kuormituksen keveneminen ja työmäärän väheneminen eli kyetään hoitamaan samalla työmäärällä entistä isompi karja.
- Työturvallisuuden, työn rasittavuuden vähentäminen ja työn mielekkyyden parantaminen.
- Työn säästäminen.
- Työn helpottuminen.
- Työn mielekkyys.

toiseksi merkittävin kannustin

- Vapaa-ajan lisääntyminen.
- Raha.
- Töiden järjeistyminen: turhat hommat jäävät pois.
- Tuotoksen lisääminen.
- Työn tuottavuuden parantuminen.
- Työturvallisuus ja työterveys paranevat, kun altistusajat vähenevät.
- Tuotannon tehokkuuden parantaminen.
- Tuotantopanosten tehokas käyttö.
- Kannattavuuden parantaminen.
- Tehokkuus.

kolmanneksi merkittävin kannustin

- Työn kuormittavuuden aleneminen.
- Työn helpottuminen. Raskaiden työvaiheiden pois jääminen.
- Tuloksen parantuminen.

- Työn keventyminen.
- Työolosuhteet paranevat.
- Kyetään tehostamaan tuotantoa ja vastaamaan kilpailukykyvaateisiin.
- Tilan taloudellisen tuloksen parantaminen.
- Eläinten olojen optimointi ja tuotannon tehostuminen.
- Eläinten hyvinvoinnin parantaminen.
- Työvoiman tarve vähenee.

#### merkittävin este

- Toimintavarmuus.
- Hinta.
- Hinta.
- Ennakkoluulot ja väärät mielikuvat.
- Asenteet.
- Investointikustannukset voivat olla korkeat.
- Investoinnin kustannukset.
- Epävarmuus heittäytyä tekniikan armoille.
- Tuotteiden korkea hinta.
- Hinta.

#### toiseksi merkittävin este

- Investointi- ja korjaus-/ylläpitokustannukset.
- Yhteensopivuusongelmat.
- Olemassa oleva / Nykyinen tilanne.
- Rahoitus.
- Ylläpidon kustannukset.
- Osaaminen voi olla puutteellista.
- Tekniikan toimintaan ja toimintavarmuuteen liittyvät riskit.
- Tilalle sopivimman automatiikan valinta.
- Osaamisen puute.
- Oma oppiminen.

#### kolmanneksi merkittävin este

- Tottumukset, asenteiden muuttaminen.
- Käytettävyyshaasteet.
- Automaation soveltuvuus nykyiseen vanhanaikaiseentuotantotilaan.
- Vanhat asenteet.
- Käytön hallitseminen.
- Tiedetäänkö objektiivisesti kokemuksista? Uskalletaanko investoida?
- Käytettävyyteen ja hallintaa liittyvät vaikeudet.
- Kustannustehokkuus – tulevatko investoidut eurot takaisin.
- Tuotteet eivät ole kaikilta osin riittävän kehittyneitä.
- Saatavuus.

**Liite 7.** Mitkä ovat mielestäsi tärkeimmät huomioon otettavat kriteerit, joilla pelto- kasvi- ja kotieläintuotannossa käytettäviä automaatioteknisiä investointeja voidaan pitää taloudellisesti perusteltuina? Perustele lyhyesti vastaustasi.

### **Peltokasvituotanto**

tärkein kriteeri

- Tilakoon kasvu.
- Investoinnin pitää käyttöaikanaan tuottaa yrittäjälle vähintään investointi- kustannuksen verran hyötynä (taloudelliset ja muut hyödyt).
- Palveleeko järjestelmä tarkoitustansa? Työn helpottuminen, mielekkyys, mukavuus, tehokkuus, tai muu syy, jonka takia hankintaan on lähdetty.
- Mahdollisuus satotasojen lisäämiseen ja satojen menetyksen vähentämiseen.
- Investoinnin vaikutus sadon määrään, vaikutus taloudelliseen tulokseen.
- Kasvinviljelytuotteesta saatu tulo per käytettyjen panosten hinta (ml. työ). Automaation avulla ajan ja paikan suhteen optimoidut viljelytyöt tuottavat enemmän ja parempilaatuista satoa. Satoa myydessä laatu voidaan osoittaa automaation tuottaman datan avulla ja saada siten parempi hinta tuotteesta.
- Satotasojen ja laadun kasvu tarkemmalla resurssien käytöllä.
- Työvoimakulujen vähentäminen, kun tekniikka korvaa ihmistyötä.
- Tarkempi tuotantoprosessi > kustannussäästöt.
- Kustannussäästö tuotantopanoksissa.

toiseksi tärkein kriteeri

- Työvoiman saatavuus, työvoima korvaa automaatiota.
- Yrittäjän pitää pystyä teknologiainvestoinnin avulla kehittämään omaa toimintaansa ja saavuttamaan sitä kautta hyötyjä, jotka jäisivät saamatta ilman investointia. Esim. koneurakoitsija voi N-sensorin avulla saada väkilannoitteenlevityksestä korkeampaa urakointitaksaa ja saada uusia asiakkaita.
- Miten hyvin järjestelmä soveltuu tilan infrastruktuuriin ja tulevaisuuden suunnitelmiin. Mikä on järjestelmän nähtävissä oleva kehitys ja elinkaari?
- Raskaiden töiden keventäminen ja työn määrän vähentäminen.
- Investoinnin vaikutus työmenekkiin ja tuotannosta aiheutuviin kuluihin.
- Työn mielekkyys ja työssä jaksaminen. Automaatio avustaa raskaissa ja tylsissä tai jatkuvaa keskittymistä vaativissa töissä. Terveenä eläkkeelle.
- Työn mahdollinen säästö tarkemmilla viljelytoimenpiteillä.
- Laadun tasaisuuden ja tuotteen jäljitettävyyden paraneminen.
- Automaation päivitettävyyden ja laajennettavuuden tuotteen elinkaaren aikana.
- Esim. mekaanisen säätämisen loppuminen ja säätöjen muuttaminen automaattiseksi ajon aikana mahdolliseksi joko datakartan perusteella tai sensoreiden perusteella.

kolmanneksi tärkein kriteeri

- Tuotantopanosten säästöpotentiaali.
- Peruste investointiin, jos teknologia parantaa kestäväää kasvintuotantoa.
- Takaisinmaksun mekanismi ja aika.

- Työn tehokkuuden lisääminen.
- Investoinnin vaikutus työn kuormittavuuteen, vaikutus omaan viihtyvyyteen/mukavuuteen työssä.
- Liitettävyys ruokajärjestelmiin. Automaation tuottama prosessidata mahdollistaa jäljitettävyyden sekä liittymisen erilaisiin tuotantodataa hyödyntäviin, optimoituihin tuoteketjuihin tai viljelijäverkostoihin.
- Haitallisten ympäristövaikutusten vähentyminen (tiivistyminen, ks-aineet).
- Koneiden kytkeytyminen palveluihin: etähuolto, suunnittelu, urakointi.
- Sadon määrän ja laadun parantuminen.

## **Kotieläintuotanto**

tärkein kriteeri

- Eikö investointia voi pitää taloudellisesti perusteltuna vain ja ainoastaan silloin, kun se parantaa taloudellista tulosta?
- Kokonaistaloudellisuus tuotettua tuoteyksikköä kohden.
- Työajan säästö ja palkkakulut.
- Laatu ja kestävyys, jotta laite palvelee tilaa 10–20 vuotta.
- Pitää lisätä työn tuottavuutta ja vähentää ylityöllistettyjen työmäärää.
- Ihmisen hyvinvointiin ja työterveyteen liittyvät asiat. Ajankäytön siirtäminen rasittavista rutiinitöistä tuottavampiin työtehtäviin, kuten johtamiseen.
- Ihmistyön säästö.
- Työajan käyttö. Työajan säästöä on ehkä helpoin mitata ja se tekee elämästä myös usein mielekkäämpää. Investoinnin hyötyä vaikea arvioida ennakkoon.
- Tehokkuus.

toiseksi tärkein kriteeri

- Saatavat lisätuotot ja -säästöt suhteessa investointiin.
- Työn helppous / työntekijöiden osaaminen, saatavuus.
- Kapasiteetti ja toimintavarmuus, jotta investointi maksaa itsensä nopeasti takaisin ja tuottaa yrittäjälle voittoa ilman häiriöitä ja lisäkustannuksia.
- Pitää muuttaa työn luonnetta keskimäärin parempaan suuntaan.
- Tuotannon tehostaminen ja sitä kautta parempi tilan talous.
- Ihmistyön keventäminen ja vähentäminen.
- Tuottavuuden parantaminen: esimerkiksi tuotostasoa ruokinnan tarkentumisen kautta parantavan tekniikan vaikutus on helppo hahmottaa.

kolmanneksi tärkein kriteeri

- Pullonkaulojen poisto nostaa systeemin kapasiteettia.
- Tuloksen paraneminen.
- Tarjoavan yrityksen palvelut – huollon ja neuvonnan tuki.
- Eläinterveyden ja tuotteiden laadun parannuttava. Tästä soisi saatavan suoraan ja välillisesti lisähintaa.
- Mahdollisuus lisätä tuotantomäärää olemassa olevalla työvoimalla.
- Eläinten terveyden ja hyvinvoinnin parantuminen, mikä on vaikeaa laskea, koska luotettavaa tietoa eri teknologioiden hyödyistä ei ole saatavilla.

**Liite 8.** Mitä opittavaa maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannon automaatiotekniikan kehittämisessä voisi olla koneellisessa puunkorjuussa maassamme käytettävästä automaatiotekniikasta?

### **Peltokasvituotanto**

- Urakointinäkökulma.
- Konevalmistajien on opittava tekemään yhteistyötä automaatiojärjestelmien toimittajien kanssa. Monissa uusissa kehitelmissä käytetään järjestelmiä, joiden HW-laitteisto on otettu muista liikkuvien työkoneiden käyttötapauksista.
- Koneen sisäinen automaatio on pohjimmiltaan samanlaista kaikissa liikkuvissa työkoneissa. On tavallaan outoa, että maatalouskonevalmistajat ovat omassa porukassaan, eivätkä suuremmissa mittakaavassa muiden liikkuvien työkonevalmistajien kanssa.
- Maatalouskoneiden keskinäiset M2M ratkaisut ja liittyminen esim. tuotannon ohjaukseen poikkeaa joissain kohdin rajustikin metsäkoneiden työympäristöstä ja vaatii omaa osaamista.
- Työnhallinnassa voisi olla jotain opittavaa. Tilakoon kasvamisen myötä saattaa tulla useammin vastaan tilanne, jossa useita eri työntekijöitä tai koneita täytyisi ohjeistaa lähes reaaliaikaisesti.
- Koulutus. Ponsen ratkaisut ovat proprietary-ratkaisuja. Haaste etenkin traktorivetoisten peltoviljelykoneiden automaation kehittämisessä on eri konemerkkien yhteensopivuus ja automaation kehittäminen siten, että olisivat käytettäviä viljelijälle konemerkeistä toiseen siirryttäessä.
- Simulaattoreita opetuskäyttöön myös peltopuolelle.
- Virtuaaliodellisuutta voisi käyttää samalla tavalla apuna tekniikan käytön hallinnan koulutuksessa. Myös kerättävän tiedon käytössä olisi opittavaa. Harvesterien tietokoneet tuovat käsiteltävän puuyksilön käsittelyyn puutarvalajitietoa (vaihtoehtoisista käsittelymahdollisuuksista); myös peltopuolella mittaustietoa voisi hyödyntää tuomalla tilanteisiin hälytystietoa/tietoa käsittelyvaihtoehdoista.
- Ergonomia datanhallinnassa, sillä metsäkoneet tekevät 12 h päivää vuoden ympäri.
- Ns. "full liner"-ketjut varmaan toimivat omassa tuoteperheessä. Maatalouden haaste on saada eri järjestelmistä ja merkeistä koostuvat koneketjut toimimaan yhteen. En usko maatalouden "full liner" ideaan. Aina on jokin järjestelmä tai palvelu, joka pitäisi kuitenkin liittää yhden tuoteperheen koneketjuun.
- Uuden koneen ostamisen jälkeen on yleensä aikaa koneen toimitukseen. Tässä välissä esim. VR laseilla toimivalla simulaattorilla voisi etukäteen opiskella tarvittaessa koneen käyttöä, vähentäisi tod. näk. rikkontumisia ja työn keskeytyksiä.

### **Kotieläintuotanto**

- Tekniikan toimintavarmuudessa on parannettavaa suhteessa metsäkoneisiin. Miksei simulaattoreita voitaisi rakentaa myös karjatalouden tehtävien harjoitteluun.



- Logistiset ominaisuudet.
- Puunkorjuussa teollisuus tietää koko ajan, mitä metsästä on tulossa. Olisiko tästä apua myös elintarviketeollisuudelle?
- Omatoimihuolto ja ylläpidon koulutus.
- Simulaattoreita voitaisiin hyödyntää laajemmin automaatiotekniikan käytön opettamisessa. Sillä voi simuloida erilaisia vikatilanteita, tuotannon tunnuslukujen seuranta jne. Työn määrän ja laadun seuranta voisi automatisoida.
- Simulaattorien käyttö käyttökoulutuksessa, selkeät ohjeet ongelmatilanteiden ratkaisemiseksi.

**Liite 9.** Mitä opittavaa maamme peltokasvituotannossa voisi olla puutarhatuotannossa hiljalleen yleistyvistä ja pitkälle automatisoiduista led-, vertikaali- ja kaupunkiviljelytekniikoista?

- Kasvimallinnuksen hyödyntäminen.
- On sinällään mielenkiintoinen kysymys, mikä on avomaan peltoviljelyn tulevaisuus. Maailmalla on tehty jo kokeiluja jopa viljan kasvattamisesta sisätiloissa erittäin energiatehokkaasti.
- Suljettu kierto on varmasti asia, jossa on opittavaa. Kaikki mitä peltoon laitetaan ja ei päädy kasviin on tavallaan haaskuuta. Toisaalta ulkona kiertoa voidaan ajatella pidempänä ja interaktioita monimuotoisempina kuin sisäviljelyssä.
- Ilmastonmuutos parantanee lämpösummaamme, mutta auringon säteilymäärää (pimeää talvea) se ei muuta. Tämän dilemman pohtiminen voisi olla mielenkiintoista.
- Myös hajoavat ja kertakäyttöiset sensorit ovat asia, jota peltoympäristössäkin pitää pohtia.
- Dronien ja robotisoitujen työyksiköiden yhteydessä meillä on mahdollisuus muuttaa koko kasvintuotannon perusteita. Esimerkiksi portaaliviljelmissä on mahdollista hakea kasvien välisiä symbiooseja. Jos meidän on mahdollista käsitellä kasveja pellolla vähintään yhtä joustavasti kuin portaaliviljelmissä, niin sekä viljelyn tekniikat saattaisivat tehostaa maankäyttöä todella paljon. Nykyinen monokulttuurin perustuva viljely on tavallaan epätehokasta maankäyttöä.
- Ehkä panosten käyttö jossain määrin. Pelto-oloissa on kuitenkin enemmän kontrolloimattomia tekijöitä kuin kontrolloitavia. Myös käyttömäärät eri suuruusluokassa ja samoin esim. vesi, jonka kierrättämiseen tarvittaisiin huomattavan suuria varastoja suljetun (tai edes lähes suljetun) kierron saavuttamiseksi.
- Kasvien aistintaan kehitettyä sensoritekniikkaa voi ehkä soveltaa peltoviljelyteknologiassa. Sadonkorjuurobottien robottikäsiä voisi hyödyntää myös peltoroboteissa esimerkiksi kitkennässä.
- Integroidun tiedon avulla tunnistetaan joka hetki, mikä kasvutekijä on mil-läkin kasvupaikalla kasvua rajoittava tekijä ("tammisaaviperiaate") ja pyritään mahdollisuuksien mukaan parantamaan tätä tekijää. Kerrosviljely-/sekaviljelytekniikan kehittäminen; samalla alueella voidaan viljellä useampaa kasvia, kun tekniikka tunnistaa kasvustot toisistaan. Hyötyjen maksimointi (mm. kasvinsuojelu, eroosio, varjostus).
- Muun muassa riviviljely tai sekaviljely voisi hyötyä puutarhatuotannon ideoista ja ratkaisuista.

**Liite 10.** Mihin pieniä koptereita ja lennokkeja (unmanned aerial vehicles) voidaan mielestäsi käyttää peltokasvi- ja kotieläintuotannossa?

### **Peltokasvituotanto**

Nykyisiä käyttökohteita

- Kasvun seurantaan.
- Biomassan mittaaminen, typpitasojen mittaaminen > paikkakohtaisen lannoitustarpeen laskenta, kosteusolot, kasvuston korkeus, tuotevarastojen lämpötilat.
- Ilmakuvaus.
- Biomassan arviointi.
- NDVI -indeksointi.
- Peltojen kasvustokuvaus tuottaa paikkakohtaista tietoa maaperän olosuhteista, ja kasvuston kunnosta.
- Kasvustojen havainnointi suhteellisen pieniltä alueilta ja yksittäistapauksina.
- Kaukokartoitus.
- Kasvustokuvaus.
- Lannoituskartoitukset, sadon mittaaminen.
- Kartoitustehtäviin: kasvuston tasaisuus, kuivuus, rikkakasvit.
- Valvontatehtävät: tekniikan toimivuuden seuranta; mm. sadetuslaitteet.
- Kuvaustehtävät: tilan esittely (markkinointi, perehdyttäminen, dokumentointi).
- Pellon yleismonitorointi ja tarkennettu lannoitus ja rikkakasvipesäkkeiden paikannus. Salaojituksen toiminnan tarkastaminen. Kasvuasteiden määrittäminen kasvustosta. Tautihavainnot.
- Kuvata ilmasta orastuvuutta ja bongata ilmakuvista ongelmakohtat, ojitus, kalkitus tiivistymät.

Potentiaalisia käyttökohteita

- Ruiskutus.
- Maalajit.
- Kosteus.
- Hyperspektri, kasvuston tila, stressi, kosteus, tautipaine.
- Kasvinsuojelu, tunnistaminen ja torjunta.
- Plant care.
- Fenotyypaus.
- Extended sensor array.
- Comm link.
- Jatkuvan tiedon keräämisessä pelloilta.
- Salaojituksen tila, kasvinsuojelun täsmäruiskutus (hukkakaura, saunakukka).
- Tarkemmat tiedonkeruut rajatuista yksittäistapauksista, kuten erikoiskasvien tuotannossa.
- Viljelytöiden täsmällinen kohdentaminen, kun koko peltoa ei käsitellä. Logistiikka. Liikkuvan työkonetta avustaminen online-mittauksilla.
- Täsmäruiskutukset (kielletty EU:ssa), -lannoitukset, pinta-alamittaukset.

- Pienet kuljetustehtävät (eväät tauolle, pienet varaosat ja tarvikkeet).
- Luonnonvaraisten eläinten (hirvet, peurat jne.) karkotus (liikeanturit käynnistävät "häirintälennot").
- Opastustehtävät: työntekijöiden/koneiden opastaminen oikeille lohkoille.
- Kestorikkakasvipesäkkeiden (juolavehänä, hukkakaura) täsmäruiskutukset.
- Kasvuston lukeminen sensoreilla N P K riittävyydestä. Maaperän keilaus tiivistymät, kosteus ravinteet? Rikkakasvitilanteen määrittäminen orasvaiheessa.

## **Kotieläintuotanto**

### Nykyisiä käyttökohteita

- Tilan väen viihdyttäminen.
- Pellon olosuhteiden mittaus laajalla skaalalla.
- Kasvulohkojen analysointiin.
- Laiduntavien eläinten seurantaan ja ohjaamiseenkin ehkä ulkotiloissa. Luonnonvaraisten eläinten karkotukseen laitumilta. Laidunten kunnon ja laidunaitojen tarkastukseen.
- Peltojen kunnon ja kasvillisuuden/satotasojen arviointi.
- Markkinointimateriaalin kuvaaminen.
- Laiduntavien eläimien valvonta.
- Laidunolosuhteiden valvonta ja tarkastus. esim. aitojen kunto.
- Pellolle heitettyjen alumiinitölkkien paikallistaminen ja poistaminen. Pellon ongelmakohtien paikallistaminen rehun tuotannon tehostamiseksi.

### potentiaalisia käyttökohteita

- Laiduntavien eläinten seuranta, kasvintuotannon hallinta.
- Kai lähinnä laiduntamiseen liittyen voisi jotain eläinten havainnointia ja laidunkäyttäytymisen seurantaa tehdä, miten laitumia syödään, koska pitäisi vaihtaa lohkoa.
- Eläinten seuranta ja tietynlaisten yksilöiden löytäminen. Paimennus.
- Somemarkkinointiin (mielikuvan luonti).
- Laiduntavien eläinten tarkkailu ja paimennus.
- Lehmien laidunnuksen valvonta ja haku navettaan.
- Eläinkohtaisten terveys- ja käytöshavaintojen automatisoituun tarkkailuun sisätiloissa. Tarvitaan vain yksi anturi/kamera, joka liikkuu dronella. Voisivatko ne myös tehdä hyönteistorjuntaa eläintiloissa, karkottaa pikkulintuja ja jyrssiä, tarkastaa rakenteiden kuntoa, siilojen sisältöä ja happitasoa, sumuttaa kosteutta ilmaan kuumalla säällä?
- Itsekulkevien työkoneiden seuranta/ohjaaminen.
- Valkoposkianhien hätyyttäminen pellolta.
- Nurmisadon mittaamiseen ja korjuuajan määrittämiseen, myös valkuaispitoisuuden määrittäminen tullee jatkossa mahdolliseksi.

**Liite 11.** Useat valmistajat kehittelevät parhaillaan autonomisia (lähes tai täysin itsekulkevia) traktoreita, peltoviljelykoneita ja mittausrobotteja. Mikä on mielipiteesi autonomisista...

traktoreista

- Kaukana tulevaisuudessa.
- Teknologia on jo olemassa, mutta paljon vielä ratkaistavia haasteita ennen kuin voidaan laittaa itsenäisesti kulkemaan pelloilla ilman kuskaa pellon laidalla.
- Autonomiset traktorit ovat olleet tavoitteena jo kauan. Traktorille hyppäys on nykyisillä GNSS järjestelmillä ja auto-guide -järjestelmillä melko pieni.
- Iso ongelma ovat tuotevastuu eli turvallisuuskysymykset, jotka koskevat kaikkia liikkuvia työkoneita. Lisäksi maataloudessa 80 % operaatioista on logistiikkaa. Jotta autonomia saadaan täysi hyöty, on operaation sovittava muuhun toimintaan ja infrastruktuuriin. Tätä ulottuvuutta ei ole analysoitu kunnolla, ainakaan nykymaatalouskoneen kokoisten konekonseptien yhteydessä.
- Autonomiaan liittyy kaksi periaatteellista kysymystä. Kumman ympärille automaatio rakennetaan; traktorin vai työkoneen. Lähdetäänkö ns. päisteautomaatiikka-lähestymisestä vai TIM-lähestymisestä. Toinen kysymys on mittakaavasta, onko paljon pieniä koneita vai nykyisen kokoiset työyksiköt.
- Mittakaavaa ja logistiikkaa on ehkä mietitty pidemmälle pikkurobottien kanssa, sillä ne joutuvat perustelemaan taloutensa ja logistiikkansa, koska ovat kokonaan uusi tuotantojärjestelmä.
- Autonomia meille tulee, mutta tuskastuttavan hitaasti. Kun kokonaiskonsepti ja vastuukysymykset ovat selvät voidaan autonomia ottaa käyttöön, mutta joudumme kokonaiskonseptia varman vielä vähän odottamaan.
- Traktoreiden täysautomaatio on haastavaa ja sillä ei välttämättä saavuteta merkittäviä hyötyjä pitkään aikaan. Kannattaisi keskittyä kuljettajaa avustaviin järjestelmiin ja peltotöissä kerättyjen tietojen hyödyntämiseen.
- Tervetulleita, vaatinevat vielä pitkään ihmisen valvontaa, mutta kuljettajalta vapautuu aikaa työkoneen valvontaan tai muihin toimiin valvonnan ohessa.
- Käyttö voi yleistyä laajoilla peltoalueilla, Suomen pienillä peltokuvioilla tuskin ainakaan lähitulevaisuudessa. Tarvinnee jonkinlaista etävalvontaa.
- Muokkaus- ja sadonkorjuutehtävissä tarvitaan voimaa ja kuljetuskapasiteettia, missä näille voi olla käyttöä; voivat toimia orjakoneina sopivalla työkonella tai perävaunulla varustettuina – ei vielä lähivuosina liikenteessä.
- Nykyiset traktorit ovat jo käytännössä valmiita kulkemaan itseksensä tarvittaessa. Kuljettaja valvoo toimintaa.
- Täysin autonomiset saattavat yleistyä riviviljelyssä – en näe tulevaisuuta rehu- kasvien viljelyssä.
- Orjatraktorit olisivat hyviä suurilla pelloilla.

peltoviljelykoneista

- Kaukana tulevaisuudessa, ei vielä 10 vuoteen.
- Robotiikalla voidaan peltotyöt hoitaa pienemmillä koneilla, jolloin esim. maan tiivistyminen ei niin suuri ongelma.

- Kaikissa itsekulkevilla koneilla samat ongelmat. Samoin on myös kysymykset kokonaiskonseptista ja vastuukysymyksistä.
- Peltoviljelykoneille TIM-konsepti antaa mahdollisuuden suurempaan loikkaan. Vastuu ongelma ratkeaa sillä, että traktorissa on edelleen kuljettaja paikalla, joka ratkaisee paljon vastuu kysymyksiä.
- Peltoviljelykoneissa on sama tulevaisuuden skenaarioiden pohdinta mitta-kaavan suhteen kuin traktoreissa; pysytäänkö nykyisen kokoisissa koneissa vai siirrytäänkö pienempiin erikoisrobotteihin, joita on enemmän? En sinällään ole pienten robottien fani, koska niille ei ole samanlaista evoluutiopolkua nähtävissä kuin nykyisen kokoisille koneille.
- Voidaan saada merkittävää hyötyä suurilla pinta-aloilla mutta Suomen olosuhteissa voi olla vaikea hyödyntää.
- Kulkevat vielä jonkin aikaa traktorin perässä, mutta pienemmässä kokoluokassa avautuu uusia mahdollisuuksia, kun aikaa eri tehtäville on "enemmän".
- Käyttö voi yleistyä laajoilla peltoalueilla, Suomen pienillä peltokuvioilla tuskin ainakaan lähitulevaisuudessa. Tarvinnee jonkinlaista etävalvontaa.
- Kasvinviljelyn täsmäkäytössä parhaat mahdollisuudet; voivat toimia myös armeijana esim. riviviljelyssä rikkakasvien kitkennässä tai harvennuksessa.
- Tarvitaan etädiagnostiikkaa ja työjäljen monitorointia.
- Sadonkorjuukoneissa avustimet suurissa laitteissa tulevat yleistymään, vähentävät kuljettajan ajotaito-/havainnointivaatimustasoa/nopeutta. Täysin autonomisiin en usko siirryttävän kovin nopeasti.

#### mittausroboteista

- Yleistyy nopeimmin.
- Erittäin hyviä ja kunhan hinnat laskevat, niin varmasti tulevat yleistymään kasvuston, maaperän ja ilmaston mittauksissa.
- Uskon, että dronet hävittävät mittausrobottien kannattavuuden.
- Mikä pellolla tehtävä mittaus on niin arvokas, että siihen kannattaa rakentaa ja investoida oma robotti? Ainoastaan maanäytteen otto tulee mieleen. Pelkän mittalaitteen kantamiseen ja kuljettamiseen pellolla kuulostaisi drone olevan sopivampi. Jos mittaukseen yhdistetään jokin kasvinhoidon toimenpide, voi konsepti olla kannattava erikoiskasveilla kuten viinillä.
- Myös mittaroboteilla on peltoviljelyssä logistiikkaongelmia.
- Paljon helpommin hyödynnettävissä ja niitä voidaan hallita suhteellisen helposti. Voi saada merkittävää hyötyä tiedon keräämisessä.
- Nämäkin tervetulleita, mutta mikä on näiden ja peltoviljelykoneiden ero? Kannattaako pelkästään kerätä tietoa vai kannattaisiko samalla tehdä jotain?
- Voi yleistyä jopa Suomessa lähitulevaisuudessa.
- Tiedustelijatehtävissä, jolloin kerää tietoa (paikka- ja tilannetietoa) täsmätoimenpiteitä varten; voi kerätä myös näytteitä erillistä analysointia varten.
- Mittausrobotit ja IoT-ratkaisut pitää olla helposti jätettävissä kasvustoon. Virrat päälle ja mittaus on näkyvissä maatalon toiminnanohjauksessa palvelun hankinnan yhteydessä sovitun menetelmän mukaisesti.
- Tulevat todennäköisesti yleistymään, jos hintataso on kohtuullinen.

**Liite 12.** Useat valmistajat tarjoavat ja kehittävät parhaillaan lattiatasossa itsekulkevia koneita kotieläintiloille. Mikä on mielipiteesi lattiatasossa itsekulkevista...

rehun sekoitus-, jako- ja siirto-robotteista

- Hyödyllisiä, vähentävät päivittäistä työaika huomattavasti ja auttavat alentamaan työvoimakustannuksia. Toimintavarmuus sekä hankintakustannukset ovat keskeisiä.
- Tulee varmaan lisää. Nyt on jo useammalla valmistajalla "kopioita". Kyllä kai niissä potentiaalia on, kun ajattelee miten paljon työaika ruokintaan käytetään nykypäivänä.
- Parhaimmillaan päästään merkittäviin rehunkäytön parannuksiin.
- Työturvallisuus varmistettava, suurempi tilantarve.
- Soveltuvuus erilaisiin talviolosuhteisiin (jää).
- Parantavat lehmien rehunsaantia ja sitä kautta nostavat syödyn rehun määrää ja tuotosta.
- Jos osoittautuvat kestäviksi, ovat fiksumpia kuin kiskolla kulkevat. Tarvittaisiin vain lisää valmistajia, jotta hintaa saataisiin alemmas. Rehun työntelyn automatisointi on hyvä. Puhdistako se pöydän tarvittaessa puhtaaksi? Mietityttää vain niiden kapasiteetti isoissa karjoissa ja useissa eri tuotantorakennuksissa.
- Hyvä vaihtoehto. Antavat uusia mahdollisuuksia navettasuunnitteluun, koska eivät ole yhtä riippuvaisia suorista linjoista kuin perinteiset järjestelmät. Toimintavarmuus, tehokkuus ja talous ei vielä tarpeeksi hyvällä tasolla.
- Eikös Lely Vector tee juuri tuota työtä? Minusta ihan kannatettavaa kehitystä.
- Laitteissa on paljon potentiaalia, mutta nykyisissä versioissa on paljon kehitettävää ohjelmiston ja antureiden osalta.
- Hyvä innovaatio.
- Tehostavat hyvin rehun hyväksikäyttöä ja vähentävät hukkaa, tekevät helposti rutiinityöt.

lantaan kolaavista robotteista

- Hyödyllisiä, mutta vaativat paljon huolenpitoa.
- Hyödyllisiä, auttavat vähentämään käsityötä, työvoimakustannuksia sekä parantamaan hygieniää.
- Nämä ovat jo vakiintuneita.
- Automaation perustehtävää, raskaan työn korvaamista, tekeviä laitteita. Parantavat eläinten olosuhteita.
- Tulleet jäädäkseen, eivät ole kuitenkaan ongelmattomia.
- Ovat vakiinnuttaneet asemansa viimeisen vuosikymmenen aikana. Jatkossa myös veden käyttö näissä yleistynee.
- Lähtökohtaisesti hyvä asia, kunhan toimivat ja niitä on riittävästi navetan kokoon nähden (onko laskettu, mikä riittää?). Osataanko niitä puhdistaa ja huoltaa riittävästi ennakoivasti?

- Toimintavarmuus ei vielä tarpeeksi hyvä. Ratkaisuna kuitenkin hyvä. Varsinkin keräävät lantarobotit antavat uusia mahdollisuuksia navettasuunnitteluun.
- Kannatetaan. Navetan sisäilma paranee ja eläimet pysyvät puhtaampina.
- Näitä on tiloilla jo laajasti käytössä, ohjelmistot varmasti paranevat ja robotit osaavat suunnitella reittinsä älykkäämmin.
- Todella hyvä.

#### makuuparsia puhdistavista ja/tai kuivittavista roboteista

- Hyviä, koska voivat toimia jatkuvasti ja näin saadaan parret kuivitettua tehokkaasti ilman kuivikehukkaa.
- Hyödyllisiä, auttavat vähentämään käsityötä, työvoimakustannuksia sekä parantamaan hygieniaa.
- Hyvä, että tulee tekniikkaa, joka keventää työmäärää. Etenkin lypsyrobottiloilla koetaan ajelu ajettavilla laitteilla ongelmalliseksi.
- Automaation perustehtävää, raskaan työn korvaamista, tekeviä laitteita. Parantavat eläinten olosuhteita.
- Läpimurtoa ei vielä ole tehty. Oikeaa tuotetta ei ole vielä markkinoilla.
- Vaativat kuljettajan käyttämään ja eivät aina paranna parsien hygieniaa.
- Tällaisia saisi tulla markkinoille ja varmaan onkin tulossa. Voisiko olla ”monitoimipuuhapete”, joka tekee eri asioita eri ajokerroilla. On sitten kyllä kriittisen tärkeää, että se toimii.
- Ei merkittävää kokemusta.
- Kannatetaan, jos eläimet eivät häiriinny.
- Toivon mukaan kehittyvät lisää ja saadaan myös syväparsiin sopivia ratkaisuja.

#### eläintilojen pesuroboteista

- Ovat ok, mikäli pesutuloksen tarkkailu toimii.
- Hyödyllisiä, auttavat vähentämään käsityötä, työvoimakustannuksia sekä parantamaan hygieniaa.
- Hyvä että tulee tekniikkaa, joka keventää tätä varsin yksitoikkoista ja raskasta työtä. Korvaa isossa sikalassa yhden työntekijän. Toki pitää tarkistaa käsin, mutta päätyö tulee robotilla.
- Automaation perustehtävää, raskaan työn korvaamista, tekeviä laitteita. Parantavat eläinten olosuhteita.
- Saapa nähdä.
- Tulevat varmaankin navettapuolelle tulevaisuudessa enenevässä määrin.
- Näiden soisi yleistyvän. Ehkä robottia ei voi laskea pesemään kaikkia pintoja, mutta ne voivat auttaa ihmistä, joka huolehtii hankalimpien pintojen pesusta.
- Toimivat ilmeisesti kohtuullisen hyvin mm. sikaloissa missä kertatäyttö. Nautapuolen rakennuksissa hyvin toimivia ratkaisuja en ole nähnyt.
- Kannatetaan.



**Liite 13.** Kuvaile ja perustele lyhyesti, mikä tai mitkä ovat mielestäsi maamme peltokasvi-/kotieläintuotantoa tukeviin tietokoneohjelmiin liittyvät merkittävimmät...

### **Peltokasvituotanto**

hyödyt maatalousyrittäjille

- Tieto yhdessä paikassa.
- Yhteensopivuus mm. viranomaisiin.
- Datan käsittely nopeutuu ja helpottuu.
- Paperityön ja kirjanpidon helpottuminen.
- Kokonaiskuvan muodostaminen tilan tilanteesta ja kehityksestä.
- Ajansäästö, kun muistiinpanot ja suunnitelmat yhdistetään valvontaan.
- Viljelykirjanpito.
- Helpottaa suunnittelua ja seurantaa.
- Ohjaavat toimimaan nykytiedon valossa suositeltavalla tavalla (mm. viljelysuunnitelman tekeminen); sisältävät asiantuntijatietoa (esim. viljelykierrosta) ja yksityiskohtaista tietoa (esim. lannoituksen tueksi).
- Dokumentointialustoja; helpottavat seurantaa ja esimerkiksi seuraavaa suunnittelukertaa.
- Auttavat vertailemaan eri vaihtoehtoja ja niiden taloudellisia vaikutuksia.
- Mahdollistavat varsin yksityiskohtaisen tuotantokustannustarkastelun (esim. lohkoittain).
- Datan hallinta tilatasolla helpottuu.
- Tehokukutta suunnitteluun, vähentää mekaanisen laskemisen tarvetta radikaalisti.

hyödyt muille, kenelle/mille

- Hallinnon sähköinen asiointi.
- Viranomaisille.
- Mahdollista työtä ja tehtävää kolmansille osapuolille.
- Viljelykirjanpito, hallinto, viljelysopimuskumppanit.
- Tietoja voidaan vaivattomasti välittää muille toimijoille, jota tarvitsevat tiedot/hyötyvät tiedoista.
- Tutkimuksen ja neuvonnan tueksi saadaan määrämuotoista tietoa maatilojen pelloista, niillä viljeltävistä kasveista, käytetyistä panoksista ja saavutetuista tuotoksista.
- Sisältävät tietoja, joita hallinto voi hyödyntää esimerkiksi ympäristötukipäätöksissään.
- Dokumentoitu tuotanto ja siitä saatu hyöty koko elintarvikeketjulle.

haitat tai haasteet maatalousyrittäjille

- Kaikki pitää muistaa kirjata heti.
- Lisätyötä sesongin aikana.
- Yrittäjän tietotekninen osaaminen pitää olla riittävällä tasolla. Yrittäjän pitää olla kiinnostunut hyödyntämään järjestelmistä saatavaa dataa.

- Ohjelmistot ja tukijärjestelmä ohjaavat järjestelmän käyttöä ja kehitystä. Ei välttämättä palvele viljelijän työtä.
- Merkittävät tai suunnitellut työt täytyy edelleen käydä tekemässä, inhimilliset virheet kirjauksissa ja niiden havaitseminen.
- Datojen heikko hyödynnettävyys.
- Käytettävyys, tietosuoja, tiedon omistajuus.
- Valmisteluajat kasvavat.
- Tiedon omistajuus saattaa "karata" maatalousyrittäjältä muille hyödyntäjille.
- Järjestelmät edellyttävät tilakohtaisia tietoja, jotka on kerättävä eri tahoilta (epäyhteensopivuus) ja voi siten olla vaivalloista.
- Eri viranomais- ja neuvontatahoilla voi olla omat järjestelmänsä, jolloin käyttäjän odotetaan osaavan ja haluavan käyttää useita järjestelmiä.
- Eri palveluiden integraatio ja datan jakohaasteet. Miten datan jako-oikeudet jaetaan ja luotettavuus säilytetään läpi ketjun?
- Ohjelmistot voivat olla sisällöltään mammuttimaiset – osataan käyttää 10% ohjelmistosta, ja sekin välttävästi.

haitat tai haasteet muille, kenelle/mille

- Ajantasaiset tuki-, tuotetietojen saaminen ohjelmaan. Rajapintojen moninaisuus.
- Jatkuva päivitystarve, räätälöinti kapealle käyttäjäkunnalle kallista.
- Ohjelmien rajapintojen suuri lukumäärä tai niiden tarve on haaste.
- Datojen heikko hyödynnettävyys uusille palveluntarjoajille.
- Tiedon käytön rajoitukset; yhdistettävyys; validiteetti ja tarkkuus (tutkimukselle).
- Luotettavuus koko jäljitettävyys verkossa datan jakoa ajatellen.

## **Kotieläintuotanto**

hyödyt maatalousyrittäjille

- Helpottavat kirjanpitoa huomattavasti, kun kaikki oleelliset tiedot hallinnoidaan ja myös säilytetään keskitetysti. Paperit eivät voi hävitä eikä niistä tarvitse huolehtia.
- Tuotannon tehostuminen.
- Tuotannon säätö ja ohjaaminen kannattavammin, turvallisemmin ja paremmissa olosuhteissa kuin mitä ilman niitä voitaisiin tehdä.
- Ajansäästö ja ajantasaisuus.
- Reaaliaikaisen tiedon hyödyntäminen päätöksenteossa ja tuotannon seurannassa.
- Datan keruu automatisoituu ja on, mitä hyödyntää tuotannon ohjauksessa.
- Eläinpopulaatioon liittyvä data saadaan tehokkaaseen käyttöön. Tämä hyöty kanavoituu yrittäjille mm. jalostuksen ja eläinten terveydenhuollon kautta. Oman karjan datan kerääminen ja analysointi.
- Tuotannon tarkkailu, eläinten jalostus, rehunkulutuksen seuranta, eläintietojen pitäminen ajan tasalla.

- Mahdollistaa tuotannon seurannan ja analysoinnin tehokkaasti, jos ohjelmiston raportointi toimii hyvin.
- Tiedon säilyminen, sen nopea käsittely ja vertailu.

hyödyt muille, kenelle/mille

- Valvonta helpompaa.
- Teollisuus ja kuluttajat saavat hyviä raaka-aineita.
- Laadunhallinta, tuotteiden ja raaka-aineiden halvempi hinta kuluttajille ja jalostavalle teollisuudelle.
- Tarkat karjakalenterit, neuvonta, el.lääk, seminologit jne.
- Data kerätään, tallennetaan ja on siirrettävissä automaattisesti. Vikadiagnostiikka etänä helpottuu.
- Eläimiin ja tuotantoon liittyvä data on käytettävissä tiloja hyödyttävien neuvonta ym. palvelujen tuottamiseksi.
- Eläinten elinoloista voidaan huolehtia entistä paremmin. Kuluttajat saavat eettisemmin tuotettuja elintarvikkeita. Kotieläintuotannon ympäristöhaitat pienentyvät.
- Jäljitettävyyys viranomaisille.

haitat tai haasteet maatalousyrittäjille

- Vaaditaan jonkin verran, tosin hyvin vähän, tietokoneosaamista.
- Ohjelmistojen käytettävyyshaasteet, (usein) kehittymätön versionhallinta ja yhteenopimattomuus.
- Vaatii osaamista.
- Osataanko tarpeeksi?
- Vanhanaikaiset ohjelmistomallit.
- Vaatii oppia osata hyödyntää lisääntyvää datamäärää. Jos osaaminen puuttuu, voi stressata tai tulla vikapäätöksiä.
- Tietokoneohjelmien yhteensopivuuteen liittyvät ongelmat. Tiedonsyöttö ja tiedon hakeminen useasta eri kohteesta.
- Ohjelmien käyttö vaatii osaamista, tietoturvasta ja varmuuskopioinnista pitää huolehtia, tuen saanti pitää varmistaa ennen hankintapäätöksiä.
- Tällä hetkellä yrittäjä joutuu usein käyttämään useaa sovellusta saadakseen kaikki tiedot näkyviin, ohjelmiston raportointi on puutteellista.
- Hinta, eri vaihtoehtojen soveltuvuus.

haitat tai haasteet muille, kenelle/mille

- Tieto varastoituu useimmiten yhä vain tilalle, ja sen yhteiskäyttö/hyödynnettävyys on muutenkin hankalaa.
- Vaatii osaamista. järjestelmien yhteensopivuus.
- Kaikki pukkaavat markkinoille omia tuotteitaan eli pyörää keksitään monessa paikassa. Riittääkö markkinoita kannattavalle liiketoiminnalle?
- Eviran ajama nautarekisteriuudistus.
- Neuvonnan ja yritysten osaamisvaateet lisääntyvät entisestään.

**Liite 14.** Niin sanotun big datan käytön on arvioitu lisäävän tulevaisuudessa maataloustuotannon kokonaistuottavuutta jopa huomattavasti. Mihin big dataa voidaan mielestäsi käyttää maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannossa?

**Peltokasvituotanto, nykyisiä käyttötapoja**

- Ei ole.
- Ei juuri ole.
- Big datasta on puhuttu, mutta jos katsomme viljelijän käyttämiä järjestelmiä, ne perustuvat analyttisiin ja parametriin malleihin, eivät oikeasti big dataan. Paljon tietolähteitä tai paljon dataa ei ole sama kuin big data.
- Big dataan kaltaista analytiikkaa käytetään kai enimmäkseen kasvijaalostuksessa ja teollisuuden ennustemalleissa."
- Lähinnä kerääminen, big dataa ei oikein vielä kerry tai se on ainakin hyvin yksipuoleista.
- Uusien tietomallien luominen.
- Lannoituksen tehostaminen.
- Vertailu > kehittämiskohteiden paikallistaminen
- Tutkimuksen, koulutuksen ja neuvonnan kautta parhaiden käytäntöjen leviämiseen, viljelyriskien pienentämiseen.
- Tuotannon tarkempi suunnittelu.
- Kasvuston kehitysentarkkailu satelliittikuvista.

**Peltokasvituotanto, potentiaalisia käyttötapoja**

- Rikkakasvitorjunta.
- Päätöksenteon tuki.
- Tilannekuvan muodostaminen.
- Tulosten selittäminen.
- Käyttökohteet eivät sinällään ole uusia. Niistä on puhuttu, mutta niitä ei ole toteutettu. Nyt tekoäly ja big data sovellusten raja on jo hämärtynyt ja toteutukset liene lähempänä tekoälysovelluksia toteutuessaan.
- Toimien tarkentaminen ja panos-tuotos-hyötysuhteen nostaminen.
- Tekoälyn tuottama avusteisuus menneen satokauden onnistumisen ja mahdollisten syiden arvioinnissa, tilannetietoisuuden luomisessa ja ketterässä reagoinnissa muuttuviin olosuhteisiin kasvukauden aikana sekä sadon myynnissä kasvukauden jälkeen.
- Kehittämiskohteiden vielä tarkempi paikallistaminen, tuottavuuteen vaikuttavien tekijöiden paikallistaminen.
- Viljelykonseptien uudistamiseen ja yhdistämiseen uusien viljelytekniikoiden ominaisuuksien kanssa.
- Lannoituksen tehostaminen.
- Markkinoiden ennustamiseen ja viljelysuunnitelman tukemiseen.
- Data-analyysipalveluiden muodostumista nykyisten FMIS-palveluiden rinnalle.

### **Kotieläintuotanto, nykyisiä käyttötapoja**

- Onko se pötsibolus, joilla kertyy sadoista tuhansista eläimistä tietoja ja niistä saadaan malleja, mikä todennäköisesti eläintä vaivaa, kun mitattavat suureet kehittyvät tietyllä tavalla?
- Kotieläinjalostuksen tarpeet, genominen jalostus.
- Tilan tuotannon vertailu muiden tilojen tuloksiin. Laadunhallinta. Tuotannon optimointi.
- Tilan toiminnan tehokkuuden arviointi muiden vastaavien tilojen tuloksiin.
- Toimivien ratkaisumallien löytäminen helpottuu.
- Jalostus, ruokintamallinnus.
- Kyetään ohjaamaan tuotantoa aikaisempaa nopeammin ja tarkemmin. Tarkkuus lienee yksi karja, tuotantorakennus tai eläinryhmä.
- Jalostus, terveydenhuolto, tutkimus, tulevaisuuden tuotantomäärien ennustus.
- Eläinten jalostus, terveystietojen ja tuotosmäärien seuranta.

### **Kotieläintuotanto, potentiaalisia käyttötapoja**

- Oppivat algoritmit säätötekniikan tukena.
- Yhteistyön kehittäminen.
- Merkkikohtaiset tuotostiedot, kapasiteetit, vertailtavuuden lisääminen.
- Tuotannon ohjaus voinee tarkentua jopa eläinyksilön tasolle. Osin päästään jo nyt ko. tasolle.
- Valmista dataa paljon tutkimuksen tarpeisiin monilla osa-alueilla.
- Aikaisten hälytysten tuottaminen tiloille, joiden avulla tila voi reagoida ongelmiin jo ennen kuin ne tulevat.
- Tuotantomäärien parempi ennustaminen. tehostaa teollisuuden toimintaa ja sitä kautta parantaa tilityskykyä.
- Jos eri lähteistä oleva data saataisiin yhdisteltyä reaaliajassa niin sitä voitaisiin hyödyntää paremmin tilojen johtamisessa, myös tilojen välinen vertailu ja tuotannon optimointi voisi parantua. Eläinten jalostukseen olisi mahdollista saada uusia jalostettavia tekijöitä tai tarkentaa nykyisin mitattua asioita.
- Robottien keräämän tiedon parempi vertailu.

**Liite 15.** Esineiden internet (Internet of Things, IoT) on tulossa myös maatalouteen. Mihin IoT:tä voidaan mielestäsi käyttää maamme peltokasvi- ja kotieläintuotannossa?

### **Peltokasvituotanto**

- Tuotteiden jäljitettävyyden parantamiseen, mm. RFID-tagit.
- Mielestäni IoT on jo maataloudessa.
- Maatilan rakennukset.
- Esimerkiksi valtaosa sääasemista yms. ovat käytännössä IoT-verkkoja. Uu- sissa työkoneissa ja traktoreissa on mukana yleensä jonkinlaista telematiik- kaa tms., joka on IoT:tä.
- Kaiken kaikkiaan kaikki fyysisestä maailmasta tuotannon ohjaukseen tuo- tava tieto on tavalla tai toisella IoT. Isompi ongelma on ehkä se, että eri IoT- tietolähteiden yhdistelyyn ei viljelijällä ole kunnan työkaluja, vaan hän jou- tuu käyttämään useita IoT järjestelmiä, jolloin käytettävyyden hyödyt jäävät puutteellisiksi, esimerkiksi mittarien lukemiseen verrattuna.
- Tiedon keruu mielenkiintoisista kohteista ja muiden tietolähteiden tueksi.
- Tuotannon ohjausjärjestelmien kehittämiseen hyödyllisiksi.
- Ajantasaisen tiedon välittymiseen sitä tarvitseville koneille/laitteille järjes- telmineen. Resurssien parempaan hallintaan (esim. automaattinen varaston- hallinta).
- Vika- ja huoltodiagnostiikan kehittämiseen.
- Tuotekehitykseen (mm. olosuhteiden ja käyttötavan vaikutuksen parempi huomioon ottaminen).
- Mm. peltojen ja ympäristön monitorointi.
- Käyttömahdollisuudet ovat todennäköisesti rajattomat, kyse lienee ennem- minkin, mistä saadaan suurin hyöty. Mieleen tulee ensin koneiden kunnan tarkkailu ja siitä tiedon välitys valmistajille.

### **Kotieläintuotanto**

- Erilaiset fleet management -tyyppiset koneiden, eläinten ja ihmisten paikan, tilan ja olosuhteiden seurannat sekä niihin liittyvät toimenpiteet.
- Eläinten hyvinvoinnin ja tilan toimintojen yhteensovittamiseen.
- Kyetääkö optimoimaan kaikille osapuolille lisäarvoa tuottavalla tavalla tuotanto-elintarviketeollisuus-kauppa-kuluttaja -ketjua?
- Laitteiden huoltotarpeen parempi määrittelemine.
- IoT:n avulla voidaan data siirtää suoraan pilveen talteen.
- Energiatehokkuuden parantaminen.
- Eläinten terveydentilan ja hyvinvoinnin parempi seuraaminen.
- Tuotantoprosessien parempi valvonta ja poikkeamista hälyttäminen.
- Automaatioon liittyvien häiriötilanteiden analysointi ja ratkaiseminen antu- ritiedon perusteella. Säätokäyrien optimointi.
- Eläinten seurantaan, olosuhteiden seurantaan, ympäristövaikutusten arvi- ointiin, peltotöiden optimointiin, laitteiden vikojen havaitsemiseen.
- Lypsyrobottien keräämä tieto suoraan eri tietokantoihin.

**Liite 16.** Ovatko maatalousyrittäjät mielestäsi varautuneet riittävästi peltokasvi- tai kotieläintuotannossa käytettävää automaatiotekniikkaa koetteleviin sähkö- ja tietoliikenneverkkojen häiriöihin?

Kyllä ovat, perustelee

- Varasähkön laatu on usein niin huono, että elektroniikka särkyä sitä päälle kytkettäessä. Transienttisuojaukset ovat puutteellisia. Varaosien nopea saatavuus on usein heikko. Pitkäaikaisemmista katkoksista ei selviydytä.
- Tekniikka on kallista, eivätkä tilat ole mieltäneet ongelmia merkittäviksi.
- Paljolti luotetaan traktorikäyttöisiin ja naapurin laitteisiin. Investoinnin jälkeen havahdutaan tuotannon katkoksiin ja tukeudutaan vanhaan tekniikkaan.
- Paranee koko ajan, mutta liikaa puuttuu vielä varavirtalaitteita, UPS-laitteita, virustorjuntaa jne.
- Katkotonta ja tarpeeksi hyvälaatuista varasähköä ei vielä kaikilla tiloilla.
- Varajärjestelmien miettimiseen ei ehkä riitä voimavaroja, jos ihmisten kapasiteetista on jo 150 % käytössä.
- Pidemmät tietoliikennekatkot voivat aiheuttaa haittaa automaatiojärjestelmien toiminnalle ja myös varautuminen tietoturvaan on melko heikkoa.
- Tähän ei voi varautua.
- Ei käsittäkseni ole kovin paljon varajärjestelmiä peltokasvipuolelle.
- Järjestelmät tulevat riippuvaisemmiksi tietoliikenneyhteyksistä, toisaalta viljelijöillä ei ole mahdollisuuksia hallita järjestelmän ulkopuolisia häiriöitä. Sisäisessä varautumisessa on myös ongelmia, jotka liittyvät tiedostamiseen ja osaamiseen.
- Todennäköisesti koulutuksen puute.
- Sähköhäiriöihin ehkä, mutta tietoliikennepuolta on varmaan vain harva edes miettinyt.
- En tunne kovin hyvin tätä, mutta kuinkahan monella viljatilalla on kuivurilla käytävissä generaattoria? Miten paljon tietoliikennehäiriöihin kuluttaja voi varautua?
- Kyberturvallisuuteen liittyvät asiat eivät ole kunnossa. Asioista ei tiedetä riittävästi. maatilat tulevat olemaan haavoittuvassa asemassa, jos tietoliikenneverkkoihin liittyvät asiat eivät ole tiedossa.
- Kiinteiden yhteyksien puuttuminen tekee toiminnasta häiriöaltista.
- Sitten ajetaan manuaaliohjauksella, kunnes järjestelmä palautuu.

Eivät ole, perustelee

- Uskoisin että kaikilla isommilla tiloilla on varavoimajärjestelmä. Tietoliikennehäiriöihin varautuminen kuuluu mielestäni laitevalmistajille.
- Valokuitu otettu käyttöön missä mahdollista, aggregaatit.
- Ovat ainakin tietoisia niistä, valinnevat teknologian käyttöön sen mukaan.
- Varavirtalähteet ovat yleisiä, tiloilla on usein käytävissä myös vanhempaa tekniikkaa, jota voidaan tarvittaessa hyödyntää.
- Hankittaessa laitteita ovat miettineet myös työnteon jatkamisen mahdollisuuden, jos automaatio ei toimi.

**Liite 17.** Vapaita kommentteja kyselyyn ja sen aihealueeseen liittyen.

- Tärkeä kysely, jonka toivoisin johtavan useisiin uusiin hankkeisiin. Olen mielelläni mukana jatkossakin.
- Kun ei tähän ole varsinaisesti perehtynyt, niin vastaukset ovat sen mukaisia. Vastauksia voi varmaan jatkaa suullisesti.
- Asiallinen kysely.
- Huh, meni tässä reilusti toista tuntia. Lisää asiasta voidaan toki jutella myöhemmin.
- Aikamoinen savotta vastata, mutta toki itse voi vaikuttaa vastaamisensa yksityiskohtaisuuteen. Yksi kommenttikenttä puuttui.
- Tärkeä, ajankohtainen aihe ja hyviä kysymyksiä. Odotan mielenkiinnolla raporttia!
- Sairaani pitkä kysely. Vastaaminen vei 3 tuntia!
- Automaatio liittyy paljon urakointikoneisiin. Suurimmilta urakoitsijoilta saa parasta tietoa ja heillä on jo nyt parhaat laitteet.
- Vähän loppui puhti pohtimiseen vastausten loppupuolella.
- Aihe on laaja. Lyhyesti kysymyksiin vastaaminen on haastavaa, koska eri asioita voi tarkastella monesta eri näkökannasta. Tulevaisuuteen liittyvät kokonaisuudet vaatisivat tarkempaa pohdintaa. Erityisesti AEF:n työryhmätyöskentely kannattaa ottaa huomioon tämän tutkimuksen yhteenvedossa.
- Oli aika hengästyttävä, pitkä ja perusteellinen.
- Tietotekniikan hyödyntäminen tulevaisuudessa tulee joka tapauksessa lisääntymään. 10 vuoden päästä on todennäköisesti sellaisia sovelluksia/laitteita, joita emme tällä hetkellä osaa edes odottaa, siksi on osaltaan vaikea vastata siihen, mitä on tulossa