

ALKUTUOTANNON KYBERJOHTAMISEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

TEKIJÄ: Mikko Laajalahti

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala			
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Laajalahti Mikko			
Työn nimi ALKUTUOTANNON KYBERJOHTAMISEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ			
Päiväys	24.5.2017	Sivumäärä/Liitteet	13
Ohjaaja(t) Viitala Hannu, Paldanius Kalevi			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Luonnonvarakeskus (Luke)			
Tiivistelmä <p>Kyberjärjestelmät kehittyvät yksittäisistä erillisistä kohti verkottunut järjestelmien ekosysteemiä. Tässä työssä kuvataan alkutuotannon kyberjohtamisen toimintaympäristön kehittämistä ja siihen liittyviä teknisiä mahdollisuuksia ja haasteita. Työ koostuu kolmesta erillisestä kokonaisuudesta jotka liittyvät toisiinsa alkutuotannon toimintaympäristön kautta. Työt ovat:</p> <ol style="list-style-type: none">1) CowLab ACIS järjestelmän jatkokehittäminen2) Sähköinenviljapassia3) Alkutuotannon kyberuhkat <p>Nämä kolme erillisenä raportoitua kokonaisuutta kytkeytyvät yhteen maatalan johtamisen kautta. Projekteissa "CowLab ACIS" ja "Sähköinenviljapassi" kehitettiin rajapintoihin liittyviä käytäntöjä ja mahdollisuuksia. Maatalan kyberuhkat liittyvät johtamisen turvallisuuteen. Yksi töitä yhdistävä asia on järjestelmien standardointiin liittyvät havainnot ja kehittämistoimenpiteet. Kyberjärjestelmien kehittäminen ja ylläpitäminen toimintaympäristössä vaatii asioiden järjestelmällistä standardointia.</p>			
Avainsanat tietoverkko, rajapinta, kyber, johtaminen, alkutuotanto, maatala			

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Programme in Rural Development			
Author(s) Laajalahti Mikko			
Title of Thesis THE OPERATING ENVIRONMENT OF PRIMARY PRODUCTION			
Date	24.5.2017	Pages/Appendices	13
Supervisor(s) Viitala Hannu, Paldanius Kalevi			
Client Organisation /Partners Natural Resources Institute Finland (Luke)			
<p>Abstract</p> <p>Cyber systems are evolving from single system towards networking ecosystems. This paper describes the development of the operating environment of primary production cyber management and the related technical possibilities and challenges. The work consists of three separate works that are linked to each other via primary production. The works are:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) CowLab ACIS / Development of a general cowshed information management system from proprietary subsystems 2) Electronic grain passport 3) Cyber-threats in primary production <p>These three works are linked together via farm management. Practices and opportunities related to interfaces were developed in the Cowlab ACIS and Electronic Grain Passport projects. Agricultural cyber threats are related to management security. Observations related to and development of standards connect the three works. The development and maintenance of cyber systems in the agricultural operational environment require methodological standardization of systems.</p>			
<p>Keywords information network, interface, cyber, directorship, primary production, farm</p>			

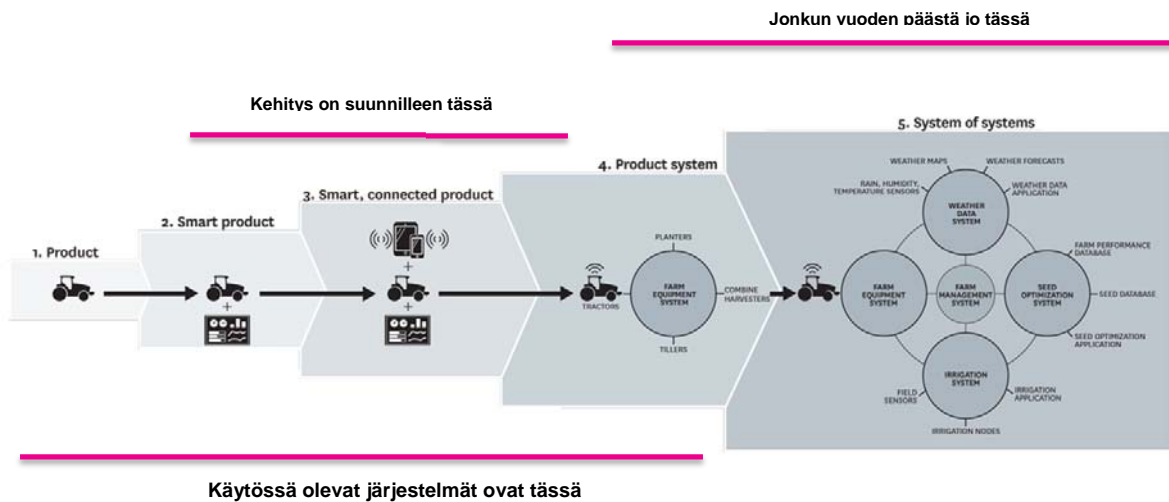
SISÄLTÖ

1	MAATILAN JOHTAMINEN SIIRTYY VERKKOON	6
2	SUORITETUT KEHITTÄMISTOIMENPITEET	7
2.1	CowLab ACIS	7
2.2	Sähköinen viljapassi	8
2.3	Alkutuotannon kyberuhkat	8
3	MAATILAN JOHTAMINEN	8
4	MAATILAN KYBERJOHTAMISEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ.....	10
5	RAJAPINNAT JA STANDARDOINTI OSANA MAATILAN TOIMINTAYMPÄRISTÖÄ.....	11
5.1	ISO standardit	12
5.2	Järjestelmien tarjoamien rajapintojen sisäinen standardointi	12
6	TUOTETUT AINEISTOT	13
6.1	Development of a general cowshed information management system from proprietary subsystems	13
6.2	Sähköinen viljapassi	13
6.3	Alkutuotannon kyberuhkat	13
7	JATKOKEHITTÄMISTARPEITA	13
8	YHTEENVETO	14

1 MAATILAN JOHTAMINEN SIIRTYY VERKKOON

Maatilan johtaminen on tapahtunut perinteisesti keskustelun, syntyneiden käytäntöjen ja paperisten muistiinpanojen avulla. Tilakoon kasvaminen, tilalla työskentelevien ihmisten määrän lisääntyminen ja käytössä olevan toimintaympäristön sähköistyminen edellyttää myös johtamistapojen kehittymistä. Johtamisen viestintään ihmisten välillä käytetään perinteisesti puheeseen, eleisiin, kuviin ja tekstiin liittyviä ratkaisuja. Kun toimintaympäristöön tulevat koneet ja automaatio tarvitaan viestintään myös ihmisen ja koneen välisiä ratkaisuja. Teknisten järjestelmien välillä viestintä edellyttää standardointia eli yhteistä kieltä.

Maatalouden järjestelmien rakenne kehittyi yksittäisistä täysin itsenäisistä järjestelmistä kohti järjestelmien ekosysteemiä. Kehityksen vaiheet on kuvattu mm Porterin ja Heppelmanin julkaisussa "How smart, connected products are transforming competition". (Kuva 1.)



Kuva 1. Alkutuotannon kyberjärjestelmien nykyhetki ja tulevaisuus. (Porter, Michael E., and James E. Heppelmann. "How smart, connected products are transforming competition." Harvard Business Review 92.11 (2014): 11-64.)

Tässä opinnäyteytössä tutkittiin erilaisia ratkaisuja yhdistää olemassa olevia järjestelmiä käyttämällä erilaisia tapoja yhdistää eri järjestelmissä syntyneitä informaatioita. Tietojen siirtoon käytettiin olemassa olevia standartoituja tapoja ja kehitettiin myös esitys uudeksi tiedonsiirto standardiksi toimialalle. Kokonaisuuteen liittyi myös selvitys kyberturvallisuuden tilasta ja kehittämistarpeesta alkutuotannon toimintaympäristössä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli osoittaa ne mahdollisuudet ja rajoitukset koko tilan tietojärjestelmän integroinnissa yhdeksi toisiaan tukevaksi kokonaisuudeksi. Opinnäytetyön osissa pureuduttiin erilaisiin haasteisiin mitkä kohdataan kun erilaisia tietojärjestelmiä lähdetään yhdistämään toisiinsa.

Työ toteutettiin osana Luonnonvarakeskuksen normaalia kehittämis- ja tutkimustoimintaa. Työ suoritettiin tekemällä projekteissa kehitystoimenpiteitä ja seurattiin syntyneistä kehitystoimenpiteistä saatua palautetta. Kehitystyössä sovellettiin OODA-luoppi menetelmää. Menetelmä on kuvattu aikaisemmassa opinnäytetyössä. Tehdyistä osatoista laadittiin erilliset raportit. Kaikki kolme raporttia ovat rakenteeltaan erilaisia. Kaikki kolme kehittämistoimenpidettä tehtiin omissa erillisissä työryhmissä.

Työn rajauksena oli selvittää millaisia mahdollisuuksia ja rajoituksia tämäntyyppinen integroitu kyberjohtamisjärjestelmä aiheuttaa maatilan johtamisjärjestelmänä. Menetelmänä työssä käytettiin toimivan esimerkkijärjestelmän suunnittelua ja laatimista. Työn aikana selvitettiin olemassa olevia järjestelmiä ja tutkimuksia.

2 SUORITETUT KEHITTÄMISTOIMENPITEET

2.1 CowLab ACIS

Savonia AMK opinnäytetyössä "Älykkäät tiedonsiirtomenetelmät maatilan tietoverkossa" kuvattiin järjestelmä missä tutkimusnavetan mittauslaitteet kytkettiin verkkoon yhdeksi kokonaisuudeksi. Järjestelmä yhdisti eri mittalaitteiden tiedot samaan kokonaisuuteen. Jo opinnäytetyön raportointivaiheessa hanke jatkui edelleen. Jatkohankkeessa CowLab ACIS järjestelmä otettiin käyttöön kahdessa muussa tutkimusnavetassa. Kaikilla kolmella tutkimusnavetalla oli käytössä erilainen mittauslaitteisto. Eri navetoiden laitteistot yhdistettiin samanlaiseen tietovarastoon niin että mittaustulokset saatiin samaan muotoon. Tapa miten järjestelmän arkkitehtuuri oli alunperin suunniteltu mahdollisti tämän joustavan laajentamisen eri tutkimusnavetoihin. Käyttöliittymä ja tietovarasto on kaikissa sama. Välytyssovellukset jotka kokoavat tietoja totetutettiin laitekohtaisesti. Eri mittalaitteissa oli käytössä omat tiedon kuvaamiseen liittyvät käytännöt. Esimerkiksi lukuyksiköt voivat olla järjestelmän sisällä kuvattu käyttäen erilaista kansallista yksikköjärjestelmää. Tyypillisiä muutettavia tietoja ovat ajan esittämisen tapa, sekä pituus ja painomitat. Käytetyt tiedot yhteismitallistettiin samaan Suomessa käytössä olevaan muotoon. Myös käytetyissä merkistöissä tarvittiin tehdä kansallisia muutoksia. Tietojen ottamiseen ulos järjestelmästä laadittiin niin että käyttäjän käyttämät kansalliset merkistöt huomioidaan tietojen siirrossa. Kielen lisäksi kansalliseen merkistöön kuuluvat desimaalierottimet ja ajan muotoilu.

Projektissa toteutettu ratkaisu mahdollistaa tutkimustiedon järjestelmällisen kokoamisen. Järjestelmä tarjoaa yhteisen mallin tietojen tallentamiseen ja mahdollistaa jatkossa eri tutkimusasemien tietojen liittäminen yhdeksi kokonaisuudeksi.

CowLab ACIS järjestelmä hyödyntää olemassa olevia standardeja silloin kun niitä on ollut käytettävissä.

CowLab ACIS järjestelmän kehittäminen on ollut pitempi prosessi kuin yksittäinen projekti. Kehitystyötä on Luonnonvarakeskuksen sisällä tehty erillisinä kehitysprojekteina ja myös normaaliin toimintaan liittyvänä ylläpitona. Mahdollisuus olla mukana pitemmässä jatkumossa on tuonut esille erilaisia haasteita kehitykseen liittyen. Näitä pitemmän kehityskaaren esille tuomia asioita ovat esimerkiksi muiden järjestelmien päivittämisestä tulevat muutokset sekä laitteisiin tulevat päivitys ja ylläpito tarpeet.

2.2 Sähköinen viljapassi

Viljan alkuperän selvittämiseksi Suomessa on käytössä alan määrittelemä paperinen viljapassi. "Sähköinen viljapassi" -projektissa suunniteltiin ja toteutettiin ratkaisu verkkopohjaiseen viljaerien tunnistamiseen. Projektin aikana laadittiin loppuraportissa kuvatut tietomallin ja rajapinnat. Myös tarvittava esimerkkisovellus, joka toteutti palvelun, laadittiin koekäyttöä varten.

Sähköisessä viljapassissa mahdollistaa viljakaupan tiedonsiirron automaattisen toiminnan. Sähköinen viljapassi on tunniste minkä avulla viljaerät voidaan yksiselitteisesti tunnistaa järjestelmissä. Tunnistaminen antaa mahdollisuuden siirtää viljaeraan kuuluvaa tietoa kumpaankin suuntaan. Viljelijälle voidaan toimittaa tilitykseen ja laatu kuuluva tieto sidottuna se sähköiseen tunnukseen. Tunnuksen kautta saatu laaturieto voidaan yhdistää tilan viljelymuistiinpanoihin ja käyttää sitä tuloksen arviointiin.

Sähköinen viljapassi on projektina standardin määrittely. Se on esimerkki siitä miten toimialalle voidaan uuden tarpeen esiintultua luoda oma standardi.

2.3 Alkutuotannon kyberuhkat

Projekti oli tilaustutkimus missä tehtävänä oli selvittää alkutuotantoon kohdistuvia kyberuhkia. Laaditussa selvityksessä arvioitiin monipuolisesti niitä uhkakuvia jotka liittyvät alkutuotannon harjoittamiseen. Raportissa esitettiin myös toimenpiteitä toimialan kyberturvallisuuden parantamiseksi. Tämä osa työstä kokosi samalla yhteen kahdessa muussa työssä esille tulleita kyberturvallisuuteen liittyviä haasteita ja uhkakuvia.

Alkutuotannon kyberuhat selvittämistä varten etsittiin sopivaa materiaalia eri lähteistä. Valitettavasti alkutuotannon toimintaympäristön kyberturvallisuudesta on julkaistu tietoja hyvin niukasti. Totta on että kyberturvallisuuden yleiset asiat on sovellettavissa myös alkutuotannon työympäristöön. Raportissa pyrimme tuomaan esille ne ongelmat jotka nousevat esille alkutuotannon omasta työskentelytavasta ja toimintaympäristön rakenteista.

3 MAATILAN JOHTAMINEN

Tässä opinnäytetyössä käsitellään maatilan johtamista kyberympäristössä. Johtamisen liittyvän tiedon ja päätöksenteon siirtyminen vaatii uutta toimintakulttuuria. Sanallisesti voi antaa yleisen ohjeen mitä toteuttaja voi käsitellä oman kokemuksena, käytetyn äänenpainon ja haivaintojen perusteella. Verkossa ja laitteiden avulla johtaminen vaatii ennakkoon määriteltäviä protokollia ja yksiselitteisiä ohjeita. Tämän työn tavoitteiden mukaisesti käsiteltiin johtamisjärjestelmän vaatimuksia ja mahdollisuuksia maatilalla.

CowLab ACIS järjestelmä on kehitetty johtamisessa tarvittavan tiedon kokamiseen, jäsentelyyn ja analysointiin selä päätöksen tekemiseen johtamista varten. Johtamiseen liittyvä tilannekuva on tärkeä päätöksen teon pohja. Lypsyyn ja ruokintaan liittyvä laitteisto tuottaa tilannekuvan pohjaksi määriä ja aikoja. Esimerkiksi vaihtelut maidon määrässä kertovat eläinten hyvinvoinnista ja ruokinnan onnistumisesta. Tutkimusasemilla on käytössä laitteistot jotka myös mittaavat eläinten kuluttaman rehumäärän ja ruokailuajat. Näin kattava laitteisto antaa kuvan myös syöntikäyttäytymisestä. Mittaustiedolla on tärkeä rooli myös laitteiston toimintavarmuuden seuraamisessa.

Opinnäyteydessä kuvattujen järjestelmien osia on jo olemassa olevilla maataloilla. Tässä luvussa kuvattun tilan eri toimintoihin on tässä opinnäytetyössä etsitty vastauksia ja ratkaisuja. Tässä työssä pohjana olevan maatilan nimi olkoon ”Koiraniemi”.

Koiraniemen tilan tuotantoympäristössä on käytössä monipuolisesti automaattisia verkkoon kytkettyjä laitteita. Tilan johtaminen tapahtuu näitä laitteita käyttämällä. Maatilan käytössä olevaa kalustoa on hankittu yrityksen talouden kestäväkehitys huomioiden. Kaikkea kalustoa ei siis voida kerralla uusia samalle teknologian kehitystasolle vaan käytössä on vanhempaa ja uudempaa laitteistoa. Tilan omistaja haluaa kuitenkin tehdä päätökset yhtenäisellä toiminta-alustalla. Ratkaisu eri toimitajien ja ikäpolvien laitteiden yhdistämiseen on CowLab ACIS järjestelmässä toteutettu malli missä eri laitteista syntyvä tieto yhdistetään samaan tietokantaan. CowLab ACIS järjestelmän Gateway:t yhteismitallistavat tiedot yhteen tietokantaan ja edelleen käyttöliittymään. Toimintamallissa tila pystyy seuraamaan tilan eläinten tuotannon ja ruokinnan samasta tilannekuvasta, vaikka käytössä on eri valmistajien ratkaisuja. Tottakai saatavana olisi ollut yhdentoimittajan ratkaisu, mutta tilan hankinnat on päätetty tehdä kutakin tarvetta varten tarkoituksenmukaisella tavalla.

Koiraniemen tilalla viljellään erilaisia viljakasveja tilan omaan ja myös myyntitarkoitukseen. Myytävät tuotteet ovat sopimustuotantoon liittyviä erikoistuotteita. Sertifiointi vaatimuksissa on ehto, jonka mukaan tilalla tuotettava tuotteet on pysyttävä jäljittämään myös viljelytoimenpiteiden osalta. Tila on päättänyt että kaikki viljelytoimenpiteet kirjataan tietojärjestelmään eräkohtaisella seurannalla. Viljaerät saavat siis tunnuksensa jo pellolla kun leikkuupuimurin säiliö tyhjennetään kuljetusvälineeseen. Viljaerän tunnuksentallentuvat tilan muistiinpanoihin ja sähköiseen viljapassijärjestelmään. Viljaerä käsitellään kuivaamossa ja varastossa tämän tunnisteen avulla. Kun viljaerän toimitusaika lähestyy saa viljelijä siitä tiedon ja samalla pyynnön täydentää viljapassi. Viljelijä avaa tuotannonohjaus sovelluksensa ja valitsee toimitukseen lähtevän erän. Erän tiedot mukaan lukien varastopaikka ja siilo liitetään ostajan vaatimaan viljapassiin. Samalla kun tiedot liitetään viljapassiin saa kuljetusliikkeen tiedon tarkasta noutopaikasta ja siilon tunnistesta. Tämä tieto siis liikkuu viljapassin mukana. Kuljetusliike noutaa viljakuorman. Kuljettaja täyttää kuljetukseen liittyvät tiedot kuljetustenhallintasovelluksen avulla. Tiedoissa on lastausaika ja kuljetusvälineen puhdistustiedot. Vastaanottovarastolle saavuttaessa viljapassiin liitetään vastaanottopaino ja purkuvarasto. Myös laatuanalyysin tiedot liittyvät viljapassiin. Viljelijä voi heti seurata sähköisestä viljapassipalvelusta miten toimitus on onnistunut ja millainen tilitys on tulossa. Laatu tiedot yhdistyvät tilan viljelymuistiinpanoihin ja ovat pohjana peltolohkon paikkakahtaisen tuottavuuden arviointiin. Myös tulevat peltojen parannussuunnitelmat on mahdollista kohdentaa tämän tarkan tiedon avulla.

Koiraniemen tilalla tuotetaan erikoislaatua viljasta. Oma vilja ei riitä tilan kotieläintuotannon tarpeisiin. Siispä tila hankkii karjan käyttöön rehuviljaa myös naapuri tiloilta. Aivan samalla tavalla kuin kauppaalikeiden kanssa tilat hoitavat myytävien viljaerien dokumentoinnin viljapassin avulla. Myyjänä toimivat tilat täyttävät viljapassin ja toimittavat viljapassin avaimen Koiraniemen viljelijälle. Tämän avaimen avulla viljaerän laatu tiedot välittyvät edelleen ruokinnan suunnittelun perusteiksi CowLan ACIS järjestelmään.

Koiraniemen tilalla elää onnellinen perhe. Perheen käytössä on verkkoliittymä mitä käytetään eläimen tietotekniikka tarpeisiin; emailia, somea, twitteriä, facebookkia, teeveetä ja mitä nyt verkossa ikinä löytyy käytetään päivittäin. Tilan kiinteä verkkoliittymä on jaettu kahteen osaan. Toisessa melastetaan perheen asioita ja toisessa on tilan tuotantoon liittyvät tietotekniset laitteet. Kahtia jaettuun verkkoon on päädytty sen takia että tuotannon verkkopalvelut on haluttu rakentaa turvallisiksi ja erilleen vapaa-ajan käytöstä. Kiinteään liittymän lisäksi tilaan kuuluvilla henkilöillä on käytössä älypuhelimet ja henkilökohtaiset tietokoneet. Tilan kotieläinten hyvinvointia valvotaan kamerajärjestelmällä. Kameran kuvaan päästään käsiksi myös etänä.

Koiraniemen tilan yhteistyökumppanit käyttävät tilan tietojärjestelmiä monipuolisesti. Neuvojille, liikkeen erityisasiantuntijoille ja lomitushenkilöstölle on perustettu omat käyttäjätunnukset ja profiilit oiden avulla he pääsevät seuraamaan omiin tehtäviinsä liittyviä tilan tietoja.

Koiraniemen tilan viljelijäperhe osaa vaatia käytössä olevalta järjestelmältä riittävän toiminnallisen laadun ja luotettavuuden. Erityisosaaminen mitä omasta pirstä ei löydy hankitaan alan asiantuntijoilta. Kun riittävä kysyntä on syntynyt on alalle saatu laadukkaita toimijoita jotka pystyvät ratkaisemaan ja tarjoamaan tarvittavat palvelut. Tila on laatinut itselleen kyber-strategian missä on huomioitu järjestelmien elinkaari ja tarvittavat päivitykset. Myös varautuminen vikatilanteisiin on suunniteltu. Ohjeista on laadittu tiivistelmä minkä perusteella kaikki tilalla toimivat voivat ratkaista syntyneitä ongelmatilanteita.

5 RAJAPINNAT JA STANDARDOINTI OSANA MAATILAN TOIMINTAYMPÄRISTÖÄ

Maatilan sähköisten johtamisjärjestelmien yhteistoiminta vaatii rajapintoja joiden avulla järjestelmät voivat vaihtaa tietoja ja ohjata toimintaa kokonaisuutena. Tämän opinnäytetyön sisällä käytettiin yleisesti standardoituja ja valmistajakohtaisia rajapintoja. Sähköisen viljapassin toteutuksessa laadittiin kokonaan uusi standardi esitys. Esitys standardiksi on kuvattu loppuraportissa, sähköisessä palvelussa ja projektin laatimassa Wiki-sivustossa.

CowLab ACIS järjestelmän kehittämisessä huomattiin standardoinnin merkitys eri laitteistojen yhdistämisessä. Niistä laitteista mistä oli saatavissa yleisesti kuvattu rajapinta tai laitteisto noudatti ISO standardia tietojen siirto oli yksiselitteisesti toteutettavissa ja ylläpidettävissä. Muissa tiedonsiirroissa havaittiin jo kehitystyön aika muutoksia mitkä aiheuttavat jatkuvan riskin ylläpitoon. Järjestelmän ylläpidossa on varauduttava nopeastikin syntyviin muutoksiin jotka näkyvät virheinä.

Standardoinnissa kansainvälisesti noudatettu ja ylläpidetty standardi on yleensä vakain ratkaisu. Se yhdistää eri toimijoiden ratkaisut yhtenäisiksi. Valmistajakohtainen ratkaisu on sidottu valmistajan omaan kehitykseen. Valmistajakohtainen standardi ja sen laatu on tulevaisuudessa yksi yrityksen julkisuuskuvaan vaikuttava asia.

5.1 ISO standardit

ISO on kansainvälinen organisaatio joka ylläpitää standardeja. Maatalouden standardien ylläpitovastuu on Luonnonvarakeskuksella. Standardit valmistellaan erilaisissa työryhmissä ja komiteoissa. Standardien valmistuttua niiden voimaantulosta äänestetään.

ISO standardien merkitys ohjaavana on erittäin merkittävä. Yksittäiset standardit nojaavat yleensä aina muihin standardoituihin asioihin. Kaikkien standardien pohjana on kansainvälinen mittayksiköiden standardointi joka tunnetaan usein metrijärjestelmänä.

Alkutuotannon toimintaympäristössä liikkuvien koneiden standardointi on ollut pitkä projekti. ISO11783:2014 Serial control and communications data network - standardi määrittelee miten maataloustraktori ja siihen liitettävät työkoneet kommunikoivat. Standardin erityinen haaste on se että yhdistelmiä missä erimerkkiset traktorit kytkeytyvät erimerkkisiin työkoneisiin on käytännössä ääretön määrä. Myös tämän standardin laatimisessa on otettava huomioon ajan vaikutus missä eri ikäpolvien laitteiden tulee toimia yhteen ainakin turvallisuuden varmistavalla tasolla.

Tässä opinnäytetyössä käytettiin ISO 11787:1995 Data interchange between management computer and process computers. Standardi on aikanaan laadittu mahdollistamaan kiinteiden maatalouskoneiden välistä tiedonsiirtoa. Standardia vaivaa jo tässä vaiheessa vanheneminen ja ylläpidon puute. Valitettavasti aika alkaa ajaa ratkaisun ohi. Samassa standardiperheessä oleva "ISO 11785: 1996 Radio-frequency identification of animals - Technical concept" on edelleen käytössä alkuperäisen määrittelyn mukaisesti koska sille on syntynyt riittävän suuri käyttäjäkunta. Näitä kahta standardia on sovellettu tässä projektissa.

ISO standardit ovat toimialojen yhteisiä ratkaisuja jotka ovat julkisia ja kaikkien toimijoiden käytettävissä olevia ilman erillistä sopimista.

5.2 Järjestelmien tarjoamien rajapintojen sisäinen standardointi

Valmistaja käytännössä aina joutuu tekemään vähintään sisäisen ratkaisun tietojen rakenteesta.

Tietoverkossa toimivien järjestelmien standardointi hoidetaan usein julkaisemalla rajapinnasta kuvaus. Kuvaus voidaan julkaista erillisenä dokumentaationa tai niin että järjestelmässä on mukana toiminnallisuus mikä kuvaa järjestelmän rakenteen. SOAP arkkitehtuurissa tämän tyyppinen ratkaisu on WSDL.

6 TUOTETUT AINEISTOT

Opinnäytetyössä laadittiin kolme julkaisua. Julkaisut ovat osa Luonnonvarakeskuksen päivittäistä toimintaa. Julkaisujen avulla organisaatio raportoi tekemänsä tutkimustyöt asiakkaille ja myös julkiseen käyttöön.

6.1 Development of a general cowshed information management system from proprietary subsystems

Julkaisu laadittiin "7th Precision dairy farming conference Milano Italy" tapahtuman esittykseen. Julkaisussa kuvattiin CowLab ACIS järjestelmän kehitystoimenpiteet ja toimintamalli. Raportissa kuvataan ratkaisu miten eri tietojärjestelmät integroitiin yhteen ja millaisia havaintoja työssä kohdattiin.

6.2 Sähköinen viljapassi

Julkaisu oli samalla loppuraportti tehdystä kehittämishankkeesta. Sähköisestä viljapassin prototyypistä julkaistiin sähköinen rajapinta ja kuvaus Wiki sivustona. Rajapinta ja sivusto olivat projektin yhteistyökumppanien käytössä projektin aikana.

Työssä saatiin määriteltyä malli sähköisen viljapassin toteuttamiseksi. Malli sisältää tarvittavan tietovaraston ja siihen liittyvän palvelun rajapinnan. Myös esimerkki yksinkertaisesta käyttöliittymästä laadittiin. Raportin laatimisen yhteydessä saatiin myös kokonaiskuva niistä asioista mitkä vaihtelevat eri toimijoiden nykyisissä järjestelmissä. Sähköisen viljapassin käyttööotto vaatii käytäntöjen yhtenäistämistä eri viljakaupan osapuolilla. Mm. viljaerien laadun ja käyttötarkoituksen määrittämiseen on löydettävä yhteiset perusteet.

6.3 Alkutuotannon kyberuhkat

Julkaisu oli Maa- ja metsätalousministeriön tilaaman prototyypisovelluksen toteutuksen loppuraportti. Raportissa kuvataan alkutuotannon toimintaympäristöön liittyvät kyberturvallisuus haasteet. Raportin lopussa annetaan toimenpidesuositukset koko toimialan kyberturvallisuuskulttuurin kehittämistä varten. Toimenpidesuosituksista on eritelty ne toimenpiteet mitkä toimialan kehittämisessä tulisi suorittaa. Myös yksittäiselle maatilalle annetaan ohjeita oman kyberturvallisuuden parantamiseksi.

7 JATKOKEHITTÄMISTARPEITA

CowLab ACIS järjestelmä on käytössä Luonnonvarakeskuksen päivittäisessä tutkimustoiminnassa. Järjestelmän avulla kerätään ja tallennetaan mittaustietoa kolmesta tutkimusnavetasta. Järjestelmää jatkokehitetään karjanhoidon päivittäisten tarpeiden ja uusien tutkimustavoitteiden mukaan. Ylläpitotarpeista merkittävä osa liittyy toimintaympäristön muutoksiin missä liitetyt laitteet ja palvelut kehittyvät. Jo nyt on näköpiirissä palveluita jotka ovat suunnitellusti korvautumassa uusilla ratkaisuilla.

Palveluun liitetään jatkossa uusia laitteita saatujen resurssien mukaisesti. Vastaavanlainen tuote olisi mahdollista kehittää myös normaalien tuotantotilojen käyttöön.

Viljapassipalvelusta kehitettiin toimiva prototyyppi. Järjestelmä voitaisiin jatkokehittämällä siirtää tuotantokäyttöön. Raportin lopussa on esitetty vaihtoehdot kuinka jatkokehittäminen voidaan järjestää.

Alkutuotannon kyberturvallisuusselvityksessä tutkijaryhmä esitti kehittämistoimenpiteet.

Elinkaarikustannuksien arviointimenetelmät

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyö koostui kolmesta erillisestä kokonaisuudesta. Yhdistävänä tekijänä näille osakokonaisuuksille oli avata niitä teknisen kehittämisen mahdollisuuksia ja haasteita mitkä liittyvät kyberverkkossa toimivan johtamisjärjestelmän kehittämiseen.

CowLab ACIS järjestelmä on päivittäisessä käytössä Luonnonvarakeskuksen tutkimustoiminnassa. Järjestelmän ylläpitäminen ja edelleen kehittäminen olisi oltava osa jatkuvaa tutkimustoimintaa. Mitä järjestelmän toiminta vaatii siihen liitettyjen järjestelmien muutosten huomioimista ja ylläpitovalmiutta. Tässä opinnäytetyössä raportoidut kehittämistoimenpiteet saatiin projektissa tehtyä ja järjestelmä on niiden osalta käytössä kolmella tutkimusasemalla. Kirjoitusaikaan jatkoprojekti on hyväksytty ja kehittämistoimenpiteet käynnissä uusien ominaisuuksien lisäämiseksi järjestelmään.

Sähköisen viljapassin prototyyppi ja esitys toimeenpanoratkaisuksi saatiin tehtyä. Raportti on luovutettu tilaajalle ja neuvottelut edelleen kehittämisestä ovat käynnissä.

Alkutuotannon kyberuhka raportti julkaistiin ja luovutettiin tilaajalle. On aivan selvää että havaittuihin ongelmiin on etsittävä ratkaisuja. Raportin kirjoittajana toivon että tämä on yhtenä herättimenä ryhtyä toimenpiteisiin toimialan yhteise kyberturvallisuus kulttuurin luomisessa. Raportin laatimisen aikaan julkisuuteen tuli useampi kyberturvallisuus vaara raportti jotka vaikuttivat myös maatalouden toimialaan.

Nämä kolme suoritettua kehittämistoimenpidettä vahvistivat niitä oletuksia mitkä tekijällä oli ennen hankkeiden alkamista niistä haasteista mitä järjestelmien yhteen liittäminen vaatii. Toimivan järjestelmän luominen ei ole yksi toimenpide vaan se on kokonaisvaltainen jatkumo missä tuotteelle määritellään vaatimukset, suunnitellaan ja toteutetaan se. Vaatimukseen kuuluu myös tuotteen elinkaari missä on varauduttu niihin muutoksiin mitä kyberympäristön muu kehittyminen aiheuttaa. Kyberjärjestelmien kehittäminen ja ylläpitäminen toimintaympäristössä vaatii asioiden ja työmenetelmien järjestelmällistä standardointia.

TUOTETUT AINEISTOT

NIKANDER, Jussi LAAJALAHTI, Mikko, KAJAVA, Sari, SAIRANEN Auvo, JÄRVINEN, Mikko, PASTELL, Matti 2015 Development of a general cowshed information management system from proprietary subsystems. Julkaisu 7th Precision dairy farming conference Milano Italy. Helsinki: Luonnonvarakeskus.

LAAJALAHTI, Mikko, KOISTINEN Markku, NYSAND Matts, SUOMI Pasi 2016. Sähköinen viljapassi. Helsinki: Luonnonvarakeskus.

LAAJALAHTI, Mikko, NIKANDER Jussi, 2017. Alkutuotannon kyberuhkat. Helsinki: Luonnonvarakeskus.

LÄHTEET

DATASNAP REST PROJECT GRAINPASSPORT. [viitattu 2017-02-28]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Saatavissa: www.luke.fi

LAAJALAHTI, Mikko, 2014. Älykkäät tiedonsiirtomenetelmät maatilan tietoverkossa. Iisalmi: Savonia ammattikorkeakoulu.

MACHINERY FOR AGRICULTURE AND FORESTRY — DATA INTERCHANGE BETWEEN MANAGEMENT COMPUTER AND PROCESS COMPUTERS — DATA INTERCHANGE SYNTAX. ISO 11787. Vahvistettu 1995-06-15. [viitattu 2017-05-22]. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Saatavissa: www.sfs.fi

PORTER, Michael E., HEPPELMANN James E. "How smart, connected products are transforming competition." Harvard Business Review 92.11 (2014): sivut 11-64

RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION OF ANIMALS - TECHNICAL CONCEPT. ISO 11785. Vahvistettu 1996-10-15. [viitattu 2017-05-22]. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Saatavissa: www.sfs.fi

SIMPLE OBJECT ACCESS PROTOCOL SOAP VERSION 1.2. [viitattu 2017-05-22]. Saatavissa: <http://www.w3.org/TR/soap/>

TUUNANEN, Lauri 2014. Opas standardisarjan ISO 11783 käyttäjille Opas. [viitattu 2017-05-22]. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/482917/mttraportti148.pdf?sequence=1>

Development of a general cowshed information management system from proprietary subsystems

Jussi Nikander¹, Mikko Laajalahti¹, Sari Kajava¹, Auvo Sairanen¹, Mikko Järvinen¹ and Matti Pastell¹

Natural Resources Institute Finland, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka, Finland.

matti.pastell@luke.fi

Abstract

A modern cowshed contains a large number of autonomous and semi-autonomous systems. These systems aim to reduce the amount of human resources required. However, the information from these systems has not been very well managed. Typically, there is no useful integration or data exchange between systems from different manufacturers and the information presented to users is often limited.

We have developed Cowlab ACIS (Advanced Cattle Information System), which combines data from different measurement systems to a central database in real-time (e.g. feeding, milking, animal positioning). The system has three aims: 1) centrally store and organize all research data for efficient use and analysis, 2) to be used as a daily management tool in research farms 3) serve as an information management platform for research, daily operations, and demonstration on dairy farms. The system is linked to the national database of animal recording and a milk analysis laboratory. The use of the system has decreased the amount of time and effort required for daily data handling by the farm staff, and enabled researcher's access all relevant data from a single system. The system gives automatic reports combining the information from different subsystems and gives simple alarms from hardware failures. In the future, we plan to refine the automatic alarm system further. Furthermore, the system will be used to study the utilization of Precision Livestock Farming (PLF) in daily dairy management in practical conditions and demonstrate the benefits of efficient data use to local farmers.

Keywords: Farm information system, dairy management

Introduction

The current trend in farm systems appears to be towards larger farm sizes, both in Finland (Lehtonen & Pyykkönen, 2005; Luonnonvarakeskus, 2015; VYR, 2015) and abroad (Eurostat, 2015a). However, at the same time, the number of farm workers is not increasing, and thus there is a trend towards increased automation to enable a single worker to accomplish more (Eurostat, 2015b; Seeneveld and Hogeveen, 2015). This holds true for many types of farming, including the cattle industry. A modern dairy cowshed contains a large number of autonomous and semi-autonomous robots for feeding, grooming, and milking of cows as well as management of fecal excretions.

The increasing automation of cowsheds increases the amount of data required as input for controlling the systems and the amount of data produced as output. The output data can then be used, for example, to analyze the state of the cowshed, or to maintain situation awareness (Endsley, 2000; Smith & Hancock, 1995) of the cattle tenders and thus help them to make informed decisions on future activities. As cattle farming is becoming more and more mechanized the importance of the data gathered by the various systems increases. As the number of cattle increases, the cattle tenders have less time to interact with each individual animal and thus must use the data to maintain their awareness of the current situation in the cowshed (Rutten et al., 2013).

The data can also be used for controlling the automation systems. However, most cowshed automation systems use their own proprietary data management methods, store the data in non-standard formats, and do not include public interfaces for external data access or sharing. As long as all the systems are from the same vendor, data can be shared between the systems. However, interoperability between different vendors is severely lacking. This is a problem in many cowsheds, where the automation systems have been bought at different times from different vendors, and thus are not able to share data automatically. This, in turn, forces the cattle tenders to either work without data sharing between systems, or to manually transfer data. Both approaches will induce extra work that could be avoided with better inter-system communication.

The problem is especially severe in research cowsheds where data gathering is an important part of the research process.

The interoperability problems were a considerable source of additional work at the Natural Resources Institute Finland (Luke) CowLabTM research cowshed at Maaninka, Eastern Finland. CowLabTM is a freestall barn which houses 100 dairy cows in 4 groups. Cows are milked with a herringbone parlour, fed with roughage and separate concentrate feeders. The barn has slatted floors and natural ventilation. CowLabTM has several modern measurement systems for automatically measuring animal behavior and physiology.

As the feeding, milking, drinking, and other CowLabTM systems have been acquired from various vendors, there was no centralized ICT infrastructure. Thus, the cowshed staff needed to manually transfer data between different systems in order to collect all the information required for both the daily management of the cattle, and for research purposes. In order to rectify the problem, the ACIS (Advanced Cattle Information System) system was built to collate the data from the various systems and present it in a standardized manner. In addition, the ACIS system would act as a central data repository, thus simplifying the management of research data.

After successful implementation and deployment of the system at the CowLabTM site, the ACIS system has been installed at Luke cattle research cowsheds at Ruukki and Minkiö. Overall, the experiences with the system have been positive, although several challenges are still open.

Materials and Methods

Livestock farming requires interaction and assessment of the animals in order to ascertain their current needs, as well as to spot animals that may require special care. The work thus requires constant observation, decision making and corresponding actions. A way to represent this cycle is the OODA loop (Boyd, 1996), which was originally developed for describing decision making in combat operations. The model has then been adapted to several other uses (Grant, 2005; Middelfart, 2007; Shahbazian et al., 2001; von Lubitz et al., 2008). The OODA loop consists of four phases: Observation, where the actor gathers information; Orientation, where the actor assesses the information gathered; Decision, where the actor selects a course of action; and finally Action, where the decision is put into use. After action, the loop moves back to the Observation phase. In OODA there typically are several interacting loops, and the loops can also be nested. In one action phase of a long-term OODA loop, there can be numerous loops of shorter OODAs.

The second part, orientation, is the most important part of OODA, since “it shapes the way we observe, the way we decide, the way we act” (Boyd, 1987). From the point of view of knowledge management, the orientation phase is where the data gathered is combined with the user’s expertise to create and utilize knowledge for decision making (Alavi & Leidner, 2001). However, the orientation phase requires the correct data – the correct observations – before it can be successfully used. This is the focus of the ACIS system: to automatically gather all the data the cattle tenders require, and to provide this data to all the people who require it in a form that supports decision making.

In the OODA loop, the ACIS system is situated primarily in the “Observation phase”, as it collates the data from the various existing automation systems and provides the cowshed personnel with one place it can all be viewed. The system allows the personnel to observe the current and past state of the cowshed, and thus complements the observations the personnel make while working with the animals. The visualizations and statistics gathered by the system will also help the personnel during the Orientation phase by providing the necessary background data to support decision making. An example of how the user can examine ACIS weight statistics is shown in Figure 1.

In Figure 1, anomalous weight measurements are colored red, and the user can thus quickly see what parts of the statistics they need to concentrate on. It is thus easy to focus on those animals that may require special care or at least more monitoring than normal. In the case of weighing it is also relatively simple to notice incorrect data, as extreme animal weight changes are typically not possible.

AnimalNumber	EulifeCode	Name	12.03.2015	11.03.2015	10.03.2015	09.03.2015	08.03.2015	07.03.2015	06.03.2015	05.03.2015	04.03.2015	03.03.2015	02.03.2015	01.03.2015
133	FI 00993 XXXX-X	Ehtiva	606	626	612	612	604	601	608	600	600	616	618	619
172	FI 01011 XXXX-X	Huikkea	665	687	690	677	681	665	686	677	678	668	630	646
178	FI 01011 XXXX-X	Höyhen	510	507	505	501	510	501	500	499	469	507	492	504
226	FI 01044 XXXX-X	Hurmuri	628	635	636	636	633	623	627	631	632	622	599	621
237	FI 01044 XXXX-X	Ilotar	620	616	616	639	624	627	626	615	627	618	621	
261	FI 01044 XXXX-X	Iltintiltu	684	706	694	685	681	693	677	698	693	699	707	683
262	FI 01044 XXXX-X	Ilo	824	803	823	816	810	809	810	802	803	797	791	775
295	FI 01044 XXXX-X	Inkivääri	554	557	559	553	546	541	545	534	538	567		568
303	FI 01044 XXXX-X	Ikioma	623	634	635	622	628	620	616	624	601	619	601	618
305	FI 01044 XXXX-X	Insentec	483	488	519	517	519	485	479	481	461	520	513	
322	FI 01044 XXXX-X	Ikävä	477	470	492	500	500	494	497	494	476	497	500	
326	FI 01044 XXXX-X	Iltatahti	653	665	661	664	647	645	631	641	643	654		
358	FI 01084 XXXX-X	Justina	670	672	674		659	665	652	659	650	638	653	638
363	FI 01084 XXXX-X	Joutusa	542	589	589	589	586	585	584	578	554	585	589	
364	FI 01084 XXXX-X	Juuliska	648	655	654	641		652	642	641	641	630	636	613
365	FI 01084 XXXX-X	Jade	664	664	663		650	660	654	643	647	652	660	

Figure 1: Weighing results for a number of cows, with anomalous results emphasized in red

The ACIS system

An overview of the ACIS system can be seen in Figure 2. The system can be divided into three important parts: the **gateway**, the **database**, and the **user interfaces**. The system runs on a Windows 2012 server and uses a Firebird 2.5 database to store the data.

Data enters ACIS through the **ACIS Gateway**, which gathers the appropriate data from every automation system in the cowshed. The gateway works a Windows service, which polls the servers for all cowshed automation systems at given time intervals. For each system connected to ACIS, there is a system-specific back-end that reads the data from the service in a service-specific way and sends new data to ACIS in a standard format. This standard format is then read by a general front-end that adds that data to the ACIS database. For example, data from the Nedap Cows system (Nedap N.V, The Netherlands) is read from the database, while data from Intensec RIC (Insentec B.V, The Netherlands) is read from an ASCII log file. More complex solutions are also used, such as reading the data directly from the bus of an automation system.

In addition to gathering data from the information systems in the cowshed, ACIS also has interfaces to the national cattle registry as well as a milk analysis laboratory run by Valio Ltd (Finland).

The specific systems connected to ACIS through the gateway vary depending on the deployment site. The three research cowsheds where ACIS is currently deployed all contain different equipment from a number of vendors, and thus considerable amount of customization is required for the gateway module to work at each location.

All the data gathered by the system is stored in the **ACIS Database**. The database is designed around the idea of the life-cycle of a cow in a research cowshed, and the data gathered from the animal during its tenure in the shed. As larger volumes and various types of data are gathered from research cows than from cows in a typical commercial cowshed, the data stored at the ACIS database is a superset of the data stored at most commercial farms. The database contains all data about the daily life of the cow, including feeding, drinking, milking, and weighing, and data about less frequent events, such as calving, medication, animal movement between testing groups, etc.

An important data element that is currently not included in the central database is the movement data measured using accelerometers for the animals. The amount of raw data gathered by movement sensors is considerable, and thus it was decided that this data should be preprocessed before combining it with the rest of the cattle data. Work on this is still ongoing.

The data gathered to ACIS is shown to the users using several different **ACIS User Interfaces**. There are currently three different user groups identified in ACIS: the cattle tenders, the researchers, and system administrators. Each user group has their own user interface (UI). In addition to the interactive UI, ACIS system sends users **alerts** of events that may require immediate attention.

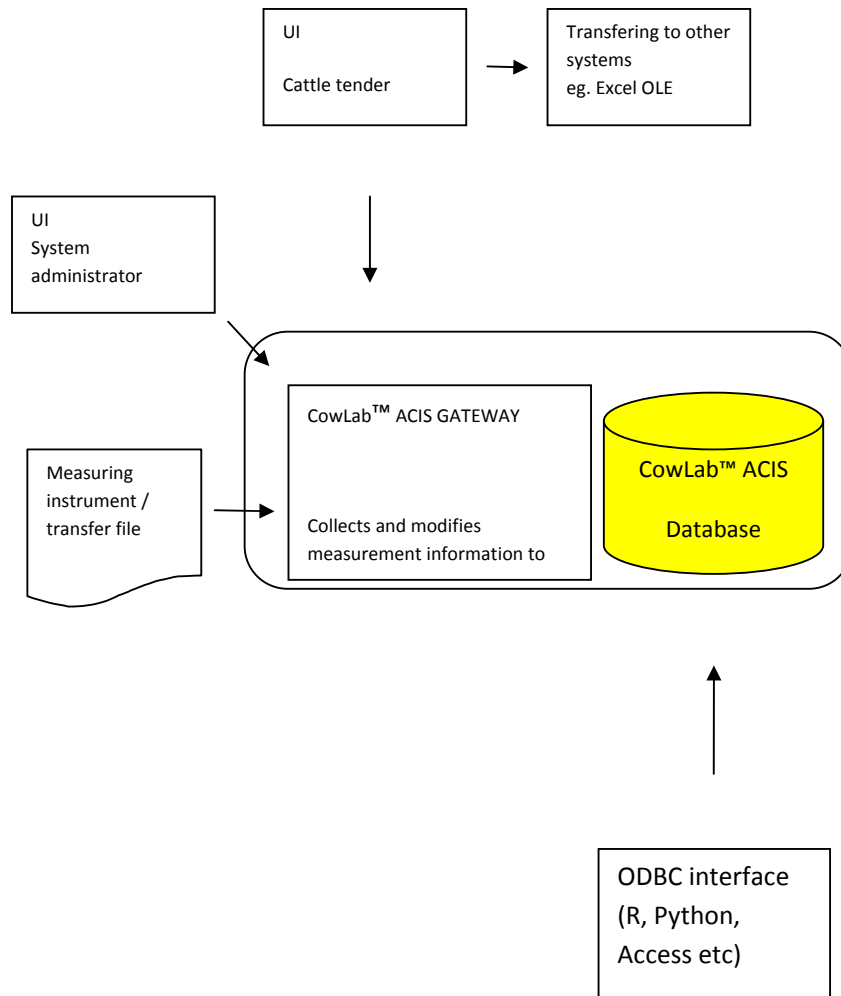


Figure 2. General diagram of the system.

The cattle tender UI includes access to the information most likely required during daily cowshed operations, as well as means to insert data. While ACIS tries to minimize manual data input, it is

still required for recording events that are not automatically monitored (e.g. calving), or in cases that the automatically gathered data contains errors.

The UI for researchers contains robust methods for accessing all the data in the system, including the possibility of fetching data from the database using SQL queries. The administrator UI contains functionality required for maintaining the ACIS system and its users.

Results and Discussion

The ACIS system has been able to combine majority of the research information gathered at the three research cowsheds maintained by Natural Resources Institute Finland. At all locations, the data that was previously contained in several independent systems and thus needed to be combined by hand is now automatically gathered to one central system. At Maaninka CowLabTM data is gathered primarily through two commercial systems. The **Nedap Cow** system includes basic data for each animal, about milking, weighing, and concentrate feeding. The **Insentec RIC** system includes data from roughage feeding. In addition, the ACIS system at Maaninka contains information about milk analysis provided by Valio Ltd, and manually inserted information regarding animal health observations.

In the near future we are planning to include to ACIS data by **Ubisense** indoor positioning system, and **Rumiwatch** pedometers and rumination halters.

At the Minkiö and Ruukki sites, ACIS is connected to the local automation systems, which differ from the setup at Maaninka.

At all three cowsheds the cattle tenders felt that the deployment of the system helped their work, as less time was needed for data management and thus more time was freed for tending the animals. Furthermore, the automatic data gathering has decreased the amount of errors in the research data, since it has eliminated errors caused in manual data transfer between systems.

The researchers felt that the system made their work easier, especially since automatic data gathering improved the availability of up-to-date information about ongoing experiments. Before the deployment of ACIS the animal data was combined by hand, which was dependent on the work load of the cowshed staff. Thus the newest data available for the researchers was at times several weeks old, which made it challenging to follow experiments. Furthermore, since the ACIS system is able to combine data from several sources, it has made the gathering of research data easier for researchers, as they no longer need to try to combine the data from various sources. Automatic data transfer between different systems also increases reliability, and enables the use of centralized backups.

The current version of the ACIS system is, however, not suitable for general deployment outside Luke. As there are no open data exchange standards between the systems provided by various commercial vendors, the data gathering part of ACIS has to be specifically customized for each operating environment. Thus each new system that is connected to ACIS requires considerable amount of resources in order to develop the system-specific end of ACIS Gateway. In essence, as

there typically are no public data interfaces, we need to find out how each system stores its data and develop a method to read it automatically.

The non-standard method of access is also vulnerable whenever a system is updated. If the update contains some changes to the data management practices, the methods created for ACIS gateway to access the data may suddenly disappear, and thus access to the system ceases until modifications to the gateway have been done.

Conclusions

Modern cattle farming research is dependent on large amounts of data gathered from various automation systems in a cowshed. These systems are typically provided by various commercial vendors, and thus are not able to share data. This means that the research – and production – data must be collated manually. Manual data gathering is prone to errors caused by carelessness and delays due to the busy schedules of the personnel. Thus the data is not gathered in a timely manner, and its reliability decreases. The need for manual data gathering also reduces the amount of time available for other work, such as animal husbandry.

The Cowlab ACIS system developed at the Maaninka CowLab™ at Natural Resources Institute Finland demonstrates how automatic data gathering methods save considerable resources, and improve the process of conducting research in several ways. Automation provides the data in a timely manner and reduces the number of errors in the data sets.

Introduction of systems such as ACIS is, however, hindered by the closed, commercial ICT systems used to control the various automation systems in modern cowsheds. As there are no widely deployed standards and most systems have no public APIs for data sharing, general solutions to the data gathering problem are impossible to implement. Any data collation system deployed in such an environment needs to be adapted to all the existing systems, which includes considerable amount of resources in order to develop methods for reading the data from each relevant data source.

The work may also be hindered if the ICT architecture in the cowshed has not been developed as a whole from the very beginning. Adding data collation in a system that consists of several separate parts that are not designed to work together – neither on the data sharing level nor on the system use level – is challenging. Thus, there is an urgent need to develop open standards and infrastructure best practices in modern cowsheds. As the average size of cowsheds increases, so does the cattle tenders' dependency on the data gathered by various automation systems. If they cannot view this data as a whole, their ability to maintain awareness of the current situation in the cowshed decreases. In the end, this has consequences both for animal health and for the profitability of the farm.

Acknowledgements

The work was funded from “CowLab navettatietojärjestelmä” -project funded by European Union from European Social Fund.

References

- Alavi, M., & Leidner, D. E. 2001. Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly* 25(1) 107-136.
- Boyd, J.R., 1996. The Essence of Winning and Losing. *Keynote address*.
- Boyd, J. R. 1987. Organic design for command and control. *A discourse on winning and losing*.
- Endsley, M. 2000. Theoretical Underpinnings of Situation Awareness: a Critical Review. In: *Situation Awareness Analysis and Measurement*. Mahwah, NJ (ed), Lawrence Erlbaum Associates.
- Eurostat 2015a. *Agricultural statistics, farm structure historical data 1990-2007*. Statistics. Available at <http://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/main-tables> Accessed on March 12th, 2015
- Eurostat 2015b. *Statistics Explained: Farm Structure Evolution*. Web page, available at http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Farm_structure_evolution Accessed on March 12th, 2015
- Grant, T. 2005. Unifying planning and control using an OODA-based architecture. In *Proceedings of the 2005 annual research conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on IT research in developing countries* South Africa, 159-170
- Lehtonen H, Pyykkönen, P. 2005. *Maatalouden rakennekehitysnäkymät vuoteen 2013 (The Projected Structural Development in Agriculture Until the Year 2013)*. MTT Agrifood Research Finland
- Luonnonvarakeskus. 2015. *Maatalous- ja puutarhayritysten rakenne 2014. (The structure of agricultural and horticultural companies in the year 2014)*. Statistics, available at <http://www.maataloustilastot.fi/maatalous-ja-puutarhayritysten-rakenne>. Accessed on March 12th, 2015.
- Middelfart, M. 2007. Improving business intelligence speed and quality through the OODA concept. In *Proceedings of the ACM tenth international workshop on Data warehousing and OLAP* 97-98
- Rutten, C.J, Velthuis, A.G.J. , Steeneveld, W., Hogeveen, H. 2013. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science* 96(4) 1928-1952
- Shahbazian, E., Blodgett, D. E., & Labbé, P. 2001. The extended OODA model for data fusion systems. In *Proceedings of the International Conference on Information Fusion*. 19-25
- Smith, K., and Hancock, P. 1995. Situation Awareness Is Adaptive, Externally Directed Consciousness. *Human Factors* 37(1) 137-148.
- Steeneveld, W., Hogeveen, H. 2015. Characterization of Dutch dairy farms using sensor systems for cow management. *Journal of Dairy Science* 98(1) 709-717
- Von Lubitz, D. K., Beakley, J. E., & Patricelli, F. 2008. 'All hazards approach' to disaster management: the role of information and knowledge management, Boyd's OODA Loop, and network-centricity. *Disasters* 32(4) 561-585.
- Vyr, 2015. *Viljatilajien rakenne Suomessa vuosina 1995, 2007, ja 2013. (The Structure of Cereal Farms in Finland in the Years 1995, 2007, and 2013)* Statistics, available at <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/viljatielopankki/suomi/viljantuotanto/tilarakenne> Accessed on March 12th, 2015



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 71/2016

Sähköinen viljapassi

Mikko Laajalahti, Markku Koistinen, Matts Nysand ja Pasi Suomi

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 71/2016

Sähköinen viljapassi

Mikko Laajalahti, Markku Koistinen, Matts Nysand ja Pasi Suomi

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2016



ISBN: 978-952-326-335-2 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-336-9 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: [http://urn.fi/URN:ISBN: 978-952-326-336-9](http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-336-9)

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Laajalahti Mikko, Koistinen Markku, Nysand Matts, Suomi Pasi

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2016

Julkaisuvuosi: 2016

Kannen kuva: Laajalahti Mikko

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Mikko Laajalahti, Markku Koistinen, Matts Nysand, Pasi Suomi

Luonnonvarakeskus (Luke), Vakolantie 55, 03400 Vihti

Tässä projektissa kehitettiin tekninen ratkaisu Vilja-alan yhteistyöryhmän (VYR) julkaiseman paperisen viljapassin muuttamisesta sähköiseen muotoon. Projektin tarkoituksena oli määritellä ja toteuttaa palvelusta ensimmäinen sähköinen versio. Samalla selvitettiin toimialan vaatimuksia ja mahdollisuuksia palvelun toteuttamiseen ja käyttöönottoon.

Järjestelmän tarvittavat tietosisällöt saatiin määriteltä hyvin. Palvelun tietovaraston ja siihen liittyvien rajapintojen toteutuksessa käytettiin palvelukeskeistä arkkitehtuuria (SOA). Järjestelmän tietosisältö määriteltiin yhteistyössä vilja-alan suurimpien toimijoiden kanssa. Määrittelytyössä havaittiin tarve edelleen kehittää ja lisätä passin tietosisältöä paperiseen viljapassiin verrattuna.

Viljapassipalvelu määriteltiin monitasoiseksi ratkaisuksi missä yksittäiset palvelun osat suorittavat määrätyn osan kokonaisuudesta. Yksittäisiä palvelun osia kuten esimerkiksi käyttöliittymä tai liittymät taustajärjestelmiin voidaan kehittää omina kokonaisuuksina. Myös erilaisiin tarpeisiin voidaan kehittää oma yksilöity ratkaisu.

Järjestelmän käyttöönotto vaatii toimialalta yhteisen päätöksen ja sitoutumisen toimintamalliin. Yhteinen standardi mahdollistaa taustajärjestelmien ja toimintamallien yhteen sovittamisen.

Tutkijaryhmä esittää hankkeen lopputuloksena kehitystyön jatkamista. Saatujen kokemusten ja palautteen perusteella sähköisellä viljapassilla on mahdollista saada koko toimialan tuottavuutta parantavia tuloksia. Alan yhteinen viljaerän tunnistamisjärjestelmä antaa myös mahdollisuuden jatkokehittää erilaisia lisäarvopalveluita viljakauppaan kolmansien osapuolien toimesta.

Asiasanat: viljapassi, sähköinen, identifiointi, jäljitettävyyden, lisäarvo, liiketoimintamalli, viljakauppa, viljaerä, varastokirjanpito, pilvipalvelu, e-viljapassi

Sisällys

Johdanto	5
1. Sähköinen viljapassi osaksi viljaketjun jäljitettävyy- ja vastuullisuusjärjestelmää	6
2. Hankkeen tavoitteet	8
3. Hankeosapuolet ja yhteistyö	9
4. Hankkeen menetelmät	10
5. Viljapassipalvelun prototyypin rakentaminen	12
5.1. Prototyypin käyttäjät, käyttäjien hallinta ja rajoitteet	12
5.2. Prototyypin rakentamisen keskeisimmät osakokonaisuudet	13
6. Sähköisen viljapassin käyttötapaukset	15
7. Viljapassipalvelun tekninen kuvaus ja rakenne	17
7.1. Viljapassipalvelin.....	17
7.2. Käyttöliittymä.....	17
7.3. Viljapassipalvelu verkossa	17
7.4. Sähköisen viljapassin käsitteitä.....	17
7.5. Viljapassin osapuolet "ACTORS"	18
7.6. Varastot.....	18
7.7. Rajapinta	19
7.8. Palvelimen teknologia.....	20
7.9. Sähköisen viljapassin tietomalli	20
7.9.1. Järjestelmä	21
7.9.2. Organisaatiot.....	21
7.9.3. Organisaation kumppanit.....	22
7.9.4. Viljapassin tietomalli	22
7.9.5. Viljapassiin liittyvät lisätiedot.....	23
7.10. Käyttöliittymä.....	24
7.11. Liittymä taustajärjestelmiin	28
8. Sähköisen viljapassin elinkaari	29
9. Viljapassipalvelimen tuotteistaminen ja ylläpito	30
9.1. Viljapassipalvelun hallinnointi, tekninen palveluntarjoaja ja toimintaympäristö	30
9.2. Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR ry viljapassipalvelun hallinnoijana	31
9.3. Liiketoimintamalli	31
9.4. Viljapassipalvelun kaupallistaminen toimialan yhteiseen käyttöön	32
9.5. Viljapassipalvelun tuotteistamis- ja ylläpitokustannukset.....	33
9.6. Viljapassipalvelun ja yritysten taustajärjestelmien välinen integraatio	33
10. Maatilan Internet -tutkimus, standardisointi ja viljapassipalvelu	34
11. Viljapassin liittyminen muuhun tutkimukseen	35
12. Toimialan tahtotila	36
13. Johtopäätökset	37
Lähteet	38
Kirjallisuus	38
Liitteet	38

Johdanto

Suomessa on vuodesta 2013 ollut käytössä kansallisella tasolla yhtenäistetty paperinen viljapassi. Se toimii lähinnä rahtikirjana, joka täytetään ja toimitetaan maataloilta viljan ensimmäiselle vastaanottajalle toimitettavien viljakuormien mukana. Viljapassi on A4-kokoinen lomake johon täytetään perustietoja toimitettavasta viljaerästä, viljelijästä, ostajasta, kuljetusliikkeestä ja -ajoneuvosta sekä viljaerän vastaanottajasta. Viljapassi korvasi aiemmin käytössä olleet viljaliikekohtaiset rahtikirjat, joiden yhtenäistäminen kansalliseksi viljapassiksi tehtiin Vilja-alan yhteistyöryhmän (VYR) toimesta. Useimmat vilja-alan toimijat ovat siirtyneet käyttämään viljapassia, mutta jotkut yksittäiset toimijat käyttävät vielä (2016) omaa yrityskohtaista rahtikirjaa.

Luonnonvarakeskusta (Luke) edeltävä Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT) toteutti vuonna 2013 maa- ja metsätalousministeriön (MMM) rahoittaman hankkeen "Viljaketjun vastuullisuuden jäljitettävyyden ja läpinäkyvyyden kehittäminen" (Kotro ym. 2014). Hankkeen tuloksena esitettiin ehdotus, että jatkohankkeena rakennettaisiin viljapassin sähköisen version eli viljapassipalvelun prototyyppi. Luke on toteuttanut jatkohankkeen vuosina 2015–2016 MMM:n rahoituksen turvin.

Jatkohankkeessa on kehitetty sähköinen viljapassipalvelu. Se on prototyyppisovellus, jonka täysimittainen käyttöönotto vilja-alalla eli kaupallinen toteutus vaatii jatkokehitystä. Viljapassipalvelun käyttöönotto vaatii myös, että palvelun ylläpito ja rahoitus ratkaistaan.

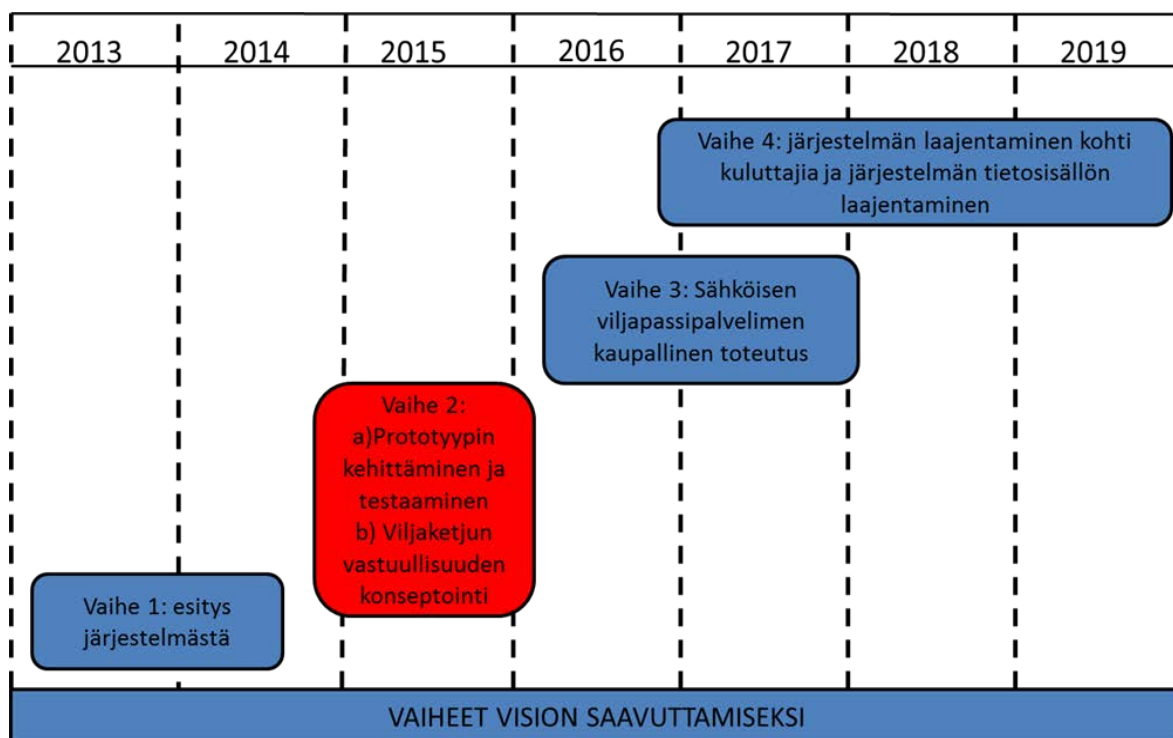
Viljapassipalvelu kattaa viljan tuotanto- ja jalostusketjun alkupään, niin pitkälle ketjussa kun vilja liikutetaan viljan muodossa. Se tarkoittaa ketjua maataloilta mahdollisten viljan välitysliikkeiden kautta viljaa käyttävään teollisuuteen. Lisäksi viljapassipalvelua voidaan käyttää maatalojen välisessä viljakaupassa. Sähköisen viljapassipalvelun ydinperiaate on se, että jokaiselle markkinoilla liikkuvalla, viljapassipalveluun tallennetulle viljaerälle annetaan yksilöllinen tunnus. Viljapassijärjestelmää voidaan soveltaa paitsi viljoille myös muiden viljelykasvien kuten palko- ja nurmikasvien jyväerille.



Kuva: Tapio Tuomela /Luken arkisto

1. Sähköinen viljapassi osaksi viljaketjun jäljitettävyy- ja vastuullisuusjärjestelmää

Tutkijaryhmän visiona on, että sähköinen viljapassipalvelu on osa suurempaa viljaketjun jäljitettävyy- ja vastuullisuusverkostoa. Sähköinen viljapassijärjestelmä on pohja jota voidaan tulevaisuudessa laajentaa tiedonsiirtoverkostoksi, jossa liikutetaan muutakin viljaeriin ja viljatuotteisiin liittyvää tietoa alkutuotannon, teollisuuden ja kuluttajien välillä eri suuntiin. Toimialan tahtotilaa tulkiten Luke on toteuttanut viljapassihankkeelle (hanke 2 a kuvassa 1) samanaikaisen rinnakkaishankkeen ”Vastuullisuuden konseptointi ja uusi arvonluonti viljaketjussa” (hanke 2 b kuvassa 1). Rinnakkaishankkeessa on selvitetty mitä vastuullisuustietoa esimerkiksi viljatuotteiden tuotantotapaan liittyen voitaisiin välittää kuluttajille viljaketjussa.



Kuva 1. Sähköisen viljapassin prototyypihankkeen (vaihe 2 a) sijoittuminen laajempaan visioon. Vaihe 1 oli esiselvitys.

Sähköinen viljapassijärjestelmä voi myös synnyttää uusia ICT-sovelluksia, palveluja ja liiketoimintamahdollisuuksia. Esimerkiksi maatalojen viljelysuunnittelu-, viljelykirjanpito- ja varastohallintaohjelmien linkittäminen viljapassipalveluun helpottaa viljelijöille viljapassien täyttämistä: viljapassiin tarvittavia tietoja voidaan siirtää automaattisesti maatalon tiedonhallintajärjestelmästä. Toinen esimerkki jatkokehitysmahdollisuuksista: sähköinen viljapassijärjestelmä mahdollistaa maatalousneuvonnalle suuren maatalajoukon viljelytietojen keräämisen ja kehittämisen uusiksi neuvontapalveluiksi. Tällaista tiedonkeruuta varten on kuitenkin ratkaistava mahdolliset rajoitukset siinä, missä määrin ja missä muodossa yksittäisten maatalojen tietoja luovutetaan muille tahoille.

Tutkijaryhmän visio voidaan esittää myös näin: muutaman vuoden kuluttua suomalainen viljaketju on eurooppalainen edelläkävijä, joka on luonut uusia liiketoimintamahdollisuuksia tehokkaan ja luotettavan, ketjun toimijoiden ja kuluttajien tietotarpeita palvelevan tiedontuotannon avulla. Tiedontuotanto perustuu ajantasaista tietoa tuottavaan, kaikkien toimijoiden yhteiseen tiedonsiirtover-

kostoon. Tämän tiedonsiirtoverkoston avulla on mm. toteutettu viljatuotteiden jäljitettävyys. Käytännössä näkyviä hyötyjä tiedonsiirtoverkostosta ovat esimerkiksi:

- Paperityö on vähentynyt viljaketjussa helpottaen mm. viljelijöiden ja viljan ostajien arkea
- Lisääntynyt tieto on mahdollistanut tuotteiden uudenlaisen erilaistamisen ja kuluttajat voivat tehdä tietoon pohjautuvia kulutusvalintoja
- Järjestelmän sisältämiä tietoja hyödynnetään aktiivisesti viljan ulkomaankaupassa, mikä on lisännyt Suomen vilja-alan kilpailukykyä
- Toimialalle on syntynyt uusia liitännäispalveluja (esim. kuljetusoptimointi, viljelyneuvonta)
- Yritykset todentavat automaattisesti viljaeriensä ja -tuotteidensa vastuullisuuden ja voivat viestiä siitä ketjussa ja kuluttajille
- Järjestelmää voidaan hyödyntää tulevaisuudessa kehitettävän viljaketjun eri toimijoiden laatujärjestelmien tiedonhallinnassa.

2. Hankkeen tavoitteet

Hankkeen päätavoitteina olivat:

- Kehittää ja rakentaa sähköisen viljapassin prototyyppi internetpalveluna, eli viljapassipalvelu, ja testata sitä rajoitetussa piirissä. Tämä tehtiin yhteistyössä vilja-alan yritysten kanssa. Hankkeessa mukana olleet yritykset ovat taulukossa 1. Viljapassipalvelun prototyyppi kattaa viljaketjun alkupään, jolloin viljapassin tiedot saadaan siirtymään maatilalta kuljetusliikkeen kautta viljan ostajalle tai käyttäjälle.
- Saada kokemuksia prototyypin rakentamisesta ja käyttämisestä, jotta varsinainen ylläpidettävä kaupallinen viljapassipalvelu osattaisiin heti toteuttaa mahdollisimman toimivaksi prototyyppihankkeen jälkeen.
- Selvittää sähköisen viljapassipalvelun teknisen toteutuksen vaihtoehtoja ja perusteita, jotka tulee ottaa huomioon sähköisen viljapassin kaupallista toteutusta tehtäessä. Näin saadaan käsitys siitä, miten prototyyppihankkeen jälkeen toteutetaan varsinainen viljapassipalvelu kaupallisesti (kuka tai ketkä toteuttavat, ylläpitävät, kehittävät edelleen, rahoittavat, ja arvio kustannuksista).
- Selvittää, miten sähköinen viljapassipalvelu on mahdollista toteuttaa osana olemassa olevia vilja-alan kaupallisten toimijoiden tietojärjestelmiä, tai kuinka erillinen viljapassipalvelu voidaan integroida olemassa oleviin järjestelmiin.
- Kuvata toimialan kanssa, miten viljapassipalvelu edistää muun jäljitettävyystiedon siirtämistä läpi viljaketjun.
- Varmistaa viljapassipalvelun käyttöönotto siten, että prototyypin rakenne- ja sisältöratkaisuisa huomioidaan se, että kaikilla vilja-alan toimijoilla olisi yhtäläinen pääsy järjestelmään.
- Varmistaa, ettei yksittäisen toimijan haltuun muodostu järjestelmään liittyvää ohjelma-aineistoa, joka voisi rajoittaa muiden toimijoiden mukana olemista.

3. Hankeosapuolet ja yhteistyö

Viljapassipalvelun prototyypinhanke toteutettiin Luken toimesta yhteistyössä taulukossa 1 listattujen alan yritysten kanssa. Luke toimi puolueettomana osapuolena, joka kokosi yritysten näkemykset kehitys- ja testausvaiheessa yhteen. Luke vastasi myös prototyypin rakentamiseen liittyvistä lisäselvityksistä ja hankkeen raportoinnista.

Yhteistyöyrityksillä oli suuri rooli prototyypin rakentamisessa ja he osallistuivatkin kehittämiseen omakustanteisesti omalla työpanoksellaan.

Vastuullisena hankejohtajana toimi tutkija Pasi Suomi ja koordinaattorina Matts Nysand. Hankkeen käytännön toteuttamisesta vastasivat IT-suunnittelijat Mikko Laajalahti ja Markku Koistinen sekä tutkijat Matts Nysand, Pasi Suomi, Ari Ronkainen ja Jussi Nikander.

Taulukko 1. Hankkeeseen osallistuvat yritykset.

Yritys	Yhteyshenkilö	Rooli viljaketjussa
Altia Oy	Kari Kiltilä	Viljan ostaja/käyttäjä
Blomberg Stevedoring Oy	Teemu Valli	Viljan vastaanottaja/varastonpitäjä
Hankkija Oy (Agrimarket)	Tarmo Kajander	Viljan ostaja/välittäjä
Movere Oy	Jussi Salomäki	Viljan kuljetusliike
Rautakesko Oy	Päivi Auramo	Viljan ostaja/välittäjä
Suomen Viljava Oy	Hannu Kortesmaa	Viljan vastaanottaja/varastonpitäjä

Yllämainittujen vilja-alan toimijoiden lisäksi pidettiin myös maatilan tiedonhallintaohjelmistoja toimittavia yrityksiä tietoisina viljapassipalvelun prototyypin kehityshankkeesta.

4. Hankkeen menetelmät

Viljapassipalvelun prototyyppi toteutettiin vaiheittain iteroiden yhteistyössä yritysten kanssa kolmessa rinnakkaisessa työpaketissa. Työpaketti yksi keskittyi prototyypin rakentamiseen, työpaketti kaksi prototyypin testaamiseen ja työpaketti kolme työpajojen dokumentointiin ja loppuraportin toteutukseen. Työpakettien toteutuksissa Luke hyödynsi yritysten osaamista ja kävi työpajoissa keskustelua ja pohdintaa viljapassipalvelun ominaisuuksista ja määrittämisestä.

Prototyyppihanke jatkoi vuonna 2013 toteutuneen esihankkeen "Viljaketjun vastuullisuuden jäljitettävyyden ja läpinäkyvyyden kehittäminen" (Kotro ym. 2014) tulosten pohjalta, joiden perusteella ensimmäisen vaiheen prototyyppi toteutettiin. Ensimmäisen vaiheen prototyypin määrittämisä ja toimintoja käsiteltiin hankkeen aloituskokouksessa, jossa mukana olivat sitoutuneet yritykset. Tässä vaiheessa tutkimusryhmä huomasi, että toimialan kanssa oli panostettava suunniteltua enemmän keskusteluun, jossa muodostettaisiin yhteinen käsitys siitä miten a) viljapassipalvelua hyödynnetään eri toimijoiden liiketoimintaprosesseissa ja b) mitkä ovat yksityiskohtaisemmat käyttötapaukset, jossa palvelua hyödynnetään ja miten hyödyntäminen käytännössä tapahtuisi. Ensimmäisessä vaiheessa havaittiin myös se, että käyttöliittymä koettiin hyvin kriittiseksi hankkeen toteutuksen kannalta.

Toisessa vaiheessa toimialan kanssa jatkettiin keskustelua viljapassipalvelun käyttötapauksista. Keskustelun perusteella prototyypin ominaisuuksia ja määrittämisä päivitettiin, joita käsiteltiin iteroiden vielä seuraavissa työpajoissa. Iterointikierron tulosten perusteella prototyypin määrittämiset muodostettiin, joiden perusteella tietokanta ja rajapinnat viimeisteltiin ja viljapassipalvelun taustasovellusesimerkki ohjelmoitiin. Taustasovelluksen avulla prototyyppiä testattiin simuloimalla viljatoimituksia, eli viljapasseja luotiin kuvitelluille viljatoimituksille. Yrityksille esiteltiin tässä yhteydessä myös miten heidän olisi mahdollista toimia taustajärjestelmätasolla.

Alkuperäisessä suunnitelmassa yritysten oli tarkoitus käyttää taustajärjestelmäsovellutusta käytännön toiminnan ohella. Tavoitteena oli demonstroida viljakaupan yhteydessä sähköisen viljapassin käyttöä yritysten toiminnassa, eli sähköistä viljapassia olisi testattu oikeilla viljatoimituksilla ja viljaerillä. Tällöin testaukseen olisi myös otettu mukaan joukko viljelijöitä ja kuljetusyhtiöitä. Alkuperäisestä suunnitelmasta jouduttiin kuitenkin poikkeamaan hankkeen kolmannessa vaiheessa luopumalla tästä testauksesta fyysisillä viljaerillä, koska taustajärjestelmän toteutuksessa oli suunniteltua enemmän työtä. Erityisesti viljapassipalvelun määrittelyt ja palvelun käyttötapauksen läpikäynti työpajoissa vei odotettua enemmän aikaa. Kolmannessa vaiheessa jouduttiin panostamaan suunniteltua enemmän käyttöliittymään ja sen kehittämiseen. Yritykset kokivat käyttöliittymän erittäin tärkeänä, vaikkakaan yritykset eivät sitä omassa toiminnassaan tulisi suuressa mittakaavassa hyödyntämään. Käyttöliittymä on ensisijaisesti viljelijöitä ja satunnaisia kuljetusyhtiöitä varten, kun taas muut toimijat (ostajat, välittäjät, vakituiset viljankuljetusyhtiöt, viljan vastaanottajat) tulevat ajatellun toimintatavan mukaan käyttämään viljapassipalvelua ensisijaisesti omien sovellusten kautta, jotka linkittävät viljapassipalveluun.

Vaikka testaus fyysisillä viljaerillä jäi pois, tutkijaryhmän ja yritysten yhteisissä työpajoissa kuitenkin testattiin prototyyppipalvelua soveltaen sitä simuloituille viljaerille eri rooleissa (viljelijänä, kuljetusyhtiönä, ostajana, välittäjänä, vastaanottajana). Tämä testaus käsitti partnereiden kutsua viljapassipalveluun, sekä sähköisten viljapassien luontia ja lähettämistä eri toimijoiden välillä. Prototyyppisovellutus saatiinkin käyttövalmiiksi hankkeen loppupuolella.

Sähköinen viljapassi on ensimmäinen taso viljaerien sähköisen jäljitettävyyden ketjussa. Viljaerien tunnistaminen mahdollistaa jatkossa myös muiden erätietoa käyttävien palvelujen kehittämisen. Yhtenäinen tunnistamisjärjestelmä mahdollistaa eri palveluiden tietojen liittymisen toisiinsa. Pohjana toimivan järjestelmän on oltava kokonaisuudessaan riittävän luotettava mahdollistamaan muiden palveluiden kehittämisen. Viljaerien tunnistaminen yksiselitteisellä tavalla hyödyttää koko viljaketjua.

Hankkeen loppupuolella yritysten kanssa aloitettiin keskustelut viljapassipalvelun kaupallistamisesta ja jatkotoimenpiteistä. Keskustelua jatkettiin hankkeen loppuseminaarissa, jossa viljapassipalvelimen tekniset ominaisuudet ja rajapinnat esiteltiin ja käyttöliittymän avulla sähköisen viljapassin

elinkaari demonstroitiin alan toimijoille. Loppuseminaarissa esitettiin myös mahdolliset jatkotoimenpiteet ja viljapassipalvelun tuotteistamiseen liittyvät toteutusvaihtoehdot.



Kuva: Ulla Jauhiainen / Luke

5. Viljapassipalvelun prototyypin rakentaminen

Prototyypin kokonaisarkkitehtuurimallin alustavan suunnittelun kolme keskeisintä lähtöparametria olivat:

- a) Sähköinen viljapassi tarjotaan käyttäjille internetpalveluna (REST/JSON)
- b) Sähköisen viljapassin tietorakenne perustuu paperisen viljapassin tietosisältöön
- c) Käyttäjän tunnistautumismenetelmän pitää olla vahva mutta helppokäyttöinen

Kevään 2016 työpajoja edeltävä työvaihe sisälsi paperisen viljapassin tietosisällön alustavan mallintamisen tietokantaan, paperiseen viljapassiin perustuvan liiketoimintamallin alustavan mallintamisen ja toteuttamisen prototyypin sovelluslogiikkakerrokseen, viljapassin sanaston alustavan määrittelyn, käyttäjien perustietojen, käyttöoikeuksien ja tunnistautumisjärjestelmän alustavan määrittelyn, kehityksenaikaisen ICT-infrastruktuurin määrittämisen, taustasovellusten määrittelyn, alustavat rajapintamäärittelyt sekä prototyypin käyttöliittymän periaatteiden määrittelyn.

Sähköisen viljapassipalvelun prototyypin kehitystyö oli yhteistyökumppaneita osallistava iteratiivinen prosessi jossa sovellettiin ketteriä ohjelmistokehitysmenetelmiä. Alustavat määrittelyt altistettiin kritiikille kevään 2016 aikana yhteistyökumppaneille järjestetyissä kehittäjäseminaareissa joissa uudet vaatimukset, muutostarpeet ja sähköisen järjestelmän sovittaminen operatiivisiin prosesseihin kirjattiin ja laitettiin alulle sovitussa laajuudessa. Suunnittelu- ja yksityiskohtainen määrittelytyö jatkui koko projektin ajan. Sovelluskehitystyö tehtiin siten, että sekä sähköisen viljapassipalvelun rajapintaan että käyttöliittymään tehdyt muutokset olivat kokeiltavissa ja testattavissa reaaliaikaisesti.

Hankeen onnistumisen kannalta oli oleellista, että yhteistyökumppanit osallistuivat aktiivisesti prototyypin kehitystyöhön ja testaukseen tuoden hankkeeseen vilja-alan prosesseihin liittyvää asiantuntemusta. Suunnitelmasta poiketen kumppaneiden tietojärjestelmien ja sähköisen viljapassipalvelun välistä järjestelmäintegraatiota ei toteutettu implementointivaiheeseen. Integraatio mallinnettiin ja palvelun käyttöä ja käytettävyyttä arvioitiin ja testattiin prototyypin web-sovelluksella. Toimialan toimijoita laajasti osallistamalla, varsinaisen kaupallisen viljapassijärjestelmän rakentamisessa pystytään ottamaan huomioon asioita, joita eri viljaketjun toimijat ovat kokeneet prototyypin rakentamisen aikana.

Viljapassipalvelun prototyyppi toteutettiin internetpalveluna. Teknologiaratkaisulla pyrittiin varmistamaan prototyypin saatettavuus vilja-alan yhteiseen käyttöön. Sähköinen viljapassi tarjoaa mahdollisuuden luoda, muokata, katsella/tulostaa ja edelleen lähettää viljapassi seuraavaa käyttökohdetta varten. Palvelu tallentaa luodut viljapassit tietokantaan ja sähköinen versio passista on haettavissa uudelleen muokattavaksi yksilöivän koodin avulla. Projektin aikana julkaistiin viljapassipalvelun REST/JSON-prototyyppirajapinnat, joiden avulla viljan ostaja/käyttäjä, kuljetusliike, viljelijä ja viljelyohjelmistokehittäjät voivat toimia. Viljapassipalvelun prototyyppikäyttöliittymän kehittämisessä otettiin huomioon mobiililaitteiden asettamat vaatimukset, joten viljapassin sähköinen täydentäminen voidaan tehdä joko tietokoneella, tabletilla tai älypuhelimella.

5.1. Prototyypin käyttäjät, käyttäjien hallinta ja rajoitteet

Viljapassin perustietoihin on pääsy kaikilla joiden toimintaan kyseinen viljapassi kuuluu. Viljapassin tiedot ovat sen omaisuutta joka ne passiin on toimittanut. Passin perustietojen käyttöoikeus on kaikilla jotka ovat olleet mukana kyseisen viljaerän toimituksessa (viljelijä, kuljetusliike, ostaja, vastaanottaja).

Viljapassin lisäpalveluiden osalta tiedon käyttöoikeus voidaan määrittellä olevan vain niillä toimijoilla joille ne kuuluvat.

Esimerkki 1. Tilitykseen liittyvät laatu- ja hintatiedot ovat ostajan ja myyjän välistä luottamuksellista tietoa.

Esimerkki 2. Viljelyyn liittyvä taustatieto on viljelysopimuksen perusteella erän mukana toimitettavaa tietoa joka kuuluu toimittaja ostajalle käytettäväksi edelleen lopputuotteiden sertifiointin pohjaksi.

Käyttäjän tunnistamismenetelmä määriteltiin projektin aikana. Turvallisuustason on oltava riittävän luotettava järjestelmän kokonaisuskottavuuden kannalta. Tunnistautumisjärjestelmässä ensimmäinen vaihe on vahva. Siinä käytetään pankkitunnistautumisen tasoista tunnistetta. Ensimmäisen tunnistautumisen jälkeen voidaan käyttää käyttäjäkohtaista omaa salasanaa joka voidaan tarvittaessa käyttäjän toimesta vaihtaa. Tunnistamisjärjestelmän on toimittava myös liikkuvassa käytössä riittävän joustavasti. Käyttöskenaariota mukaan passeja tullaan täyttämään liikkuvassa kalustossa ja maastossa. Tämän perusteella tunnistamisen olisi tuettava jatkossa esimerkiksi mobiilivarmennetta.

Viljapassipalvelun prototyypistä puuttuu mahdollisuus tulostaa yksilöity viljapassin paperiversio. Tulostusmahdollisuus tulee olla valmiissa kaupallisessa palvelussa. Näin myös toimijat, joilla ei ole sähköisiä järjestelmiä voivat toimia muiden toimijoiden siirryttyä sähköiseen järjestelmään.

Myös palvelimen sisäiset toteutukset eivät prototyypissä ole tuotantovalmiit. Viljapassipalvelun lopullisessa toteutuksessa prototyyppihankkeen jälkeen tulee huomioida laadunvarmistukseen liittyviä asioita, kuten ympärivuorokautinen ylläpitopäivystys, käyttäjien autentifiointi, järjestelmän suojaus/kryptaus ja käytön kuormituksen tasaus.

5.2. Prototyypin rakentamisen keskeisimmät osakokonaisuudet

1. Liiketoimintamallin mallintaminen ja toteuttamien tietokantaan
 - Viljapassin tietosisällön siirtäminen tietokantaan sopivaan muotoon.
 - Viljapassipalvelun sanaston määrittäminen. Sanastona käytetään alalla yleisesti käytettyjä tunnuksia. Samat tunnukset ovat käytössä sähköisessä tukihakemuksessa ja viljelijöiden käyttämissä ohjelmistoissa.
 - Käyttäjien perustietojen, käyttöoikeuksien ja tunnistamisjärjestelmän määrittäminen.
 - Viljapassin lisäarvopalveluiden nimipalvelun määrittely. Nimipalvelun avulla löydetään viljapassiin liittyvät lisätiedot ja palvelukokonaisuudet.
2. Järjestelmän liittäminen verkkoon; tarvittavat palvelimet ja tietoliikenneyhteydet.
 - Palvelu sijoitettiin kahdelle eri palvelimelle Luken CropInfra-tutkimusympäristössä hankkeen ajaksi. Toinen toimi pääpalvelimena missä tietokanta ja rajapinnat toimivat ja toisella palvelimella toimi käyttöliittymä.
3. Taustasovellukset
 - Sovellus joka hoitaa tietoliikenteen viljapassipalvelimelta. Käytännössä lähettää saapuneen passin linkin asianomaisten toimijoiden sähköpostiin viljapassin tietojen täydentämistä varten.
 - Järjestelmän ylläpitoon liittyvä sovellus/käyttöliittymä.
4. Käyttöliittymäsovellusten rajapinnat
 - Rajapinta toteuttaa käyttäjän tunnistamispalvelun ja käyttöliittymien tarvitsemat rajapinnat
 - Rajapinnasta saadaan tarvittavat tiedot viljapassin täyttämistä varten. Rajapinta ottaa vastaan täytetyn viljapassin ja tallentaa sen edelleen viljapassipalvelimeen.
5. Taustasovellusten rajapinnat
 - Tarjoaa rajapinnat taustalla olevien sovellusten tietojen siirtoa varten. Rajapinnan avulla perustetaan uusia viljapasseja ja noudetaan tallennetut passit takaisin eri toimijoiden järjestelmiin.

- Taustasovelluksiin kuuluvat viljapassin lisäarvopalvelut kuten esimerkiksi analyysitulosten tietojen siirto.
 - Taustasovelluksiin luetaan myös viljelijöiden käytössä olevat viljelysuunniteluohjelmistot.
6. Mobiilikäyttöliittymän kehittäminen
- Yhdistetty projektin aikana kohdan 7, selainkäyttöliittymän kehittäminen, kanssa
 - Toteutetaan viljelijän ja kuljetusliikkeen käyttöliittymä jossa sähköisestä linkistä (E-mail, QRCode) voidaan avata viljapassi täytettäväksi.
 - Käytetään hyväksi viljapassipalvelun tarjoamia rajapintoja. Käyttöliittymiä voidaan toteuttaa useamman toimijan toimesta.
7. Selainkäyttöliittymän kehittäminen
- Rinnakkainen toteutus mobiilikäyttöliittymälle joka on tarkoitettu isompien laitteiden selaimella käytettäväksi. Tämä käyttöliittymän on tarkoitus mahdollistaa myös useamman viljapassin tietojen käsittelyyn liittyvä toiminnallisuus kuten passien yhdistelyt ja jakamiset sekä raportit käyttäjän hallitsemista viljapasseista.
8. Esimerkkisovellukset ja liittymät
- Esimerkki viljakaupan sovelluksesta jolla voidaan perustaa viljapasseja lähetettäväksi viljelijälle ja kuljetusliikkeille sekä tarkastella viljapassien sisältöä.
 - Esimerkki lisäarvopalveluista: viljan analyysitulosten palauttaminen myyjän järjestelmään.

6. Sähköisen viljapassin käyttötapaukset

Viljaeriä toimitetaan käytännössä maataloilta

- eri toimijoiden välivarastoihin ja sieltä eteenpäin viljaa käyttävälle teollisuudelle
- suoraan viljaa käyttävälle teollisuudelle
- toisille maataloilille.

Sähköistä viljapassijärjestelmää on tarkoitus käyttää kaikissa tällaisissa toimitusketjuissa, niin pitkälle ketjussa kun vilja liikutetaan viljan muodossa. Järjestelmää ei käytetä sille osalle viljaketjua, jossa vilja on muutettu joksikin viljatuotteeksi. Seuraavassa esitetään tyypillisiä esimerkkejä viljapassijärjestelmän käytöstä: viljan toimituksesta maatilalta ketjun ensimmäiselle vastaanottajalle (taulukko 2), ja viljan toimituksesta ensimmäiseltä vastaanottajalta eteenpäin teollisuudelle.

Viljan toimitus maatilalta ensimmäiselle vastaanottajalle

Taulukko 2. Käyttötapauksia toimitettaessa viljaa ketjun ensimmäiselle vastaanottajalle

Myynti-/toimitusketju	Tietojen tyypillinen syöttöjärjestys luotavaan viljapassiin
Viljelijä → Kuljetusliike → Ostaja ^{*)} joka on samalla vastaanottaja	1: Ostaja 2: Viljelijä 3: Kuljetusliike 4: Ostaja (= vastaanottaja)
Viljelijä → Kuljetusliike → Ostaja ^{*)} joka on eri kuin vastaanottaja	1: Ostaja 2: Viljelijä 3: Kuljetusliike 4: Vastaanottaja
Viljelijä 1 → Viljelijä 2	1: Viljelijä 1 2: Viljelijä 2

^{*)} muu ostaja kuin viljelijä: viljakauppa, mylly ym.

Viljelijä → Kuljetusliike → Ostaja joka on samalla vastaanottaja

Ostajalla tarkoitetaan tässä vilja-alan yritys kuten viljakauppa, mylly tms., ei viljaa ostavaa viljelijää. Ostaja on samalla viljaerän vastaanottaja, esimerkiksi viljanvälitysliike joka ottaa erän omaan siiloon.

Tyypillinen menettelytapa:

1. Kun viljelijä ja ostaja ovat sopineet viljan myynnistä, ostaja tai kuljetusyritys luo yksilöllisen viljapassin viljapassipalveluun, täyttää siihen omat tietonsa ja lähettää viljelijälle linkin passiin sähköpostiviestinä tai puhelimitse tekstiviestinä. Jos viljelijä ei voi toimia sähköisesti, passin luoja tulostaa viljapassin paperilomakkeelle ja lähettää sen viljelijälle. Jos ostaja ja kuljetusyritys ovat integroineet omat tiedonhallintajärjestelmänsä viljapassipalveluun eli rakentaneet tiedonsiirtoyhteydet niiden väliin, järjestelmä lähettää sähköisesti tiedon uudesta passista toiselle osapuolelle (ostajalta kuljetusyritykselle ja päinvastoin).
2. Viljelijä avaa saamansa linkin ja täydentää tietonsa passiin sähköisesti älypuhelimella, tabletilla tai tietokoneella, tai paperilomakkeeseen.
3. Kuljetusliike tai ostaja täydentää omat tietonsa toisen osapuolen luomaan passiin sähköisesti tai paperilomakkeelle. Jos viljelijä hoitaa viljakuljetuksen, hän täyttää myös kuljetuksen tiedot viljapassiin.
4. Ostaja (= vastaanottaja) täydentää vastaanottotiedot passiin. Paperinen viljapassi muunnetaan viimeistään tässä vaiheessa ostajan toimesta sähköiseksi palvelimelle.

*Viljelijä → Kuljetusliike → Ostaja joka on **eri kuin** vastaanottaja*

Ostaja on tässä toimitusketjussa esimerkiksi viljanvälitysliike, mutta viljaeriä toimitetaan maatilalta esimerkiksi varastonpitäjän kuten Suomen Viljavan varastoon josta ostaja vuokraa siilotilaa, tai esimerkiksi myllyyn tai mallastamoon. Muuten toimitaan kuten edellisessä ketjussa, paitsi

1. Kun ostaja tai kuljetusyritys luo passin, järjestelmä lähettää sähköisesti tiedon uudesta passista myös vastaanottajalle, jos vastaanottaja on integroinut tiedonhallintajärjestelmänsä viljapassipalveluun.
- 4 Vastaanottaja täydentää vastaanottotiedot passiin, jolloin ne näkyvät heti viljapassipalvelusta myös ostajalle.

Viljelijä → Viljelijä

Viljelijöiden välisissä viljatoimituksissa kumpi tahansa viljelijöistä luo uuden viljapassin palvelimelle ja täyttää siihen omat tietonsa. Hän lähettää linkin passiin toiselle viljelijälle, joka avaa linkin ja täyttää tietonsa passiin. Jos jompikumpi viljelijä hoitaa kuljetuksen, kyseinen viljelijä täyttää myös kuljetuksen tiedot passiin. Jos kuljetusyrittäjä hoitaa kuljetuksen, passin luonut viljelijä lähettää linkin passiin kuljetusyrittäjälle, joka täyttää osuutensa passiin.

Viljapassipalvelun käyttäminen viljelijöiden välisessä kaupassa edellyttää, että vähintään yhdellä viljelijöistä on laite sähköisen passin luontiin: älypuhelin, tabletti tai tietokone ja internetyhteys. Jos toisella viljelijällä ja/tai mahdollisesti mukana olevalla kuljetusyrittäjällä ei ole mahdollisuus toimia sähköisesti, tämä antaa tietonsa paperisella viljapassilomakkeella passin luojalle, joka tallentaa tiedot palvelimelle.

Viljan toimitus ensimmäiseltä vastaanottajalta teollisuudelle

Viljaliikkeiden viljavarastoista ja varastonpitäjien ylläpitämistä keskusvarastoista vilja toimitetaan eteenpäin viljaa käyttävälle teollisuudelle, tai vientiin. Seuraavassa selostetaan sähköisen viljapassijärjestelmän tyypillinen käyttötapa toimitettaessa viljaerä ensimmäiseltä vastaanottajalta teollisuudelle. Tässä esimerkissä viljaliike vuokraa isolle viljaerälle siilon varastonpitäjältä. Iso erä koostuu useista alkuperäisistä pienistä eristä, jotka on toimitettu maataloilta varastonpitäjän siiloon. Viljaliike myy tämän ison erän teollisuudelle. Kuljetusyritys kuljettaa viljaerän varastonpitäjän siilosta useana kuormana teollisuudelle (ostajalle).

1. Kun sovitaan viljaerän myynnistä, myyjä (viljaliike) tai kuljetusyritys luo viljapassin myyntierälle viljapassipalveluun.
2. Passin luoja (viljaliike tai kuljetusyritys) lähettää sähköisesti tiedon uudesta viljapassista toiselle osapuolelle, sekä varastonpitäjälle. Koska iso myyntierä koostuu useasta pienestä alkuperäiserästä, varastonpitäjä yhdistää alkuperäisten viljaerien tunnuksot myyntierän viljapassiin.
3. Kuljetusyritys kuljettaa myyntierän useana kuormana teollisuudelle, ja täyttää tietonsa järjestelmään jokaisesta osatoimituksesta.
4. Ostajan (teollisuuden) ottaessa vastaan osatoimitukset, ostaja täyttää vastaanottajan tiedot järjestelmään jokaisesta osatoimituksesta.

Yllä selostetulla tavalla saadaan katkeamaton viljaerien jäljitettävyyshetju maatilalta viljaliikkeiden ja keskusvarastojen kautta teollisuuteen.

7. Viljapassipalvelun tekninen kuvaus ja rakenne

Viljapassijärjestelmä koostuu palvelinlaitteistosta, tietokannasta ja tietokannan rajapintaan yhdistävästä sovelluslogiikkakerroksesta, viljapassipalvelusta (REST-rajapinta) sekä www-palvelusta. Viljapassipalvelu koostuu itsenäisesti suunnitelluista ja toteutetuista kokonaisuuksista jotka tarjoavat toisilleen tarvittavat palvelut. Yksittäiset palvelun osat voidaan vaihtaa ja edelleen kehittää itsenäisinä kokonaisuuksina. Palveluosia voi olla myös rinnakkaisia jotka ovat kehitetty toimimaan erilaisten tarpeiden mukaan. Esimerkiksi käyttöliittymästä voi olla eri päätelaitteille ja käyttötapauksille optimoituja versioita.

7.1. Viljapassipalvelin

Palvelun pääpalvelin sisältää tietokannat ja tarvittavat rajapintapalvelut. Palvelin toimii itsenäisesti ja mahdollistaa koko järjestelmän toiminnan. Järjestelmässä on ajateltu olevan yksi palvelin johon viljapassit tallentuvat. Kapasiteetin lisäämiseksi palvelimia on kuitenkin mahdollista olla rinnakkaisia siten että ne peilaavat toisilleen tarvittavat tiedot. Tämä hanke vietiin läpi yhdellä pääpalvelimella.

Viljapassipalvelimella on tietokannan lisäksi rajapintapalvelu joka mahdollistaa muiden palveluiden liittymisen tietokantaan. Rajapinta vastaa myös käyttäjän tunnistamisesta ja tietoturvasta palveluun liittyen.

7.2. Käyttöliittymä

Viljapassipalvelun käyttöliittymä toteutettiin erillisenä palveluna joka toimii myös itsenäisenä kokonaisuutena. Käyttöliittymäpalvelin tarjoaa WWW-palvelun joka laatii tarvittavat kutsut viljapassipalvelimelle. Viljapassipalveluun voin olla useampikin käyttöliittymäpalvelu jotka voivat olla osana esimerkiksi viljakaupan omaa järjestelmää. Hankkeessa toteutettu palvelu toimii yleisenä käyttöliittymänä eri toimijoille. Käyttöliittymä voi olla myös osa integroitua taustajärjestelmää jossa viljapassien tiedot yhdistetään esimerkiksi kuljetussuunnitteluun.

7.3. Viljapassipalvelu verkossa

Viljapassipalvelulle rekisteröitiin verkko-osoite www.viljapassi.fi. Osoitteesta avautuu asiakassovelluksen käyttöliittymän kirjautumissivu. Myös muu informaatio on mahdollista sijoittaa samaan sivustoon.

7.4. Sähköisen viljapassin käsitteitä

Sähköisen viljapassin tietokannan ja rajapinnan kuvauksissa käytetään seuraavassa kuvattuja käsitteitä. Termit on pyritty valitsemaan asiaa yleisesti kuvaaviksi. Käytännön syistä nimet ovat perusmuodossa ja tarvittaessa lyhennettyinä.

PASSPORT Viljapassi. Termillä tarkoitetaan koko viljapassia ja tietorakenteessa termi viittaa passin juuritietueeseen.

PASSPORTITEM Erään liittyvät lisätiedot. Esimerkiksi viljelytapa (luomu, tavanomainen), kasvinsuojelu (glyphosaatin ja korrenvahvisteiden käyttö) jne.

USER Käyttäjä. Käyttäjä on yksittäinen henkilö järjestelmässä. Kaikki käyttäjät tunnistetaan erikseen. Käyttäjällä voi olla käyttöoikeus useampaan yritykseen.

ORGANIZATION Organisaatio. Organisaatio on viljapassissa toimiva yritys: Yrityksellä voi olla erilaisia rooleja jotka määritellään **ACTOR** termillä. (Viljelijä, ostaja, myyjä, varastoiija, kuljetus jne.)

VEHICLE Kuljetusajoneuvo tai sen perävaunu. Ajoneuvot voidaan luokitella ajoneuvotyypin tai kuormatilan mukaan. Kuormatila voi olla esimerkiksi merikontti.

STORAGE Varasto. Varastolla tarkoitetaan yhdessä osoitteessa olevaa kokonaisuutta. Varastoon viitataan myös siilon tarkkuudella. Jos varastoon ei ole määritelty erikseen siiloja, käytetään oletuksena olevaa yleissiiloa.

SILO Siilo. Siilo on varastopaikassa oleva yksittäinen varaston kokonaisuus jota ei voida jakaa osiin. Siilokohtainen luettelo mahdollistaa erän tunnistamisen siilon sisältämässä kokonaisuudessa.

PARTNER / PARTNERUSER Viljapassi kuuluu sen luoneelle organisaatiolle. Viljapassiin tarvitaan ja siihen liittyvät tiedot myös muut toimijat. Näitä toimijoita kutsutaan partnereiksi. Partnerisuhteen muodostamisen jälkeen organisaatiot voivat viitata passin täytössä toistensa tietoihin. Esimerkiksi varastopaikassa käytettävissä olevat siilot tulevat partnerisuhteen avulla toisen organisaation valittavaksi.

7.5. Viljapassin osapuolet "ACTORS"

Viljapassiin liittyvät toimijat on kuvattu termillä ACTORS. Sama toimija voi olla passissa erilaisissa rooleissa. Passi ei välttämättä sisällä kaikkia rooleja riippuen passin käyttötarkoituksesta. Kaikista toimijoista on varattu passin rakenteeseen samanlainen tietosisältö. Actortype kuvaa toimijan suhteen passin tietosisältöön.

ACTORTYPE	NAME	Comments
100	PASSPORTOWNER	Viljapassin alkuperäinen lisääjä. Ei voi vaihtaa.
200	GROWER	Viljelijä. Viljaerän viljelijöitä voi olla useampi.
300	SELLER	Myyjä. Voi olla eri kuin viljelijä.
400	BUYER	Ostaja. Samalla myös passin viljaerän lopullinen omistaja.
500	SENDER	Lähetysvarasto.
600	HAULING	Kuljetus.
700	WHOLESELLER	Tukkuliike.
800	MERCHANTOR	Välitysliike/Viljaliike
900	RECEIVER	Vastaanottaja. Vastaanotto-organisaatio. Varaston ylläpitäjä.

7.6. Varastot

Viljapassin liittyvät varastot kuvataan varastopaikan ja siellä olevien siilojen avulla. Yksi varastopaikka on samassa osoitepisteessä oleva kokonaisuus. Varastopaikkaan voi kuulua tarvittava määrä siiloja. Käytettäessä siilojen tarkkuudella olevaa tietoa on mahdollista kuvata myös erien varastokiertoon liittyviä asioita. Lähetys- ja vastaanottopaikka on kuvattu samalla tavalla koska ne voivat toimia molemmilla rooleissa passiin liittyen. Passin sisällä viitataan Eventtityypillä kummassa roolissa varastoon.

EVENTTYPE	NAME	DESCRIPTION
100	SENDINGSTORAGE	Lähetysvaraston tiedot
200	RECEIVINGSTORAGE	Vastaanottovaraston tiedot

7.7. Rajapinta

Viljapassipalvelun rajapinta on toteutettu REST-arkkitehtuurimallilla. Rajapintakuvaus on liitteessä 1. Myös viljapassipalvelin palauttaa rajapintakuvauksen kehitystilassa ollessaan.

Rajapinta kuvaa oman tietomallinsa JSON objektissa. Muuttuvan tiedon lisäksi rajapinnassa on tiedon tyyppin ja koon määrittely. Myös käyttöliittymässä käytettävät termit löytyvät rajapinnan palauttamista objekteista halutulla kielellä. Tämän mallin tarkoituksena on yhtenäistää käyttöliittymien käyttämiä termejä ja mahdollistaa automaattisesti monikielinen tuki käyttäjän oman kieliasetuksen mukaan.

Kutsut ovat muotoa URL

<http://viljapassi.fi/datasnap/rest/TGrainPassportServerMethods20160505/GetSession/A/1234/>

Parametrit kutsun lopussa tai erillisen JSON objekti

Vastaus on JSON objekti. Vastaus koostuu kahdesta osasta ”data” ja ”metadata” Metadata kuvaa tietorakenteen Data osassa on varsinainen tieto. Kuva 2.

```
{
  "result": [
    {
      "SESSION": {
        "data": [
          {
            "UUID": "0CF724E9-444D-42C7-8613-FD08036AEA68",
            "LCID": 1035
          }
        ],
        "metadata": {
          "name": "SESSION",
          "title": "session",
          "fields": [
            {
              "fieldname": "UUID",
              "title": "UUID",
              "datatype": "WideString",
              "size": 36
            },
            {
              "fieldname": "LCID",
              "title": "LCID",
              "datatype": "SmallInt",
              "size": 0
            }
          ]
        }
      }
    }
  ]
}
```

Kuva 2. Esimerkki REST kutsun palauttamasta JSON muotoisesta vastauksesta.

7.8. palvelimen teknologia

Viljapassipalvelin tarjoaa REST/JSON muotoisen rajapinnan. Rajapinta tarjoaa käytettävän dynaamisen sanaston jonka avulla kuvataan viljapassin määrittelyjen mukaiset viljalajit ja niille suoritettavat tapahtumat.

Käyttöliittymä on toteutettu erillisenä palveluna mikä käyttää samaa rajapintaa mikä on käytävissä yritysten taustajärjestelmää varten. Saman rajapinnan käytöllä tavoiteltiin suunnitteluvaiheessa mahdollisimman selkeää toiminnallisuutta eri tarpeisiin.

7.9. Sähköisen viljapassin tietomalli

Viljapassin tietomalli kuvataan liitteessä 2. Tietokannan tietomalli perustuu paperisen passin tietosäilytykseen. Tiedot on jäsennetty relaatiotietokannan malliin siten että samantyyppiset tiedot, kuten yrityksen tiedot, on kuvattu toimijasta riippumatta samalla tavalla. Samanlaista tietoa ovat esimerkiksi toimijan nimi, osoite, yhteystiedot ja tunnukset yhteiskunnallisiin järjestelmiin kuten verohallinnon ja maataloushallinnon tiedot.

Passin kasvi määritellään passia luotaessa ja sitä ei voi vaihtaa. Lajiketieto on vaihdettavissa ja se voi olla myös tyhjänä. Passin tietorakenteeseen varattiin paikka viljaerän käyttötarkoitus-tiedolle, kuten elintarvike, rehu ja siemen alaluokkineen, kehitysryhmässä mukana olleiden yritysten toivomuksesta. Käyttötarkoitus on merkitsevä sen takia että viljaerä voidaan passin perusteella ohjata oikeaan paikkaan. Käyttötarkoitus määrittelee osaltaan myös erän laatuvaatimuksia.

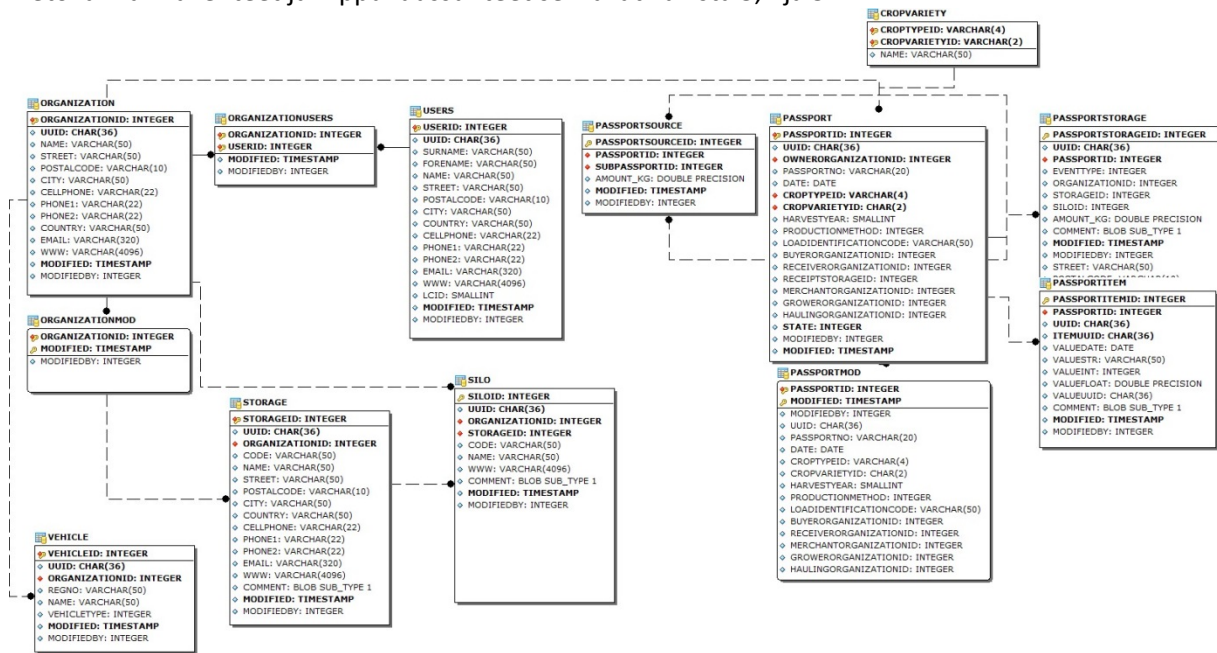
Viljan tuotantotapaan liittyvät täytettävät kohdat on järjestetty dynaamisiksi. Tarvittavia kysymyksiä voidaan lisätä viljapassipalveluun myöhemmin ja valitut kysymykset voidaan valita toimitettavaan viljaerään sopivasta ryhmästä. Ryhmiä voidaan jatkossa määritellä kasvin ja toimijan mukaan. Tavoite on kuitenkin se, että kaikki passit sisältäisivät samat kysymykset erään liittyen. Mukana on aina oltava toimialan yhdessä määrittelemät kysymykset jotka ovat:

- Luonnonmukaisen tuotannon vaihe ja valvonnan tiedot
- Kasvuston käsittely ennen sadonkorjuuta
- Onko viljely tapahtunut ympäristötukijärjestelmän piirissä

Viljapassipalvelun rajapinnoissa käytettävät tietomallit on jäsennetty riippuvuussuhteiden mukaisesti JSON objektiksi. Objektin rakenne noudattaa paperisen passin rakennetta soveltuvin osin.

7.9.1. Järjestelmä

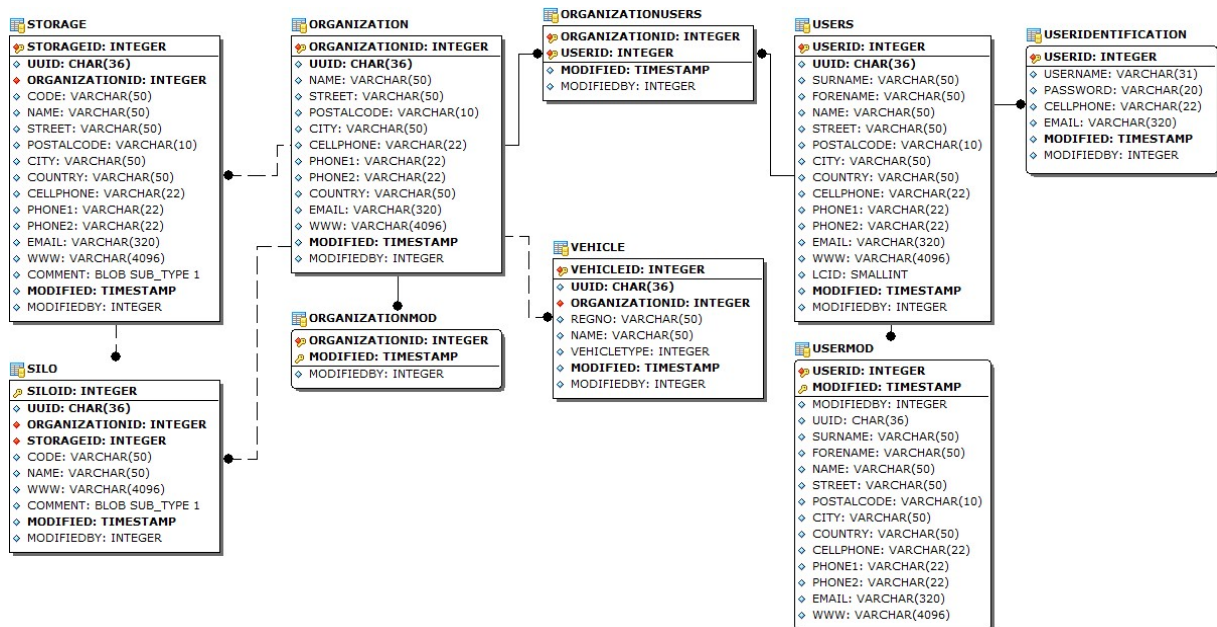
Tietokanta koostuu kokonaisuuksista jotka kuvaavat perustiedot, asetukset, käyttäjät ja itse passit. Tietokannan rakenteet ja riippuvuussuhteet selviävät kuvista 3,4 ja 5.



Kuva 3. Järjestelmän rakenne.

7.9.2. Organisaatiot

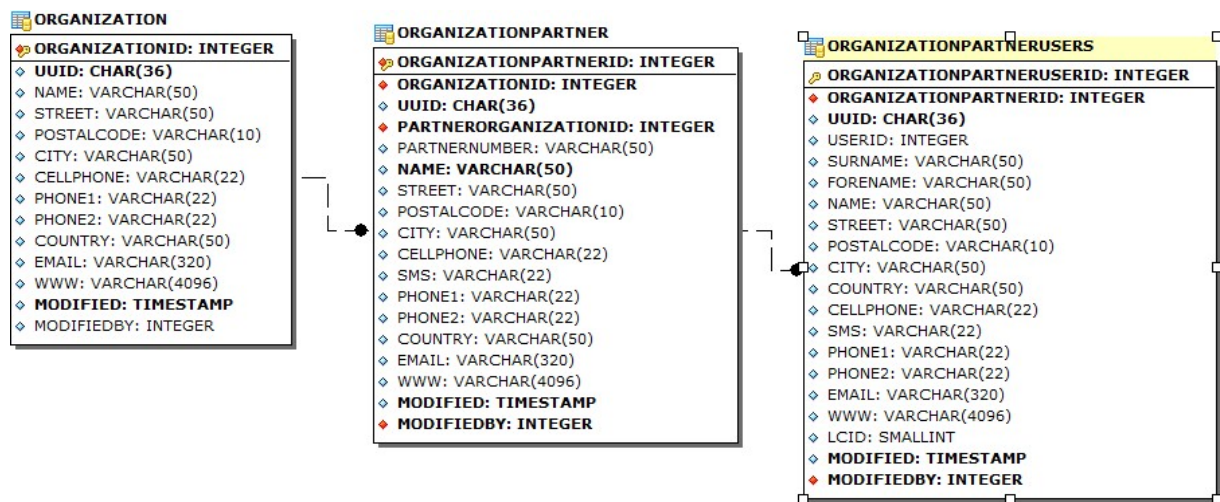
Organisaatiotaulujen avulla kuvataan organisaatioon liittyvät tiedot. ORGANIZATION-tauluun liittyvät käyttäjät, varastot ja ajoneuvot. Nämä tiedot ovat organisaation toimijoiden ja välineiden kuvauksia.



Kuva 4. Organisaation sisältämät tiedot.

7.9.3. Organisaation kumppanit

Organisaation kanssa samoja viljapasseja käyttävät toimijat on liitettävä yhteen. Järjestelmä on suunniteltu siten että se ei anna kokonaista listaa muista toimijoista vaan jokainen toimija kutsuu mukaan ne yhteistyökumppanit joiden kanssa viljapassin tietoja jaetaan. Jokainen toimija saa oman organisaatitietueen ja kun yhteistyö viljapassin käyttöön syntyy, liitetään nämä organisaatiot kumppaneiksi. Jokainen organisaatio hallinnoi omaa organisaatitietuejoukkoa itsenäisesti esimerkiksi yhteystietojen, käyttäjien ja varastojen osalta. Kumppanuussuhteen muodostamisen jälkeen mahdollistetaan näiden tietojen käyttäminen viljapassin muodostamiseen. Kuva 5 esittää kumppanin tietosisällön.



Kuva 5. Kumppanien tietosisältö.

7.9.4. Viljapassin tietomalli

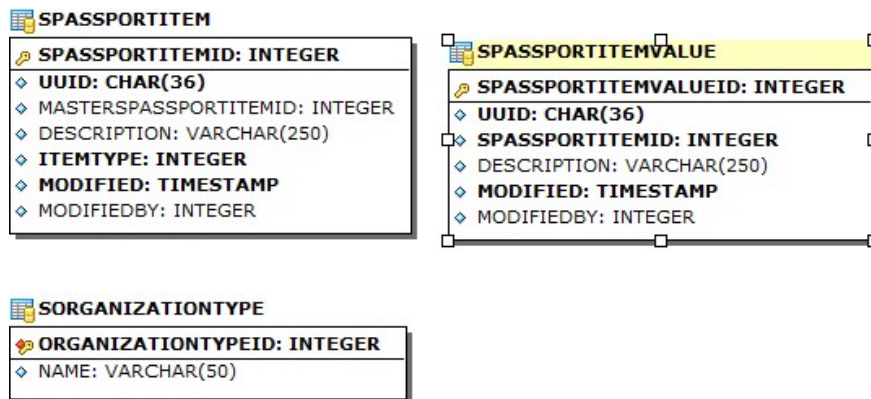
Varsinainen viljapassi muodostuu PASSPORT-tietueesta ja siihen liittyvistä täydentävistä tiedoista (kuva 6). Tärkeä osa passin tietorakennetta ovat PASSPORTACTORS-tietueet missä kuvataan passiin liittyvät organisaatiot. Organisaatiot on luokiteltu ACTORS-luokituksella mikä määrää organisaation roolin passin tietoihin ja edelleen viljaerän tapahtumiin. Sama organisaatio voi olla useammassa roolissa passissa. Passissa ei välttämättä ole toimijaa kaikkiin rooleihin tilanteessa missä passilla kuvataan esimerkiksi varastosiirtoja ilman omistajan vaihtumista tai kauppatapahtumaa.



Kuva 6. Viljapassin rakenne.

7.9.5. Viljapassiin liittyvät lisätiedot

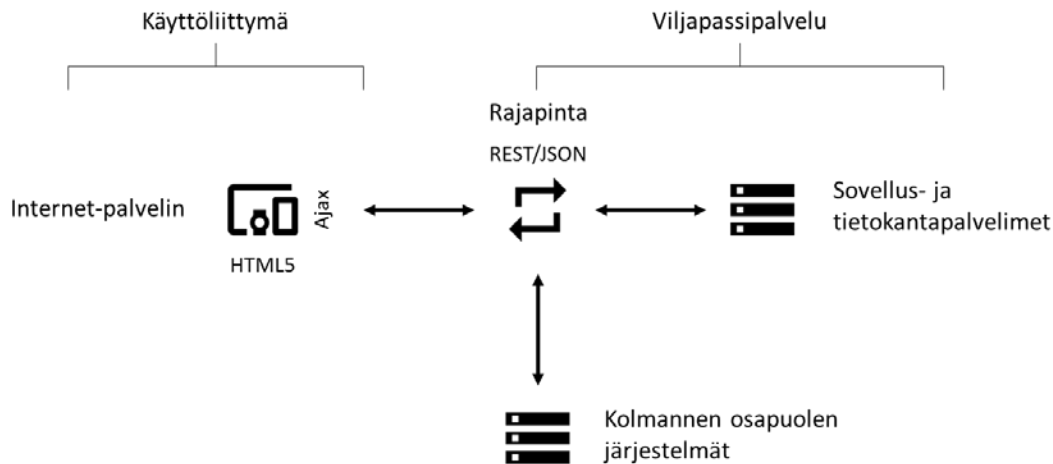
Sähköisessä viljapassissa on joukko kysymyksiä liittyen viljapassin kuvaaman viljaerän tietoihin. Paperisen viljapassin kysymykset on määritelty ennakkoon VYR:n toimesta. Sähköisessä viljapassissa tiedot on määritelty paljon dynamisemmin. Kysymyksiä voidaan lisätä erilaisten tarpeiden mukaan. Käytettävät lisätiedot on kuitenkin määriteltävä järjestelmään ennakkoon sen takia että mahdollistetaan taustajärjestelmien toiminta. Ennakkoon määritellyistä tiedoista voidaan valita passiin kulloisenkin tarpeen mukaiset kysymykset jotka passin täyttäjien on täytettävä.



Kuva 7. Viljapassin taustatiedot.

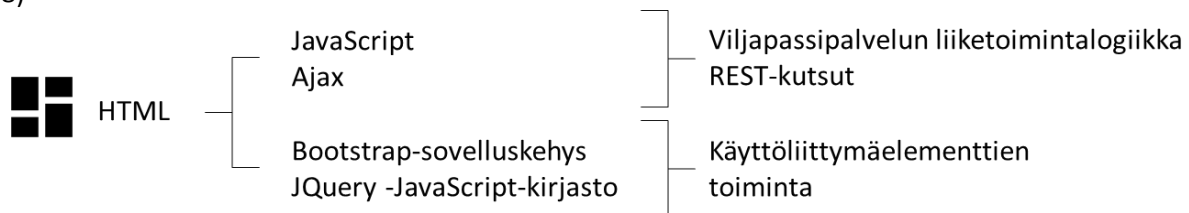
7.10. Käyttöliittymä

Viljapassipalvelun käyttöliittymän kohdekäyttäjryhmät ovat ensisijaisesti viljan viljelijät ja viljaerien kuljettajat sekä toimijat joiden taustajärjestelmiä ei syystä tai toisesta voida integroida viljapassipalveluun. Käyttöliittymäratkaisun suunnittelun lähtökohtana oli, että toteutus on ekosysteemiin riippumaton ja ratkaisu toimii kaikilla nykyaikaisilla älypuhelimilla, tableteilla ja tietokoneilla. Käyttöliittymäsuunnittelun fokus oli käytettävyys mobiilipäätelaitteilla.



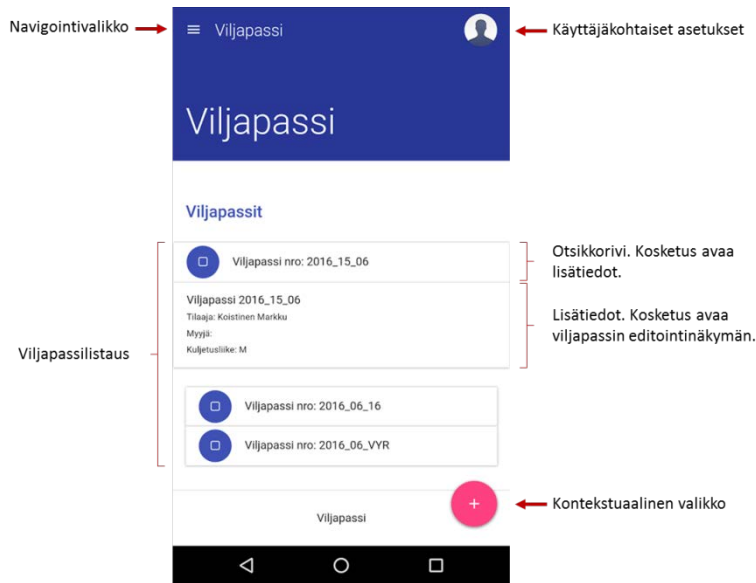
Kuva 8. Viljapassipalvelu, käyttöliittymä ja kolmannen osapuolen järjestelmät.

Viljapassipalvelun prototyypin asiakassovellus on HTML5 [1] -ohjelmointitekniikoilla (HTML [2], JavaScript [3], CSS [4]) toteutettu Internetin kautta jaettava selainkäyttöinen ohjelmisto. Käyttöliittymäelementtien ulkonäkö ja käyttäytyminen perustuu Googlen Material Design -suunnitteluparadigmaan [5]. Käyttöliittymän alustana on käytetty Bootstrap -sovelluskehystä [6] ja sovelluksen logiikkakerroksen hoitamat rajapintakutsut on toteutettu hyödyntäen Ajax -ohjelmointimenetelmiä [7]. Käyttöliittymäpalvelu käyttää samaa sähköisen viljapassiprototyypin ydinpalvelun REST-rajapintaa joka tarjotaan kolmansien osapuolien järjestelmäintegraatioon. (Kuva 8)



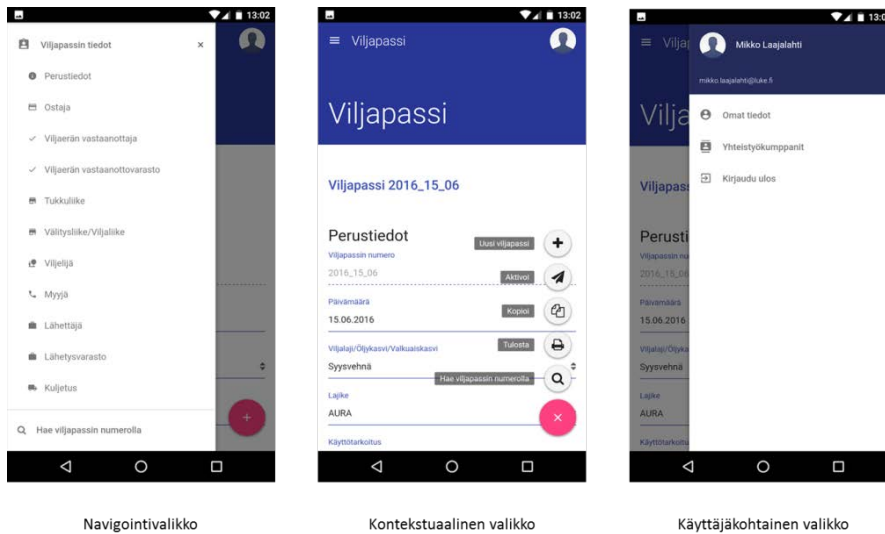
Kuva 9. Käyttöliittymä -web-sovelluksen sisäinen rakenne ylätasolla.

Prototyypikäyttöliittymä on ylätasoinen arkkitehtuuriltaan yhden sivun web-sovellus (Single-page Application, SPA [9]) jonka käyttökokemus on lähempänä alustariippuvaista sovellusta kuin perinteisillä teknologioilla toteutettua verkkosivustoa. Prototyypivaiheessa käyttöliittymä on toteutettu siten, että näyttöihin liittyvät ohjausfunktiokirjastot ovat sovellusaluekohtaisia. Viljapassiin liittyvät toiminnot, kuten näytöt ja Viljapassipalvelun REST-rajapintakutsut, on erotettu käyttöliittymäelementtien toimintaa ohjaavista funktioista (kuva 9).



Kuva 10. Käyttöliittymä: Viljapassit-näkymä ja valikot.

Onnistunut kirjautuminen asiakassovellukseen avaa Viljapassit-näkymän, listauksen viljapasseista joihin käyttäjällä on näyttö- ja/tai muokkausoikeus (kuva 10). Asiakassovellus noutaa viljapassit kutsumalla viljapassipalvelun GetGrainPassports -resurssia. Prototyypivaiheen implementaatio hakee kaikki saatavilla olevat viljapassit ja näyttää ne yhdellä pystysuuntaan vieritettävällä näytöllä. Viljapassit on mahdollista hakea myös halutunkokoisissa erissä. Mikäli viljapassien määrä on suuri, erissä hakeminen nopeuttaa viljapassien käsittelyä. GetGrainPassports -resurssi palauttaa kunkin tulosjoukossa olevan viljapassin koko tietosisällön ja prototyypisovelluksen viljapassikortteihin on tulosjoukosta valittu esimerkkitiedoiksi näistä muutama. Käyttöliittymä ei tarjoa korttien lajittelutoimintoa vaan tieto lajitellaan valmiiksi viljapassipalvelussa. Viljapassikortin otsikkorivin klikkaus/kosketus avaa ja sulkee kortin lisätietonäkymän jota klikkaamalla/koskettamalla päästään edelleen viljapassin editointinäkömään. Jokainen sovelluksen näkymä sisältää kolme valikkoa; navigointivalikon, kontekstuaalisen valikon sekä käyttäjäkohtaisen valikon. Navigointivalikko sisältää toiminnot sekä sivujen väliseen että tarvittaessa sivun sisäiseen navigointiin ja kontekstuaalinen valikko sisältää kunkin sivun sisältöön liittyviä toimintoja. Käyttäjakohtaisen valikon kautta päästään muokkaamaan käyttäjän yritykseen ja toimipisteeseen, varastoihin ja varastosiiloihin sekä ajoneuvoihin liittyviä tietoja sekä tarkastelemaan linkitettyihin yhteistyökumppaneihin liittyviä tietoja ja luomaan uusia yhteistyökumppanikortteja. Kuvassa 11 esitetään viljapassin editointisivun valikkorakenne. Viljapassin editointinäkömä on toteutettu siten, että koko viljapassin sisältö tarjotaan yhdessä pystysuuntaan vieritettävässä näkymässä. Viljapassin sähköisessä versiossa viljapassin tietosisältöä on laajennettu siten, että passiin on lisätty omina kategorioinaan sekä vastaanotto- että lähetysvarasto sekä uutena roolina myyjä. Näin sähköinen viljapassi vastaa paremmin toimialan esittämiin erityiskäyttötapauksiin.



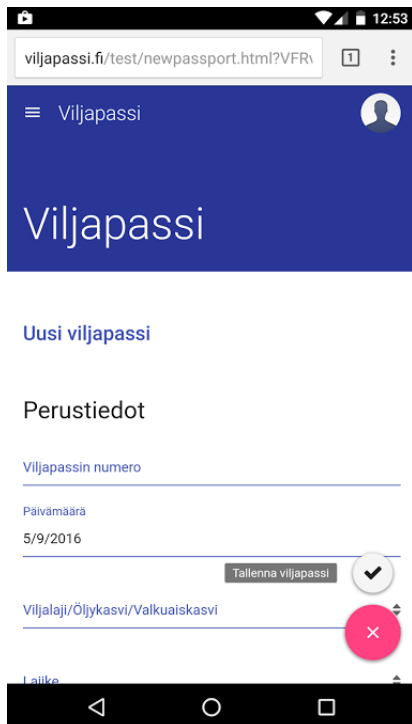
Navigointivalikko

Kontekstuaalinen valikko

Käyttäjakohtainen valikko

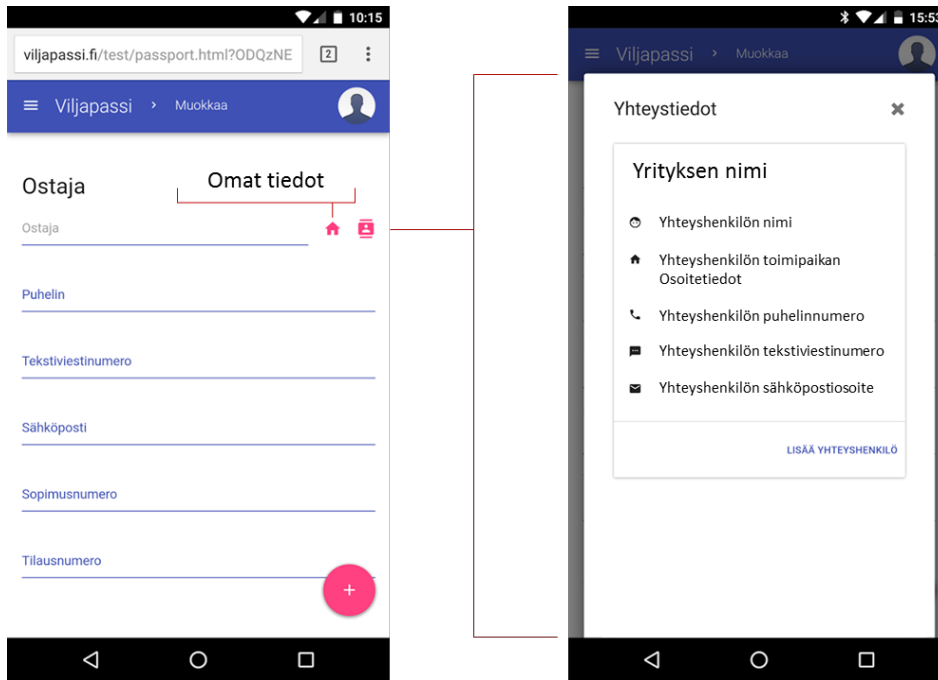
Kuva 11. Käyttöliittymä: Editointinäkömän valikot.

Editointinäkömän kontekstuaalinen valikko sisältää toiminnot uuden viljapassin luontiin, viljapassin aktivointiin, kopiointiin, tulostamiseen sekä viljapassin hakutoiminnon. Viljapassin kopiointi luo uuden viljapassin näkymässä olevan viljapassin tietosisällöllä ja tulostus avaa viljapassin tulostettavan PDF-version. Molemmat ominaisuudet ovat mukana prototyypissä esittelytarkoitusta varten eikä toiminnallisuuksia ole implementoitu. Viljapassin aktivointi-toiminto lähettää uuden viljapassin saapumisilmoituksen kaikille viljapassiin liittyville toimijoille. Uusi viljapassi luodaan valitsemalla Uusi viljapassi -toiminto Viljapassit tai Viljapassi -näkymässä. (Kuva 11)



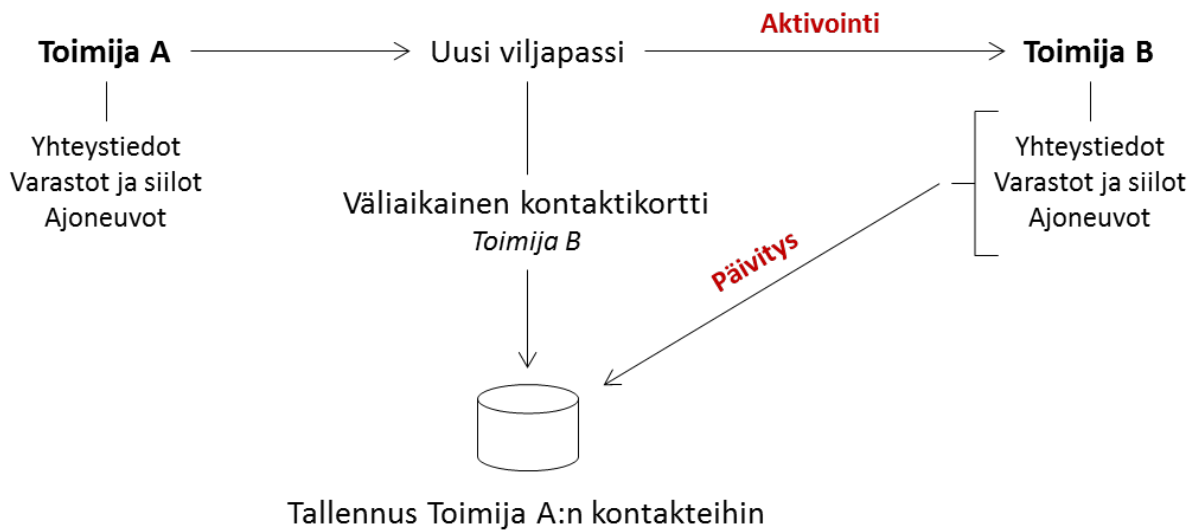
Kuva 12. Käyttöliittymä: Uusi viljapassi.

Uusi viljapassi -näkyssä kysytään viljapassin perustiedot, kuten viljapassin numero ja viljaerään ja sen käyttötarkoitukseen liittyviä tietoja (kuva 12). Mikäli viljapassin numero jätetään tyhjäksi, antaa viljapassipalvelu sen automaattisesti. Uusi viljapassi tallennetaan näkymän kontekstuaalisessa valikossa olevalla tallenna -painikkeella jolloin passi tallennetaan järjestelmään ja käyttäjä ohjataan viljapassin editointinäkympään jossa tietojen lisäämistä voidaan jatkaa.



Kuva 13. Käyttöliittymä: Tietojen täydentäminen, yhteystietokortit ja omat tiedot.

Viljapassin editointinäkympän tietojen syöttö on rakennettu siten, että toimijoiden yhteystiedot haetaan yhteystietokorteista (kuva 13). Maatilan tai yrityksen sisäisiin viljaerien siirtoihin (esimerkiksi puintitapahtumasta viljakuivuriin tai siilosierrot) tarvittavat tiedot voidaan tuoda lomakkeelle Omat tiedot -painikkeella. Puuttuvat tiedot ja tarvittavat lisätiedot voidaan täydentää käsin. Tiedot tallentuvat viljapassipalveluun automaattisesti. Yhteystietokorteilta tieto siirtyy viljapassi-lomakkeelle. Mikäli haettuun tietoon liittyy lisätietoa, palautetaan tieto asianmukaiseen kohtaan viljapassi-lomakkeelle. Toisiinsa suhteessa olevat tiedot voivat olla esimerkiksi vastaanottaja-vastaanottovarasto, lähettäjä-lähetysvarasto ja kuljetusliike-ajoneuvo. Kaikki viljapassin editointinäkympän kategoriat voidaan täyttää myös toisistaan riippumattomasti.



Kuva 14. Yhteystietokorttien päivittyminen.

Yhteystietokortin tarkoitus on nopeuttaa viljapassin täyttöä. Jos yhteistyökumppani, kuten viljaerän vastaanottaja, viljelijä tai kuljetusliike, ei ole vielä sähköisen viljapassin käyttäjä voidaan sille luoda väliaikainen yhteystietokortti. Viljapassin aktivointi lähettää uusille yhteistyökumppaneille kutsun sähköisen viljapassin käyttäjäksi ja olemassa olevat toimijat saavat ilmoituksen saapuneesta sähköisestä viljapassista. Toimijat voivat jakaa niin halutessaan yritykseen liittyviä tietoja viljapassipalvelun välityksellä. Mikäli tietojen jako on hyväksytty, päivittää kutsun hyväksyminen väliaikaisen yhteystietokortin tiedot ajan tasalle. (Kuva 14)

7.11. Liittymä taustajärjestelmiin

Eri toimijoiden taustajärjestelmät liitetään viljapassipalveluun saman rajapinnan kautta kuin käyttöliittymä. Tavoitteena taustajärjestelmien toteuttamisessa on oltava se, että palvelut toimivat saumattomasti yhteisön muun prosessien ohjauksen kanssa.

8. Sähköisen viljapassin elinkaari

Sähköisellä viljapassilla on järjestelmässä elinkaari, minkä aikana passin tietosisältö kertyy ja passi valmistuu kokonaisuudeksi. Valmis viljapassi säilyy edelleen palvelussa myöhempää käyttöä varten. Viljapassin tietojen täyttämisyjärjestyksellä ei ole järjestelmän kannalta suurta merkitystä, mutta luonnollista olisi että passia täytetään sen mukaan kuin viljaerän toimitus etenee. Työryhmissä käytyn keskustelun perustella voi olla tarvetta että järjestelmä edellyttää tietojen olevan olemassa ennen toimituksen etenemistä. Näihin vaatimuksiin on kuitenkin varattava ylivoimaisen esteen mahdollisuus joka tarvittaessa on oltava selvitettävissä passin tietosisällöstä.

1. Luodaan uusi viljapassi
2. Lisätään viljapassin toimijat
3. Lisätään nouto- ja purkuvarasto
4. Lisätään kuljetusvälineet
5. Lisätään erän lisätiedot
6. Lähetetään viljapassi tiedoksi muille toimijoille.
 - Integroituun taustajärjestelmään jos sellainen on käytössä (kauppa, varastot, kuljetusliik-
keet)
 - Sähköpostilla tai tekstiviestillä muille toimijoille (tyypillisesti viljelijöille, satunnaisille kuljet-
tajille)
7. Toimijat täyttävät omat tietonsa
8. Valmis passi noudetaan toimijan omaan taustajärjestelmään.

Järjestelmän toiminnan kannalta on keskeinen asia olemassa olevien passien säilyminen myöhempää käyttöä varten. Passia ei varsinaisesti voida poistaa järjestelmästä, mutta passille voidaan antaa tiedoksi sen elinkaaren vaihe. Passin tietosisältöä ei voida muuttaa loputtomasti vaan jossakin vaiheessa passin on saavutettava tila valmis. Tämän jälkeen passiin voidaan tehdä vain väärään tietoon liittyviä korjauksia eri toimenpiteenä. Kaikki passiin tehdyt muutokset tallennetaan myöhempää tarkistamista varten.

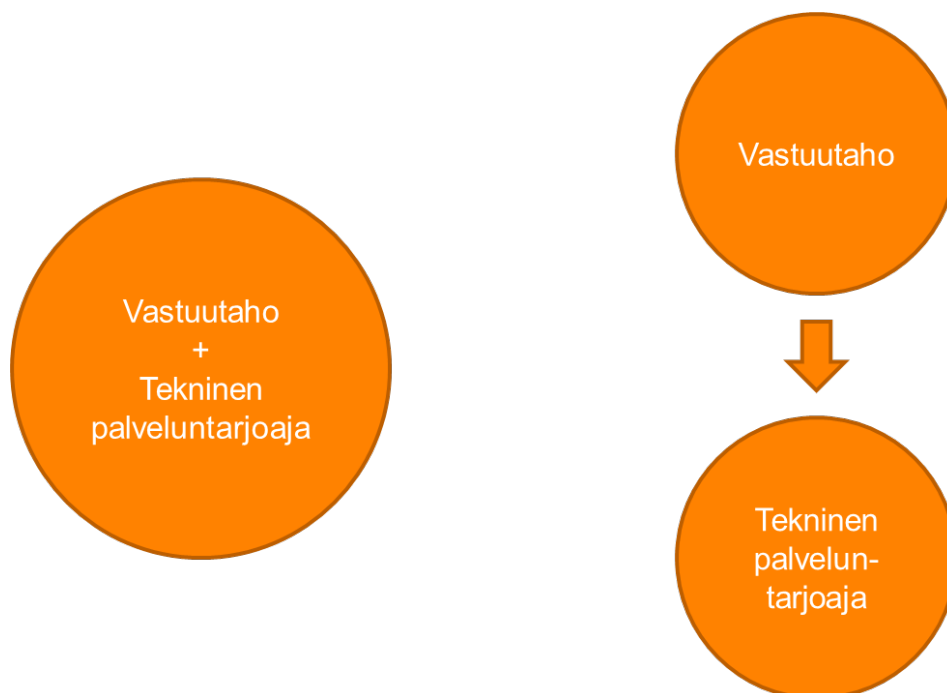
9. Viljapassipalvelimen tuotteistaminen ja ylläpito

Tässä hankkeessa rakennettiin sähköisen viljapassipalvelun prototyyppi vilja-alan yhteiseen käyttöön MMM:lle tehtävänä tilaustutkimuksena. Hanke toimi toimialan strategisena tutkimuksena, joka tukee vilja-alan toimialaa. Hankkeen yhtenä tavoitteena oli muodostaa käsitys siitä, miten viljapassipalvelun prototyyppi toiminnallisuuksineen ja käyttöliittymä esimerkkeineen voidaan siirtää toimialan yhteiseen käyttöön. Ratkaistavia ydinkysymyksiä kokonaisuudessa olivat:

1. Kuka hallinnoi ja kehittää viljapassipalvelua toimialan tarpeiden mukaisesti?
2. Kuka vastaa palvelun ylläpidosta ja kehittämistoimenpiteistä teknisesti?
3. Minkälaisessa toimintaympäristössä palvelu toimisi ympärivuorokautisella ylläpidolla?
4. Miten viljapassipalvelun ylläpidon kustannukset jaetaan toimialalla?
5. Palvelun ylläpitäjän valmius tarjota teknistä tukea erityisesti taustajärjestelmien kehittämiseen liittyvissä asioissa
6. Arvio viljapassipalvelun tuotteistamisen ja ylläpidon kustannuksista.

9.1. Viljapassipalvelun hallinnointi, tekninen palveluntarjoaja ja toimintaympäristö

Viljapassipalvelun toteutuksessa ja ylläpidossa voidaan tunnistaa eri rooleja, jotka toteuttavat palvelukokonaisuuden toimialan käyttöön. Viljapassipalvelimen hallinnoija, palveluntarjoaja ja teknisen toimintaympäristön toteuttaja on kokonaisuus, jonka on oltava puolueeton ja luotettava ja joka kokonaisuutena palvelee tasapuolisesti vilja-alaa. Kokonaisuuden on oltava myös sellainen, että kaikki vilja-alan toimijat ja viljaketjun osajärjestelmiä tuottavat yritykset pystyvät tasapuolisesti kehittämään toimintaa ja järjestelmiään toimiajan tarpeisiin.



Kuva 15. Palvelun ylläpidon vaihtoehdot: vasemmanpuoleisessa vaihtoehdossa sama toimija on sekä viljapassipalvelun vastuutaho että tekninen palveluntarjoaja. Oikeanpuoleisessa vaihtoehdossa viljapassipalvelun vastuutaho hankkii teknisen palvelun eri toimijalta.

Viljapassipalvelu on mahdollista toteuttaa yhden toimijan voimin, joka on sekä palvelun hallinnoija että tekninen toteuttaja (Kuva 15). Toisessa vaihtoehdossa hallinnoija koordinoi ja kehittää suuntaviivoja miten viljapassipalvelu toimisi toimialalla ja ulkoistaa teknisen toteutuksen ja palvelun ylläpidon. Palvelun tarjoaja huolehtii sovelluksen toiminnasta ja vastaa myös palveluympäristön toimivuudesta. Palveluympäristön toteuttajan on kyettävä tarjoamaan palvelinympäristö, joka takaa tietojen tallennusvarmuuden ja toimijoiden luotettavan ja helpon identifioinnin sekä 24/7-toimintavarmuuden.

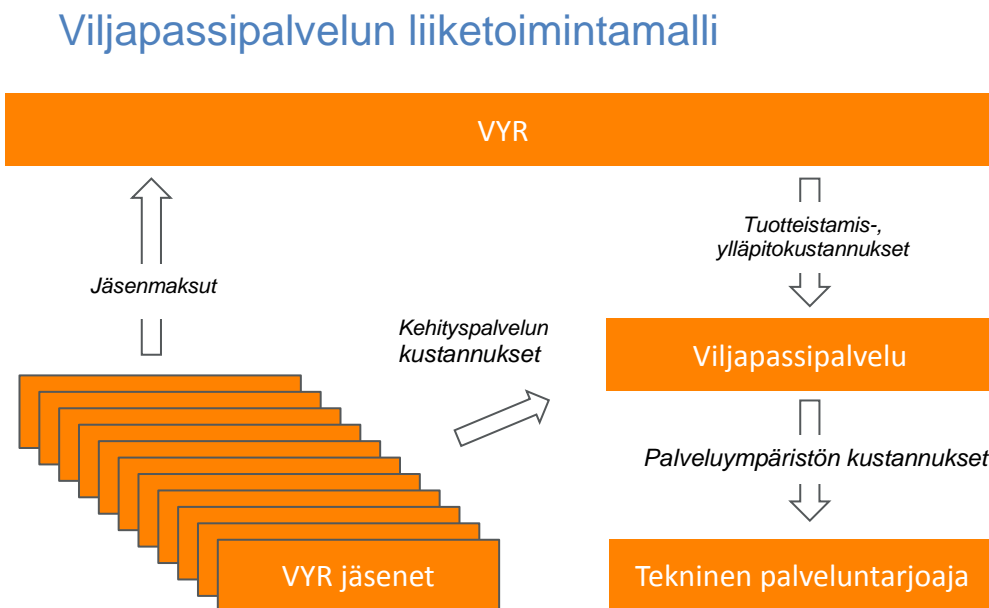
9.2. Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR ry viljapassipalvelun hallinnoijana

Luken teknologiatutkimus on toteuttanut hankkeita, joissa on tutkittu järjestelmien välistä integraatiota. Hankkeissa on todettu, että järjestelmien välisellä integraatiolla ja avoimilla rajapinnoilla olisi mahdollista tuoda eri toimialoille ratkaisuja, jotka pidemmällä aikavälillä tuovat lisäarvoa alan kaikille toimijoille. Erityisesti toimialoilla, joissa on monia eri toimijoita, suljettujen ratkaisujen toteuttaminen rajaa osan toimijoista pois, eivätkä menetelmät ja palvelut jalkaudu toimialan käyttöön laajasti. Vilja-ala toimii monien toimijoiden verkostona, joten avointen ratkaisujen avulla koko toimialaa olisi mahdollista kehittää kansainvälisesti kilpailukykyisemmäksi.

Hankkeen aikana käytyjen keskustelujen perusteella Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR ry olisi neutraali toimija, jolla on alan yhteinen näkemys avoimen viljapassipalvelun mahdollisuuksista ja kehittämis-kohteista. VYR:n tehtävänä olisikin luontevasti varmistaa se, että viljapassipalvelun toteuttaja pystyisi tarjoamaan tasapuolisesti palvelun kaikille alan toimijoille niin, ettei yritysten välinen kilpailuasetelma vääristyisi.

9.3. Liiketoimintamalli

Viljapassipalvelun liiketoimintamalli on mahdollista nähdä kaksivaiheisena. Tuotteistamisvaiheessa viljapassipalvelun liiketoimintamalli perustuu VYR:n hallinnointiin, jolloin yritykset rahoittavat osana jäsenmaksujaan viljapassipalvelun tuotteistamisen ja ylläpidon (Kuva 16). Viljapassipalvelu vastaa ja rakentaa teknisen palveluntarjoajan kanssa kokonaisuuden, jonka rahoitus rakentuu VYR:n rahoituksesta ja yritysten ostopalveluista.



Kuva 16. Viljapassin liiketoimintamalli.

Tutkijaryhmä näkee, että ensimmäisessä vaiheessa VYR:n on käsiteltävä hankkeen tulokset ja prototyypipalvelun toiminnallisuudet. Tämän jälkeen liiketoimintamallissa viljapassipalvelun kustannukset katettaisiin ensisijaisesti palvelun käyttäjien taholta. Rahoitus voi olla jäsenmaksuna VYR:n toimijoilta.

9.4. Viljapassipalvelun kaupallistaminen toimialan yhteiseen käyttöön

Luke toteutti viljapassipalvelun prototyypin MMM:n rahoituksella. Sopimuksen mukaan tulokset ja tuotokset siirtyivät MMM:n hallintaan. MMM:n tavoite on saada viljapassipalvelun prototyyppi tuoteistettua toimialan palveluksi. Hankkeen aikana on toimialan kanssa käyty keskusteluja erilaisista jatkotoimenpidevaihtoehdoista. Hankkeen loppuseminaarissa esiteltiin neljä etenemistietä, miten viljapassipalvelun kaupallistaminen olisi mahdollista toteuttaa:

1. Prototyypin siirtäminen MMM:ltä toimialan palveluksi kaupallisen toimijan voimin

MMM siirtää tulokset ja vastuun VYR:lle, jonka roolina on vastata ja valvoa viljapassipalvelun käyttöä ja toteutusta. Ensimmäisessä vaiheessa viljapassipalvelun toteutus kilpailutetaan VYR:n toimesta. MMM:n rooli on tässä vaiheessa olla mukana varmistamassa, että viljapassipalvelun toteuttaja on puolueeton ja luotettava toimija, joka pystyy mukautumaan toimialan tarpeisiin ketterästi. Luke olisi mukana tuotteistamisessa alihankkijana, jolloin varmistetaan prototyypin luonnin aikana syntyneen hiljaisen tiedon siirto palvelun toteuttajalle. Tuotteistamisen rahoitus järjestetään VYR:n kautta.

2. Prototyypin siirtäminen MMM:ltä toimialan palveluksi osana Luken palvelukokonaisuutta

Tässä vaihtoehdossa nähdään, että Luke olisi toimija, joka pystyisi takaamaan palvelun ylläpidon toimialalle tasapuolisesti. MMM siirtää tulokset ja vastuun edelleen VYR:lle, jonka roolina on vastata ja valvoa viljapassipalvelun käyttöä ja toteutusta. Tässä vaihtoehdossa kilpailutusta ei tarvitse toteuttaa. MMM:n rooli olisi edelleen olla mukana varmistamassa, että Luke huomioi toimialan tarpeen ja on ketterä mukautumaan toimintaympäristön muutoksiin. Luke on käynyt alustavia neuvotteluja Valtion tieto- ja viestintätekniikkakeskus Valtorin kanssa siitä, että Valtori pystyy tarjoamaan vaaditun toimintaympäristön ylläpitoineen palvelulle. Tuotteistamisen rahoitus järjestetään tässäkin vaihtoehdossa VYR:n kautta.

3. Viljapassipalvelimen toteutus kaupallisen toimijan voimin tämän loppuraportin perusteella

Yhtenä vaihtoehtona on, että kaupallinen toimija tuotteistaa viljapassipalvelun MMM:n ja VYR:n antaman suostumuksen jälkeen tämän loppuraportin perusteella. Tuotteistaminen tapahtuisi osana toimijan liiketoimintaa ja tuotteistamisen ja ylläpidon kustannukset katettaisiin viljapassipalvelun käyttömaksuin.

4. Viljapassipalvelu jää toteuttamatta

Tässä vaihtoehdossa vilja-ala ei halua siirtyä vielä sähköisen viljapassin käyttäjiksi vaan toiminta jatkuu paperisen version avulla nykyisellään.

9.5. Viljapassipalvelun tuotteistamis- ja ylläpitokustannukset

Viljapassipalvelun tuotteistamis- ja ylläpitovaiheen kustannukset koostuvat palveluympäristön, palvelun rakentamisen ja sen ylläpidon kustannuksista. Tuotteistamisvaiheessa palveluympäristön nostaminen käyttökuntoon korottaa palveluympäristöä koskevaa kustannusta. Ylläpitovaiheessa vuotuisen kustannus on huomattavasti alhaisempi. Tutkijaryhmä on arvioinut, että palvelun rakentaminen tuotteeksi vaatisi noin yhden henkilötyövuoden työpanoksen. Ylläpitovaiheessa työpanos on arviolta 6 htkk vuodessa. Seuraavaksi on eritelty tuotteistamis- ja ylläpitovaiheen kustannukset.

Viljapassipalvelun tuotteistamisvaiheen kustannukset:

- Palveluympäristö, n. 20 000 €
 - tietoturva
 - ylläpito 24/7
 - prosessori 8 ytiminen +2,4MHz
 - muisti +16Gt
 - Windows Server 2012
 - tietokanta 500Mt => 2Tb levyt
- Viljapassipalvelun rakentaminen kaupalliselle asteelle n. 125 000 €
 - palkkakustannukset, minimitaso 1 htv, 120 000 €
 - ohjelmistot ja työkalut, 5 000 €
- Kokonaiskustannus tuotteistamisesta n. 145 000 €

Viljapassipalvelun ylläpitovaiheen kustannukset vuodessa:

- Palveluympäristö, n. 6 000 €
- Ylläpito- ja päivityskustannus riippuu toimialan vaatimuksista, n. 65 000 €
 - palkkakustannukset minimitaso 6 htkk = 60 000 €
 - ohjelmistot ja työkalut, 5 000 €
- Kokonaiskustannus ylläpidosta n. 71 000 €/vuosi

9.6. Viljapassipalvelun ja yritysten taustajärjestelmien välinen integraatio

Hankkeen aikana integraatiotestaus viljapassipalvelun ja yritysten taustajärjestelmien välillä jäi toteuttamatta hankkeen aikana tehdyn taustajärjestelmäsovellutuksen avulla. Integraatio-osion avulla toimiala olisi saanut huomattavasti konkreettisemmän kuvan siitä, mitä viljapassipalvelu mahdollistaisi ja mitä integraatio käytännössä tarkoittaisi yritysten jo olemassa oleville järjestelmille.

Viljapassipalvelun kaupallistaminen toimialan yhteiseen käyttöön tarvitsee kehitystyötä, jossa viljapassipalvelu ja yritysten taustajärjestelmät saadaan integroitua. Kehitystyö edellyttää yrityksiltä panostusta kehittää omia järjestelmiään niin, että viljapassit saadaan muodostettua helposti ja ilmoitusviestit viljelijöille ja kuljetusliikkeille saadaan lähtemään automaattisesti. Kehitystyö edellyttää, että yritysten on mahdollista hankkia tarvittava tekninen informaatio ja tuki viljapassipalvelun ylläpitäjältä.

10. Maatilan Internet -tutkimus, standardisointi ja viljapassipalvelu

Luken teknologiatutkimus tekee Maatalouden Internet-tutkimusta kokonaisen viljatilän mittakaavassa. Tutkimuskokonaisuudessa koneet, laitteet ja sensorit ovat suoraan yhteydessä Internetiin (IoT eli Internet of Things). Myös koneiden välinen viestintä on oleellista, koska ihminen ei siirrä tietoa, vaan koneet keskustelevat suoraan keskenään (M2M eli Machine to Machine). Internet-tutkimuksen keskeinen osa ovat tulevaisuuden pilvipalvelut, jotka ovat saatavissa kaikkialla ja erilaisista käyttöliittymistä ja hyödyn-tävät dataa eri lähteistä. Tämä mahdollistaa osaltaan uudenlaiset toimintaprosessit ja liiketoimintamal-lit. Maatilamittakaavan tutkimukselle keskeistä on myös robotiikan kehittäminen. Autonomiset koneet tulevat korvaamaan työvoimaa päätöksentekovaltuuksiltaan eritasoisiin tehtäviin. Peltotoimenpiteiden tekeminen robotilla ja niiden liittäminen maatilan toimintaan on tärkeä tutkimuskohde. Koneisiin liittyvä läheisesti koneoppiminen, jolloin koneet ja järjestelmät oppivat työstä (esim. ensin työ tehdään manu-aalijolla jonka jälkeen kone osaa toistaa työtapahtuman).

Maatalouden Internet ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kaikki toimii tulevaisuudessa ilman ihmisen läsnäoloa. Kokonaisuudessa yksi tutkimuksen kohde käsittelee Kyber-fyysisiä järjestelmiä, jossa auto-matisoituvat järjestelmät ja ihmiset viestivät keskenään ja ympäristöönsä ajasta, paikasta ja organisaatiorajoista riippumatta (mm. vastuullisuuden toteuttaminen, työn ja toiminnan tehokkuus). Tulevaisuu-den maatilat ovat yhä tiiviimmin linkittyneet muuhun tietämysyhteiskuntaan. Teknologian kehitys luo menetelmiä, jotka mahdollistavat uusia toimintamalleja myös vilja-alalle. Paperinen viljapassi loi osan vilja-alan yhteisistä pelisäännöistä, jonka luontevana jatkona oli paperisen version muuttaminen sähköiseksi. Sähköinen viljapassi mahdollistaa sen, että viljakaupan toimijat pystyisivät kehittämään omia taustajärjestelmiään keskenään yhteensopivimmiksi ja rakentamaan toimintatapoja, jossa tieto liikkuu eri järjestelmien välillä automaattisesti.

On kriittistä, että myös Suomessa ollaan mukana kansainvälisessä kehityksessä. Hankkeen tutkija-ryhmä näkee Suomen vilja-alalla paljon uusia mahdollisuuksia kehittyä kansainvälisesti kehityksen kär-keen. Vilja-ala keskustelee rakentavasti ja pystyy sopimaan asioista yhdessä. Suomessa on myös paljon teknologia ja ICT-osaamista, jota pitäisi hyödyntää tehokkaasti. Tutkimus näkee vilja-alan ja kotimaisen koneteollisuuden kokonaisuutena, joka loisi hyvät edellytykset muun muassa tuotteiden lisäarvon rakentamiselle, vastuullisuudelle ja jäljitettävyydelle. On vain muodostettava yhteinen tahtotila alan kehittämisiksi. Hankkeen tutkijaryhmä on pyrkinyt osaltaan kokoamaan yhteisen tahtotilan vaatimuksia.

Luken tutkimus on mukana kansainvälisessä verkostossa ja toimii aktiivisesti resurssiensa puitteissa maailmanlaajuisessa standardisointityössä. Tutkimuslaitoksen tehtävänä on seurata, vaikuttaa ja tie-dottaa kansainvälisten standardien kehittymisessä. Standardit ja niistä toteutettavat sovellukset on kehitettävä yhtä aikaa. Tällä varmistetaan standardin soveltuvuus tarpeeseen. Standardoinnin seuraaminen on resursseja vaativaa ja kansallisesti on tarkoituksenmukaista tehdä yhteistyötä yritysten ja tutkimuksen kanssa. Luken teknologiatutkimus tekee tällä hetkellä aktiivista yhteistyötä standardisoinnissa Suomen Maatalousautomaatio ry:n kanssa. Maatalouskoneautomaation yhteinen tulevaisuus määritellään ja kehitetään standardisointityössä. Tällä hetkellä ISO 11783 -standardia tulkitaan ja mää-ritetään AEF:n (the Agricultural Industry Electronics Foundation, www.aef-online.org) toimesta. AEF on kansainvälinen intressiryhmä, joka kehittää maatalousautomaatiostandardeja. Luke on mukana tässä ryhmässä ja on tietoinen siitä, että alatyöryhmistä yksi on alkanut kesäkuussa 2016 työstää standar-diehdotusta, jossa määritellään tuotannon jäljitettävyyttä koskevia teknologisia ratkaisuja. Alatyöryh-mään olisi saatava edustus myös Suomesta, joka pystyy osallistumaan ja informoimaan myös vilja-alan toimijoita. Suomen Maatalousautomaatio ry edustaa suomalaisia maatalousteknologiaa valmistavia yrityksiä. Yhdistys on suoraan jäsenenä AEF:ssä. Yhdistyksen kautta yrityksillä on pääsy mukaan stan-dardien valmisteluun. Viljapassipalvelimen tuotteistamisvaiheessa onkin huomioitava kansainvälinen standardisointityö ja oltava aktiivisesti mukana vaikuttamassa sen kehittämiseen. Viljapassipalvelimen

prototyypin rakentamisessa syntyneet käytännöt ja teknologiset ratkaisut vaikuttaisivatkin kehitteillä olevan standardin sisältöön ja ratkaisuihin.

11. Viljapassin liittyminen muuhun tutkimukseen

Viljapassin tarvetta ja soveltuvuutta alan tarpeisiin tutkittiin samaan aikaan ”Vastuullisuuden konseptointi ja uusi arvonluonti viljaketjussa (ViljaVastuu)” -hankkeessa (Kotro ym). Hakkeiden tutkimusta ja tulosten raportointia tehtiin yhdessä. ViljaVastuu-tutkimuksesta on laadittu oma erillinen raportti.



Kuva: Magnus Scharmanoff / Luken arkisto

12. Toimialan tahtotila

Teknologian kehityksen tuomat mahdollisuudet muuttavat myös vilja-alaa tulevaisuudessa. Teollinen Internet ja sen teknologiat sekä kansainvälisten standardien kehitys luovat mahdollisuuksia ja vaatimuksia myös viljapassipalvelun tuotteistamiseen. Tällä hetkellä vilja-alan on pohdittava, onko se valmis tuotteistamaan viljapassipalvelu päättyneen hankkeen tulosten pohjalta. Jos ala on valmis rakentamaan yhteistä toimintatapaa myös järjestelmien integraation osalta, on seuraavassa vaiheessa huomioitava alan standardit ja niiden kehitys. Tutkijaryhmä kokeekin, että vilja-alan toimijat eivät kilpaile keskenään järjestelmäintegraatioon ja standardisointiin liittyvissä asioissa. Pidemmällä aikavälillä alan kaikki toimijat tulevat hyötymään yhteisistä pelisäännöistä. Jos toimiala ei ole valmis viljapassipalvelun tuotteistamisvaiheeseen, on yksi mahdollisuus toteuttaa lyhyt jatkohanke, jossa alan pioneiryriyten kanssa pilotoidaan viljapassipalveluprototyypin ja yritysten taustajärjestelmien integraatio. Pilotoinnin avulla toimiala saisi huomattavasti konkreettisemmän kuvan siitä, mitä viljapassipalvelun ja yritysten taustajärjestelmien integraatio käytännössä tarkoittaisi. Integraation toteutus testattaisiin todellisilla viljatoimituksilla. Integraatiohankkeessa demonstroitaisiin viljapassipalvelun soveltaminen viljaerien kuljetuksille tiloilta kuljetusliikkeen kautta viljan ostajalle. Riippuen pioneiryriyten tahtotiloista, mahdollista olisi myös laajentaa demonstraatiota siten, että viljan välitys/-varastointiliike on mukana toimitusketjussa. Jatkohankkeeseen pitäisi sisällyttää myös osio, jossa olisi resurssi osallistua standardisointityöhön, jossa luodaan määräytyksiä jäljitettävyyjärjestelmille.

13. Johtopäätökset

Tässä hankkeessa rakennettiin sähköisen viljapassipalvelun prototyyppi. Hankkeessa toteutettiin prototyypin tietokanta, rajapinnat, viljapassipalvelimen taustasovellusesimerkki ja käyttöliittymä. Käyttöliittymän suunnittelussa huomioitiin eritoten viljelijöiden ja kuljetusliikkeiden vaatimukset. Hanke toteutettiin hankesuunnitelman raameissa, vaikkakin hankkeen resursointia jouduttiin mukauttamaan toteutuksen aikana. Hankkeen työpanos kohdentui erityisesti toimialan kanssa käytyihin keskusteluihin ja viljapassipalvelimen käyttöliittymän rakentamiseen, joka koettiin työryhmissä tärkeänä. Tästä johtuen yritysten taustajärjestelmäsovelluksia ei ehditty hankkeessa rakentamaan, jolloin viljapassipalvelun testaaminen yritysten todellisissa viljatoimituksissa jäi toteuttamatta. Testausten tavoitteena olisi ollut taustajärjestelmäsovellutuksen avulla pilotointi, jolloin olisi saatu käytännön kokemus yrityksissä siitä, mitä viljapassipalvelun ja sähköisen viljapassin käyttö edellyttäisi yritysten toiminnanohjausjärjestelmiltä. Tavoitteena oli myös saada yritysten tuotannonohjausjärjestelmiä tekevät asiantuntijat käymään keskustelua jatkotoimenpiteiden toteutuksesta. Lisäksi tavoitteena oli saada selville mahdolliset parannettavat asiat itse viljapassipalvelussa.

Hankkeen aikana rakennettu prototyyppi saatiin tasolle, jota voi hyödyntää luotettavasti demonstraatioissa. Myös prototyyppipalvelimen rajapinnat yritysten taustajärjestelmiä varten toteutettiin. Rakentamisen ja kehittämisen aikana tehdyt määräykset ja käyty keskustelu loi osaltaan raameja ja mahdollisuuksia tulevaisuuden viljakaupalle. Tutkijaryhmä kokee, että toimialan yhteinen käytäntö viljakaupassa tulee pitkällä aikavälillä tehostamaan jokaisen toimijan toimintaa. Jatko onkin kiinni toimialan tahtotilasta ja siitä, miten yhteistyö ja sen mahdollisuudet koetaan. Toimialan on pohdittava, onko se valmis tuotteistamaan viljapassipalvelu päättyneen hankkeen tulosten pohjalta vai tarvitaanko vielä tutkimus-/pilotointiosuus, jossa alan pioneeriyritysten kanssa toteutetaan esimerkkitaupauksia, joissa viljapassipalveluprototyypin ja yritysten taustajärjestelmien integraatio toteutetaan. Pilotoinnin avulla toimiala saisi huomattavasti konkreettisemmän kuvan siitä, mitä viljapassipalvelu mahdollistaisi ja mitä integraatio käytännössä tarkoittaisi yritysten jo olemassa oleville järjestelmille.

Hankkeen aikana suunniteltiin ja toteutettiin toimiva prototyyppi palvelusta. Suunnitteluvaiheen aikana käytiin hankkeessa mukana olevien toimijoiden kanssa keskustelua palvelun sisällöstä ja sovitamisesta toimialan käyttämiin taustajärjestelmiin. Käydyn keskustelun perusteella saimme sovitettua passiin tarvittavan tietosisällön ja toteuttamiskelpoisen rakenteen. Käyttöliittymä toteutettiin yleisellä tasolla toteuttamaan kaikki passin tietojen syöttäminen. Myös rajapinnan toimivuutta taustajärjestelmiin päin testattiin erillisellä sovelluksella joka kuvasi taustajärjestelmän toiminnallisuuksia. Sama rajapinta saatiin sopimaan sekä käyttäjän käyttöliittymään että taustasovellusten käyttöön mikä oli yksi suunnittelutavoitteista.

Palvelun sisäinen infrastruktuuri ei ole prototyyppivaiheessa tuotantovalmis joten palvelun käyttöön ei aseteta ympärivuorokauden kattavaa ylläpitovelvollisuutta. Viljapassipalvelun lopullisessa toteutuksessa prototyyppihankkeen jälkeen tulee huomioida laadunvarmistukseen liittyviä asioita, kuten käyttäjien autentifointi, järjestelmän suojaus/kryptaus, käytön kuormitus ja lähdekoodin virheittämyys.

Projektin aikana saadun palautteen perusteella alalle tarvitaan sähköinen ratkaisu joka toteuttaa ja automatisoi paperisen palvelun. Yksittäisen toimijan on mahdollista toteuttaa vastaavankaltainen oma järjestelmä joka muuttaa oman toiminnan sähköiseksi. Tässä vaihtoehdossa on kuitenkin ongelmana eri organisaatioiden välinen automaattinen tiedonsiirto. Eri organisaatioiden välisten järjestelmien yhdistelmiä syntyy melkein ääretön määrä ja sen toteuttaminen taloudellisesti ei ole tarkoituksenmukaista.

Raportissa kuvataan vaihtoehdot jatkokehittämiselle. Jatkokehittämisen rahoitus lähtee toimialan tarpeesta ja tahtotilasta. Tämän tyyppinen hanke on strategisesti tärkeä toimialan kehittymiselle myös kansainvälisesti.

Esitämme, että toimiala jatkaa yhteisen rajapinnan ja järjestelmän kehittämistä saatujen kokemusten perusteella.

Lähteet

Vastuullisuuden konseptointi ja uusi arvonluonti viljaketjussa (ViljaVastuu) (Kotro. J).

<http://www.viljapassi.fi> / Luettu 15.12.2016

Tekniset dokumentit

[1] <https://www.w3.org/TR/html5/> Luettu 22.8.2016

[2] <https://www.w3.org/html/> Luettu 22.8.2016

[3] <https://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript> Luettu 22.8.2016

[4] <https://www.w3.org/Style/CSS/> Luettu 22.8.2016

[5] <https://material.google.com/> Luettu 22.8.2016

[6] <http://getbootstrap.com/> Luettu 22.8.2016

[7] [https://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_\(programming\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming)) Luettu 22.8.2016

[8] https://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer Luettu 22.8.2016

[9] https://en.wikipedia.org/wiki/Single-page_application Luettu 22.8.2016

Kirjallisuus

Kotro, J., Järvinen, M., Latvala, T., Suomi, P., Ronkainen, A., Laajalahti, M., Nysand, M., Eerikäinen, H. ja Heikkilä, L. 2014: Viljaketjun vastuullisuuden jäljitettävyyden ja läpinäkyvyyden kehittäminen. MMM Laatuketju -raportti.

http://www.laatuketju.fi/laatuketju/www/fi/hankkeet/2013/raportit/Vastuullisuus_viljaketjussa_loppu_raportti.pdf

Liitteet

Liite 1. Grain Passport REST Interface.

Liite 1. Grain Passport REST Interface

Grain Passport REST Interface Web Tool

Web tool	http://kallioniemi.dlinkddns.com:24000/GrainPassport/GrainPassportBEServer.dll
----------	--

Service Address

Base URL	http://kallioniemi.dlinkddns.com:24000/GrainPassport/GrainPassportBEServer.dll/datasnap/rest/TGrainPassportServerMethods20160429/
----------	---

Security

Server login (NOT ACTIVATED ON PROTOTYPE ENVIRONMENT)	
Type	HTTP Basic Authentication
Request Header	Authorization
Request header parameters	username password
Parameter Encoding	Base64(username + ':' + password)

POST Request Anomaly

In POST methods URL encoded quotation marks must be put around the resource name.

Example:

.../:%22AddNewGrainPassport%22/[SESSIONUUID]

The Grain Passport REST Interface is based on Embarcadero DataSnap REST technology. The technology is explained in more detail here:

http://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Seattle/en/DataSnap_REST_Messaging_Protocol

Resources

Resource	GetSession/[USERNAME]/[PASSWORD]	
Description	Opens the session and on success returns the session id to be used in further requests and user specific locale code	
Method	GET	
Payload	-	
Response	JSON Object Identifier	result.SESSION.data
	Object type	Objects in Array
	Response keys	result.SESSION.data[0].UUID result.SESSION.data[0].LCID

Resource	EndSession/[SESSIONUUID]	
Description	Terminates the session making session id unusable for further requests	
Method	GET	
Payload	-	
Response	-	

Resource	GetGrainPassportsCount/[SESSIONUUID]	
Description	Returns the number (as integer) of passports that user has access to	

Method	GET	
Payload	-	
Response	JSON Object Identifier	
	Response keys	result

Resource	GetGrainPassports/[SESSIONUUID]/[FIRST]/[COUNT]/[SORT]	
Description	Returns all the passports the user has access to	
Method	GET	
Payload	-	
Response	JSON Object Identifier	result.PASSPORT.data[]
	Child objects	result.PASSPORT.data[].detailis.PASSPORTLOAD.data[]
		result.PASSPORT.data[].detailis.PASSPORTAMOUNT.data[]
	Actors	result.PASSPORT.data[].detailis.PASSPORTACTOR.data[]
	Actor Users	.details.PASSPORTACTORUSER.data[]
		result.PASSPORT.data[].detailis.PASSPORTITEM.data[]
		result.PASSPORT.data[].detailis.PASSPORTVEHICLE.data[]
		result.PASSPORT.data[].detailis.PASSPORTSTORAGE.data[]

Resource	GetGrainPassport/[SESSIONUUID]/[GRAINPASSPORTUUID]
Description	Returns the passport with the given passport id
Method	GET
Payload	-
Response	Refer to GetGrainPassports resource

Resource	AddNewGrainPassport/[SESSIONUUID]	
Description	Adds a new grain passport into service or updates existing grain passport basic information. For the update the passport UUID is needed (see the Resource Response). If the passport number and date are left blank the system assigns them automatically.	
Method	POST	
Payload	JSON Object	
	<pre> { "PASSPORT": { "data": [{ KEY: VALUE,... (Can be left empty on first request) }] } </pre>	
Response	JSON Object Identifier	result.PASSPORT.data[0]
	Passport ID	result.PASSPORT.data[0].UUID

Relating resources for appending data into existing grain passport

Resource with path parameters	Payload	Method
SetGrainPassportItem/[SESSIONUUID]/[PASSPORTUUID]	JSON Object	POST

In order to set a passport item value:

-
- Get the item type id (result.SPASSPORTITEM.data[].UUID) of the needed item type

and if applicable the needed item type value uuid (result.SPASSPORTITEM.data[].details.SPASSPORTITEMVALUE.data[].UUID) from GetPassportItemTypes

- Get a passport using GetGrainPassport resource and extract needed passport item row id (result.PASSPORT.data[0].details.PASSPORTITEM.data[].UUID) using item id (see previous bullet point) as filter (result.PASSPORT.data[0].details.PASSPORTITEM.data[].ITEMUUID)
- Use key value pairs for PASSPORTITEM UUID, ITEMUUID and VALUE (PASSPORTITEMVALUE UUID) in SetPassportItem JSON payload

Example

Save the value Organic (Luomu) for the key Production Method (Tuotantotapa)

- o Get the **item type id** from GetPassportItemTypes where passport item type description when requested with LCID 2057 (English) = 'For organic farming: way of production'
 - ITEM TYPE UUID: 96A88652-413D-45C5-9A1C-343B68EA76E2 and the **item value id** from JSON object's detail data where description = 'Organic'
 - ITEM VALUE UUID: FEAC8A45-AE2D-47C6-B021-0BD6ACC2AC3C
- o Get the item uuid that matches the item type uudi from a passport item data and get the corresponding passport item row uuid (just UUID in JSON). This row uuid is unique and assigned when a new passport is generated
- o Use the SetGrainPassportItem resource to post the relevant values into the passport
 - ```
{ "PASSPORTITEM": { "data": [
 {"UUID": "PASSPORTITEM_ROW_UUID",
 "ITEMUUID": "96A88652-413D-45C5-9A1C-343B68EA76E2",
 "VALUE": "FEAC8A45-AE2D-47C6-B021-0BD6ACC2AC3C"
 }
]}}
```

**Note that all the following POST methods used to append data into a grain passport use the same methodology as the one described above.**

|                                                                                       |             |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|
| GetPassportItemTypes/[LCID]                                                           | -           | GET  |
| Returns the passport item types and, if applicable, the accepted values for each key. |             |      |
| SetGrainPassportAmount/[SESSIONUUID]/[PASSPORTUUID]                                   | JSON Object | POST |
| Sets the passport load weight.                                                        |             |      |
| SetGrainPassportActor/[SESSIONUUID]/[PASSPORTUUID]                                    | JSON Object | POST |
| Sets the different actors' data into a grain passport.                                |             |      |
| SetGrainPassportActorUser/[SESSIONUUID]/[PASSPORTUUID]/[ACTORTYPE]                    | JSON Object | POST |
| Sets the user data into grain passport actor.                                         |             |      |

|                                                                                                                                                                                                                              |             |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|
| GetPartners/[SESSIONUUID]                                                                                                                                                                                                    | -           | GET  |
| Returns the partner data to be used in passport update operations.                                                                                                                                                           |             |      |
| SetGrainPassportVehicle/[SESSIONUUID]/<br>[PASSPORTUUID]                                                                                                                                                                     | JSON Object | POST |
| Sets the load transfer vehicle data into a grain passport.                                                                                                                                                                   |             |      |
| GetPartnerVehicles/[SESSIONUUID]/[PARTNERUUID]                                                                                                                                                                               | -           | GET  |
| Returns the partner vehicle data.                                                                                                                                                                                            |             |      |
| SetGrainPassportLoad/[SESSIONUUID]/<br>[PASSPORTUUID]                                                                                                                                                                        | JSON Object | POST |
| Sets the vehicle containing cleaning data into a passport.                                                                                                                                                                   |             |      |
| SetGrainPassportStorage/[SESSIONUUID]/<br>[PASSPORTUUID]                                                                                                                                                                     | JSON Object | POST |
| Sets the storage (sending and receiving) as well as silo data into a grain passport.                                                                                                                                         |             |      |
| GetPartnerStorages/[SESSIONUUID]/[PARTNERUUID]                                                                                                                                                                               | -           | GET  |
| Returns the partner storage data.                                                                                                                                                                                            |             |      |
| GetCropTypes/[SEARCH TEXT]/[LCID]                                                                                                                                                                                            | -           | GET  |
| Returns the preset crop types and varieties. The search text is optional and the LCID defines the crop type and variety view name language. Use the crop type id and crop variety id in the passport data update operations. |             |      |
| GetCropUse/[SEARCH TEXT]/[LCID]                                                                                                                                                                                              | -           | GET  |
| Returns the predefined crop type usage data. The response data structure follows crop type – crop type use (result.CROPTYPE.data[0].details.CROPTYPEUSE.data[0]).                                                            |             |      |
| SetGrainPassportActive/[SESSIONUUID]/<br>[GRAINPASSPORTUUID]                                                                                                                                                                 | -           | POST |
| Activates the grain passport and sends a notification to relevant actors.                                                                                                                                                    |             |      |

| Resource with path parameters                                                                                                                                                                        | Payload | Method |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| GetUserInfo/[SESSIONUUID]                                                                                                                                                                            | -       | GET    |
| Returns active user and user organization data. Note that a user can be related in one or more organizations. Response object data structure is result.USER.data[0].details.USERORGANIZATION.data[0] |         |        |
| GetUserOrganizations/[SESSIONUUID]                                                                                                                                                                   | -       | GET    |

|                                                                                                                                             |             |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|
|                                                                                                                                             |             |      |
| Returns active user organizations.                                                                                                          |             |      |
| GetOrganization/[SESSIONUUID]/<br>[ORGANIZATIONUUID]                                                                                        | -           | GET  |
| Returns the more detailed organization data related to organization id (ORGANIZATIONUUID) including storages and silos, vehicles and users. |             |      |
| GetOrganizationVehicle/[SESSIONUUID]/<br>[ORGANIZATIONUUID]                                                                                 | -           | GET  |
| Returns the organization vehicle data.                                                                                                      |             |      |
| <b>Setters for organization data</b>                                                                                                        |             |      |
| SetOrganization/[SESSIONUUID]                                                                                                               | JSON Object | POST |
| SetOrganizationUser/[SESSIONUUID]/ [OR-<br>GANIZATIONUUID]                                                                                  | JSON Object | POST |
| SetOrganizationVehicle/[SESSIONUUID]/<br>[ORGANIZATIONUUID]                                                                                 | JSON Object | POST |
| SetOrganizationStorage/[SESSIONUUID]/<br>[ORGANIZATIONUUID]                                                                                 | JSON Object | POST |
| SetOrganizationStorageSilo/[SESSIONUUID]/<br>[ORGANIZATIONUUID]/[STORAGEUUID]                                                               | JSON Object | POST |
| <b>Setters for partner data</b>                                                                                                             |             |      |
| SetPartner/[SESSIONUUID]                                                                                                                    | JSON Object | POST |
| SetPartnerUser/[SESSIONUUID]/<br>[PARTNERUUID]                                                                                              | JSON Object | POST |
| CallPartnerUser/[SESSIONUUID]/<br>[PARTNERUUID]/[PARTNERUSERUUID]                                                                           |             |      |
| ConnectPartnerUser/[SESSIONUUID]/<br>[PARTNERKEY]                                                                                           |             |      |

## Standardized key-value pairs

| LOCALE CODES |          |
|--------------|----------|
| LCID         | NAME     |
| 1035         | Suomi    |
| 2077         | Ruotsi   |
| 2057         | Englanti |
| 1049         | Venäjä   |

| ACTORS (PASSPORTACTOR) |               |                                                                                    |
|------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ACTORTYPE              | NAME          | COMMENT                                                                            |
| 100                    | PASSPORTOWNER | The original creator of a grain passport. The value of this key cannot be changed. |
| 200                    | GROWER        | Farmer. A single passport can contain crops from more than one farmer.             |
| 300                    | SELLER        | Seller. The seller can be different than the farmer.                               |
| 400                    | BUYER         | Buyer. The final owner of the crop lot.                                            |
| 500                    | SENDER        | Sender.                                                                            |
| 600                    | HAULING       | Hauling.                                                                           |
| 700                    | WHOLESELLER   | Wholeseller.                                                                       |
| 800                    | MERCHANTOR    | Merchantor.                                                                        |
| 900                    | RECEIVER      | Receiving organization.                                                            |

| STORAGE (PASSPORTSTORAGE) |                  |                                                                          |
|---------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| EVENTTYPE                 | NAME             | DESCRIPTION                                                              |
| 100                       | SENDINGSTORAGE   | Information on sending storage. More likely related to actor 200 or 500. |
| 200                       | RECEIVINGSTORAGE | Information on receiving storage. Related to passport actor 900.         |

| AMOUNT (PASSPORTAMOUNT) |                                                             |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| AMOUNTTYPE              | DESCRIPTION                                                 |
| 100                     | Final weight. Usually entered by actor 900.                 |
| 600                     | Sending weight. The weight reported by the sender.          |
| 700                     | The maximum loading weight.                                 |
| 800                     | Planned weight.                                             |
| 900                     | Contract weight. Contract between the buyer and the seller. |



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Latokartanonkaari 9  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 32/2017

## Alkutuotannon kyberuhat

Mikko Laajalahti ja Jussi Nikander

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2017

# **Alkutuotannon kyberuhat**

Mikko Laajalahti ja Jussi Nikander

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2017



*Laajalahti, M. & Nikander, J. 2017. Alkutuotannon kyberuhat. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2017. Helsinki. Luke. 38 s.*

ISBN: 978-952-326-410-6 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-411-3 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-411-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Mikko Laajalahti ja Jussi Nikander

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2016

Julkaisuvuosi: 2017

Kannen kuva: Mikko Laajalahti

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>



## Tiivistelmä

Tietotekniikan käyttö alkutuotannon prosesseissa lisääntyy nopeasti. Käytössä olevat sekä kiinteät, että liikkuvat laitteet kytketään tietoverkkoon, jotta voidaan mahdollistaa uusia toiminnallisuuksia ja tehostaa toimintaa verkottuneiden ratkaisujen avulla. Samalla laitteiden kyberturvallisuuden merkitys kasvaa, kun niihin on mahdollista vaikuttaa tietoverkon kautta. Alkutuotannon laitteet noudattavat pääosin kyberturvallisuuden toimialasta riippumattomia peruseriä. Toimintaympäristön erityispiirteitä ovat muun muassa laitekokonaisuuksien syntyminen ilman kokonaissuunnitelmaa, järjestelmällisen ylläpidon puute ja tyyppilliseen tietotekniikkaan verrattuna pitkät käyttöiät.

Alkutuotannon kyberturvallisuudelle on useita uhkia, joista tärkeimmät liittyvät tietotekniikan nopeaan kehitykseen ja lisääntymiseen, ja sitä kautta tapahtuvaan jatkuvaan muutokseen. Maatalouden ongelmana on tietoteknisen osaamisen hidaskasvu, varsinkin alkutuotannossa, ja sitä kautta vajavainen tietotekninen ymmärrys, joka johtaa kyberturvallisuuskulttuurin puuttumiseen. Alkutuotannossa on myös erityispiirteitä, jotka asettavat lisähaasteita kyberturvallisuudelle.

Alkutuotannon laitteiden elinkaaren tulee jatkossa kiinnittää huomiota. Käytössä olevan ohjaustekniikan nopea vanheneminen voi tarpeettomasti lyhentää investointien muuta taloudellista elinkaarta. Rakennusten elinkaari on tyyppillisesti 30–50 vuotta ja ajoneuvojen ja työkalujen 10–30 vuotta, kun taas tyyppillisen tietotekniikan elinkaari on parhaimmillaankin alle 10 vuotta. Täten laitteen eliniän aikana sen tietotekniikka tulisi uusiksi 2–10 kertaa ja tekniset ratkaisut, jotka olivat laitteeseen asennettuna sitä ostettaessa, ovat todennäköisesti poistuneet tuotannosta kauan ennen taloudellisen käyttöiän päättymistä. Rakennusten ja laitteiden elinkaari päivittämiseen ja ylläpitoon tulee varata resursseja.

Alkutuotannon käyttämät ratkaisut ovat vielä hyvin heterogeenisiä. Tämä osaltaan vaikeuttaa koko toimialaa vastaan tehtäviä hyökkäyksiä. Yksittäisen toimijan laitteisiin tapahtuvat iskut ovat yleensä johonkin laitealustaan kohdistuvia. Esimerkiksi sulautettujen laitteiden käyttäminen palvelustohyökkäyksen alustana voi tehdä alkutuotannon toimijasta hyökkäysvälineen. Näistä esimerkkinä on valvontakameroiden avulla tehdyt palvelunestohyökkäykset kolmatta osapuolta vastaan.

Toimialan osaamista kyberturvallisuudessa tulisi kehittää kokonaisvaltaisesti. Uhkien tunnistaminen on ensimmäinen askel niiden hallitsemiseen. Useimmat tietoturvaan liittyvät menetelmät vaativat tiettyä toimintakulttuuria. Ymmärtämätön käyttäjä voi omalla toiminnallaan aiheuttaa tarpeettomia riskejä, esimerkiksi jättämällä säännöllisen päivittämisen, varmistamisen ja varmuuskopiointin tekemättä. Toimialan kyberturvallisuuden kehittämiseksi tulisi havaittuja haavoittuvuuksia nostaa esille toimintaohjeiden kera, ja toimialan kyberturvallisuutta tulisi kehittää jatkossa määrätietoisesti.

### Asiasanat:

Alkutuotanto, automaatio, elintarviketuotanto, ISOBUS, kyberturvallisuus, lypsyrobotti, maatalous

# Sisällys

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Hankkeen perustelut ja tavoite .....</b>                                        | <b>5</b>  |
| <b>2. Sanastoa .....</b>                                                              | <b>6</b>  |
| <b>3. Maatalouden kyberturvallisuus .....</b>                                         | <b>7</b>  |
| <b>4. Alkutuotannon fyysinen ja digitaalinen toimintaympäristö .....</b>              | <b>11</b> |
| 4.1. Maatilan digitaalinen toimintaympäristö ja sen yleiset heikkoudet .....          | 11        |
| 4.1.1. Maatilan digitaalinen toimintaympäristö.....                                   | 12        |
| 4.1.2. Haasteita ja heikkouksia toimintaympäristössä .....                            | 13        |
| 4.2. Maatilan johtaminen ja taloushallinto.....                                       | 15        |
| 4.2.1. Haasteita ja heikkouksia tilan johtamis- ja taloushallintojärjestelmissä ..... | 15        |
| 4.3. Rakennukset ja muut pysyvät rakennelmat.....                                     | 16        |
| 4.3.1. Haasteita ja heikkouksia tilan rakennuksiin liittyen .....                     | 17        |
| 4.4. Peltoviljelyn järjestelmät .....                                                 | 18        |
| 4.4.1. Haasteita ja heikkouksia peltoviljelyn järjestelmissä .....                    | 18        |
| 4.5. Kotieläintalouden järjestelmät .....                                             | 18        |
| 4.5.1. Haasteita ja heikkouksia kotieläintalouden järjestelmissä .....                | 19        |
| 4.6. Maatalouden ajoneuvot .....                                                      | 19        |
| 4.6.1. Traktorit .....                                                                | 20        |
| 4.6.2. Traktoriin kytkettävät työkoneet .....                                         | 20        |
| 4.6.3. Maatalouden itsekulkevat koneet .....                                          | 20        |
| 4.6.4. Muut ajoneuvot .....                                                           | 20        |
| 4.6.5. Haasteita ja heikkouksia maatalouden ajoneuvoissa ja koneissa .....            | 20        |
| 4.7. Maatilan tietokoneet .....                                                       | 21        |
| 4.7.1. Työtietokoneet.....                                                            | 21        |
| 4.7.2. Henkilökohtaiset tietokoneet .....                                             | 22        |
| 4.8. Alkutuotannon harjoittama jatkojalostustoiminta .....                            | 22        |
| 4.8.1. Haasteita alkutuotannon harjoittamassa jalostustoiminnassa .....               | 22        |
| <b>5. Maatalousympäristön kyberuhkia .....</b>                                        | <b>23</b> |
| 5.1. Vahingot ja onnettomuudet .....                                                  | 23        |
| 5.2. Kyberhyökkäykset maatilaa vastaan.....                                           | 25        |
| 5.3. Maatilan laitteiden kaappaus .....                                               | 27        |
| <b>6. Tietojärjestelmät ja tietosuoja maatalouden liiketoiminnassa .....</b>          | <b>28</b> |
| <b>7. Materiaali- ja varaosahuolto .....</b>                                          | <b>30</b> |
| <b>8. Varmuuskopiot ja digitaalinen arkisto .....</b>                                 | <b>31</b> |
| <b>9. Maatalouden tietojärjestelmien kriisinkestävyys.....</b>                        | <b>32</b> |
| 9.1. Vaikutuksen sähkönjakelun häiriöissä .....                                       | 32        |
| 9.2. Tietoliikenteen häiriöiden vaikutukset .....                                     | 32        |
| 9.3. Laitteiston rikkoutuminen ja datan korruptoituminen .....                        | 32        |
| 9.4. Poikkeusolot.....                                                                | 33        |
| <b>10. Kyberuhilta suojautuminen .....</b>                                            | <b>34</b> |
| 10.1. Käytännön toimia maatilalla .....                                               | 36        |
| <b>11. Yhteenveto.....</b>                                                            | <b>37</b> |
| <b>Viitteet.....</b>                                                                  | <b>38</b> |

# 1. Hankkeen perustelut ja tavoite

Tämä työ on tehty osana Maa- ja metsätalousministeriön kyberturvallisuuden toimeenpano-ohjelmaa. Ohjelmassa on noussut esiin tarve selvittää elintarvikkeiden alkutuotantoon ja tuotantoketjun turvallisuuteen kohdistuvia kyberuhkia. Alun perin työ rajattiin koskemaan elintarviketeollisuutta ja elintarvikkeiden alkutuotantoa, mutta hankkeen aikana havaittiin, että resurssit riittävät vain alkutuotannon kyberuhkien kartoittamiseen. Elintarvikeketjut ja muu elintarviketeollisuus rajattiin täten selvityksen ulkopuolelle. Työn tavoitteena on koota kokonaiskuva elintarvikkeiden alkutuotannon haavoittuvuuden nykytilasta, sekä tehdä toimenpide-ehdotuksia jotka tähtäävät parempaan kyberturvallisuuteen alkutuotannossa ja koko elintarvikesektorilla. Sähkönjakeluun ja sen häiriöihin liittyvät uhat käsitellään hankkeessa vain siten, kuin ne suoraan vaikuttavat alkutuotannon kybertoimintaympäristöön. Laajempi sähkönjakelun häiriökartoitus suoritetaan Jatkosähkö -hankkeessa.

Hankkeessa tuotetaan raportti, jota voidaan käyttää sekä sinällään kyberuhkatietämyksen levittämisessä, mutta joka voi toimia myös lähtökohtana myöhemmille kehittämis- ja tutkimustoimille.

## 2. Sanastoa

”Kyber” on etuliite joka tarkoittaa tietokoneisiin, tietoverkkoihin ja tietoliikenteeseen liittyvää toimintaa. Tässä raportissa termiä kyber käytetään kaikesta toiminnasta, mihin liittyy sähköisessä muodossa olevaa tietoa. Täten esimerkiksi termi kyberuhka käsittää uhat, jotka kohdistuvat sähköisessä muodossa olevaan tietoon tai tätä tietoa käyttävään toimintaan. Kyberuhka voi olla esimerkiksi tiedon katoaminen, luvaton kopiointi, vääristyminen, tai siihen käsiksi pääsyn estäminen. Kyberuhka voi kohdistua itse tiedon lisäksi myös kybertoimintaympäristöön, eli sähköisessä muodossa olevan tiedon käsittelyyn tarkoitettuun tietojärjestelmään. Järjestelmään voidaan esimerkiksi tunkeutua, se voi vaurioitua, tai sen käyttäminen voi estyä syystä tai toisesta. Uhka voi myös olla tiedon käytön estymisen aiheuttama maatalan toiminnan vaikeutuminen. Esimerkiksi maataloudessa käytössä olevat automaatiojärjestelmät eivät toimi ilman ohjausta.

Alla olevassa taulukossa on lueteltu ja kuvattu tärkeimmät raportissa käytetyt termit.

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kyberturvallisuus            | Tavoitetila, jossa kybertoimintaympäristöön voidaan luottaa ja jossa sen toiminta turvataan (Valtioneuvosto 2013).                                                                                                                                                                          |
| Kybertoimintaympäristö       | Sähköisessä muodossa olevan informaation (tiedon) käsittelyyn tarkoitettu, yhdestä tai useammasta tietojärjestelmästä muodostuva toimintaympäristö (Valtioneuvosto 2013).                                                                                                                   |
| Kyberuhka                    | Kybertoimintaympäristöön ja tietoon kohdistuva uhka.                                                                                                                                                                                                                                        |
| Langaton sisäverkko eli WLAN | Langattomasti toteutettu organisaation sisäinen verkko. ”Wireless Local Area Network”                                                                                                                                                                                                       |
| Langaton ulkoverkko eli WWAN | Langattomasti toteutettu laaja-alainen tietoliikenne. Yleensä 3G, 4G, jne. matkapuhelinverkko. ”Wireless Wide Area Network”                                                                                                                                                                 |
| Palvelunestohyökkäys         | Tietoverkon välityksellä tehtävä hyökkäys, jonka pyrkimyksenä on häiritä tai estää tietyn verkko-osoitteen, -resurssin tai -sivuston toiminta.                                                                                                                                              |
| Sisäverkko                   | Organisaation omassa hallinnassa oleva tietoverkko, johon pääsyä internetistä on rajoitettu palomuurin avulla.                                                                                                                                                                              |
| Sulautettu järjestelmä       | Tiettyyn tarkoitukseen, yleensä laitteen osaksi, tehty laite- ja ohjelmistokokonaisuus.                                                                                                                                                                                                     |
| Ulkoverkko                   | Organisaation käyttämä verkko joka ei ole omassa hallinnassa                                                                                                                                                                                                                                |
| Väyläohjaus                  | Menetelmä missä järjestelmän eri osat kytkeytyvät ohjaustiedon välitystä varten toisiinsa. Väylä toimii tiedonsiirtoreittinä. Maatalouskoneissa tyypillisesti CAN väylä on SAE J1939 standardin mukainen ratkaisu. ISO 11783 eli ISOBUS perustuu SAE J1939 standardin mukaiseen ratkaisuun. |

### 3. Maatalouden kyberturvallisuus

Kyberturvallisuus tarkoittaa kybertoimintaympäristön toiminnan turvaamista, missä kybertoimintaympäristö on sähköisessä muodossa olevan tiedon käsittelyyn tarkoitettu tietojärjestelmistä ja niihin liittyvistä fyysisen maailman laitteista muodostuva toimintaympäristö. Yleisesti Suomen valtion kyberturvallisuuden kehittämistä ohjaa kansallinen Kyberturvallisuusstrategia (Valtioneuvosto, 2013). Kyberturvallisuudessa tärkein julkinen toimija on Viestintäviraston kyberturvallisuuskeskus, joka ylläpitää valtion kyberturvallisuuden tilannekuvaa. Keskuksen työhön kuuluu myös ylläpitää julkista kyberturvallisuusivustoa<sup>1</sup>. Sivusto on Suomen valtion viestintäkanava kyberturvallisuudesta, mukaan lukien ohjeet ja tämänhetkinen turvallisuustilanne. Keskus on myös laatinut useita ohjeita, joista muutamat liittyvät kyberuhkiin, joita tässä raportissa käsitellään. Kaikki ohjeet löytyvät keskuksen verkkosivuilta<sup>2</sup>.

Ohjeita on muun muassa seuraavista asioista (suluissa ohjeen numero): langattomien verkkojen tietoturva (Ohje 2/2011), palvelunestohyökkäysten ehkäisy ja torjunta (Ohje 3/2016), ja ohje kiristyshaittaohjelmia vastaan (005/2016 J). Ohjeita lukiessa kannattaa tosin muistaa, että tietotekniikka kehittyy erittäin nopeasti. Täten vuonna 2011 julkaistu ohje langattomien verkkojen tietoturvasta on jo monelta osin auttamatta vanhentunut. Kyberturvallisuuskeskukselta löytyy myös yksi toimialakohtainen ohje, joka koskee Terveydenhuoltoalan kyberuhkia (Ohje 1/2016).

Maatalouden kyberturvallisuus tarkoittaa ruuantuotannon kybertoimintaympäristön toiminnan turvaamista siten, että ruoka saadaan pelloilta aina pöytään asti (farm-to-fork). Tässä työssä kyberturvallisuutta tarkastellaan maatalon näkökulmasta, joten työ käsittelee ensisijaisesti maatalon kybertoimintaympäristön turvaamista.

Maatalouden alkutuotannon ydintoimintaa on biomassan kasvatusta. Tästä biomassasta valtaosa menee ruuan ja rehun tuotantoon. Viimeisten vuosien aikana alkutuotannon automaatio, ja tätä kautta myös käytetyn tietotekniikan määrä, on lisääntynyt. Täten alkutuotannon toimintaympäristössä tiedon käsittely ja käyttö on nykyään erittäin tärkeä osa monen maatalon toimintaa. Alkutuotannossa tietotekniikka kytkeytyy hyvin vahvasti erilaisiin koneisiin ja laitteisiin, kuten traktoreihin ja eläinsuojien sekä kasvihuoneiden automaatiojärjestelmiin. Täten maatalouden kyberturvallisuudessa on myös erittäin voimakas fyysiseen maailmaan liittyvä elementti. Kyberuhat voivat heijastua fyysiseen toimintaympäristöön, ja toimintaympäristö itsessään voi altistaa kyberuhille.

Valtaosa kyberturvallisuuteen tarvittavasta teknologiasta, laitteista ja osaamisesta on toimialariippumaton; pääosin samoja menetelmiä ja periaatteita voidaan käyttää kaikkien alojen kyberturvallisuuden kehittämiseen ja ylläpitämiseen tähtäävässä toiminnassa. Puhutaan esimerkiksi niin sanotusta 80/20 –periaatteesta, jonka mukaan 80 prosenttia kyberturvallisuudesta on yleisluontoista, ja 20 prosenttia on toimialakohtaista (Manning 2016). Periaate on yksi selitys sille, miksi tieteellisessä kirjallisuudessa on kohtuullisen vähän nimenomaan maatalouden kyberturvallisuuteen liittyvää tutkimusta. Kyberturvallisuuden tutkimus on ensisijaisesti yleistä kyberturvallisuuden tutkimusta, jota voidaan soveltaa useisiin tieteenaloihin. Nimenomaan maatalouteen liittyvä kyberturvallisuustutkimus puolestaan voi olla osa laajempaa maatalouden tietotekniikan tai ruokaturvallisuuden tutkimusta. Täten varsinaista maatalouden kyberturvallisuuden tutkimusta ei välttämättä ole kovinkaan paljoa.

Suomessa julkaistiin helmikuussa 2017 raportti kyberturvallisuuden nykytilasta, tavoitetilasta, ja tarvittavista toimenpiteistä (Lehto *ym.* 2017). Raportti käsittelee kyberturvallisuutta pääosin hyvin yleisellä tasolla, joten suurinta osaa raportista ei voi suoraan soveltaa maatalouden kyberturvallisuuden arviointiin, varsinkaan jos asiaa katsoo maatalon näkökulmasta. Hyödyllisin osa raportista tämän työn kannalta on osio 2, joka sisältää analyysin kyberturvallisuuden nykytilasta Suomessa. Osio sisältää analyysin merkittävimmistä tämänhetkisistä kyberuhista sekä kyberuhkien aiheuttajista. Lehdon *ym.* raportin mainitsevat uhat kohdistuvat seuraaviin kohteisiin:

<sup>1</sup> <https://www.viestintavirasto.fi/kyberturvallisuus.html>

<sup>2</sup> <https://www.viestintavirasto.fi/kyberturvallisuus/tietoturvaohjeet.html>

1. Älypuhelimet ja esineiden internet
2. Web
3. Sosiaalinen media
4. Henkilötietokannat
5. Pilvipalvelut

Lisäksi Lehdon *ym.* raportissa puhutaan kohdistetuista hyökkäyksistä tiettyihin kohteisiin, sekä luetellaan toimialat, joihin kohdistuu eniten kyberuhkia; maatalous ei ole suosituimpien kohteiden joukossa. Raportissa mainittujen toimialojen joukossa on kuitenkin liikenne ja kuljetus, johon myös maatalouden logistiikka perustuu, joten ainakin välillisesti voidaan sanoa maatalouden olevan huomattavan kyberuhan kohteena.

Raportissa luetelluista kohteista maatalouden kannalta merkityksellisimmät ovat esineiden internet ja pilvipalvelut. Esineiden internet (Internet of Things) tarkoittaa laitteiden ja koneiden, kuten esimerkiksi traktoreiden tai maatalouden automaatiojärjestelmien, liittämistä internetiin, jolloin niitä voidaan verkon kautta valvoa, mitata, tai ohjata. Monet uudet maatalouden koneet ja laitteet voidaan nykyään liittää verkkoon, ja tulevaisuudessa näiden laitteiden osuus yhä vain kasvaa. Samoin maatalouden tietojärjestelmien lisääntyessä ja monimutkaistuesssa maataloilla on yhä enemmän käytössä erilaisia pilvipalveluita. Tässä työssä käsitellään sekä verkkoon kytkettyjä laitteita, että pilvipalveluissa olevia tietojärjestelmiä.

Web ja sosiaalinen media koskettavat maatalousyrityksiä siinä missä muitakin yrityksiä. Niihin liittyvät uhat tuskin ovat erityisesti maataloutta vastaan suunnattuja. Henkilötietokantoihin liittyvät uhat taas kohdistuvat ensisijaisesti suuriin, tuhansia henkilöitä sisältäviin henkilötietokantoihin, joiden tietoja on mahdollista suoraan hyödyntää rikolliseen tarkoitukseen. Tällaisia ovat esimerkiksi tarkkoja henkilötietoja, kirjautumistietoja eri järjestelmiin, tai luottokorttitietoja sisältävät tietokannat. Maatalouden alkutuotannossa syntyvät henkilötietokannat ovat tyypillisesti pieniä, eivätkä välttämättä sisällä tietoa, joka on asiayhteydestä erotettuna erityisen arvokasta. Täten niihin kohdistuva uhka ei ole yhtä suuri kuin esimerkiksi verkkokauppojen asiakastietokantoihin kohdistuva uhka.

Lehdon *ym.* mukaan tahallisten kyberuhkien tärkeimmät aiheuttajat ovat:

1. Sisäpiiriläiset
2. Kybervandaalit
3. Kybervakoilijat
4. Kyberterroristit ja –sotilaat

Lehdon *ym.* raportissa käsitellään nimenomaan tahallisia kyberhyökkäyksiä järjestelmiä vastaan. Täten kategoria sisäpiiriläiset ei kyseisessä raportissa kata käyttäjien virheistä aiheutuvia kyberuhkia, vaan siinä puhutaan järjestelmän väärinkäytöstä, johon syyllistyy järjestelmän käyttäjä. Vandaaleja ovat muun muassa hakkerit, aktivistit, ja muut tahot, jotka tunkeutuvat tietojärjestelmiin; vakoilijoiden päämääränä on tiedon varastaminen järjestelmästä; ja terroristit sekä kybersotilaat käyttävät tietojärjestelmiä joko osana muuta toimintaa, tai sitten hyökkäävät erityisesti niitä vastaan. Listaa ei voi kuitenkaan pitää kattavana; siitä puuttuvat ainakin rikolliset, jotka pyrkivät levittämään esimerkiksi kiristyshaittaohjelmia.

Lehdon *ym.* raportissa käsitellään myös yritysten kyberturvallisuustilannetta. Fokus on kuitenkin kriittisten toimintojen yrityksissä sekä kyberturvallisuuspalveluita tarjoavissa yrityksissä, joten tämä osa selvityksestä ei lopultakaan ole erityisen relevantti alkutuotannon kyberturvallisuuden kannalta. Valtaosa alkutuotannon yrityksistä on pien- tai mikroyrityksiä, joiden toimintaympäristö ja –edellytykset eroavat suuresti Lehdon *ym.* selvityksen oletuksista.

Maatalouden kyberturvallisuus vaikuttaa kaiken kaikkiaan olevan ala, jotka tutkivat ensisijaisesti valtiovalta sekä yksityinen sektori. Julkisrahoitteisen tutkimuksen osuus vaikuttaa olevan vähäinen. Yksityisellä puolella on maatalouteen kohdistuviin kyberuhkiin vähitellen herätty ja yritykset investoivat

tietotekniikan turvallisuuden parantamiseen. Maatalouden suuryrityksissäkin kyberturvallisuus on kuitenkin vielä uusi asia. Kuten Monsanto:n teknologiapäällikkö Robert Fraley kommentoi vuonna 2015: "As an industry, we're still new to it" (Bunge 2015).

Viimeisen parin vuoden aikana maatalouden kyberturvallisuus on kuitenkin noussut esille yhä enemmän. Vuonna 2016 FBI:n kyberosasto lähetti yksityiselle sektorille asiasta tiedotteen (FBI 2016). Siinä nostettiin esiin erityisesti kolme maatalojen kyberuhkaa (Zorz, 2016).

1. maatalousdatan varastaminen tai tuhoaminen
2. tiedon pahantahtoinen salaaminen kiristystarkoituksessa
3. ruuantuotannon järjestelmien häirintä

Euroopassa aihetta on käsitellyt esimerkiksi Cag Gemini yhdessä Wageningenin yliopiston kanssa. He näkevät maatalouden suurimpina kyberuhkina tietojärjestelmien heikkoudet, inhimilliset erehdykset, ja eri toimijoiden yhä järjestelmällisemmät hyökkäykset näitä heikkouksia vastaan. Raportissa myös nostetaan esille hyvinkin samoja uhkakuvia kuin FBI:n paperissa: datan varastaminen, datan tuhoaminen, ja datalla kiristäminen kaikki mainitaan, kuin myös järjestelmien ja tuotantoketjujen häirintä. (Violi ym. 2016)

Selkeitä ohjeitakin kyberturvallisuuden parantamiseksi löytyy. Esimerkiksi Cooper (2015) antaa kuusi suositusta maataloussektorin kyberturvallisuuden parantamiseksi:

1. Maataloussektorille tulisi luoda kyberturvallisuuskulttuuri
2. Sektorille tulisi saada enemmän kyberturvallisuuden asiantuntijoita
3. Kyberturvallisuuden arvioimiseksi tulisi kehittää menetelmiä
4. Maatalouden kyberturvallisuusstrategioita, suunnitelmia, ja toimitapoja tulisi kehittää
5. Tiedon varmuuskopiointi- ja palautusmenetelmiä tulisi kehittää ja testata
6. Maataloussektorin tulisi kehittää yhteistyötä muiden kriittisen infrastruktuurin sektoreiden kanssa

Cooperin suosituksista erityisesti ensimmäinen on kuvaava. Hän ei näe, että maataloussektorilla olisi riittävää kyberturvallisuuden kulttuuria, ja täten resursseja tulisi ohjata kyberturvallisuustietämyksen levittämiseen ja turvallisuustietoisuuden parantamiseen. Cooper puhuu koko maataloussektorin tasolla, mutta asia koskee niin ruokateollisuuden suuryrityksiä kuin myös alkutuottajia. Turvallisuuskulttuurin luominen voi olla erityinen ongelma maataloilla, joiden henkilöstöresurssit ovat jo muutenkin rajalliset. Tämän takia maatalojen voi yksin olla käytännössä mahdotonta noudattaa Cooperin toista suositusta, koska tiloilla ei ole riittäviä resursseja ammattimaisen kyberturvallisuuskulttuurin käyttöönottoon ja vaalintaan.

Cooperin suositukset 3-5 voivat olla haastavia noudattaa maatilatasolla, koska ne käytännössä vaativat ensimmäisten kahden suosituksen noudattamista. Arvioita, strategioita, tai menetelmiä on vaikeaa kehittää ilman riittävää ymmärrystä ja asiantuntemusta. Kuudes suositus on lähinnä koko sektorin tasolla tehtävää toimintaa, jossa yksittäisen maatalon osuus on luultavasti vähäinen.

Cooperin kaikkien suositusten noudattaminen on jotain, mitä maataloussektorin tulisi tehdä kokonaisvaltaisesti. Kaikkien toimijoiden tulee olla mukana, jotta maatalouden kyberturvallisuutta on mahdollista parantaa. Kuten Violi ym. (2016) huomauttavat, on kyberturvallisuus vain niin hyvä kuin sen heikoin lenkki.

Kyberturvallisuustutkimus ymmärrettävästi keskittyy ensisijaisesti sektoriin itseensä kohdistuviin kyberuhkiin. Maataloudessa kuitenkin käytetään yhä enemmän erilaisia verkkoon kytkettyjä laitteita, kuten antureita, sensoreita, valvontajärjestelmiä, ja automaatiojärjestelmiä. Jokainen laite, johon on mahdollista muodostaa yhteys maatalon oman tietoverkon ulkopuolelta, on mahdollinen heikkous paitsi maatalon omalle kyberturvallisuudelle, myös yleiselle kyberturvallisuudelle. Maatalon laitteisiin tunkeutumisen motiivina ei läheskään aina ole halu hyökätä maatalon omaa kyberympäristöä vastaan. Laitteita voidaan saastuttaa haittaohjelmilla tarkoituksena käyttää saastutettua laitetta kyberhyökkäykses-

sä jotain toista kohdetta vastaan. Esimerkiksi lokakuussa 2016 Internetin domain-osoitteistoa vastaan tehtiin laajamittainen hajautettu palvelunestohyökkäys, jossa käytettiin ainakin 100 000 kaapattua laitetta (Hilton, 2016). Hyökkäys tehtiin erilaisilla verkkoon liitetyillä laitteilla, jotka oli kaapattu käyttäen Mirai-nimistä haittaohjelmaa.

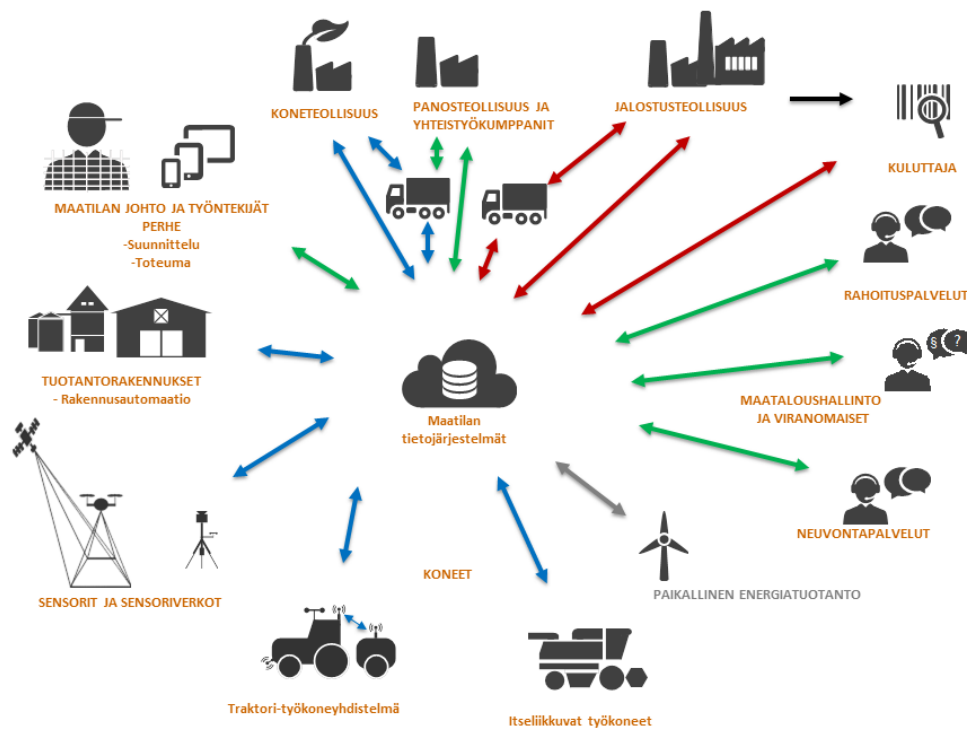
Huono kyberturvallisuus ei siis aiheuta haittaa vain yritykselle itselleen, vaan mahdollistaa yrityksen laitteiston käytön hyökkäyksissä muita tahoja vastaan.



## 4. Alkutuotannon fyysinen ja digitaalinen toimintaympäristö

Maatalouden alkutuotannon toimintaympäristö on tyypillisesti maatila. Alkutuotannon mekanoisoi- tuminen ja automatisoituminen on vähitellen luomassa myös toimintaympäristöjä, jotka muistutta- vat enemmän tehdasympäristöä kuin perinteistä maatilaa, mutta niitä ei tässä selvityksessä ole käsi- tely erikseen.

Maatilan fyysinen toimintaympäristö koostuu vähintäänkin tilan rakennuksista, kiinteistä lai- teista ja rakennelmista, liikkuvista ja vedettävistä työkoneista, työkaluista, sekä pelloista ja muusta tilan omistamasta maa-alasta. Fyysisen toimintaympäristön yhteydessä on myös maatilan kybertoi- mintaympäristö, joka tyypillisesti koostuu yhdestä tai useammasta fyysisesti tai loogisesti erillisestä tietoverkosta, toimistotietokoneista, kiinteistä oheislaitteista, kannettavista laitteista, sekä raken- nelmiin, kiinteisiin laitteisiin, työkoneisiin ja muihin tiloihin liittyvistä ja niihin erikseen rakennetusta tietotekniikasta.



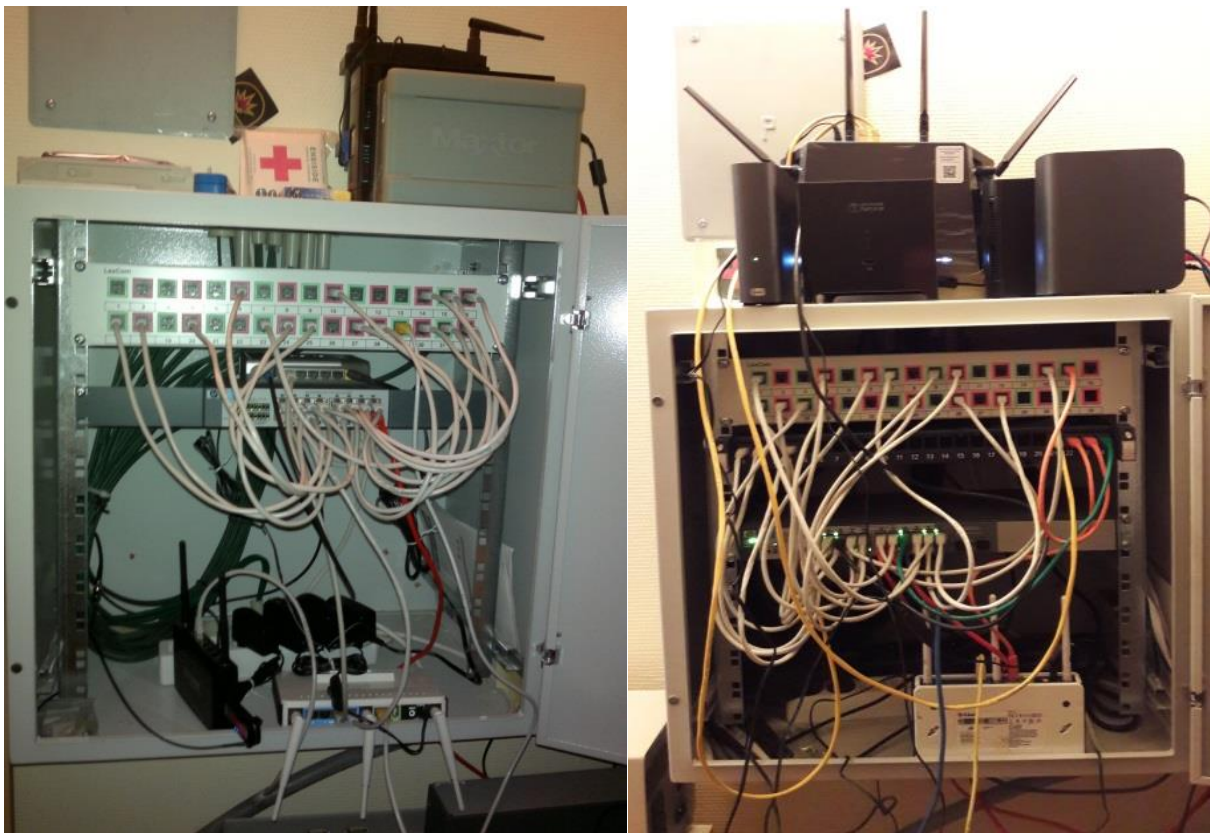
**Kuva 1.** Maatilan toimintaympäristössä on perinteisiä koneita, koneita automaatiolaajennuksilla ja uusia auto- maattisia toimilaitteita. Maatilan tietojärjestelmä on usein jakaantunut useampaan erilliseen kokonaisuuteen.

### 4.1. Maatilan digitaalinen toimintaympäristö ja sen yleiset heikkoudet

Maatilan tietotekninen toimintaympäristö on harvoin etukäteen kokonaisuutena suunniteltu ja tä- män suunnitelman mukaan rakennettu. Tavallisempaa on, että tietotekninen toimintaympäristö on rakentunut orgaanisesti vuosien saatossa, kun tilan fyysistä toimintaympäristöä on kehitetty ja tätä kautta on noussut uusia tietoteknisiä tarpeita. Tällöin digitaalista toimintaympäristöä on laajennettu ja muutettu uusia tarpeita vastaavaksi. Lopputuloksena on usein kokonaisuus, jonka ymmärtäminen, ylläpito ja päivittäminen on voi olla haastavaa.

#### 4.1.1. Maatilan digitaalinen toimintaympäristö

Tyypillinen maatilan digitaalinen toimintaympäristö perustuu maatilan lähiverkkoon, jonka rungon muodostaa maatilan ulkoverkkoon kytkävä reititin, sekä siihen liitetyt laitteet. Riippuen maatilasta, ulkoverkkoon kytketyssä reitittimessä voi olla kiinni useita muitakin reitittämiä, ja osa lähiverkosta voi toimia langattomasti. On myös mahdollista, että tilalla on useita eri lähiverkkoja esimerkiksi tilan eri osissa. Maatilan lähiverkko voi olla fyysisesti tai loogisesti erotettu pienemmiksi aliverkoiksi, tai sitten se voi olla reititetty yhdeksi kokonaisuudeksi. Mikäli tässä dokumentissa ei erikseen toisin sanota, oletetaan että joko maatilan lähiverkko on yhtenäinen kokonaisuus, tai että verkon fyysisellä tai loogisella rakenteella ei ole väliä. Tämän lisäksi maatilalla voi olla suuriakin määriä laitteita, joita ei ole kiinnitetty maatilan lähiverkkoon. Nämä laitteet ovat kiinni tietoverkossa matkapuhelinverkon kautta, ja kommunikoivat keskenään sekä maatilan muiden laitteiden kanssa julkisen tietoverkon läpi. Maatiloilla on myös paljon käytössä laitteita, jotka lähettävät tietoa SMS-viestien avulla.

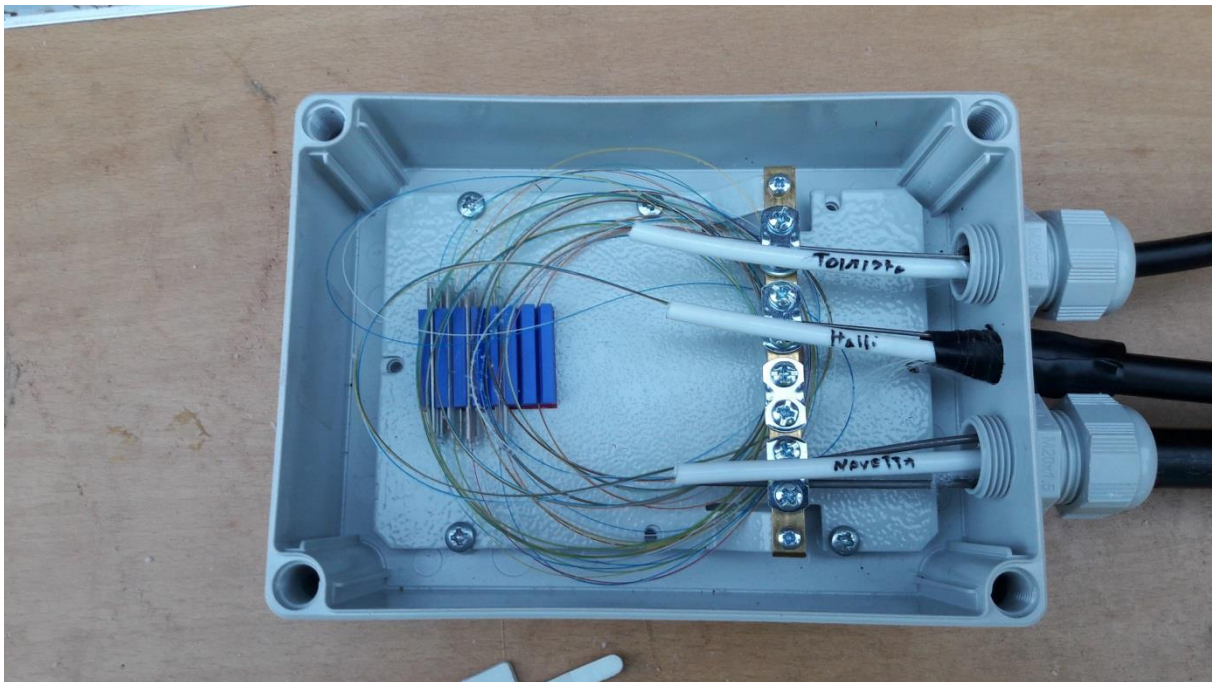


**Kuva 2.** Esimerkki maatilan ristikytkentäkaapin kehittymisestä. Laitemäärä on kasvanut tarpeiden kehittymisen mukana. Useimmat maatilojen verkoissa käytetyt laitteet ovat koti- tai harrastekäyttöön tarkoitettuja.

Maatilan asuinrakennuksen tietoverkko on yleensä samankaltainen kuin muidenkin asuntojen sisäiset tietoverkot. Siinä on kiinni maatilan toimistokäyttöön tarkoitettuja tietokoneita, oheislaitteita, ja muita maatilan toimintaan liittyviä asuutilassa sijaitsevia laitteita. Asuinrakennuksen tietoverkossa on myös yleensä kiinni maatilayrittäjän perheenjäsenten tietokoneita ja mobiililaitteita, sekä talon muita laitteita, kuten televisioita tai muuta viihde-elektronikkaa. Samaan verkkoon kytkeytyvät usein myös tilalla vierailevat henkilöt kuten myyjät, neuvojat, eläinlääkärit, asentajat ja tuttavat.

Maatilan talouskeskuksen tietoverkko kattaa tilan ulkorakennukset tyypillisesti tarpeen mukaan. Lyhyillä etäisyyksillä voidaan käyttää wlan-tekniikkaa. Pidemmille matkoille ja rakennusten välille joudutaan yleensä rakentamaan erillinen verkko käyttäen valokuitua. Valokuituverkkoa tilan sisällä tarvitaan tyypillisesti yli 100m etäisyyksillä.

Tyypillisimmin tietotekniikkaa on lisätty eläintuotantotilojen eläinsuojoihin, kuten kanaloihin, sikaloihin, tai navetoihin. Eläinsuojissa oleva tietotekniikka liittyy tyypillisesti eläinrekisterien ylläpitoon, eläinsuojan automatiikan valvontaan ja ohjaukseen. Riippuen käytetystä automaatioteknologiasta, voi eläinsuojassa olla yksi tai useampia automaatiojärjestelmiä, sekä niiden toimintaa valvovia ja ohjaavia tietokoneita. Eläinsuojan automatiikka on yhä enenevässä määrin tietoverkkoon kytkettyä, mutta osa automaatiojärjestelmistä voi myös olla eristettyjä. Erilaisia automaatiojärjestelmiä on lukuisia, ja niihin liittyy yhä suurempi määrä erilaisia sekä järjestelmätoimittajan, että heidän yhteistyökumppaniensa, tarjoamia palveluita. Täten automaatiojärjestelmien kytkeytyminen maatalon tietoverkkoon riippuu tilanteesta ja järjestelmän valmistajasta. Tyypillisesti uudemmat ratkaisut sisältävät verkkoyhteyden jo pelkästään siksi, että järjestelmätoimittaja haluaa tarjota järjestelmän ylläpitoon liittyviä palveluita.



**Kuva 3.** Maatalon rakennusten väliset yli 100m pituiset kaapeloinnit rakennetaan valokuituverkkona.

Maatalon tietoverkkoon voidaan myös kytkeä erilaisia sensorijärjestelmiä ja muita sulautettuja laitteita, jotka voivat tuottaa ja käyttää dataa. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi sääasemat, maaperäanturit, eläimiin kiinnitetyt anturit, valvontakamerat ja muu kulunvalvontalaitteisto, sekä modernit liikkuvat maataloustyökoneet. Koska erilaisia laitteita ja valmistajia on lukemattomia, riippuu täysin tilanteesta miten nämä erilaiset laitteet on liitetty maatalon tietoverkkoon.

Maatalon tietoverkkoon voi siis olla kytkettynä suuri määrä erilaisia laitteita, ja tietoverkon rakenne ja toiminnallisuus on täysin riippuvainen tilanteesta.

#### 4.1.2. Haasteita ja heikkouksia toimintaympäristössä

Maatalon tietoverkko voi olla hyvinkin monimutkainen kokonaisuus, jossa on kiinni useita erilaisia laitteita. Verkon rakenne syntyy yleensä vaatimusten kehittymisen mukana, varsinaista verkkorakenteen suunnittelua ei yleensä ole ennakkoon tehty. Laitekannan monipuolisuus tekee verkosta haastavan ylläpitää. Tyypillinen suomalainen maatila on pien- tai mikroyritys, jolla ei välttämättä ole kovinkaan syvällistä tietoteknistä osaamista. Maatalous on liiketoimintaa, jota teknologia avustaa, joten maatalon henkilöstön ydinosaaminen liittyy nimenomaan maataloustuotantoon. Tämä on valtava haaste erityisesti pienille tiloille pakollisen teknologian lisääntyessä ja toimintaympäristön muuttuessa monimutkaisemmaksi. Tarve ammattimaiselle teknologiaosaamiselle ja tekniikan ylläpidolle kas-

vaa, ja maatalan käytössä olevat resurssit eivät välttämättä kasva tarpeen tahdissa. Haasteita aiheuttavat esimerkiksi laitteiden elinkaaren hallinta, ohjelmistojärjestelmien ylläpito ja tekninen tuki, käytössä olevat tietoverkkoratkaisut, sekä enenevässä määrin digitalisoitua maatalaa ympäröivä liike-toimintaekosysteemi.

Monien maatalan laitteiden elinkaari on hyvin pitkä. Esimerkiksi traktoria voidaan käyttää tilalla erilaisiin työtehtäviin jopa 20-30 vuotta, ja rakennusten käyttöikä on tyypillisesti 30-50 vuotta. Laitteiden pitkä elinkaari aiheuttaa vaatimuksia huollolle; vanhoihin laitteisiin on saatava varaosia, ja laitteissa olevaa tietotekniikka täytyy olla mahdollista päivittää siten, että sitä voi käyttää yhdessä tilan uudempien laitteiden kanssa. Pitkäikäisten laitteiden ja tietotekniikan välillä on erittäin voimakas kontrasti. Tyypillinen tietokoneen tai mobiililaitteen elinkaari on noin 5 vuotta, ja vaihtelee noin kahden ja kymmenen vuoden välillä. Elinkaarien pituuden erosta tulee erityisen suuri ongelma, kun maatalan pitkäikäisiin laitteisiin ja koneisiin lisätään tietotekniikkaa, ja kone kytketään osaksi maatalan tietoverkkoa ja sitä kautta internetiä. Jokainen verkkoon kytketty laite vaatii säännöllisiä tietoturva-päivityksiä, jotta siitä ei muodostuisi turvallisuusuhkaa. Päivitysten loppuminen tekee laitteesta tietoturvariskin, koska ohjelmistossa olevia vikoja ei enää korjata. Täten laitteeseen on mahdollista tunkeutua ja sitä kautta esimerkiksi käyttää sitä osana kyberhyökkäystä. Sulautettujen laitteiden kanssa ongelma voi olla esim. sopivien liitäntöjen puuttuminen uudemmista tietokoneista.

On myös tärkeää saada viljelijät tietoiseksi tarpeesta pitää ohjelmistot ajan tasalla. Päivittämätön laite ei ole uhka pelkästään maatalan omalle tietoturvalle, vaan se voidaan myös kaapata muualle tarkoitettuja hyökkäyksiä varten. Laitteiston ohjelmisto tulee pitää ajan tasalla koko laitteen elinkaaren ajan.

Monilla maataloilla ei ole käytettävissä ammattimaista IT-tukea. Tietotekniikkaa hoidetaan ja ylläpidetään itse. Usein käytössä oleva ulkopuolinen apu on teknologiasta jossain määrin perillä oleva tuttava, esimerkiksi naapurin lapsi. Ammattimaisen tuen puuttuessa koneita ei välttämättä ole alun perinkään asennettu ja alustettu oikein. Täten maatalan tilanne saattaa olla sellainen, että laitteilla ei ole teknistä tukea, niitä ei pidetä yllä, eikä maatilalla ole myöskään kykyä havaita tietoturvahyökkäyksiä.

Maataloilla käytössä olevat internetliittymät ovat monesti kotikäyttöön tarkoitettuja. Kuitenkin, maatalan tietotekniikan lisääntyessä ja monimutkaistuessa, maatalan verkkoliittymän läpi kulkevat palvelut muuttuvat yhä monipuolisemmiksi. Monet tilalle asennetut laitteet vaativat toimiakseen sovelluksia, joiden takia maatalan tietoverkkoon joudutaan tekemään asetuksia joiden luonnetta, tai olemassaoloa, ei ole etukäteen suunniteltu ja joiden vaikutusta tietoturvaan ei välttämättä ymmärretä. Kotiverkkoliittymät, jollaisia suuri osa maatalojen verkkoliittymistä on, on usein suojattu ulkopuolelta. Maatalouskäytössä liittymiin joudutaan avaamaan palvelujen toimimista varten TCP/IP portteja. Tarpeettomat avatut portit ovat tietoturvariski, ja palveluntarjoajan liittymään tarjoama tuki ja palvelut eivät välttämättä enää kata maatalan tarpeita riittävästi.

Maatalan tietojärjestelmien varmistukset ovat usein puutteellisia. Maatilalla tuotettavasta ja säilytettävästä tiedosta ei välttämättä oteta säännöllisiä varmuuskopioita, jolloin konerikon tai vastaan sattuessa voi esimerkiksi viljelyhistoriatietoa hävitä. Ja, vaikka varmuuskopioita otettaisiin, ei tietojen palautusta varmistuksista luultavasti harjoitella. Asia on osittain korjautumassa maatalan ohjelmistojen muuttuessa paikallisessa tietokoneessa käytettävistä toimisto-ohjelmistoista enemmän pilvipalveluiksi. Pilvipalvelussa tiedon säilytys ja varmuuskopiointi on palveluntarjoajan vastuulla. Esimerkiksi viljelysuunnitteluohjelmat ovat siirtymässä yhä enemmän pilvipalveluihin.

Maatalan sähkösaannin varmistukset ovat usein puutteellisia, eivätkä kata maatalan tietojärjestelmiä. Tämä voi aiheuttaa tilanteen, jossa sähkönjakeluhäiriön sattuessa maatalan laitteet pysyvät toiminnassa varavirralla, mutta laitteita ei enää ole mahdollista valvoa tai ohjata, koska niiden ohjaamiseen käytettävät tietokoneet sammuvat.

Useasti maatalojen tietojärjestelmien käyttäjien hallintaa ei ole kunnolla suunniteltu ja toteutettu. Maatalan tietojärjestelmä voi esimerkiksi olla toteutettu siten, että kaikilla käyttäjillä on pääsy kaikkeen dataan. Tämä voi tapahtua vaikkapa siten, että maatalan jokaisessa tietokoneessa on käy-

tössä vain yksi käyttäjätunnus, jota kaikki koneen käyttäjät käyttävät. Tällöin saman käyttäjätunnuksen takana on sekä maatilan kirjanpito-tieto, että päivittäiseen toimintaan liittyvä analyysidata, että kaikki muukin tietokoneella oleva tieto. Kaiken datan säilyttäminen samassa paikassa johtaa siihen, että tietoturva-aukkojen avulla on helpompi päästä käsiksi maatilan datan kokonaisuuteen. Samoin kaikki maatilan työntekijät, sekä kunnallisen lomitusjärjestelmän kautta tilalle tulleet lomittajat, pääsevät käsiksi kaikkeen maatilan tietoon. Tämä on ongelma erityisesti lomittajien tapauksessa, koska heillä ei ole työsuhdetta maatalaan.

Maatilojen kyberturvallisuus ei tänä päivänä rajoitu pelkästään tilaan itseensä ja sen hallinnoimiin järjestelmiin. Maatilojen tietoja on tilan omien ja sen yhteistyökumppaneiden tietojärjestelmien lisäksi myös huomattavia määriä erilaisissa laitevalmistajien ja viranomaisten järjestelmissä. Laitevalmistajien järjestelmiin tieto saattaa mennä, koska laite on toimiakseen kytkettävä tietoverkkoon ja lähettää dataa automaattisesti, tai koska laitevalmistaja ja tila ovat tehneet sopimuksen datan käytöstä. Monien viranomaisjärjestelmien käyttö on maataloilille pakollista johtuen joko laeista ja säädöksistä, tai sitten esimerkiksi tarpeesta hakea viljelytukea. Täten maatilan kyberturvallisuus voi olla uhattuna myös sellaisten järjestelmien kautta, joihin maatilalla itsellään ei ole mahdollisuuksia vaikuttaa. Esimerkkinä tällaisesta järjestelmästä voidaan käyttää esimerkiksi Viljavuuspalvelun tulospalvelua, johon kirjaututtiin tietoturvallisesti hyvin heikolla menetelmällä. Täten ulkopuolisen tahon on helppo saada selville tietyn maatilan palvelutunnukset ja sitä kautta päästä käsiksi tilan tietoihin.

Tilalla vieraillevat toimijat voivat myös kytkeytyä tilan verkkoon erillisen vierasverkon puuttuessa. Samassa verkkoympäristössä ollessa on mahdollista että laitteet vaihtavat tietoja tai verkko tai kytkeytynyt laite voivat saastuttaa toisensa. Olisi perusteltua tarjota vierasverkkoratkaisu myös maatalaympäristössä.

Verkkopalveluita tarjoavilla toimijoilla on myös oma vastuunsa palveluiden toimivuudesta ja turvallisuudesta, ja heidän tulisi myös kehittää palveluitaan maatilojen ja muiden pien- ja mikroyritysten tarpeita vastaaviksi. Nykytilanteessa on kuitenkin epäselvää miten vastuu tietoturvasta jakautuu palvelun tarjoajan käyttäjän kesken. Esimerkiksi vastuu tietojen varmuuskopioinnista ja saatavuudesta voi olla puutteellista. Jatkossa on kyettävä selkeämmin jakamaan tämä vastuu, missä tarvitaan luultavasti ulkopuolisten toimijoiden apua.

## 4.2. Maatilan johtaminen ja taloushallinto

Tyypillinen suomalainen maatila on mikro- tai pienyritys, jonka palveluksessa on hyvin vähän henkilöstöä. Henkilömäärä tosin vaihtelee suuresti riippuen tuotantomuodosta ja tilan koosta. Tilan johtaminen täten keskittyy tilan toiminnan suunnitteluun ja valvontaan, kirjanpitoon, investointeihin, sekä tuotteiden myyntiin. Työnjohtaminen ja henkilöstöhallinto ovat tyypillisesti vähäisemmässä osassa. Johtamisessa ja taloushallinnossa käytetään työkaluna pääasiassa tietokonetta, joskin tietojärjestelmien siirtyminen pilvipalveluihin mahdollistaa nykyään ainakin joidenkin asioiden tekemisen myös kannettavilla laitteilla.

### 4.2.1. Haasteita ja heikkouksia tilan johtamis- ja taloushallintojärjestelmissä

Maatilan johtamisessa keskeisin käytössä oleva ohjelmistotyökalu on kirjanpito-ohjelmisto. Tilan kannalta ohjelmiston keskeisin osa on veroilmoituksen laatimiseen liittyvä kirjanpito-osio. Kirjanpidon lisäksi ohjelmistoon kuuluvat yleensä ostoreskontra, laskutus ja palkanlaskenta. Perinteisesti maataloilla käytössä olleet kirjanpito-ohjelmistot ovat olleet yhden käyttäjän, yhdelle koneelle asennettuja sovelluksia. Kehitys on kuitenkin viemässä näitäkin sovelluksia verkkopohjaiseen suuntaan. Ohjelmistoista on jo pitkään ollut liittymiä verkkopalveluihin, kuten pankkien sovellukset ja verotukseen ja palkanlaskentaan liittyvät tiedonsiirrot. Tulevaisuudessa itse ohjelmatkin voivat osittain tai kokonaan siirtyä pilvipalustoilla toimiviksi, jolloin ne eivät enää olisi tiettyyn tietokoneeseen sidottuja.

Pankkiyhteyksien hoitamiseen on perinteisesti käytetty erillisiä sovelluksia maksatusaineistojen siirtoon. Pankkiyhteyksien käytössä ollaan myös siirtymässä selainpohjaisiin sovelluksiin.

Maatilojen tietojärjestelmien käytössä voidaan tunnistaa useampi henkilöryhmä. Näitä ovat esimerkiksi maatalousyrittäjä, hänen perheensä, tilan palkattu henkilöstö, maatalouslomittajat, ja maatalousneuvojat. Eri henkilöryhmillä on maatilan tietoverkkoihin ja tietoihin erilaiset tarpeet, oikeudet ja velvollisuudet. Monissa maatilan tietojärjestelmissä ei kuitenkaan ole valmiutta eriyttää käyttöoikeuksia henkilöryhmän perusteella. Esimerkiksi maatalouslomittaja, joka ei ole työsuhteessa maatalousyhteykseen, tarvitsee pääsyn lomitustyöhön liittyviin tietoihin, kuten maitoanalyysiin. Lomittajalla ei kuitenkaan ole tarvetta päästä esimerkiksi maidon tilitykseen liittyviin tietoihin. Ilman mahdollisuutta antaa käyttäjille käyttöoikeuksia henkilöryhmän mukaan ei tietoteknisesti ole mahdollista estää lomittajaa tarkastelemasta tietoja, jotka eivät hänelle kuuluisi.

Erityisen ongelmallinen on luottamuksellinen tieto, kuten henkilöihin liittyvät tiedot. Henkilötietojen säilyttäminen on henkilötietolakien mukaan järjestettävä tietyllä tavalla, ja henkilötiedot ovat luottamuksellisia. Täten henkilötietoihin tulisi päästä käsiksi vain niiden henkilöiden, joilla on siihen tarve.

Yksi suuri ongelma ovat tilan ulkopuoliset järjestelmät, joihin kirjaututaan vahvan henkilötunnistautumisen kautta käyttämällä esimerkiksi pankkitunnuksia. Vahva henkilötunnistus on aina sidottu johonkin luonnolliseen henkilöön, eikä kyseistä tunnusta saisi luovuttaa kenellekään toiselle. Tietojärjestelmät tulee aina suunnitella niin että käyttöoikeuksia voidaan määritellä tarpeen mukaan henkilökohtaisesti. On tietoturvan kannalta erittäin arveluttavaa jos järjestelmän käytöstä sopimuksen tehnyt joutuu luovuttamaan omat tunnuksensa toiselle henkilölle järjestelmän käyttämistä varten. Henkilötunnistukseen perustuvia palveluita ovat esimerkiksi pankki-, vakuutus- ja tukihakemuspalvelut.

Maatalouden tietojärjestelmien ylläpitoon liittyvä tuki järjestää tyypillisesti itselleen etäkäyttömahdollisuuden järjestelmiin, joiden ylläpito kuuluu tuen piiriin. Ongelmana on että etäkäyttöohjelmien tietoturva voi olla puutteellinen tai että etäkäyttöä voidaan käyttää myös väärin.

### 4.3. Rakennukset ja muut pysyvät rakennelmat

Maatalouden rakentamisessa käytetään hyvin samantyyppistä tekniikkaa kuin muussakin teollisuusrakentamisessa. Talotekniikan laitteet verkottuvat ja myös niiden tuottama uhka on otettava huomioon. Maatilan rakennusten tietoverkon perusteet on selostettu yleisellä tasolla raportin osiossa 4.1.1. Rakennuksista tietotekniikkaa on erityisesti tilan asuinrakennuksessa sekä kotieläintuotantoon liittyvissä rakennuksissa. Tekniikkaa voi olla myös tilan muissa rakennuksissa riippuen tilan teknologiatasosta ja harjoitetusta maataloustoiminnasta. Huomattavia määriä automaatiojärjestelmiä ja sen takia myös tietotekniikkaa on käytössä kotieläintuotannossa sekä kasvihuonetuotannossa. Peltoviljelyssä automaatio on tekemässä läpimurtoa, mutta siellä lähinnä liikkuvissa työkoneissa eikä niinkään rakennuksissa.

Kotieläintuotannon rakennuksissa automaation avulla usein hallitaan rakennuksen sisäilmastoa. Esimerkiksi siipikarjantuotannossa rakennuksen sisäolosuhteita muutetaan päivittäin kasvatettavien eläinten kehittyessä. Automaatiota käytetään myös eläinten ruokinnassa, tarkkailussa, jätösten keräämisessä ja poistossa, sekä lehmien lypsissä. Automaatiota hallitaan tyypillisesti tietokonesovelluksilla, joiden toiminta on oltava jatkuvaa ja katkotonta.

Kasvihuoneissa on usein sisätilan lämpötilaa ja kosteutta valvovia ja hallinnoivia järjestelmiä. Kasvihuoneen sisätilaa voidaan hallinnoida ilmanvaihdon ja sadetusjärjestelmien avulla. Koneellisen ilmanvaihdon lisäksi käytössä on myös tuuletusluukkujen automaattisia säätöjärjestelmiä, sekä erilaisia verhoratkaisuja liiallisen auringonvalon heijastamiseksi pois. Automaatiojärjestelmä voi hallinnoida myös kasvihuoneen valoja sekä automaattisia ruokintalaitteistoja. Kasvihuoneista pisimmälle automaatio on edennyt kasvihuoneissa, joissa kasvatusta on hyvin pitkälle automatisoitu.

### 4.3.1. Haasteita ja heikkouksia tilan rakennuksiin liittyen

Maatilan asuinrakennuksessa on tilan johtamiseen ja hallintoihin liittyvää tietotekniikkaa sekä maatalousyrittäjän ja hänen perheensä henkilökohtaista tietotekniikkaa ja viihde-elektroniikkaa. Tietokoneisiin kohdistuvia haasteita ja uhkia käsitellään tarkemmin raportin osioissa 4.7.

Eläinsuojien sisäolosuhteet vaativat jatkuvaa valvontaa ja säätöä, ja olosuhteiden on pysyttävä eläimille suotuisina. Jo muutaman tunnin katkos tai virheellinen toiminta ilmastoinnissa ja lämmön-säätelyssä voi aiheuttaa merkittävää haittaa eläinten hyvinvoinnille. Mikäli ilmaston ja lämpötilan hallintajärjestelmään on liitetty maatilan tietoverkkoon, on se myös haavoittuva mahdollisille kyberhyökkäyksille. Verkkoon liittäminen kuitenkin mahdollistaa laitteiston etävalvonnan- ja hallinnan, joten se usein koetaan hyödylliseksi, ja verkkoon liitettyjen laitteiden määrä eläinsuojissa on lisääntymässä.

Kasvihuoneen automaation valvonta- ja hallintojärjestelmä voi olla etäkäytettävä samalla tavoin kuin eläinsuojan, jolloin siihen kohdistuu samanlaisia kyberuhkia. Myös kasvihuoneessa voi jo muutaman tunnin katkos tai virheellinen sisätilan säätö aiheuttaa haittaa kasvien hyvinvoinnille.

Kotieläintuotannossa ja kasvihuonetuotannossa käytettävät automaatiojärjestelmät tarvitsevat jatkuvaa valvontaa ja säätöä. Täten järjestelmän tulisi kyetä ilmoittamaan ongelmista ja tarpeista viljelijälle ajasta ja paikasta riippumatta. Järjestelmien etävalvonta, ja erityisesti etähallinta, vaatii kuitenkin järjestelmien välistä integraatiota. Tämä taas on mahdollinen kyberuhkien lähde, mikäli ulkopuolinen taho pääsee käsiksi valvonta- ja hallintosisovelluksiin. Automatiikan väärä säätö voi aiheuttaa vahinkoja hyvinkin nopeasti. Lisäksi, mikäli eri automaatiojärjestelmiä voi etähallinnoida samalla laitteella, mahdollistaa kyseiseen laitteeseen tunkeutuminen kaikkiin järjestelmiin tunkeutumisen.



**Kuva 4.** Maatilan toimintaympäristössä lämpötilan vaihtelut, pöly, kosteus ja eläinten kontaktit asettavat suuret vaatimukset asennusten toteuttamiselle ja laitteiden rakennevaatimuksille.

## 4.4. Peltoviljelyn järjestelmät

Peltoviljelyssä tärkeimpiä digitaalisia järjestelmiä ovat viljelysuunnitteluohjelmisto ja siihen liittyvät muut ohjelmistot ja palvelut. Tämän lisäksi pelloilla voi olla käytössä sensoreita, ja liikkuvista työkooneista voi myös olla mahdollista saada dataa. Tämän lisäksi viljakuivureissa ja –siiloissa on käytössä automatikkaa.

Peltoviljelyn keskeisin järjestelmä on viljelysuunnittelu- ja muistiinpano-ohjelmisto. Viljelysuunnitteluohjelmasta on hyvin yleisesti yhteyksiä erilaisiin ulkopuolisiin palveluihin, kuten esimerkiksi tukihakemuksiin ja tarvittavien tietojen noutamiseen. Tietoja noudetaan mm. viljavuustutkimuksista.

Peltojen sensoroinnin myötä käyttöön on tulossa myös peltojen reaaliaikaiseen valvontaan liittyviä sovelluksia. Sensoreiden avulla mittaustietoa kerätään ainakin sähähän, maaperään ja vesitalouteen liittyen. Näiden laitteiden mittaustiedot välittyvät tyypillisesti langattomassa verkossa joko suoraan maatilan oman langattoman lähiverkon kautta, tai mobiiliverkon avulla. Usein sensoritiedot kerätään ensin sensorivalmistajan palvelimelle, josta viljelijä voi sitten hakea ne omaan käyttöönsä sovelluksen avulla.

Viljakuivureissa on tyypillisesti automaattinen järjestelmä, joka ohjaa kuivausprosessia. Nämä järjestelmät ovat perinteisesti olleet eristettyjä, mutta nekin ovat kehittymässä verkkopohjaisiksi. Automaatiojärjestelmien toteutukseen käytetään teollisuudessa yleisesti käytettyjä komponentteja.

Peltoviljelyssä käytettävät liikkuvat ja vedettävät työkooneet käsitellään osiossa 4.6.

### 4.4.1. Haasteita ja heikkouksia peltoviljelyn järjestelmissä

Viljelysuunnitteluohjelmistojen ongelmat ovat hyvin samantyyppisiä kuin muissa tilan johtamiseen liittyvissä ohjelmistoissa. Mikäli ohjelmisto on paikallinen, siihen kohdistuvat kyberuhat ovat hyvin riippuvaisia käytetyn koneen tietoturvan tasosta. Tyypillisiä ongelmia ovat esimerkiksi sähkökatkot sekä konerikon tapahtuessa ajantasaisten varmuuskopioiden puute, jonka takia voidaan menettää tärkeitä tietoja. Verkon läpi käytettävää ohjelmistoa taas uhkaavat samat kyberuhat kuin muitakin tilan ulkopuolisia palveluita, kuten esimerkiksi verkkoyhteyden katkeaminen. Tietokoneisiin liittyviä kyberuhkia käsitellään tarkemmin osiossa 4.7.

Tilalla käytettävät sensorit ovat myös mahdollinen kyberuhka. Niiden sulautettuja järjestelmiä uhkaavat samat asiat kuin muitakin verkkoon kytkettyjä laitteita. Samoin tilan eri automaatiojärjestelmien sulautetut laitteet ovat mahdollisia kyberuhkia. Tosin automaatiojärjestelmät voivat olla helpompi suojata ulkopuolisilta tunkeutujilta kuin sensorijärjestelmät, koska ne ovat suuremmalla todennäköisyydellä kiinni vain maatilan sisäverkossa.

Viljakuivaamoita käytetään vain kausiluontoisesti, mikä aiheuttaa ylimääräisiä ongelmia niiden automaatiojärjestelmien kyberturvallisuuteen. Kausittainen käyttö saattaa viivästyttää tärkeiden päivitysten asentamista, kun laite ei ole päällä päivityksen ilmestyessä, ja sitä kautta huonontaa järjestelmän turvallisuutta. Tämän takia kausikäyttöiset laitteet tulisi tarkistaa ja päivittää aina ennen käyttöönottoa, mikäli ne ovat kytkettynä internetiin. Kuivaamo voi myös olla kaukanakin tilan talouskeskuksesta, joten fyysinen tunkeutuminen rakennukseen voi olla suurempi uhka kuin talouskeskuksen välittömässä läheisyydessä olevissa rakennuksissa. Mikäli hyökkääjä pääsee fyysisesti käsiksi tietokoneeseen, on hänellä yleensä huomattavasti helpompi vaikuttaa siinä oleviin tietojärjestelmiin.

## 4.5. Kotieläintalouden järjestelmät

Karjataloudessa on käytössä suunnittelu- ja valvontaohjelmia samalla tavoin kuin peltoviljelyssäkin. Tämän lisäksi karjatalouden järjestelmiin kuuluvat erilaiset eläinten hoitoon liittyvät tietojärjestelmät. Käytettävien järjestelmien tyyppi riippuu kasvatettavista eläimistä.

Karjataloudessa on erilaisia automaatiojärjestelmiä käytetty jo pitkän aikaa. Eläinsuojien ilmanvaihtoa ja lämpötilaa säätävien automaatiojärjestelmien lisäksi järjestelmiä voidaan käyttää eläinten ruokintaan ja valvontaan, jätteen poistoon, ja eläinten puhdistukseen, sekä lypsykarjalla lypsämi-



seen. Eläinsuojien automatiikkajärjestelmät koostuvat tyypillisesti kiinteästi asennetuista laitteista ja näiden valvontaan ja ohjaukseen käytetyistä tietokoneista. Koneet on myös mahdollista liittää verkkoon etäyhteyksiä varten. Tyypillisesti moderni kotieläintalouden automaatiojärjestelmä vaatii etäyhteyksiä esimerkiksi järjestelmän toimittajan ylläpitoa tai laitteen etävalvontaa ja ohjausta varten. Eläinten etävalvontajärjestelmät liittyvät tyypillisesti eläinten hyvinvoinnin ja hoidon tarpeisiin. Etävalvontaa tarvitaan esim. poikimistapahtumissa tai eläinten vapaaksi pääsyn seurannassa. Valvontaan käytetyt laitteet ovat usein sulautettuja laitteistoja jotka sisältävät pienen palvelinlaitteiston.

Kotieläintalouteen liittyy myös viranomaisjärjestelmiä, joita on käytettävä säännöllisesti osana tilan jokapäiväistä hallinnointia. Esimerkiksi karjataloudessa kotieläimiin liittyvät muutokset on rekisteröitävä valtakunnallisiin rekistereihin 7 vuorokauden sisällä. Väärästä ja viivästyneestä ilmoituksesta määrätään sanktioita. Ilmoitukset tehdään sähköisillä järjestelmillä, jolloin maatilan digitaalisen järjestelmän toimimattomuus esimerkiksi kyberhyökkäyksestä johtuen voi estää ilmoituksen teon. Myös paperisten rekisteröintikorttien ja ilmoitusten käyttö edellyttää yleensä niiden tulostamista verkosta. Näissä ylivoimaisen esteen tilanteissa tuottajan tulee tehdä kirjallinen ilmoitus 15 päivän kuluessa kuntaan. Tuottajasta riippumaton ennalta arvaamaton tilanne ja ylivoimainen este ilmoituksen tekemiseen eivät johda tuenmenetykseen.

Kotieläintaloudessa käytetään myös samanlaisia liikkuvia työkoneita kuin peltoviljelyssä. Käytettävät liikkuvat ja vedettävät työkoneet käsitellään osiossa 4.6.

#### 4.5.1. Haasteita ja heikkouksia kotieläintalouden järjestelmissä

Karjatalouden tietojärjestelmien kyberturvallisuutta uhkaavat samankaltaiset uhat kuin muitakin maatalouden tietojärjestelmiä riippuen siitä onko järjestelmä kytketty tietoverkkoon vai ei. Johtuen etävalvonnan tarpeista yhä suurempi määrä tietojärjestelmiä on verkkoon kytkettyinä ja täten niitä uhkaavat tietoverkosta tulevat kyberuhat.

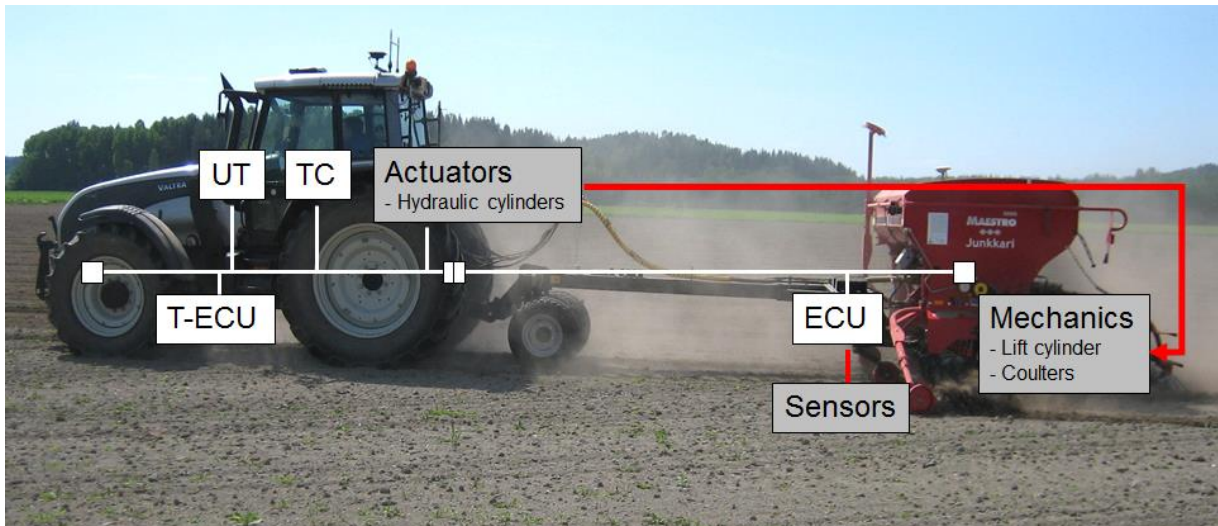
Kotieläintalouden automaatiojärjestelmiä liitetään tietoverkkoihin yhä enenemässä määrin, jotta järjestelmiä voidaan valvoa, säätää, ja ylläpitää etänä. Laitteet voivat kuitenkin olla huonosti suojattuja, varsinkin jos kyseessä on järjestelmä jota ei ole alun perin suunniteltu verkkoon liitettäväksi. Täten automaation kyberturvallisuus voi maatilan olla kannalta erittäin tärkeä ja haastava asia. Laitteen kaappaamalla voidaan aiheuttaa vahinkoa ja vaarantaa eläinten hyvinvointia esimerkiksi sotkemalla ruokinnan. Automaatiojärjestelmät ovat myös haavoittuvia sähkönjakelun häiriöille, koska lyhyetkin katkokset eläinten hyvinvoinnista huolehtivassa automatiikassa voivat aiheuttaa suurta haittaa.

Eläinten päivittäiseen hoitoon liittyvä tieto tulisi olla käytettävissä myös tietoliikenneverkon häiriötilanteissa. Ruokintaa ja lypsyä ei voida jättää suorittamatta puuttuvan tietoliikenteen takia. Eläinten jalostustiedot ja eläinrekisteri on tyypillisesti sijoitettu verkkopalveluihin. Esimerkiksi eläinten myyntiin tarvittavat dokumentit tulostetaan myyntitilanteessa verkosta. Jos verkkopalveluun pääsy on estynyt, voidaan joutua tilanteeseen, jossa tarvittavaa asiakirjaa ei voida tuottaa eläimen mukaan toimitettavaksi.

## 4.6. Maatalouden ajoneuvot

Maatilalla yleisimmin tunnettuja ajoneuvoluokkia ovat traktorit ja leikkuupuimurit. Tilakoon kasvaessa käyttöön tulee yleensä suuri joukko erilaisia itsekulkevia työkoneita; ajosilppurit, rikkaruohoruiskut, ajettavat lietteenlevityslaitteet ja sadonkorjuukoneet. Modernit maatalousajoneuvot ovat tyypillisesti väyläohjattuja, ja siten niiden on mahdollista sekä käyttää että tuottaa dataa. Väylää käytetään traktorin sisäiseen ohjaukseen ja enenevässä määrin työkoneiden hallintaan.

Toimialan kehittämä ISO11783 eli ISOBUS -standardi mahdollistaa eri valmistajien traktorien ja työkoneiden yhteen liittämisen väylätasolla. Yhteen liittäminen on erityisen haastavaa, koska kaikkia laiteyhdistelmiä ei voida toiminnallisuuden ja turvallisuuden osalta erikseen testata. Yhteensopivuus määritellään standardia vastaan tehtävällä yhteensopivuustestillä.



**Kuva 5.** ISOBUS ohjattu traktori ja työkonne. Väylä mahdollistaa työkonneyksikön automaattisen ohjaamisen. Automaattinen järjestelmä voi pyytää kohottamaan konetta esimerkiksi esteen tai maalajin vaihtumisen takia. Myös ajo-uran merkintään käytettävät sitkaimet liikkuvat automaattisesti päisteissä. Häiriöt tai haittaohjelmat väylässä voivat aiheuttaa odottamattomia liikkeitä koneessa.

#### 4.6.1. Traktorit

Maatalous- ja metsäkoneiden käyttämä CAN -väyläratkaisu on määritelty standardissa ISO 11783, joka tunnetaan kaupallisesti nimellä ISOBUS. Traktorin moottorin ja vaihteiston ohjaus noudattaa standardia SAE J1939, jota käytetään yleisesti raskaan kaluston väyläratkaisuissa. ISOBUS on laajennus tähän standardiin ja toteuttaa traktorin ja työkonneen välisen tiedonsiirron.

#### 4.6.2. Traktoriin kytkettävät työkonneet

Traktoriin liitettävissä työkonneissa elektroniikka ja automaattiset toiminnot ovat lisääntymässä. Ensimmäisen sukupolven automaattioratkaisut ovat olleet valmistajakohtaisia ja niissä ei yleensä ole ollut liitäntää ulkoiseen verkkoon. Uudemmat koneet noudattavat ISO11783 standardia. Tämän avulla työkonne voi liittyä traktorin väylään ja olla edelleen saavutettavissa. Työkonneiden ylläpitoon ollaan kehittämässä myös verkkopohjaisia ratkaisuja.

#### 4.6.3. Maatalouden itsekulkevat koneet

Maatalouden itsekulkevat koneet kootaan yleisesti käytössä olevista komponenteista joita käytetään yleisesti teollisuudessa ja raskaassa kalustossa. Itsekulkevien koneiden ohjausväylän perustekniikka on yleensä SAE J1939 standardin mukainen. Itsekulkevissa koneissa varsinainen toimilaitteiden ohjaus voidaan toteuttaa valmistajakohtaisilla ratkaisuilla. Itsekulkevissa laitteissa voi olla tuki myös ISO11783 standardin mukaiselle tiedonsiirrolle, jolloin laitetta voidaan verrata traktori-työkonneyhdistelmään vaikka kone olisi yksi kokonaisuus.

#### 4.6.4. Muut ajoneuvot

Maataloustyökonneiden lisäksi maataloudessa käytetään autoja ja muita ajoneuvoja, joita ei ole suunniteltu erityisesti maatalouskäyttöön. Niiden kyberuhkia ei tässä raportissa käsitellä.

#### 4.6.5. Haasteita ja heikkouksia maatalouden ajoneuvoissa ja koneissa

ISO11783 (ISOBUS) -standardin nykyiset toteutukset eivät rajoita työkonneen väylälle pääsyä. Täten mikä tahansa traktoriin liitetty laite voi ottaa traktorin ohjauksen haltuunsa. Tämä mahdollistaa lait-

teen etäohjauksen, mutta tällä hetkellä suurin osa liikkuvista työkoneista ei ole kiinnitettynä tietoverkkoon. Tarve verkkoyhteyksille on kuitenkin kasvamassa, ja jo lähitulevaisuudessa suoraan verkossa olevien työkoneiden määrä voi kasvaa nopeastikin. Yleiseen tietoverkkoon ja traktorin väylälle liitetty laite kuitenkin myös mahdollistaa etähyökkäykset, joissa traktoria ohjataan tekemään ei-toivottuja toimintoja. Maatalouskonetoimiala työstää toiminnalliseen turvallisuuteen liittyen ISOBUS -standardiin ratkaisuja, joiden avulla voidaan varmistua että traktorin saamat ohjaukset tulevat luotetulta toimijalta. Järjestelmä tunnetaan nimellä TIM (= tractor implement management).

Myös maatalousajoneuvojen datan käyttö on nopeasti kehittyvä ala ja standardeja kehitetään voimakkaasti. Uusimmat versiot ISOBUS -standardista mahdollistavat traktorin toimintojen automaattisen ohjaamisen, mikä on tuonut maatalousajoneuvoihin enenevässä määrin automaattisuuksia, kuten peltotöiden automaattiohjauksen. Väyläohjaus mahdollistaa myös sen, että esimerkiksi vedettävä työkone ohjaa traktorin kulkua työtehtävän aikana. Täysautomaattiset liikkuvat työkoneet ovat tällä hetkellä kaupallisten konseptiajoneuvojen tasolla. Teollisuudessa on valmius ruveta rakentamaan maatalouden täysautomaattiajoneuvoja välittömästi kun lainsäädäntö sallii niiden käytön maataloustyössä.

EU asetuksessa N:o 167/2013 määritellään mm. traktoreista koskevasta liitännästä minkä avulla traktorin väylää ja ohjausjärjestelmää voidaan lukea ja suorittaa tarvittavia huoltotoimenpiteitä. Tätä liitännää on myös mahdollista käyttää erilaisten mittauslaitteiden liitännäspisteinä. Tulevaisuudessa ajoneuvojen väyliin liitetään myös erilaisia mittaus- ja seurantalaitteita ja ne voivat olla myös yhteydessä erilaisiin verkkopalveluihin, kuten sääpalveluihin. Koska ajoneuvojen väylän arkkitehtuuri on alkujaan suunniteltu niin, että kaikki väylään kiinni pääsevät laitteet voivat kommunikoida ja vaihtaa tietoja ilman rajoituksia, tämä kehitys voi tulevaisuudessa huonontaa maatalousajoneuvojen kyberturvallisuutta. Väylän heikko tietoturva ja ajoneuvoon liitettävät verkkoyhteydet mahdollistavat ajoneuvon toimintaan vaikuttamisen etäyhteydellä.

## 4.7. Maatilan tietokoneet

Maatilalla tietokoneita on vähintäänkin tilan asuinrakennuksessa. Koneita voi olla myös eläinsuojissa, kasvihuoneissa, sekä muissa tilan ulkorakennuksissa. Ulkorakennusten tietokoneet ovat tyypillisesti kyseisen rakennuksen automaatiikan ohjaus- ja valvontakoneita, tai liittyvät muuten kyseisessä rakennuksessa tehtävään työhön. Tämän lisäksi maatilalla on tyypillisesti kannettavia laitteita, kuten älypuhelimia ja tablettitietokoneita. Maatilan tietokoneet voidaan jakaa kahteen eri luokkaan: tilan hallintoihin käytettävät työtietokoneet, ja maatilan asukkaiden henkilökohtaiset tietokoneet.

### 4.7.1. Työtietokoneet

Tilan johtamisen ja viestintään käytetyt tietokoneet ovat tyypillisesti kotikäyttöön tarkoitettuja tietokoneita, eivätkä siten eroa tilan asukkaiden henkilökohtaisista koneista. Monesti voi itse asiassa olla niin, että viljelijä käyttää samaa tietokonetta sekä tilan hallintoihin, että henkilökohtaiseen käyttöön. Hallinnointi ja henkilökohtainen käyttö voivat jopa olla samalla käyttäjätunnuksella. Hallinnointityöhön käytettäviä tietokoneita koskevat täsmälleen samat kyberuhat ja riskit kuin muitakin työtietokoneita. Täten niiden tietoturva on huolehdittava samalla tavalla. Paras tapa koneen tietoturvan varmistamiseksi on kaikkien käytettyjen ohjelmien päivityksistä huolehtiminen, sekä hyvän tietoturvaohjelmiston käyttäminen. Lisäksi työtietokoneella olisi syytä välttää epäluotettavien verkkopalveluiden käyttöä, jotta kone ei turhaan altistu tietoturvaongelmille.

Maatilan työtietokoneiden suurin kyberuhille altistava tekijä voi olla laitteiden ammattimaisen ylläpidon puuttuminen, mitä käsiteltiin tarkemmin osiossa 4.1.2. Täten laitteiden ohjelmistot eivät välttämättä ole ajan tasalla, laitteita ei ole varmistettu sähkönjakelun häiriöiden varalta, ja laitteiden varmuuskopiot eivät ole ajan tasalla.

Automaatiojärjestelmiä valvovia tietokoneita uhkaavat samanlaiset kyberturvallisuusriskit kuin muitakin maatalon koneita. Tämän lisäksi ulkorakennuksissa olevat tietokoneet voivat altistua lialle, pölylle, ja kosteudelle huomattavasti asuinhuoneistossa käytettäviä tietokoneita enemmän. Täten ne ovat alttiimpia laitteiston hajoamiselle, koska kuluttajatietekniikkaa ei ole suunniteltu likaisissa olosuhteissa käytettäväksi.

#### 4.7.2. Henkilökohtaiset tietokoneet

Suuri osa suomalaisista maataloista toimii perheviljelmämallilla. Täten monilla tiloilla sama tietoverkko, jota käytetään tilan johtamiseen, hallinnointiin ja automaatiojärjestelmien valvontaan, on myös perheen käytössä. Tämä yhteiskäyttö on osaltaan riski maatalon tietoturvalle, koska samassa lähiverkossa tilan työtietokoneiden kanssa on myös koneita, joilla voidaan esimerkiksi käydä erilaisilla viihdesivustoilla, olla yhteydessä vertaisverkkoihin, tai käyttää muita verkkopalveluita jotka saattavat altistaa käytetyn koneen kyberuhille. Tämä puolestaan aiheuttaa suuremman vaaran muiden tilan verkossa olevien tietokoneiden saastumiseen. Olisi perusteltua jakaa tilan tietoverkko useampaan aliverkkoon, vaikka liittymä olisikin sama. Näin mahdollinen hyökkäys esim. viihdelaitteisiin rajautuisi sisäverkossa osaan, jossa tilan työtietokoneet ja muut laitteet eivät ole.

### 4.8. Alkutuotannon harjoittama jatkojalostustoiminta

Alkutuotannon harjoittamalla jalostustoiminnalla tarkoitetaan tilalla tuotettujen tuotteiden edelleen jalostamista. Alkutuotannon jalostustoiminta käyttää yleensä samaa tietotekniikkaan kuin tilan muunkin liiketoiminta.

Jatkojalostukseen käytettävät tekniset ratkaisut ovat pienen mittakaavan tehtaita. Tehdasmainen toimintatapa tuo automaation myös pienjalostustoimintaan enenevässä määrin. Laitteita ei kuitenkaan usein hankita kokonaisuuksina vaan ostamalla isomman teollisuuden käytöstä poistamia laitteita ja sovittamalla ne pienimuotoiseen tuotantoon. Kun jalostustoimintaa laajennetaan, hankinnat kohdistuvat teollisuuden käyttämiin pieniin järjestelmiin missä tietoturva on huomioitu yleensä järjestelmätoimittajan ratkaisuilla.

Jalostustoimintaan liittyy usein suoramyyntiä ja vähittäiskauppaa. Vähittäiskaupan harjoittaminen edellyttää melkein aina maksujärjestelmien käyttöön ottamisen. Käytössä ovat myös markkinointiin liittyvät nettisivustot ja mahdollisesti verkkokauppa-alusta. Tällaiset tilojen käytössä olevat verkkopalvelut kattavat kaikki vaihtoehdot harrastepohjaisista viritelmistä ammattimaisesti valmistettuihin sivustoihin. Verkkokaupan tietoturva noudattaa alan yleisiä periaatteita. Suoramyyntiä varten yrityksissä otetaan käyttöön myös sähköisiä maksujärjestelmiä sekä verkkomaksamiseen että korttimaksuun.

#### 4.8.1. Haasteita alkutuotannon harjoittamassa jalostustoiminnassa

Pienimuotoisen jalostustoiminnan kustannuksia pidetään kurissa hankkimalla käytettyä teknologiaa. Laitteet voivat olla käyttökuntoisia osakokonaisuuksia joiden ylläpitoon alkuperäisen valmistajan tukea ei ole saatavissa. Laitteistoja myös kunnostetaan ja muutetaan omatoimisesti käyttötarkoitukseen sopivaksi. Laitteiden automaatiolle ei välttämättä ole jatkossa saatavissa ylläpitoa ja päivityksiä. Näin laitteiden tietoturva laskee ajan myötä.

Maksujärjestelmät ovat yleensä toimittajan ja maksuliikennettä tarjoavien yritysten ylläpidossa koko elinkaaren ajan. Näihin laitteisiin kohdistuvat uhat ovat hallittavissa tätä kautta. Omiin verkkopalveluihin lisättävät maksujärjestelmät ovat myös yleensä jonkun toimittajan hallinnassa. Uhka nettisivustoissa liittyy lähinnä siihen, että sivusto kaapattaisiin ja tilaus- ja maksuliikenne ohjattaisiin väärään paikkaan.

## 5. Maatalousympäristön kyberuhkia

Maatiloihin voidaan katsoa kohdistuvan ainakin kolmenlaisia erilaisia kyberuhkia. Ensinnäkin, maatalan digitaalista toimintaympäristöä uhkaavat erilaiset onnettomuudet ja vahingot, kuten laitteiden vikaantuminen tai rikkoutuminen, sääilmiöiden aiheuttamat kybervahingot, eläinten aiheuttamat vahingot, sekä ohjelmistojen ja palveluiden ei-tarkoitushakuinen väärinkäyttö. Toiseksi, maatilaa vastaan voidaan tehdä kyberhyökkäys, jolla pyritään tunkeutumaan johonkin tai joihinkin maatalan järjestelmiin, ja sitä kautta joko varastamaan maatalan digitaalista omaisuutta, tai vaikuttamaan maatalan toimintaan. Kolmanneksi, maatalan laitteita voidaan kaapata johonkin muuhun tarkoitukseen, kuten esimerkiksi kyberhyökkäysalustoiksi jotain muuta kohdetta vastaan.

Näistä uhista ensimmäinen ja toinen vaikuttavat maatalan toimintaan. Kolmas kyberuhka tyypillisesti ei aiheuta mitään vaikutuksia ennen kuin kaapattua alustaa käytetään luvatta. Tosin kyberuhkaa ei välttämättä huomata edes silloin, kun kaapattua laitetta käytetään osana hyökkäystä, mikäli sillä ei ole näkyvää vaikutusta tilan omaan toimintaan.

### 5.1. Vahingot ja onnettomuudet

Maatila on fyysisesti monille tietoteknisille laitteille vaativa toimintaympäristö. Laitteita käytetään ulkona monenlaisissa sääolosuhteissa, ja niitä voi olla pysyvästi sijoitettu tiloihin, joissa lämpötila ja ilmankosteus vaihtelevat huomattavasti. Maatila on myös toimintaympäristönä likainen, jolloin koneisiin nopeasti kertyy mm. pölyä, eläinten karvoja, ja muuta likaa. Laitteet voivat myös helposti altistua rajuillekin iskuille esimerkiksi pudotessaan. Koska monet maatiloilla käytetyt tietokoneet ja muut tietotekniset laitteet ovat ensisijaisesti kuluttajakäyttöön tarkoitettuja, ne kestävät yleensä huonosti likaa ja iskuja, ja täten laitteen rikkoutumisen vaara on olemassa.



**Kuva 6.** Kotieläintalouden automaatio on usein sijoitettu haastavaan ympäristöön. Kosteus, pöly ja eläinten kontaktit saattava aiheuttaa laitteiden rikkoontumisia.

Sääilmiöt voivat myös rikkoa laitteita. Tietokoneet tarvitsevat sähköä, eivätkä kestä jännitepiikkejä. Koska haja-asutusalueella sähköjohdot menevät usein maan pinnalla, ovat esimerkiksi ukkosen aiheuttamat vauriot yleisempiä kuin tiheästi asutetuilla alueilla.

Maatilan tietoverkon maadoittaminen ja liittäminen muuhun sähköverkkoon tulisi selvittää. Olemassa olevat käytännöt ja ohjeet eivät anna ilmeisesti riittävää suojaa ylijännitetilanteissa. Haja-asutusalueella yleisesti annettu suositus irrottaa laitteet sähköverkosta ukonilmalla on vaikea toteuttaa verkotetussa toimintaympäristössä. Laitteita ja liityntäpisteitä on lukuisia, ja monet laitteista eivät ole sellaisia että ne voidaan noin vain sammuttaa. Asennukset ovat monesti kiinteitä. Esimerkiksi eläinsuojan ilmastoinnin valvonta- ja ohjauslaitteiden on oltava päällä jatkuvasti. Näistä seikoista johdun laitteiden järjestelmällinen irrottaminen sähköverkosta on käytännössä mahdotonta. Ylijännitesuojaukseen olisi löydettävä parempia rakenteellisia ratkaisuja sekä suunnittelu- ja asennusohjeita.

Maatilan sijainti vaikuttaa suuresti siihen, kuinka altis tila on sääilmiöille. Esimerkiksi rannikolla ja sisämaassa tuuli vaikuttaa eri tavoilla, ja tuulten pääasiallinen suunta ja ukkosmyrskyjen yleisyys vaihtelevat maan eri osissa. Sääilmiöitä vastaan suojautuminen perustuu ensisijaisesti ennalta varautumiseen. Tilan on tehtävä pitkän aikavälin varautumista erilaisiin sääilmiöihin esimerkiksi rakenteellisilla ratkaisuilla, jotka tekevät tilan tietoverkosta mahdollisimman säänkestävän. Maadoittamisratkaisut, ylijännitesuojaukset, varavirtalähteet ja vastaavat kuuluvat tähän varautumiseen, kuten myös herkkien laitteiden sijoittaminen paikkoihin, joissa sää ei pääse niihin suoraan vaikuttamaan. Lyhyen aikavälin varautumista taas on tehtävä silloin, kun sääennusteen mukaan sään ääri-ilmiö saattaa vaikuttaa tilaan. Tällöin esimerkiksi on syytä sammuttaa ei-kriittiset tietojärjestelmät, tarkastaa varavoiman saatavuus, valmistautua korjaamaan mahdollisia vahinkoja, ja niin edelleen.



**Kuva 7.** Salaman aiheuttama ylijännite valokuituliitymässä. Liittymän asennuksesta puuttunut potentiaalintasaus muuhun sähköverkkoon aiheutti virtapiikin useaan eri laitteeseen. Salaman on tullut ulos mustan laitteen kulmasta ja maadoittunut valkean kytkentärasian ja valokuidun suojalankojen kautta maahan. On hyvin todennäköistä että valokuitukaapelin suojakuori on jostakin vaurioitunut salamaniskun seurauksena. Vaurion takia vettä ja likaa voi päästä kuitukaapelin sisään ja aiheuttaa myöhemmin kaapeliin vaurion.

Maatalouden tuotantorakennuksiin sijoitetuilla laitteille tulee myös kosteusvaurioita suhteellisen kosteuden noustessa. Laitteiden riittävä kotelointiluokka (SFS-EN 60529) suojaa pölyltä ja kosteudelta. Kuitenkin, mikäli laitteen lämpötila on sama tai alempi kuin ympäristössä olevan ilman lämpötila, alkaa kosteus tiivistyä laitteiden pinnalle suhteellisen kosteuden noustessa yli 90%. Sähköisten laitteiden olisi parempi olla koko ajan päällä, jolloin laitteen tuottama hukkalämpö estää kastepisteen ylittymisen laiteessa. Myös laitekotelon tai tilan lisälämmitys varmistaa riittävän kuivat olosuhteet.

Pölyltä suojaaminen on usein haastavaa koska laitteita on jäähdytettävä. Aktiivijäähdytys, kuten esimerkiksi jäähdytystuuletin, kerää pölyä ja kerryttää sitä laitteiden sisään. Pölyisissä oloissa tulisi ensisijaisesti valita laite, jossa on passiivinen jäähdytys. Mikäli on käytettävä aktiivijäähdytystä vaativia laitteita, tulisi niiden olla pölyisissä olosuhteissa käytettäviksi suunniteltuja, tai laitteen puhtaudesta on pidettävä jatkuvasti huolta.

Maatalouden toimintaympäristössä myös eläimet voivat vaikuttaa laitteistojen toimintaan. Kaapeloinnit kulkevat usein paikoissa, jotka ovat myös jyrksijöiden liikkumisreittejä, jolloin kaapelit voivat vaurioitua jyrksijöiden hampaissa tai kynsissä. Täten syntyvät vauriot voivat tulla esille vasta pitkänkin ajan kuluttua esim. ilman kosteuden muuttuessa, ja usein vaurioituneen kohdan löytäminen voi olla haastavaa. Kaapelivaurioita voi syntyä niin rakennuksissa kuin ajoneuvoissa. Syntynyt vaurio estää tai vähintäänkin haittaa laitteen toimintaa.

Hyötyeläinten aiheuttamia vahinkoja ovat tyypillisesti eläinten normaaliin käyttäytymiseen liittyvät kuormitukset johtoihin, antureihin ja toimilaitteisiin. Laitteet on suojattava niin että eläin ei voi niitä rikkoa eikä itse vahingoittua esim. sähköiskun seurauksena. Erityisesti ruokintalaitteet ovat eläinten mielenkiinnon kohteena.

Hyötyeläimet tuottavat likaa ja kuona-aineita, jotka vähitellen myös kerrostuvat eläinsuojiiin. Suojissa olevat laitteet ovat täten erittäin vaativassa toimintaympäristössä, mikä on otettava huomioon niitä valittaessa ja sijoitettaessa. Kaapelointireittien suunnittelussa on huomioitava liian kertyminen rakenteiden päälle. Myös säännöllinen puhdistaminen laitetiloissa ja myös laitteiden sisällä on perusteltua.

Maatilan verkkoyhteydet voivat myös katketa. Syynä voi olla fyysinen vika, virhe maatilalla, tai virhe verkkopalvelun tarjoajan palvelussa. Laitteiden on syytä olla sellaisia, että ne kykenevät suoriutumaan ainakin perustoiminnallisuuksista myös ilman verkkoyhteyksiä.

## 5.2. Kyberhyökkäykset maatilaa vastaan

Erilaisia tahoja, jotka voivat pyrkiä hyökkäämään maatilaa vastaan, on useita. Lehto *ym.* (2017) listaa mahdollisina hyökkääjinä sisäpiiriläiset, kybervandaalit, kybervakoilijat, sekä kyberterroristit ja sotilaat. Näiden lisäksi ainakin kyberrikolliset ovat mahdollisia hyökkääjiä, jotka saattavat toimia myös maataloja vastaan. Normaalin yhteiskuntajärjestyksen ja rauhantilan vallitessa sotilaat eivät ole aktiivinen uhka ja tässä yhteydessä sisäpiiriläisten aiheuttamia uhkia ei käsitellä erikseen. Raportin osiossa 4.2.1 käsitellään mahdollisia ongelmia, joita maatilan tietojärjestelmiä käyttävät eri ihmisryhmät voivat aiheuttaa. Tosin minkä tahansa alla kuvatun hyökkäyksen voi tehdä myös sisäpiiriläinen. Kuitenkin, koska suomalaiset maatilat ovat kohtuullisen pieniä, on sisäpiiriläisten määrä yleensä rajallinen ja täten heidän aiheuttamansa ongelma myös rajallinen.

Kyberhyökkäyksillä voidaan pyrkiä vaikuttamaan suoraan maatilan toimintaan jollain tavalla. On ainakin kolme suoraa tapaa pyrkiä vaikuttamaan maatilan toimintaan: maatilan datan tuhoaminen, maatilan datan pahantahtoinen salaaminen, ja maatilan laitteiden ja tuotantoprosessien häirintä. Lisäksi maatalaan voidaan vaikuttaa varastamalla maatilan dataa ja käyttämällä sitä tilaa vastaan. Kyberhyökkäyksen tarkoituksena voi myös olla mahdollistaa tai peittää fyysinen tunkeutuminen maatilalle. Kaikki nämä vaikutusmekanismit vaativat hyökkääjältä pääsyä maatilan tietojärjestelmiin ja sitä kautta maatilan laitteisiin, dataan ja toiminnanohjaukseen.

Datan tuhoaminen vaatii hyökkääjältä pääsyn tietojärjestelmään, jossa dataa säilytetään. Tiedon voi tämän jälkeen tuhota helpoiten tuhoamalla kaiken tietojärjestelmässä säilytettävän tiedon. Mikäli

hyökkääjä haluaa jostain syystä tuhota vain tietyt tiedot, tai aiheuttaa haittaa tietoja muuttamalla, on hänen tiedettävä missä tietoa säilytetään ja miten siihen voi vaikuttaa. Esimerkiksi erilaiset kybervandaalit voivat olla kiinnostuneita tiedon tuhoamisesta. Motiivi voi olla esimerkiksi kokeilunhalu, hauskanpito, kiusanteko, tai eläinaktivismi. Myös terroristit voivat tuhota dataa.

Datan pahantahtoinen salaaminen tyypillisesti tehdään käyttämällä ns. kiristyshaittaohjelmaa. Näitä ohjelmia levitetään esimerkiksi sähköpostin välityksellä, mutta on olemassa menetelmiä, joilla haittaohjelmia voidaan levittää myös verkkosivustojen kautta. Tyypillisesti kiristyshaittaohjelma toimii käyttäjän käynnistäessä sen epähuomiossa, jonka jälkeen ohjelma salaa tietokoneen tiedot ja vaatii käyttäjältä lunnaita niiden palauttamiseksi. Kiristyshaittaohjelmat ovat tyypillinen kyberrikollisten käyttämä hyökkäyskeino.

Tilan datan tuhoamisen tai salaamisen voi mieltää tuotantoprosessien häirinnäksi, mutta tuotantoprosesseja voi häiritä myös aiheuttamalla ei-toivottua toimintaa tilan käyttämään laitteistoon ja automatiikkaan. Erityisesti kotieläintalouden ja kasvihuonetilat voivat olla haavoittuvia tämän kaltaisille hyökkäyksille. Eläinten valvontalaitteistojen, ruokintalaitteistojen, tai eläinsuojien sisäolosuhteita säättävien laitteistojen vääränlainen toiminta voi sekoittaa maatilan toimintaa, ja pahimmassa tapauksessa huonontaa eläinten hyvinvointia ja aiheuttaa tilalle huomattavia tappioita. Vastaavasti myös kasvihuoneen valvonnan ja säädön rikkominen voi haitata kasvien hyvinvointia ja aiheuttaa huomattavia tappioita. On myös mahdollista hyökätä tilan satoa vastaan tietyissä tilanteissa, kuten esimerkiksi vaikuttamalla viljan kuivaussiilon toimintaan. Liikkuvien työkoneiden liittäminen tietoverkkoon voi myös tehdä mahdolliseksi niitä vastaan hyökkäämisen, joka voi aiheuttaa suuriakin uhkia liikenne- ja työturvallisuudelle esimerkiksi ohjaamalla työkone väärään paikkaan. Tällaisia hyökkäyksiä voivat tehdä vandaalit ja terroristit, sekä poikkeusolojen vallitessa myös kybersotilaat.

Datan varastaminen vaatii hyökkääjältä pääsyn tietojärjestelmään, jossa dataa säilytetään, sekä tiedon siitä, missä tietoa säilytetään. Tällöin hyökkääjä voi tehdä datasta itselleen kopion. Tietojärjestelmiin tallennetun datan lisäksi hyökkääjä voi pyrkiä varastamaan dataa suoraan dataa tuottavasta järjestelmästä. Hyökkääjä voi esimerkiksi tunkeutua tilan valvontakameroihin ja pyrkiä sitä kautta hankkimaan itselleen videomateriaalia tilan toiminnasta. Tilan tietojen luvaton kopiointi on tyypillistä kybervakoilua, mutta taustalla oleva motiivi voi vaihdella aktivismista taloudellisen hyödyn tavoitteluun tai valtiolliseen tiedusteluun.

Kyberhyökkäyksillä voidaan myös pyrkiä mahdollistamaan fyysinen tunkeutuminen maatilalle, tai peittää fyysisen tunkeutumisen jälkiä. Tällöin hyökkääjän kohteena on esimerkiksi maatilan kulunvalvonta ja hyökkäys voi kohdistua vaikkapa valvontakameroita vastaan. Mikäli tilalla on sähköiset lukot, voidaan niihin pyrkiä vaikuttamaan. Tämä tosin voi vaatia huomattavasti enemmän tietoa hyökkääjältä kuin esimerkiksi kuluttajaelektronikkatasoisiin webbikameroihin perustuvaan valvontakamerajärjestelmään tunkeutuminen. Motiiveja fyysiseen tunkeutumiseen voi olla useita. Eläinaktivismi, varkaudet ja vahingonteko ovat näistä muutamia.

Maatilan tietojärjestelmiin tunkeutuminen voi olla joko opportunistinen hyökkäys haavoittuvaksi huomattua järjestelmää vastaan, tai sitten suunnattu juuri kyseistä kohdetta vastaan.

Opportunistiset hyökkääjät etsivät automatisoidusti tietoverkoista haavoittuvia tietojärjestelmiä, sekä levittävät erilaisia hyökkäykseen käytettäviä haittaohjelmia esimerkiksi sähköpostin välityksellä. Varsinainen hyökkäys kohdistuu sitten niitä kohteita vastaan, joilta sattuu löytymään heikkouksia, tai jotka sattuvat aktivoimaan haittaohjelman.

Kohdistetut hyökkäyksen takana on taho, joka haluaa vaikuttaa nimenomaan valittuun kohteeseen. Tiettyä maatilaa vastaan tällaisen hyökkäyksen motiivina voisi toimia esimerkiksi eläinaktivismi. Kohdistetussa hyökkäyksessä voidaan käyttää samoja menetelmiä kuin opportunistisessa, mutta käytettäviä työkaluja saattaa olla enemmän käytössä. Lisäksi kohdistetussa hyökkäyksessä voidaan pyrkiä pääsemään fyysisesti käsiksi maatilan tietokoneisiin.



### 5.3. Maatilan laitteiden kaappaus

Maatilojen tietojärjestelmissä voi olla useitakin haavoittuvia laitteita. Koska tietoturva ei tyypillisesti kuulu maatilan ydinosaan, voi turvallisuus olla huonolla tasolla niin tilan tietokoneissa kuin muissakin tietoteknisissä laitteissa.

Haavoittuva, internetiin näkyvä laite, voidaan nykyään kaapata osaksi kyberhyökkäyksiin käytettävää ns. bottiverkkoa. Haavoittuvien laitteiden etsintä on automatisoitua toimintaa, jossa jo kaapatut laitteet satunnaisesti etsivät verkosta haavoittuvia laitteita ja sellaisen löytäessään kaappaavat sen. Esimerkiksi mirai-haittaohjelma leviää verkkoon kytkettyihin, suojaamattomiin laitteisiin erittäin nopeasti. Haavoittuva laite voi nykyään saastua oltuaan verkossa vain minuutteja. Ohjelmaa käytettiin esimerkiksi syksyllä 2016 suuressa palvelunestohyökkäyksessä useita verkkopalveluita vastaan (Hilton 2016).

Kyberhyökkäysalustojen etsinnän automatisoituminen tarkoittaa sitä, että jokainen maatila, siinä missä jokainen muukin verkkoon kytketty järjestelmä, on jatkuvan kyberuhan alla. Uhka on kuitenkin vaikeasti havaittava, koska se ei kohdistu maatalaan itseensä ja kaapattu laite toimii normaalisti silloin, kun sitä ei käytetä osana hyökkäystä. Hyökkäyksen aikana maatilan tietoverkko voi puuroutua, varsinkin jos tilalla on suuri määrä kaapattuja laitteita. Lisäksi tilan palveluntarjoajan järjestelmät voivat huomata tilan laitteiden olevan osa palvelunestohyökkäystä, jolloin palveluntarjoaja voi joutua itse rajoittamaan tilan tietoliikennettä.

Maatilan laitteita voidaan kaapata myös muihin tarkoituksiin kuin kyberhyökkäysalustoiksi, vaikka tarkoituksena ei olisi vaikuttaa suoraan maatilan toimintaan. Yhä useammat laitteet ovat yhteydessä internetiin mobiiliverkon välityksellä. Maatilalla esimerkiksi erilaiset peltosensorit tai viljelijän puhelimeen hälytyksiä lähettävät järjestelmät voivat käyttää mobiiliverkkoa, ja nopeiden, neljännen sukupolven mobiiliverkkojen yleistyessä voidaan maatilan kaikki verkkoyhteydet järjestää mobiiliverkon kautta. Mobiili tiedonsiirto ei kuitenkaan välttämättä ole kiinteähintaista, varsinkin mikäli siirrettävän datan määrä on erittäin suuri. Täten, mikäli kaapattua laitetta käytetään suurten datamäärien siirtoon, voi tästä tulla maatilalle iso ylimääräinen kulu.

Mobiiliverkkoa käyttävä laite on jatkuvassa yhteydessä langattomaan puhelinverkkoon, joten sitä voidaan käyttää myös puheluiden soittamiseen. Mikäli kaapatulla laitteella soitetaan puheluita esimerkiksi maksullisiin palvelunumeroihin, voi tästäkin tulla maatilalle iso ylimääräinen kulu.

## 6. Tietojärjestelmät ja tietosuoja maatalouden liiketoiminnassa

Modernit maatilat tuottavat ja käyttävät monenlaista tietoa, ja tilaan liittyvä tieto on tallennettu useisiin eri tietojärjestelmiin. Maatilalla on tyypillisesti käytössä viljelysuunnitteluohjelmisto, jonka avulla maatalon viljelytoimintaa johdetaan. Suomessa on yleisesti käytössä neljä viljelysuunnitteluohjelmistoa: Datatechin Peltow, MTechnin WebWisu, SoftSalon Peltotuki ja Suonentiedon AgriNeuvos. Viljelysuunnitteluohjelmistossa on maatalon peltojen tiedot, viljelyhistoriatiedot, sekä muuta maatalon tuotantoon liittyvää tietoa, riippuen käytetystä ohjelmistosta, viljelytoiminnasta, ja muista tilasta riippuvaisista tekijöistä. Käytännössä jokainen suomalainen maatila käyttää myös Maaseutuviraston Vipu-palvelua, jonka avulla tehdään esimerkiksi maataloustukihakemukset. Tyypillisesti Viljelysuunnitteluohjelmistoissa on rajapinta Vipuun, jolloin ohjelmistoa voi käyttää tukihakemuksen teossa.

Viljelyohjelmistojen lisäksi eläintiloilla on lisäksi käytössä eläinkasvatukseen liittyviä järjestelmiä, kuten esimerkiksi nautakarjatilojen Minun maatilani ja Naseva, lammastilojen WebLammas, sekä sikatilojen Sikava. Näihin järjestelmiin tallennetaan tiedot tilan eläimistä ja niihin liittyvistä toimenpiteistä, kuten esimerkiksi syntymistä, ostoista ja myynneistä, teurastuksista, ja sairauksista. Lisäksi tiloilla on käytössä erilaisia eläinten ruokintaan, eläinsuojien olosuhteiden hallintaan, ja muuhun eläinten hoitoon liittyviä tietojärjestelmiä. Nämä järjestelmät seuraavat eläinten ja eläinsuojien tilaa, ja monia niistä voidaan käyttää myös eläinten hoidossa käytettävien automaatiojärjestelmien ohjauksessa. Järjestelmien ohjauksessa käytettävät sovellukset toimivat tyypillisesti paikallisverkossa. Kotieläintalouden eläintietoihin liittyvät sovellukset ovat perinteisesti hyödyntäneet keskitettyä palvelua. Palvelujen käyttö on siirtymässä selainpohjaisiksi.

Seuranta- ja ohjausjärjestelmät tuottavat ja käyttävät erilaisten sensoreiden mittaamaa dataa. Esimerkiksi lehmä voidaan valvoa märehdintää ja liikettä mittaavilla sensoreilla, jotka tuottavat jatkuvaa dataa lehmän käytöksestä, ja kasvihuoneen lämpötilaa ja kosteutta mittaamalla ohjataan huoneen sisäolosuhteiden säätöä. Eri sensorijärjestelmien tuottama data voidaan käyttää suoraan ja sen jälkeen tuhota. Data, tai siitä jalostettu tieto, kuitenkin usein tallennetaan, tyypillisesti järjestelmän omaan tietokantaan.

Maatilalla on myös paljon tietoa, jota kertyy maatalon toiminnasta esimerkiksi tositteiden, sopimusten, raporttien, kuittien ja muiden dokumenttien muodossa. Näistä muodostuu maatalon digitaalinen arkisto, jossa on tilan digitaalisessa muodossa olevat dokumentit. Maatalon digitaalista arkistoa käsitellään tarkemmin dokumentin osiossa 8.

Tilojen toiminnasta kertyy yhä enenemässä määrin dataa, jota on tyypillisesti tallennettuna eri paikkoihin. Vipu-palvelussa on tietoa käytännössä jokaisesta suomalaisesta maatilasta, ja meijereiden järjestelmissä on suuria määriä dataa jokaisesta meijerille maitoa tuottavasta tilasta. Suuri osa tästä datasta sisältää tietoja, jotka liittyvät maatalon toimintaan.

Maatalousyrityksen tuottama tieto on samalla tavalla luottamuksellista kuin minkä tahansa muunkin alan yrityksen tuottama tieto. Esimerkiksi tilan digitaalisessa arkistossa oleva sopimustieto on luottamuksellista, ja sitä väärinkäyttämällä voidaan esimerkiksi vaikuttaa kilpailutilanteeseen; maatilalla työskenteleviin henkilöihin liittyvät tiedot, kuten palkanmaksu ja tarkat henkilötiedot, ovat myös luottamuksellisia. Usein, kun erilaisia asiakirjoja käsitellään eri tietokoneilla, jää asiakirjoista useita kopioita eri tietokoneisiin. Mikäli maatalon tietokoneella on käsitelty luottamuksellista tietoa, tulee koneen asiallisesta hävittämisestä huolehtia sen elinkaaren päättyessä. Asiallisessa hävittämisessä tärkeintä on huolehtia siitä, että koneen kiintolevy tyhjennetään tai toimitetaan hävitettäväksi niin, että tiedot eivät sitä kautta voi joutua väärin käsiin.

Maatalon on myös syytä ottaa huomioon kuinka henkilöihin liittyvistä tiedoista, kuten työsuhteista, terveystiedoista, ja palkkalaskelmista, saattaa syntyä henkilörekisteri. Henkilörekisterin ylläpidosta aiheutuu tiettyjä velvoitteita, jotka tulee myös ottaa huomioon maatilalla. Tietojen tallentaminen on hoidettava siten, että tietoihin ei voi päästä käsiksi tarpeettomasti.

Tilan tietosuojan suhteen tukihakemukset ja niihin liittyvät valvontadokumentit voivat olla ongelma. Tukipäätökset ovat osittain julkisia. Viranomaiset julkaisevat nämä tukihakemusten julkiset tiedot. Maatilan on kuitenkin pidettävä omaa arkistoa myöhempiä selvityksiä silmälläpitäen myös jätetyistä tukihakemuksista ja tukipäätöksistä. Myös tukiehtojen mukaiset muistiinpanot tulee arkistoida. Valvontavelvollisuuden kuuluvien tietojen lisäksi asiakirjoissa saattaa olla mukana valvontaan kuulumattomia tietoja tai yksityiskohtia. Nämä tiedot tulisi pystyä poistamaan asiakirjoista ja sähköisestä materiaalista mitä valvontaan toimitetaan. Esimerkkinä käyttäjätunnukset joita on välitetty viljavuusanalyysitulosten paperisissa dokumenteissa. Kun aineistoa toimitetaan sähköisesti, saattaa tiedoissa olla myös muuta luottamuksellista valvontaan kuulumatonta tietoa. Sähköisen aineiston luovuttamisessa käyttäjällä tulisi aina olla tieto siitä mitä luovutettava aineisto sisältää.

## 7. Materiaali- ja varaosahuolto

Maatilan tuotantotarvikehuoltoon on kehitetty järjestelmiä joiden avulla esim. rehutilaus voi syntyä automaattisesti. Automaattiset tilausjärjestelmät ovat vielä harvinaisia ja yleensä varmistetaan erillisellä tekstiviestillä. Kyberhyökkäystilanteessa rehutoimitusten hoitaminen voi olla toiminto, jossa tilapäisvälineet on otettava käyttöön. Tilausväli on tyyppisesti 2-3 viikkoa. Teollisia rehuja ei yleensä varastoida pidemmäksi aikaa tiloilla.

Maatalouden laitteiden vanheneminen on tulevaisuuteen katsottaessa merkittävä uhka. Laiteratkaisuista riippuen voi olla tarvetta useampaan elinkaaren aikaiseen päivitykseen. Jos käytetyt osat ovat hyvin erilaistettuja voi olla vaarana että varaosia ei ole saatavissa esim. valmistuksen päätyttyä. Yleinen varaosahuoltovelvollisuus, 10 vuotta, on merkittävästi lyhempi kuin maatalouskoneiden tyyppillinen elinkaari. Varaosahuollon riskinä ovat myös komponentit, joiden valmistus päättyy ja joille ei ole saatavissa korvaavaa tuotetta. Esimerkiksi mikropiireissä uuden sukupolven käyttöön ottaminen voi vaatia koko ohjelmiston uudelleensuunnittelua.



**Kuva 8.** Maatalouden käyttöympäristö asettaa suuremmat vaatimukset käytettäville komponenteille. Laitteisiin kohdistuu myös iskuja ja normaalia suurempia kiihtyvyyksiä. Laitteiden suunnittelussa tulee komponenttien tukemiseen kiinnittää huomiota. Kuvassa piirilevyllä ollut kondensaattori on irronnut tuen puuttuessa. Kyber- turvallisuuteen kuuluu myös käytettyjen osien varaosahuolto.

## 8. Varmuuskopiot ja digitaalinen arkisto

Yritystoiminnassa tietokoneiden varmuuskopiointi on yleensä hoidettu keskitetysti tai tiedot on tallennettu keskitettyyn palveluun joka varmuuskopioidaan. Maatalouden tietojärjestelmiä ei yleensä ylläpidetä ammattimaisesti ja myös varmuuskopiointi jää käyttäjäkohtaiseksi. Käytössä on usein sovelluskohtaisia varmuuskopiointi ohjelmia, joilla voidaan varmistaa yksittäisen sovelluksen tietosisältöä. Niiden käyttö jää käyttäjän vastuulle.

Varmuuskopiointi tulisi järjestää automaattisilla, ajoitetuilla sovelluksilla. Varmuuskopiointipaikka ja väline tulisi olla kiertävä niin että esim. tulipalossa tiedot eivät tuhoudu. Maatilan toimintaympäristössä ratkaisu voisi olla sijoittaa varmuuskopiointi eri rakennukseen kuin missä tietoja yleensä käytetään. Tällä saavutettaisiin korkeampi turvallisuustaso.

Sovellusten siirtyminen pilvipalveluiksi ratkaisee osittain varmuuskopiointiin liittyviä ongelmia. Pilvipalvelun tarjoaja vastaa yleensä aina varmuuskopiointin järjestelyistä. Pilvipalvelun toimittajan luotettavuus ja jatkuvuus on merkittävä asia. Usein ilmaiset, tai johonkin tuotteeseen liittyvät, palvelut voivat sulkeutua yllättäen. Tällöin palveluun tallennettuihin tietoihin ei käyttäjällä ole enää pääsyä. Tämä uhka on myös otettava huomioon pilvipalveluita valittaessa.

Myös sopimusten ja muiden asiakirjojen säilyttäminen sähköisessä muodossa tulee turvata. Sopimusten kopioita voidaan tarvita uudelleen vuosienkin kuluttua. Sopimusoikeudellisesti maatalouden sopimukset voivat olla kestoaltaan jopa useita vuosikymmeniä. Digitaalista arkistoa on esimerkiksi verotukseen liittyvä kirjanpito, jolla on kuuden vuoden säilytysvelvollisuus. Digitaalinen arkisto on oltava avattavissa vielä ajankin kuluttua, joten käytettävien tiedostomuotojen tulisi olla yleisesti tuettuja. Vuosina 1990–2007 maatiloilla oli käytössä ohjelmistoja joiden tiedostoformaatin auki saaminen voi olla jo nyt haastavaa ohjelmistojen poistuttua markkinoilta. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi tuolloin yleinen toimisto-ohjelma Works, joka oli tietokoneissa valmiiksi asennettuna.

Varmuuskopiointia on seurattava ja on selvitettävä menetelmät, joilla varmuuskopioiden tiedot voidaan palauttaa. Vanhempien varmuuskopioiden tietojen palauttamiseen liittyy myös tietojen käyttöön tarvittavan sovelluksen palauttaminen. Tiedot on voitava päivittää uudemmille sovelluksille, tai vanhempi sovellus on voitava asentaa uudelleen käyttöön. Myös koko sovellus voi olla poistunut markkinoilta. Digitaalisen arkiston ylläpitoon kuuluu täten myös käytettyjen sovellusten arkistointi.

## 9. Maatalouden tietojärjestelmien kriisinkestävyys

Maatalouden käytössä olevia järjestelmiä ei yleensä ole suunniteltu kriisiaikojen toimintaa tukeväksi. Käytetyt laitteistot ovat yleensä koti- ja harrastekäyttöön tarkoitettuja laitteita koottuja. Kriisinkestävyden kannalta keskeistä on yleensä sähkön saanti. Sähköverkon toiminta ja laatu erilaisissa kriisitilanteissa on ensimmäinen ratkaiseva tekijä. Paikallisesti tuotetun varavoiman heikko laatu voi vaikuttaa häiritsevästi tai jopa rikkoa puolijohdetekniikkaan perustuvia laitteita. Erityisesti alijännitteen on todettu vaikuttavan laitteiden toimintaan. Maatilojen varavoimaratkaisuissa tulisi kiinnittää huomiota riittävään kuormituksen kestoon mikä takaa laadukkaan sähkön häiriötilanteissa.

Paikallisesti toimivat järjestelmät voidaan ottaa käyttöön yleensä heti kun sähkönsaanti on toiminnassa. Verkkoon liitettyjen järjestelmien käyttö kriisitilanteissa edellyttää toimivia verkkoyhteyksiä. Valitettavasti tietoliikenneverkko on varmistettu yleensä vain muutamien tuntien varakäytöllä ja on samalla tavalla riippuvainen samasta alueellisesta sähkönsyötöstä kuin maatilat.

### 9.1. Vaikutuksen sähkönjakelun häiriöissä

Sähkönjakelun häiriön välitön vaikutus on laitteiden sammuminen. Varavoimaratkaisulla maatilan sisäinen toiminta voidaan palauttaa, ja kriittisten tietolaitteiden suojaaminen UPS-järjestelmillä ja ylivirtasuojilla on perusteltua. Usein lyhyt sähkökatkos on vahingollisin laitteelle varsinkin silloin, kun laite ei ole vielä palautunut edellisestä katkoksesta. Varavoima ei ole juuri koskaan tiloilla ole online-tyyppistä vaan käynnistyy vasta sähköjen jo katkettua.

Yleisesti sähkökatkoksen venyminen yli 3-5h tunnin mittaiseksi katkaisee myös puhelin- ja tietoliikenteen alueella. Tähän katkokseen yksittäisen tilan on vaikea vaikuttaa. Olisi perusteltua että haja-asutusalueen matkapuhelinverkkoihin vaadittaisiin pidempää varavoiman kestoa ja mahdollisuutta syöttää virtaa myös paikallisesti tuotettuna.

Sähkökatkot vaikuttavat myös alueen vesihuoltoon. Vesi on merkittävä tekijä juomavetenä ja myös prosessien kannalta esimerkiksi maidontuotannon laitteiden pesussa. Vesiverkoston lamauttaminen kyberhyökkäyksellä vaikuttanee tehokkaimmin esim. maidontuotannon toimintaedellytyksiin. Esimerkiksi automaattilytö ei voi toimia ilman painevettä.

Myös sää voi vaikuttaa sähkönjakeluun. Alkutuotannon omissa sääriskeissä yli/alijännitteet ovat keskeinen uhka. Salamaniskut tai syöttöjohtojen yhdistyminen voivat aiheuttaa IVT laitteiden rikkoutumisen.

### 9.2. Tietoliikenteen häiriöiden vaikutukset

Tietoliikenteen välitön katkos vaikuttaa ensin yleiseen viestintään. Pitempiaikainen kesto estää etähuoltoon, valvontaan, tilauksiin ja viranomaistoimintaan liittyvät toiminnot. Tietoliikenteen häiriöt tulevat esiin heti sähkönjakeluun liittyvien häiriöiden kanssa. Tietoliikenteen omat häiriöt voivat olla säähän, laiterikkoihin tai järjestelmiin tehtyjen iskujen seurauksia. Tietoliikennehäiriöt myös estävät pilvipalveluiden käyttämisen, mikä voi tulevaisuudessa olla yhä suurempi haitta maatilan toiminnalle.

### 9.3. Laitteiston rikkoutuminen ja datan korruptoituminen

Laiterikko tyypillisesti joko haittaa tai estää jonkin tilan järjestelmän toiminnan. Riippuen rikkoutuneesta laitteesta, haitta voi kohdistua mihin tahansa osaan tilaa, ja aiheuttaa myös datan menetyksiä. Myös datan keruu esimerkiksi eläinten tai peltojen jatkuvasta seurannasta voi häiriytyä. Laiterikot myös haittaavat tilan jokapäiväisiä toimintaprosesseja.

Data voi korruptoitua joko dataa kerätessä, mikäli keruuseen käytetty laite ei toimi oikein, tai varastossa datavaraston rikkoutuessa tai joutuessa kyberhyökkäyksen kohteeksi. Mikäli kadonnut tai

korruptoitunut data on varmuuskopioitu, voidaan se palauttaa varmuuskopioista. Keruun aikana kadonnut tai korruptoitunut data on monesti sellaista, ettei sitä voida palauttaa. Tällöin, riippuen tilanteesta, voidaan data pyrkiä korvaamaan toisesta lähteestä saadulla tiedolla, arviolla, tai voidaan joutua toimimaan ilman dataa.

## 9.4. Poikkeusolot

Poikkeusolo on tilanne, jossa suuresta häiriötekijästä johtuen sovelletaan valmiuslakia. Poikkeusoloja ovat Suomeen kohdistuva aseellinen, taloudellinen, suuronnettomuuden, luonnononnettomuus tai laajalle levinneen vaarallisen tartuntataudin aiheuttama laajamittainen uhka.

Poikkeusoloissa viranomaisilla on tavallista suurempia valtuuksia, jotka voivat vaikuttaa myös maatalojen toimintaan joko suoraan tai välillisesti. Tällaisissa oloissa maatalan perustuotannon ylläpitäminen voi olla haastavaa, eikä normaaleja käytäntöjä voi välttämättä soveltaa. Olot voivat vaikuttaa myös tilan kybertoimintaympäristöön esimerkiksi siten, että kaikki normaalisti käytössä olevat verkkoresurssit eivät ole saatavilla. Voi myös olla tarve eristää tilan kriittiset järjestelmät ulkoisesta tietoverkosta.

Kriisitilanteissa yhteiskunnan toiminta ja käytössä oleva resurssit, mukaan lukien ruuan alkutuotanto, saattavat joutua tietyiltä osin viranomaisten suoraan ohjaukseen. Esimerkiksi merkittävä osa uusimmasta ajoneuvokalustosta voidaan tarvittaessa ottaa puolustusvoimien käyttöön. Tilanteessa on huolehdittava siitä, että traktorikalustoa jää riittävästi tiloille ruuan alkutuotannon turvaamiseksi. Varaosahuolto vaatii kriisiaikana myös huomiota. Sähköisesti ohjattujen laitteiden varaosien saatavuutta ja kohdistamista tarpeeseen tulisi myös varautumisessa selvittää.

On myös mahdollista, että maatalan koko kybertoimintaympäristö halvaantuu samalla kertaa. Tällaisen tapauksen voi aiheuttaa esimerkiksi laajamittainen elektromagneettinen pulssi, joka vaurioittaa puolijohdetekniikkaa sisältäviä laitteita. Tällainen ilmiö on erittäin epätodennäköinen, mutta sellaisen voi aiheuttaa esimerkiksi voimakas aurinkopurkaus tai yläilmakehässä tapahtuva ydinräjähdys.

## 10. Kyberuhilta suojautuminen

Selkeimmät yleispätevät ohjeet maatalouden kyberturvallisuuden parantamiseksi löytyvät Cooperilta (2015). Hän antaa kuusi suositusta maataloussektorin kyberturvallisuuden parantamiseksi:

1. Maataloussektorille tulisi luoda kyberturvallisuuskulttuuri
2. Sektorille tulisi saada enemmän kyberturvallisuuden asiantuntijoita
3. Kyberturvallisuuden arvioimiseksi tulisi kehittää menetelmiä
4. Maatalouden kyberturvallisuusstrategioita, suunnitelmia, ja toimitapoja tulisi kehittää
5. Tiedon varmuuskopiointi- ja palautusmenetelmiä tulisi kehittää ja testata
6. Maataloussektorin tulisi kehittää yhteistyötä muiden kriittisen infrastruktuurin sektoreiden kanssa

Ensimmäisen suosituksen mukaan koko toimialan tulee olla mukana kyberuhilta suojautumisessa. Uhkien hallitsemiseksi tarvitaan toimialan koulutusta ja tiedottamista, jotta toimialalle syntyy riittävän hyvä kyberturvallisuuskulttuuri, ja jotta hyvät turvallisuuskäytännöt saadaan käyttöön koko toimijaketjussa. Tässä työssä keskeinen asema on alan suurilla toimijoilla, joita viljelijät kuuntelevat, ja jotka saavat viljelijät mukaan työhön.

Toinen suositus vaatii myös työtä koko toimialalta. Yksittäisillä viljelijöillä ei ole resursseja kyberturvallisuusasiantuntijoiden hankkimiseksi. Täten, mikäli tätä suositusta halutaan seurata, resurssit on hankittava esimerkiksi keskusjärjestöjen tai neuvontajärjestöjen kautta. Järjestöillä on riittävästi resursseja ja rahaa, jotta alalle voitaisiin saada houkuteltua asiantuntijoita, jotka voisivat auttaa kyberturvallisuuden parantamisessa.

Kolmas, neljäs ja viides suositus ovat kaikki hyvin pitkälti riippuvaisia ensimmäisen kahden suosituksen toteutumisesta. Mikäli alalle saadaan riittävästi asiantuntijoita, on mahdollista kehittää menetelmiä, strategioita ja toimitapoja. Mikäli taas saadaan luotua alan kattava kyberturvallisuuskulttuuri, on mahdollista saada nämä menetelmät käyttöön maatilatasolle. Kuudes suositus on jälleen toimintaa, jota on tehtävä koko toimialan tasolla. Kriittisten sektoreiden yhteistyötä on Suomessa mahdollista kehittää esimerkiksi huoltovarmuuskeskuksen johdolla.

FBI (2016) antaa myös suosituksia kyberuhkia vastaan suojautumiselta, mutta nämä suositukset eivät ole läheskään yhtä yleisiä kuin Cooperin. Esimerkiksi ensimmäinen FBI:n suositus on seurata työntekijöiden kirjautumisia, erityisesti mikäli ne tapahtuvat työajan ulkopuolella. Tämä, kuten muutkin FBI:n suositukset olettavat selvästi, että maatilalla on ammattimainen tieturva, jolla on riittävästi resursseja verkkoliikenteen seuraamiseen. Tämä ei tyypillisesti pidä paikkaansa suomalaisella maatilalla.

Mahdollisia toimenpiteitä, mitä koko toimialan tasolla voitaisiin tehdä kyberturvallisuuden parantamiseksi on kerätty taulukkoon 1.



**Taulukko 1.** Toimenpide-ehdotukset kyberturvallisuuden kehittämiseksi.

| Toimenpide                                                         | Toimenpiteen kuvaus                                                                                                                                                                                                                      | Huomioita toimenpiteen aloittamisesta                                            |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Kyberturvallisuuskulttuurin luonti                                 | Maatalouden alkutuotannon toimijoiden tietoisuutta ja ymmärrystä kyberturvallisuudesta tulee lisätä, toimialan toimijoille tulee saada organisatorista ymmärrystä asian tärkeydestä                                                      | Jatkuva prosessi, joka tulisi aloittaa mahdollisimman pian                       |
| Kyberturvallisuuden koulutus viljelijöille                         | Viljelijöiden ammattitaidon kehittämiseen ja ylläpitoon tarkoitettuun koulutukseen tulee lisätä kyberturvallisuuden koulutusta                                                                                                           | Mahdollisimman pian                                                              |
| Neuvontapalvelu kyberturvallisuudesta                              | Perustetaan ensisijaisesti viljelijöille suunnattu palvelu tai joukko palveluita, jotka antavat apua ja neuvoo kyberturvallisuusasioissa                                                                                                 | Järkevää pystyttää kun koulutus on alkamassa                                     |
| Maatilojen sähköturvallisuuden kehittäminen                        | Maatilojen sähköverkkojen kytkennät, varmistukset, yms. tulee kehittää siten, että tilat pystyvät jatkamaan toimintaa sähköjakeluhäiriöiden aikana                                                                                       | Mahdollisimman pian                                                              |
| Maatilojen tietoturvan kehittäminen                                | Maatilojen tietoverkot ja niissä kiinni olevat laitteet tulee suojata haittaohjelmia vastaan                                                                                                                                             | Kyberturvallisuuskoulutuksen jälkeen                                             |
| Tulevat maatalouden järjestelmät tulee kehittää kyberturvallisiksi | Maatalouden ohjelmisto- ja laitevalmistajien kanssa tulee kehittää ohjelmistoja ja laitteita kyberturvallisiksi. Vaatii huomattavasti toimialan sisäistä turvallisuuskulttuurin kehittymistä, jotta valmistajille saadaan riittävä paine | Järkevää aloittaa, kun kyberturvallisuuskulttuurin luonti on saatu hyvään alkuun |
| Kyberturvallisuuden ylläpito osaksi tilan ylläpitoa                | Sähköisten järjestelmien huolto tulisi saada osaksi tilan normaalia huoltosykliä                                                                                                                                                         | Valistus tehtävä koulutuksen yhteydessä – tukea annettava neuvontapalvelussa     |
| Järjestelmällinen varmuuskopiointi                                 | Tilojen tietojärjestelmistä tulisi ottaa säännöllisesti varmuuskopioita, joiden palauttaminen tulisi olla myös varmistettua                                                                                                              | Valistus tehtävä koulutuksen yhteydessä                                          |

Kyberturvallisuuskulttuurin kehittämiseksi on mahdollista tehdä lukuisia eri toimenpiteitä. Tärkein käytännön toimenpide voisi olla kyberturvallisuuden perusteiden opetuksen sisällyttäminen osaksi maanviljelijöille tarjottavaa koulutusta siten, että se sulautuisi luonnolliseksi osaksi viljelijän ammattitaidon opetusta. Turvallisuuskoulutus sopisi esimerkiksi maatilan hallinnon koulutuskokonaisuuteen. Koulutuksen tarkoituksena olisi ennen kaikkea lisätä viljelijöiden tietoisuutta siitä, että kyberturvallisuus on aihe, jonka tärkeys on koko ajan kasvamassa. Mitä enemmän tilalla on moderneja, erityisesti verkkoon yhteydessä olevia laitteita, sitä tärkeämpää on huolehtia tilan kyberturvallisuudesta. Tietoisuuden lisäksi koulutuksessa olisi tärkeää myös iskostaa viljelijöiden päähän ajatus siitä, että kyberturvallisuuteen on mahdollista saada apua ja neuvoja, eikä viljelijän ole pakko pähkäillä asiaa yksin.

Viestintäviraston kyberturvallisuuskeskus on Suomen tärkein julkinen toimija yleisessä kyberturvallisuusvalmiuden ylläpitämisessä sekä tietoisuuden levittämisessä ja ylläpidossa. Toimialan tulisi pyrkiä hyödyntämään keskuksen asiantuntemusta ja valmiutta, sekä erityisesti palveluita, joita keskus tarjoaa pien- ja mikroyrityksille. Erityisesti, mikäli kyberturvallisuuskeskus parantaa pienille yrityksille tarjoamia palveluita tulevaisuudessa, on toimialan syytä vaalia yhteyksiä.

Tärkeää on myös käytössä olevien ja jatkossa kehitettävien järjestelmien kyberturvallisuus. Ohjelmistot, laitteet ja niistä muodostuvat järjestelmät tulisi alusta pitäen rakentaa siten, että ne tukevat kyberturvallista toimintaa. Tässä asiassa vastuu on ennen kaikkea laitevalmistajilla ja ohjelmistotuottajilla, mutta asiakkaiden on myös osattava vaatia näitä ominaisuuksia tuotteilta ja palveluilta. Tätäkin asiaa voidaan edistää tietoisuutta kasvattamalla ja kouluttamalla viljelijöitä.

Maatilan kyberturvallisuuteen kuuluu kuitenkin paljon muutakin kuin tietojärjestelmien turvaaminen haittaohjelmilta ja hyökkääjiltä. Maatilojen ottaessa käyttöön yhä enemmän automatiikkaa ja tietojärjestelmiä korostuu myös maatilan sähköverkon ja tietoliikenneyhteyksien kestävyys. Maatilojen on kyettävä jatkamaan toimintaansa myös sähköjakeluhäiriöiden tai tietoliikennehäiriöiden aikana. Automaatiojärjestelmien suojaamisen ja toimivuuden kannalta on myös tärkeää, että maatilan käyttämä sähkö on riittävän tasalaatuista. Jännitepiikit voivat rikkoa laitteita, ja liian huonolaatuinen sähkö voi sotkea tietokoneiden ja automaatiojärjestelmien toimintaa. Täten on tärkeää huolehtia, että tiloilla on mahdollista saada käyttöön hyvälaatuista sähköä myös poikkeustilanteissa.

## 10.1. Käytännön toimia maatilalla

Vahingoilta ja onnettomuuksilta suojautuminen tapahtuu ensisijaisesti hyviä ja turvallisia työtapoja noudattamalla. Tilan ulkopuolisilta ilmiöiltä tai onnettomuuksilta suojautuminen vaatii varautumista. Sähköjakeluhäiriöitä vastaan voi suojautua ylijännitesuojilla sekä varavoimalla, ja lialta voi suojautua sopivilla laitevalinnoilla, laitteiden oikealla asentamisella ja säännöllisellä siivoamisella. Lämpötilan ja kosteuden vaihteluiden aiheuttamilta ongelmilta voi suojautua sopivilla laitevalinnoilla ja asentamalla laitteet sopiviin paikkoihin. Eläinvahingoilta suojautuminen vaatii järjestelmän rakentamista alun perin sellaiseksi, että eläinten on vaikea sitä vahingoittaa. Esimerkiksi johdotukset tulisi tehdä siten, etteivät eläimet pääse niihin kiinni.

Verkkoyhteyksien katkeamiselta voidaan suojautua varayhteyksien avulla. Esimerkiksi älypuhelimia voidaan nykyään käyttää liikkuvina internet-tukiasemina. Tällöin maatilalla ensisijaisen verkkoyhteyden katketessa voidaan yhteys muodostaa älypuhelimien kautta.

Varsinaisia kyberhyökkäyksiä vastaan tulee myös varautua etukäteen. Tärkein varautumiskeino on kaikkien laitteiden kaikkien ohjelmistojen pitäminen ajan tasalla, sekä tietoturvaohjelmien käyttäminen kaikissa tärkeissä laitteissa, joihin sellainen on mahdollista asentaa. Laitteiden ajan tasalla pitäminen ei rajoitu pelkästään tietokoneisiin, vaan myös kaikki muutkin laitteet, kuten reitittimet, automaatiojärjestelmät, älypuhelimet ja muut tulee pitää päivitettyinä.

Toinen yhtä tärkeä varautumiskeino on ottaa kaikesta tärkeästä tiedosta säännöllisiä varmuuskopioita. Tämän lisäksi tilalla tulee olla selkeät käytännöt miten kopiot otetaan ja miten tiedot palautetaan tarvittaessa.

Maatilan tietoverkko tulee rakentaa siten, että mahdollisimman suuri osa siitä ei näy sisäverkon ulkopuolelle. Mikäli verkkopalvelun tarjoajan antamassa päätelaitteessa on palomuuuri, tulee palomuuuri asentaa mahdollisimman suojaavaksi. Vain ne laitteet ja palvelut, joiden täytyy näkyä internetiin toimiakseen, näkyvät sisäverkon ulkopuolelle. Mahdollisesti haavoittuvia sulautettuja laitteita, varsinkin sellaisia joita on vaikeaa päivittää, tulee välttää. Mikäli niitä täytyy käyttää, tulee ne asentaa siten, etteivät ne näy tilan sisäverkon ulkopuolelle.

Mobiiliverkkoon kiinnitetyt laitteet tulee myös pitää ajan tasalla, jotta niitä ei voida väärinkäyttää. Väärinkäyttöä, ja ennen kaikkea väärinkäytöstä koituvia kuluja, voidaan myös estää tiedonsiirtokatoilla ja kieltämällä puheluiden soittaminen liittymällä. Tällöin tosin maatilalla oma tiedonsiirto voi häiriytyä, mikäli mobiililiittymän tiedonsiirtokatto tulee vastaan.

Maatilan tietoturvatason seuraaminen ei ole toiminto, jota viljelijä kykenee noin vain jatkuvasti tekemään. Täten olisi hyvä, että viljelijöillä olisi käytössään esimerkiksi muistilista, jonka avulla käydä läpi tilan kyberturvallisuuden ydinasiat. Lista toimisi muistin tukena, ja sen avulla voitaisiin varmistua, että viljelijällä olisi työväline, jonka avulla ylläpitää kyberturvallisuutta. Etelä-Savon ammattiopiston opettaja Jorma Flinkman on laatinut tällaisen muistilistan. Lista on liitetty raporttiin Flinkmanin suositumuksella liitteenä A.

## 11. Yhteenveto

Maatalouden kyberuhkat ovat yleisesti hyvin samankaltaisia kuin muussakin yhteiskunnassa jos tarkastellaan viestintää ja tietokoneiden käyttöä. Toimialan tyypilliset uhat liittyvät laitteiston vanhenemiseen ja päivitysten laiminlyöntiin. Myös järjestelmien kokonaissuunnittelun puuttuminen voi aiheuttaa tarpeettomia uhkatilanteita. Laitteistojen pitkät elinkaaret aiheuttavat jatkossa entistä suurempia haasteita niiden turvalliseen ylläpitoon. Voidaan odottaa että esim. Navetan n. 30 vuoden elinkaaren aikana tietojärjestelmät tullaan uusimaan 4-6 kertaan. Tämä uusiminen voi tapahtua liukuvasti aiheuttaen yhteensopimattomuuksia ja tieturvaheikkouksia. Sama ongelma on jatkossa myös ajoneuvoissa. Maatalouden erikoisajoneuvojen, kuten traktorien, leikkuupuimurien, ja kurottajien, tyypillinen elinkaari on ollut useita vuosikymmeniä. Nyt käyttöön tulevat ajoneuvot sisältävät melkein poikkeuksetta CAN -väylään perustuvan ohjausratkaisun, johon tullaan myöhemmin lisäämään työkonettien ja etämittaustaitteiden tiedonsiirtoa. Tämä avaa reitin alun perin suojaamattomiin väyläratkaisuihin, ja on merkittävä kyberuhka tulevaisuudessa, jos ratkaisuja ei suojata asianmukaisesti. Väylään perustuvat ratkaisut ovat kuitenkin merkittävässä osassa tehostettaessa traktorien ja työkonettien tuottavuutta. Tämä tuottavuuslisäystä ei pidä estää ja hidastaa huonolla tietoturvalla vaan ratkaisut on aina tehtävä turvallisuus huomioiden. Tietoturva on keskeinen osa laitteiden käyttöturvallisuutta.

Henkilökohtaisten tietokoneiden ja älypuhelimien turvallisuudessa on noudattava yleisiä tietoturvakäytäntöjä. Alan tiedotusvälineissä tulisi huomioida alkutuotannon toimialalla toimivat siten, että uutisiin nostettaisiin ne tietoturvaan liittyvät ohjeet joita noudattamalla päästään parempaan tietoturvaluuteen.

Alkutuotanto voi olla kohteena tilanteessa missä kyberhyökkäyksellä on tarkoituksena lamaanuttaa yhteiskunnan keskeisiä toimintoja. Alkutuotannon pieni yksikkökoko ja hajautettu tuotanto tekee kuitenkin hyökkäyksen tehokkaan toteuttamisen haastavaksi. Yksittäisten laiteperheiden kautta toteutettu hyökkäys voi kuitenkin aiheuttaa vakavan häiriön toimialalle. Hyökkäys yksittäistä tilaa vastaan voi kuitenkin aiheuttaa tilan taloudelle merkittävää vahinkoa.

## Viitteet

- Bunge, Jacob (2015): Agriculture Giants Boost Cybersecurity to Shield Farm Data. The Wall Street Journal, helmikuu 2015. <http://www.wsj.com/articles/agriculture-giants-boost-cybersecurity-to-shield-farm-data-1424380098>
- Cooper, Christina (2015): Cybersecurity in Food and Agriculture. Kirjassa Protecting Our Future, Volume 2: Educating a Cybersecurity Work Force.
- FBI (2016): Smart Farming May Increase Cyber Targeting Against US Food and Agriculture Sector. Private Industry Notification, PIN 160331-001.
- Flinkman Jorma, Esedu, puhelinkeskustelu 16.3.2017
- Heinänen Petteri Aidon Oy, Puhelinkeskustelu 20.1.2017
- Hilton, Scott (2016): Dyn Analysis Summary of Friday, October 21 Attack. Company News, Dyn. <http://dyn.com/blog/dyn-analysis-summary-of-friday-october-21-attack/>
- Kaarlonen Jussi, Valtra Oy, Puhelinkeskustelu 12.1.2017
- Kauhanen Jari, MTK Pohjois-Savo ry, Puhelinkeskustelu 15.3.2017
- Kauppinen Kimmo, Kaisanet Oy, Puhelinkeskustelu 13.1.2017
- Lehto, Martti, Limnell, Jarno, Innola, Eeva, Pöyhönen, Jouni, Rusi, Tarja, ja Salminen, Mirva (2017): Suomen kyberturvallisuuden nykytila, tavoitetila, ja tarvittavat toimenpiteet tavoitetilan saavuttamiseksi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 30/2017
- Manning, Lauren (2016): What is the Cybersecurity Threat in Agriculture. Agfunder News, <https://agfundernews.com/what-is-the-cybersecurity-threat-in-agriculture.html>
- SFS-EN 60529 (IEC 60529) standardi.
- Tikkanen Tuomo Viljelijä, Puhelinkeskustelu 12.1.2017
- Valtioneuvosto (2013): Suomen kyberturvallisuusstrategia. Saatavilla <http://www.yhteiskunnanturvallisuus.fi/fi/materiaalit>
- Viool, Vincent, van Zuidam, Evelien, Poppe, Krijn ja Bogaardt, Marc-Jeroen (2016): Cybersecurity in the Agrofood sector. Capgemini Consulting.
- Zorz, Zeljika (2016): FBI warns farming industry about equipment hacks, data breaches. Helpnet Security, <https://www.helpnetsecurity.com/2016/04/21/farming-cyber-risks/>

## Maatilan tietoturvakartoitus

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Tilan nimi</b> |  |
|-------------------|--|

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Päiväys</b> |  |
|----------------|--|

| Nro | Tarkastuskohta                                                       | Rastita nykytilanne (X) |                 |                | Mahdolliset toimenpiteet |
|-----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|--------------------------|
|     |                                                                      | ON Kunnossa             | EI OLE Kunnossa | EI KOSKE tilaa |                          |
| 1   | Laitteet on suojattu salasalla, pin koodilla tms.                    |                         |                 |                |                          |
| 2   | Laitteiden huolto on systemaattista                                  |                         |                 |                |                          |
| 3   | Laitteita uusitaan säännöllisesti / tarvittaessa                     |                         |                 |                |                          |
| 4   | Mobiililaitteiden tiedot varmuuskopioidaan myös                      |                         |                 |                |                          |
| 5   | Ohjelmien asennus tietokoneelle on hallittua                         |                         |                 |                |                          |
| 6   | Ohjelmistopäivitykset ovat ajan tasalla                              |                         |                 |                |                          |
| 7   | Tietokoneen eri käyttäjillä on omat profiilit / tunnukset            |                         |                 |                |                          |
| 8   | Tietokoneiden käyttötila on suojattu pölyltä ja kosteudelta          |                         |                 |                |                          |
| 9   | Tietokoneissa on virus ja haittaohjelmasuojaus                       |                         |                 |                |                          |
| 10  | Varmuuskopiointi on säännöllistä                                     |                         |                 |                |                          |
| 11  | Varmuuskopiot säilytetään turvallisessa paikassa                     |                         |                 |                |                          |
| 12  | Käyttäjille on luotu tarvittavat ohjeet tietoturvaan                 |                         |                 |                |                          |
| 13  | Käyttäjillä on omat salasanat                                        |                         |                 |                |                          |
| 14  | Tietokoneen ja ohjelmien käyttöön on saatu koulutusta (on osaamista) |                         |                 |                |                          |
| 15  | Puhelimen käytön ja jutustelun vaarat tunnetaan                      |                         |                 |                |                          |
| 16  | Tietoturvalla on nimetty vastuhenkilö                                |                         |                 |                |                          |
| 17  | Tärkeät paperit on luokiteltu ja palosuojattu                        |                         |                 |                |                          |
| 18  | Vieraat ohjataan ja ohjeistetaan asianmukaisesti                     |                         |                 |                |                          |
| 19  | Ulkopuoliset tietojen käyttäjät on tunnistettu                       |                         |                 |                |                          |
| 20  | Ulkopuoliset tietojen käyttäjät ovat luotettavia                     |                         |                 |                |                          |
| 21  | Henkilötietoja käsitellään asianmukaisesti                           |                         |                 |                |                          |

| Nro | Tarkastuskohta                                                 | Rastita nykytilanne (X) |                 |                | Mahdolliset toimenpiteet |
|-----|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|--------------------------|
|     |                                                                | ON Kunnossa             | EI OLE Kunnossa | EI KOSKE tilaa |                          |
| 22  | Ongelmatilanteissa saadaan apua nopeasti                       |                         |                 |                |                          |
| 23  | Kulunvalvonnasta on huolehdittu                                |                         |                 |                |                          |
| 24  | Puhelimen ja tabletin tietoturva on huomioitu                  |                         |                 |                |                          |
| 25  | Salasanat ym. tiedot (mm. tunnuslukulistat) säilytetään oikein |                         |                 |                |                          |
| 26  | Sähkökatkoihin on varaudutte UPS laitteilla                    |                         |                 |                |                          |
| 27  | Tiedot ja tietokoneet ovat lukitussa tilassa                   |                         |                 |                |                          |
| 28  | Tietoliikenne on turvattu häiriöiden varalta                   |                         |                 |                |                          |
| 29  | Tietoturvauhat on kartoitettu / tunnistettu                    |                         |                 |                |                          |
| 30  | Vanhentuneet tiedot (myös paperit) tuhotaan asianmukaisesti    |                         |                 |                |                          |
| 31  | Käytämme luotettavia pilvipalveluita                           |                         |                 |                |                          |
| 32  | Tietotekniset laitteet on luetteloitu                          |                         |                 |                |                          |
| 33  |                                                                |                         |                 |                |                          |
| 34  |                                                                |                         |                 |                |                          |
| 35  |                                                                |                         |                 |                |                          |
| 36  |                                                                |                         |                 |                |                          |
| 37  |                                                                |                         |                 |                |                          |
| 38  |                                                                |                         |                 |                |                          |
| 39  |                                                                |                         |                 |                |                          |
| 40  |                                                                |                         |                 |                |                          |
|     | Rastit yhteensä                                                |                         |                 |                |                          |

Tarkastuksen teki \_\_\_\_\_

Seuraavan tarkastuksen ajankohta \_\_\_\_\_



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Latokartanonkaari 9  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000