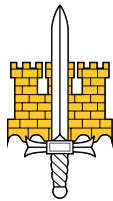


Tommi Oksanen

KYBERTURVALLISUUDEN NYKYTILA JA UHAT ELINTARVIKEHUOLTOVARMUUDESSA



MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU
SOTATEKNIIKAN LAITOS



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA

PRO-GRADU TUTKIELMA (KAKSOISGRADU)
2024

TIIVISTELMÄ

Oksanen Tommi

Kyberturvallisuuden nykytila ja uhat elintarvikehuoltovarmuudessa

Jyväskylän yliopisto ja Maanpuolustuskorkeakoulu, 2024, 95 s.

Kyberturvallisuus & Sotatekniikka, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja(t): Juha-Matti Lehtonen MPKK, Tapio Frantti JYU

Tutkimuksessa perehdytään elintarvikeketjun ja sen osien: alkutuotannon, elintarviketeollisuuden ja elintarvikelogistiikan kyberturvallisuuden nykytilaan. Tämän lisäksi selvitetään kyberuhkien mahdollista vaikutusta tunnistettuihin elintarvikeketjun kriittisiin vaiheisiin ja tuotantoihin sekä miten uhat toteutuessaan merkittävästi vaikuttaisivat elintarvikehuoltovarmuuden kokonaisuuteen. Elintarvikehuoltovarmuus on laaja käsite, ja tutkimuksessa pitäydytään kotimaisessa elintarvikealassa. Elintarvikkeiden tuotannon kannalta kriittiset tuotantopanokset on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

Tutkimuksessa toteutettiin laaja kirjallisuuskatsaus elintarvikealan kyberturvallisuuteen liittyvään aineistoon. Tutkimuksen empiirisessä osiossa tehtiin maitotiloille kyberturvallisuustilannetta ja -kulttuuria kartoittava kysely ja lisäksi asiantuntijoiden teemahaastatteluilla selvitettiin elintarvikealan kybertilannetta. Kerätyn aineiston perusteella tunnistettiin kyberhyökkäykselle alttiit elintarvikeketjun kriittiset järjestelmät. Asiantuntijoiden haastattelujen ja muun aineiston perusteella arvioitiin mahdollisten kyberhyökkäyksien vaikutukset elintarvikehuoltovarmuuden kokonaisuuteen.

Tutkimuksen tulokset vahvistavat aikaisempien tutkimuksien näkemyksen alkutuotannon tilojen heikosta kyberturvallisuustilanteesta. Alkutuotantoon tehtyjen kyberhyökkäysten vaikutus jäisi kuitenkin nykytilanteessa pieneksi elintarvikehuoltovarmuuden kokonaisuudessa. Alkutuotannon kehitys kohti suurempia ja automatisoituja tiloja edellyttää jatkossa vahvempaa kyberosaamista, jotta elintarvikehuoltovarmuus ei vaarantuisi. Kriittiset ja suurimmat elintarvikeyritykset ovat valveutuneita kyberturvallisuuden osalta. Näitä yksittäisiä yrityksiä vastaan tehdyillä kyberhyökkäyksillä olisi mahdollista häiritä elintarvikehuoltovarmuutta osittain ja tuoteryhmäkohtaisesti. Elintarvikelogistiikka on kokonaisuuden kannalta kaikista kriittisin. Kyberhyökkäys erittäin keskittynyttä ja automatisoitua logistiikkaa kohtaan voi onnistuessaan aiheuttaa merkittävää haittaa elintarvikehuoltovarmuudelle. Elintarvikealan kyberturvallisuudessa on vielä paljon kehitettävää. Kyberturvallisuuteen liittyvät toimintatavat, prosessit, valvonta ja omavalvonta tulisi saada samalle tasolle, kuin miten ruokaketjuun liittyvä elintarviketurvallisuus on hoidettu.

Asiasanat: elintarvikehuoltovarmuus, huoltovarmuus, kyberturvallisuus, elintarvikeketju, alkutuotanto, elintarviketeollisuus, kauppa, logistiikka.

ABSTRACT

Oksanen Tommi

Current State and Threats of Cybersecurity in Food Supply Security

University of Jyväskylä & National Defence University, 2024, 95 pp.

Cyber Security & Military Technology, Master's Thesis

Supervisor(s): Juha-Matti Lehtonen NDU, Tapio Frantti JYU

The aim of this study is to examine the current state of cybersecurity in the food chain and its components: agriculture, food industry, and food logistics. The study also investigates the possible impact of cyber threats on identified critical systems and productions of the food chain, as well as how threats would significantly affect the overall food security if realised. Food security is a broad concept, and the study focuses on the domestic food sector. Critical inputs for agriculture and food production are excluded from the study.

A comprehensive literature review on cybersecurity in the food sector was carried out in the study. In the empirical part of the study, a survey was conducted on dairy farms to investigate the cybersecurity situation and culture. Experts of the food sector were interviewed to investigate the cyber situation in the food sector. Based on the collected data, critical systems of the food chain vulnerable to cyberattacks were identified. The potential effects of cyberattacks on the overall food security were assessed based on expert interviews and other data.

The results of the study confirm the view of previous studies on the weak cybersecurity situation of agriculture farms. However, the impact of cyberattacks on agriculture would remain small in the overall food supply. Critical food companies are aware of cyber threats and have taken steps to improve cybersecurity. Cyberattacks against the most important food industry companies could disrupt the food supply. Food logistics is the most critical part in the food chain. A successful cyberattack on highly concentrated and automated logistics can cause significant damage to food security. There is room for improvement in the cybersecurity of the food sector, and one solution to improve it would be to approach the topic through food safety, which is at a very high level in food companies.

Keywords: security of food supply, supply security, cybersecurity, food chain, agriculture, food industry, grocery, logistics

KUVIOT

KUVIO 1	Tutkimuksen viitekehys.....	9
KUVIO 2	Tutkimuksen rakenne.....	11
KUVIO 3	Huoltovarmuuden toimialojen keskinäisriippuvuus ja tutkimusalue. Mukaelma Huoltovarmuuskeskuksen raportista: Kyberturvallisuuden nykytila eri toimialoilla.....	15
KUVIO 4	Maitotilojen kehitys 1990–2022. Lähde Luonnonvarakeskus ...	23
KUVIO 5	Robottilypsytilojen määrä. Lähde (Nyman, 2023).....	24
KUVIO 6	Maatilan tietojärjestelmät ja yhteydet. Laajalahti ja Nikander (2017 s. 11.)	25
KUVIO 7	Automaation tasot mukaillen ISA 95 ja IEC 62443-1-1:fi.....	31
KUVIO 8	Elintarviketeollisuuden toimiala arvion kooste.....	33
KUVIO 9	Kaupan ja jakelun toimialan arvioinnin kooste.....	40
KUVIO 10	Logistiikan toimialan arvioinnin kooste	40
KUVIO 11	ISO 27005 mukainen riskienhallintaprosessi (Stallings, 2019)..	49
KUVIO 12	Kysely maitotiloille, salasanat	54
KUVIO 13	Kysely maitotiloille, päivitykset.....	55
KUVIO 14	Kysely maitotiloille, kyberuhkien merkittävyyden hajonta	57
KUVIO 15	Kysely maitotiloille, uhat	57
KUVIO 16	Broilerin tuotantoketjun vaiheet	68
KUVIO 17	Lämpösäädellyn logistiikan osuudet.	74
KUVIO 18	Elintarvikehuollon kyberturvallisuuden tilanne.	75

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Ravintotase, (Ruokatieto 2023)	20
TAULUKKO 2 Maatalouden tuotantosuunnat ja niiden lukumäärät vuonna 2022. Lähteet: Ruokatieto, Suomensiipikarjaliitto	22
TAULUKKO 3 Suurimmat elintarvikeyritykset Suomessa. (Ruokatieto, 2023a)29	
TAULUKKO 4 Elintarvikkeidenlogistiikan tunnuslukuja. (Tilastokeskus)	36
TAULUKKO 5 Alkutuotannon kriittiset tuotteet	58
TAULUKKO 6 Alkutuotannon kriittiset tuotantotekijät	59
TAULUKKO 7 Elintarviketeollisuuden kriittiset tuotteet.....	61
TAULUKKO 8 Elintarviketeollisuuden kriittiset tuotantotekijät.....	61
TAULUKKO 9 Logistiikan kriittiset tuotteet.....	62
TAULUKKO 10 Logistiikan kriittiset tuotantotekijät	63
TAULUKKO 11 Maitotilojen häiriöiden vaikutus kokonaistuotantoon	67

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tutkimuskysymys ja aiheen rajaus	8
1.2	Tutkimusmenetelmät ja tutkielman rakenne.....	10
2	KIRJALLISUUSKATSAUS.....	12
2.1	Aiheeseen liittyvä tutkimus	12
2.2	Elintarvikehuolto ja huoltovarmuus.....	16
2.2.1	Huoltovarmuuskeskuksen tehtävä.....	18
2.2.2	Omavaraisuus	20
2.3	Alkutuotanto Suomessa.....	21
2.3.1	Miten digitalisaatio on vaikuttanut alkutuotannon toimintaympäristöön	22
2.3.2	Kyberturvallisuus ja sen toimintakulttuuri maataloilla	25
2.4	Elintarvikeyritykset Suomessa.....	27
2.4.1	Elintarviketeollisuuden digitalisaatio	29
2.4.2	Elintarviketeollisuuden IT- ja OT-toimintaympäristö	30
2.4.3	Kyberturvallisuus elintarviketeollisuudessa.....	32
2.4.4	Elintarviketeollisuuden kyberuhat	34
2.5	Elintarvikekaupan ja -logistiikan yritykset Suomessa	35
2.5.1	Elintarvikelogistiikka.....	37
2.5.2	Kaupan ja logistiikan toimintaympäristö	37
2.5.3	Kaupan ja logistiikan kyberturvallisuus.....	39
2.5.4	Kaupan ja logistiikan kyberuhat	41
3	METODOLOGIA.....	42
3.1	Haastattelut.....	42
3.2	Kysely ja analyysi	44
4	KYBERTURVALLISUUS.....	46
4.1	Kyberturvallisuuteen liittyviä käsitteitä.....	47
4.2	Riskianalyysi kriittisten toimintojen tunnistamiseksi	48
5	KRIITTISTEN KOHTEIDEN TUNNISTAMINEN.....	53
5.1	Alkutuotannon kriittiset tuotteet ja tuotantotekijät.....	53
5.1.1	Kyselyn tulokset	53
5.1.2	Tunnistetut kriittiset kohteet	58
5.2	Elintarviketeollisuuden kriittiset tuotteet ja tuotantotekijät	59
5.3	Logistiikan kriittiset tuotteet ja tuotantotekijät	62

6	TULOKSET.....	64
6.1	Alkutuotanto	64
6.2	Elintarviketeollisuus.....	70
6.3	Logistiikka	73
7	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	75
7.1	Elintarvikeketjun kyberturvallisuus	76
7.2	Kehitysehdotukset	78
7.3	Lähdekritiikki.....	80
8	YHTEENVETO	81
	LÄHTEET	82
	LIITE 1 MAITOTILOJEN KYSELYN RUNKO	90
	LIITE 2 TEEMAHAASTATTELUIJEN RUNKO.....	93
	LIITE 3 HVK:N RAPORTIN KYBERKYPYSYDEN TASOT.....	94
	LIITE 4 ALKUTUOTANNONKRIITTISTEN TUOTANTOTEKIJÖIDEN LUOKITTELU TAULUKKO	95

1 JOHDANTO

Elintarvikehuoltovarmuus on erittäin kriittinen yhteiskunnallinen toimiala, jossa varmistetaan elintarviketuotannon toimintavarmuus poikkeus- ja normaalioloissa. Elintarvikehuoltovarmuuden ytimessä ovat elintarvikeketjun osat: alkutuotanto, elintarviketeollisuus sekä kauppa ja logistiikka. Tässä tutkimuksessa esitetään elintarvikeketjun kriittiset osat ja vaiheet sekä arvioidaan mahdollisten kyberhyökkäysten vaikutuksia elintarvikkeiden tuotantoon. Aihetta tarkastellaan elintarvikehuoltovarmuuden toteutumisen näkökulmasta, eli keskiössä on se, minkälaiset häiriöt elintarvikeketjun kriittisissä osissa vaikuttavat elintarvikkeiden saatavuuteen.

Viime vuosina elintarviketuotanto on noussut tärkeäksi teemaksi yhteiskunnallisissa keskusteluissa monestakin näkökulmasta. Isoimpina näistä ovat olleet ruuantuotannon vaikutukset ilmastoon sekä kuinka paljon ruoka kustantaa. Ruuantuotannon merkittävyyteen on herätty viimeisen vuosikymmenen aikana. Esimerkiksi Covid-19 pandemia, Ukrainan sota ja Suezin kanavan tukkeutuminen vuonna 2021 ovat pakottaneet tarkastelemaan huoltovarmuutta entistä kriittisemmin. Omavaraisuus ja huoltovarmuus ovat käsitteinä nousseet takaisin poliittiseen keskusteluun.

Suomen ruuantuotannon tehostuessa ja muuttuessa entistä teknisemmäksi ja digitaalisemmaksi herää kysymys, kuinka altis elintarvikeketju pelloilta kaupan hyllylle on erilaisille kybertoimintaympäristössä tapahtuville häiriöille, virheille ja kyberhyökkäyksille. Monien muiden alojen tavoin maatalous ja elintarvikeala ovat kokeneet isoja muutoksia viime vuosikymmeninä uusien teknologioiden ja digitalisaation myötä. Tämän lisäksi monet tekijät, kuten hintakilpailu ja alkutuotannon tilojen lukumäärän väheneminen, ovat pakottaneet tekemään tuotannosta entistä tehokkaampaa pienemmillä kustannuksilla. Viime vuosikymmeninä tämä tehostaminen on näkynyt ruuantuotantoalalla merkittävänä panostuksena automaattisiin sekä autonomisiin järjestelmiin. Digitaaliset järjestelmät ovat tulleet jäädäkseen ruuantuotantoon. Oli sitten kyseessä itsestään liikkuva traktori, autonominen lypsykone, tehtaan laitteisto tai jakelukeskuksen robotti, on kybermaailma arkipäivää ruuantuotannon kaikilla tasoilla. Tekniikan

lisääminen on eittämättä johtanut kyberhyökkäyksien mahdollisuuksien lisääntymiseen ruuantuotannossa.

Elintarvikehuoltovarmuuden kyberturvallisuutta ei ole Suomessa paljokaan tutkittu. Asia on kuitenkin tunnistettu tärkeäksi maa- ja metsätalousministeriössä sekä Huoltovarmuuskeskuksessa. Aiheesta on käynnistetty tutkimuksia sekä projekteja ja aiheeseen liittyen on laadittu muutamia opinnäytetöitä.

Tutkimustehtävä on syntynyt tästä huolesta nousseesta yhteiskunnallisesta keskustelusta. Tutkimuksen tehtävänä on selvittää, minkälaisia vaikutuksia kybetoimintaympäristössä tapahtuvilla asioilla on elintarvikehuoltovarmuuteen. Tutkimus koostuu aiheeseen perehtyvistä kirjallisuuskatsauksesta, alkutuotannon tiloille tehdystä kyselystä sekä asiantuntijahaastattelusta. Tutkimuksen analyysissä on käytetty pohjana Digi- ja väestöviraston kriittisten kohteiden luokittelu -työkalua tärkeiden osien tunnistamiseen ja kyberhyökkäysten vaikutusten arviointiin. Tämä tutkielma on kaksois-opinnäytetyö, joka tehdään Jyväskylän yliopiston Kyberturvallisuuden maisteriohjelman sekä Maanpuolustuskorkeakoulun sotatieteiden maisteriohjelmassa Sotatekniikanlaitokselle.

1.1 Tutkimuskysymys ja aiheen rajaus

Elintarvikehuoltovarmuuden kyberturvallisuus on laaja kokonaisuus ja siinä on huomioitava koko ketju alkutuotannosta kuluttajien lautaselle. Keskeiset toimijat elintarvikeketjussa ovat alkutuotanto eli maatalousyrittäjät, elintarviketeollisuus sekä varasto- ja jakelulogistiikka, jonka kautta elintarvikkeet päätyvät Hotelleihin, Ravintoloihin ja Catering tai nk. HoReCa -toimipisteeseen. Tutkimuksesta rajataan pois kuluttajien ostotilanne ja ruuan käyttötilanne.

Päätutkimuskysymys on:

Mitkä ovat elintarvikeketjun kriittiset osat ja niihin kohdistettujen kyberhyökkäyksien vaikutukset Suomen elintarvikehuoltovarmuuteen?

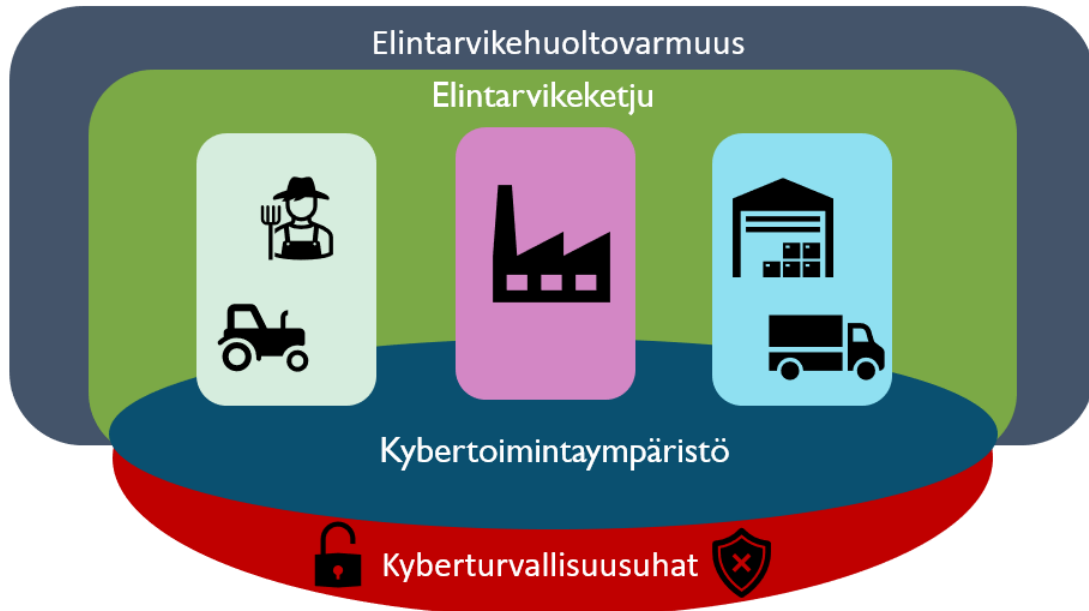
Alatutkimuskysymykset ovat:

Millainen on elintarvikeketjun kybetoimintaympäristö?

Mikä on kyberuhkien mahdollinen vaikutus elintarvikeketjun eri osiin?

Elintarvikehuollon ketjun osat, alkutuotanto, elintarviketeollisuus sekä kauppa ja logistiikka on esitetty tutkimuksen viitekehyksessä kuviossa 1. Elintarvikeketju on osa elintarvikehuoltovarmuutta ja siitä käytetään välillä myös termiä elintarvikehuolto. Ketjun osat toimivat kybetoimintaympäristössä, jossa erilaiset toimijat ja ilmiöt vaikuttavat niiden toimintaan. Tutkimuksessa selvitetään, minkälainen on elintarvikeketjun

kybertoimintaympäristö ja mitkä ovat elintarvikeketjujen kriittiset osat huoltovarmuuden näkökulmasta sekä millaisia mahdollisia vaikutuksia kyberuhkien toteutumisella olisi kokonaisuuteen.



KUVIO 1 Tutkimuksen viitekehys.

Alkutuotannon ja elintarviketeollisuuden tarvitsemat tuotantopanokset, kuten lannoitteet, rehu, energia, kylvösiemenet, torjunta-aineet, työvoima sekä koneet ja laitteet, on rajattu tämän tutkimuksen ulkopuolelle, sillä niitä on jo tutkittu tai niiden tarkastelu tässä tutkimuksessa olisi haastavaa. Esimerkiksi sähkönjakelun häiriöiden vaikutus elintarvikeketjuun on esitetty kattavasti Luonnonvarakeskuksen tutkimuksessa Sähkönjakeluhäiriöiden vaikutukset elintarviketuotannon jatkuvuuteen (2017).

Tutkimuksessa tarkastellaan seitsemää eri elintarviketuotannon ketjua alkutuotannosta elintarviketeollisuuteen. Eläinten teurastukseen liittyvä tuotantoketju käsitellään elintarviketeollisuuden osuudessa yhtenä kokonaisuutena. Suurin osa näistä ketjuista yhdistyy logistiikan osiossa, mutta osa tuoretuotteista jatkaa kaappoihin asti elintarviketeollisuuden omalla jakelulla. Tutkittavat elintarvikeketjut:

- Maitoketju
- Naudanlihaketju
- Sianlihaketju
- Broileriketju
- Vihannes- ja juuresketju
- Viljaketju (vehnä, ruis, ohra ja kaura)
- Kananmunaketju

Nämä tuotantoketjut ovat valikoituneet tutkittavaksi niiden merkittävyyden takia osana elintarvikehuollon kokonaisuutta. Kyseisten ketjujen tuotteilla on suuri omavaraisuusaste, ja ne ovat tärkeitä huoltovarmuuden näkökulmasta, mikäli Suomi olisi poikkeusoloissa. Lisäksi tuotantoketjuissa on yhteiskunnan digitalisoitumisen myötä tieverkkoja ja järjestelmiä, jotka ovat alttiita kyberuhille.

1.2 Tutkimusmenetelmät ja tutkielman rakenne

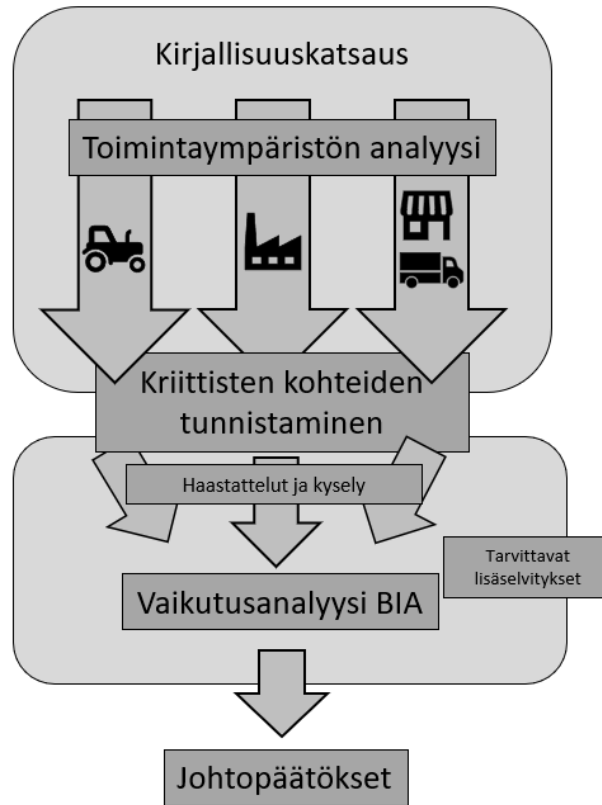
Tutkimuksen kirjalliseksi aineistoksi on valittu aikaisempia elintarvikehuoltoon ja sen kyberturvallisuuteen liittyviä tutkimuksia, tieteellisiä julkaisuja, artikkeleita ja muita julkaisuja. Aihealueeseen liittyvien julkaisujen suhteellisen pienestä määrästä johtuen tutkielman materiaalina on käytetty myös uutisartikkeleita ja asiantuntijoiden blogijulkaisuja. Huoltovarmuuteen ja kyberturvallisuuteen liittyvää tutkimusta rajoittaa saatavilla olevien aineistojen ja lähteiden turvaluokka. Lisäksi monet yritysten kyberturvallisuuteen liittyvistä asioista ovat luottamuksellisia. Tutkimus tehdään julkisena opinnäytetyönä, mikä voi rajoittaa sen syvällisyyttä ja mahdollisesti myös hyötyarvoa.

Hirsjärven mukaan kirjallisuuskatsauksessa tutkija perehtyy tutkimuksen aiheeseen liittyviin aikaisempiin tutkimuksiin ja julkaisuihin. Näiden esittely ei saa olla pelkkä referaatti vaan tutkimuksen täytyy sisältää tulkintaa ja pohdintaa omaan tutkimustehtävään liittyen. Tutkijalle on myös tärkeää löytää olennainen eikä kirjoittaa jokaisesta lähteestä jotakin. (Hirsjärvi ym., 2009, ss. 258–259). Kirjallisuuskatsauksen tyyppiä, jolla pyritään kuvailemaan tutkittavan ilmiön ominaisuuksia, kutsutaan kuvailevaksi kirjallisuuskatsaukseksi (Salminen, 2011, s. 6).

Tämän tutkimuksen perustan luo kirjallisuuskatsaus, jonka avulla tutkimukseen saadaan luotua kuva tutkittavasta toimintaympäristöstä sekä esitettyä tutkimuksessa käytettävä termistö ja käsitteistö. Kirjallisuuskatsauksen kautta saatu ymmärrys ohjaa tarkempaan empiirisen tutkimusaineiston keräämiseen haastattelujen ja kyselytutkimuksen muodossa. Kirjallisuuskatsauksessa esitetty aineisto luo myös pohjan tutkimuksessa tehtävälle analyysille. Kirjallisuuskatsauksen aineiston keruussa pyrittiin löytämään mahdollisimman luotettavia ja ajanmukaisia lähteitä. Lähdeaineistoa on haettu Jyväskylän ja Helsingin yliopiston sekä Maanpuolustuskorkeakoulun kirjastopalveluista. Lisäksi on käytetty Google Scholar -palvelua. Vähäisen löydetyn materiaalin takia haussa on käytetty myös Google- ja Bing- hakukoneita kattavan aineiston keräämiseksi.

Tämä tutkimus on laadullinen. Jussi Metterin (2008) mukaan laadullinen tutkimus pyrkii kuvaamaan ja ymmärtämään ilmiöitä tai toimintaa, tai antamaan teoreettisen tulkinnan tutkittavasta ilmiöstä siihen osallistuneiden henkilöiden tulkintojen kautta. Tässä tutkimuksessa ilmeneviä laadullisen tutkimuksen piirteitä ovat hypoteesittomuus, haastatteluiden, havaintojen ja erilaisten tekstien käyttö aineistona sekä tutkijan oman päättelyn korostaminen. (Metteri, 2008, ss. 34–35). Laadullinen tutkimus on tulkinnallista, ja siinä tutkija pyrkii lisäämään ymmärrystä tutkittavasta ilmiöstä (Saunders ym., 2012).

Tutkimus muodostuu kirjallisuuskatsauksesta, asiantuntijahaastatteluista, maitotiloille suunnatusta kyselystä sekä kerätyn aineiston analysoinnista. Tutkimuksen rakenne ja kulku on esitetty kuviossa 2.



KUVIO 2 Tutkimuksen rakenne

Osana kirjallisuuskatsausta toteutetaan elintarvikeketjun alkutuotannon, elintarviketeollisuuden sekä kaupan ja logistiikan osien toimintaympäristön analyysi. Tämän pohjalta valmistellaan haastattelut ja kysely sekä toteutetaan kriittistenkohteiden tunnistamista. Kerätyn aineiston perusteella toteutetaan vaikutusanalyysi, jossa arvioidaan kyberhyökkäykset tai häiriöiden mahdollisia vaikutuksia elintarvikehuoltovarmuuden kokonaisuudelle. Toteutuksessa käytetään tarvittavissa määrin lisäselvityksiä alanasiantuntijoilta.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

Tässä luvussa tarkastellaan elintarvikehuollon toimintaympäristön ja sen toimijoiden sekä näistä tehtyjen kyberturvallisuuden tutkimusten tai selvityksien tuloksia.

2.1 Aiheeseen liittyvä tutkimus

Alkutuotannon ja elintarvikeketjun kyberturvallisuudesta on tehty Suomessa vain vähän tutkimustyötä. Asia on kuitenkin tunnistettu tärkeäksi maa- ja metsätalousministeriössä sekä Huoltovarmuuskeskuksen elintarvikepoolissa. Aiheesta on käynnistetty tutkimuksia, ja aiheeseen liittyen on laadittu muutamia opinnäytetöitä. Moni näistä tutkimuksista keskittyy pitkälti alkutuotannon eli maatilan kyberturvallisuushaasteisiin. Teollisuuden, logistiikan ja kaupan osalta kyberturvallisuuteen liittyviä tutkimuksia on tehty Suomessa ja maailmalla. Puhtaasti elintarviketeollisuuteen ja elintarvikkeiden ketjuun liittyviä tutkimuksia on kuitenkin tehty vain muutamia. Suomen elintarvikeketjun kokonaisuuteen liittyvää tutkimusta on syntynyt vasta äskettäin Jyväskylän ammattikorkeakoulun vetämässä tutkimuskokonaisuudessa.

Maailmalla on vähitellen herätty alkutuotantoon ja elintarviketuotantoon kohdistuviin kyberuhkiin. Muun muassa FBI on varoittanut Yhdysvalloissa merkittävästä kyberuhan kohdistamisesta alkutuotannon maataloihin (FBI, 2016). Samoin Yhdysvaltojen ulkomaisten kehityksen virasto USAID:n julkaisema tiedoksianto alkutuotannon kyberturvallisuudesta nostaa esille tulevaisuuden uhkaku- van, jossa laajalla kyberhyökkäyksellä voidaan häiritä jopa globaalia elintarvike- huoltoa (USAID, 2023).

Ulkomailla on tehty muutamia aiheeseen liittyviä tutkimuksia ja julkaisuja sekä viranomaisten havaintoja. Protecting our Future -teoksessa julkaistussa Cooper Christinan (2015) artikkelissa Cybersecurity in Food and Agriculture avataan Yhdysvaltojen näkemystä alkutuotannon kyberuhista ja niiden torjumisesta. Cooperin esittämät ehdotukset alkutuotannon kyberturvallisuuden parantamiseksi ovat:

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

Monet suomalaiset aiheeseen liittyvät opinnäytetyöt ja raportit myötäilevät Cooperin näkemyksiä sekä pitävät parannusehdotuksia edelleen ajankohtaisina.

Esimerkiksi Mikko Laajalahti on tutkinut laajassa opinnäytetyössään Alkutuotannon kyberjohtamisen toimintaympäristö (2017) alkutuotannon kybertoimintaympäristön kehittämistä, teknisiä mahdollisuuksia ja haasteita. Tutkimuksen tilasi ja yhteistyökumppanina toimi Luonnonvarakeskus (LUKE). Työ on kolmi-osainen ja se koostuu seuraavista osioista:

- 1) CowLab ACIS järjestelmän jatkokehittäminen
- 2) Sähköinen viljapassi
- 3) Alkutuotannon kyberuhkat

Laajalahti on törmännyt tutkimuksensa eri osa-alueissa kyberturvallisuuden haasteisiin ja esittää raportissaan Alkutuotannon kyberuhkat toimenpide-ehdotuksia maatalojen kyberturvallisuuden parantamiseksi. Laajalahden esitykset myötäilevät pitkälti Cooperin ehdotuksia, mutta hän lisäksi toimenpiteisiin kyberturvallisuuden koulutuksen viljelijöille sekä neuvontapalveluiden luonnin. (Laajalahti & Nikander, 2017, s. 35).

Opinnäytetyössään *Cybersecurity in Agricultural Communication Networks* (2018) Onni Manninen perehtyy maitotilojen verkkoympäristöihin ja niiden haavoittuvuuksiin. Tutkimuksessa löydettiin erilaisia maatalojen tietoverkoihin kohdistuvia uhkia ja todettiin maatalojen suojautumisen kyberhyökkäyksiä vastaan olevan heikko. Tutkimus toteaa maatalouden toimialalla olevan todellinen tarve tietoturvakoulutukselle sekä ohjeistukselle siitä, kuinka maatilat voivat suojautua moderneja kyberuhkia vastaan. (Manninen, 2018).

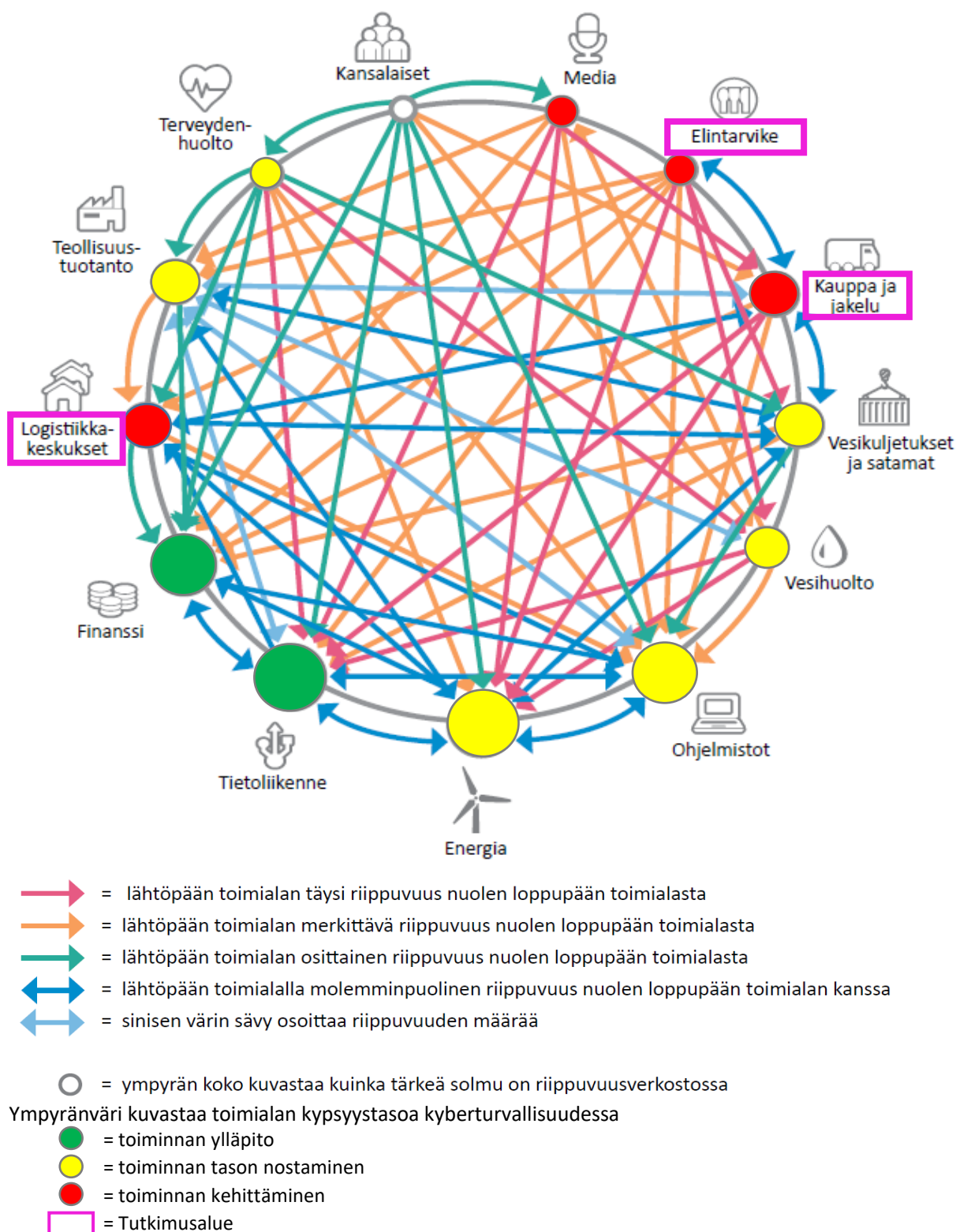
Suomalaisille maataloille on vuonna 2018 tuotettu Kyberin taskutietoa maataloille -opas kyberturvallisuuteen. Eri tahojen yhteistyön tuloksena syntynyt opas kertoo, kuinka maataloilla kannattaa toimia ja antaa neuvoja riskien minimoimiseen kybermaailmassa. Kyseistä opasta ovat olleet laatimassa Jyväskylän yliopisto (JYU) ja Maanpuolustuskoulutusyhdistys. (Lassheikki ym., 2018).

Digitaalinen turvallisuus 2030 (DT2023) on viisivuotinen ohjelmakokonaisuus, jonka tarkoituksena on kehittää yhteiskunnan kyberhäiriöiden sietokykyä. Ohjelma on aloitettu vuonna 2021, ja yksi sen projekteista on Elintarvikeketjun kyberturvallisuusharjoitus. Projektista vastaa Jyväskylän ammattikorkeakoulun Jyväskylä Security Technologyn (jatkossa JYVSECTEC) yhdessä Biotalousinstituutin kanssa. Tämän kyberturvallisuusharjoituksen lisäksi asiakokonaisuuteen liittyy JYVSECTEC:n johtama Elintarvikeketjun kyberturvallisuus -hanke, jossa mallinnettiin elintarvikeketjun kyberharjoitusympäristö ja kehitettiin kyberturvallisuusosaamista, -tietoisuutta, ja -yhteistyötä.

Osana tätä elintarvikeketjun kyberturvallisuuden kehittämistä on toteutettu maa- ja metsätalousministeriön rahoittama kehittämisprojekti Kyberpoikkeamanhallinnan prosessit ja toimintaohjeet elintarviketuotannossa ja -jakelussa (JAMK, 2023). Kehittämisprojektin tuloksena julkaistiin keväällä 2023 kyberpoikkeamien hallintaan seuraavat käsikirjat:

- Kyberturvallisuus alkutuotannossa
- Kyberturvallisuus elintarviketeollisuudessa
- Kyberturvallisuus kaupan ja jakelun alalla

Huoltovarmuuskeskuksen teettämässä selvityksissä Kyberturvallisuuden nykytila eri toimialoilla 2020 ja Toimialojen kyberkypsyyden selvitys 2022 tarkasteltiin huoltovarmuuden toimialojen kyberkypsyyttä. Eri toimialojen väliset vaihtelut ovat suuria, ja lisäksi kehittämistä tarvitsevien toimialojen sisäinen hajonta on merkittävä. Selvityksien tuloksia on avattuna tarkemmin myöhemmissä luvuissa. Kuviossa 3 on esitetty toimialojen riippuvuussuhteet sekä toimialan tärkeys osana riippuvuusverkostoa; lisäksi toimialojen kyberkypsyytensä on kuvattu väreillä. Kuvaan on myös merkitty tämän tutkimuksen tarkastelun kohteet, jotka muodostavat elintarvikehuollon ketjun.



KUVIO 3 Huoltovarmuuden toimialojen keskinäisriippuvuus ja tutkimusalue. Muka-
elma Huoltovarmuuskeskuksen raportista: Kyberturvallisuuden nykytila eri toimialoilla.

Suhteessa aiheen merkittävyyteen yhteiskunnan toimintojen osalta tieteellistä tutkimusta elintarvikeketjun kyberturvallisuudesta on tehty yllättävän vähän. Alkutuotannon kyberturvallisuuteen liittyen on tehty perustutkimusta, jossa painopisteenä ovat olleet yksittäiset maatilat. Laajalahden (2017) ja Mannisen (2018) tutkimuksissa toistuvat ja korostuvat tarpeet kehittää alkutuotannon kyberturvallisuuskulttuuria sekä -koulutusta. Alkutuotannon kyberturvallisuus todetaan tutkimuksissa heikoksi yksittäisten toimijoiden osalta. Toisaalta alkutuotannon hajanainen luonne suojelee huoltovarmuutta yksittäisiltä kyberhäiriöiltä.

Helsingin seudun kauppakamari on useampana vuonna tehnyt Yrityksiin kohdistuvat kyberuhat -selvityksen. Selvityksissä tutkitaan suomalaisten yritysten käsityksiä niihin kohdistuvista kyberuhista ja varautumisesta niihin. (Kauppakamari ym., 2022). Suurin osa kyselyyn vastanneista yrityksistä edustaa muuta kuin elintarvikealaa, mutta kyselyt antavat yleiskuvan suomalaisten yritysten tilasta.

Selvityksessä kysyttiin yritysten kykyä havaita omiin järjestelmiin kohdistunut kyberhyökkäys. Useimmat vastanneista kertoivat havaitsevansa hyökkäykset tai niiden yritykset itse. Toiseksi eniten vastanneista, 28 prosenttia, kertoi kolmannen tahon hoitavan ilmoituksen hyökkäyksestä. Kolmanneksi yleisin vastaus oli, ettei yritys todennäköisesti havaitse käynnissä olevaa tunkeutumista. (Kauppakamari ym., 2022, s. 9). Kyky havaita ja tunnistaa kyberhyökkäyksiä on osalla suomalaisista yrityksistä heikko. Huoltovarmuuskeskuksen kyberkypsyys-selvityksen perusteella merkittävä osa näistä yrityksistä voi toimia osana elintarvikeketjua. Yritysten käsitys omasta tai palvelun tarjoajan kyvystä havaita vahingollista kybertoimintaan voi olla yliarvioitu. Kauppakamarin selvitys toteaa, ettei kyberhyökkäyksen tunnistaminen ole helppoa ja on arvioitu sen havaitsemiseen menevän jopa 200 vuorokautta tai sitä ei havaita ollenkaan. (Kauppakamari ym., 2022).

Otto Harju on selvittänyt opinnäytetyössään Kuljetus- ja logistiikkaketjujen kyberturvallisuus, uhat ja merkitys yrityksille (2021) alan kyberturvallisuutta ja sitä, miten kyberuhkia pystyttäisiin välttämään. Tutkimuksen perusteella kuljetus- ja logistiikkaketjujen tulee kiinnittää huomiota teknisten järjestelmien ja tietoverkkojen turvallisuuteen.

2.2 Elintarvikehuolto ja huoltovarmuus

Huoltovarmuudella tarkoitetaan varautumista mahdollisiin kriiseihin ja häiriötilanteisiin. Olennaista on myös jatkuvuuden hallinta elintärkeissä toiminnoissa, jotta yhteiskunta ja elinkeinoelämä toimivat. Lisäksi sillä turvataan väestön toimeentuloa, infrastruktuuria ja maanpuolustuksen kannalta välttämätöntä kriittistä tuotantoa. (Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista, 2018) (HKV, 2022).

Teoksessa Huoltovarmuus: Varautumisella selviytymiskykyä listataan seuraavia piirteitä huoltovarmuuden käsitteestä (Klemm, 2022, s. 8).

- Huoltovarmuus on huolenpitoa ja yhteiskunnan taloudellisten perustoimintojen ylläpitämiseksi.
- Huoltovarmuudella tarkoitetaan yhteiskunnan materiaalistien edellytysten ja välttämättömien järjestelmien toiminnan varmistamista.
- Huoltovarmuus kytkeytyy voimakkaasti poliittisiin ja talouselämän muutoksiin.
- Huoltovarmuuden turvaaminen koostuu laaja-alaisesti hallinnollisesta ohjauksesta, elinkeinoelämän varautumisesta ja ennakkoon luoduista huoltovarmuusjärjestelyistä.
- Huoltovarmuuteen voi vaikuttaa suunnittelun, toimenpiteiden ja seurannan avulla.

Englannin kielessä huoltovarmuutta lähellä on käsite Security of supply. Tämä on European Defence Agency:n määrittelemä termi, jolla tarkoitetaan tuotteiden ja palveluiden saatavuuden varmistamista erityisesti kriisien tai häiriöiden aikana. (European Defence Agency, 2009).

Huoltovarmuuskeskus on tärkeä toimija ja koordinoija huoltovarmuuden ylläpitämisessä. Suomen elinkeinoelämän yritykset ovat kuitenkin ne toimijat, jotka vastaavat hyvin pitkälle huoltovarmuuden käytännön toteuttamisesta monella alalla. Huoltovarmuuskeskuksessa yhteiskunnan kannalta tärkeät toimet on jaettu toimialoihin, jotka pitävät sisällään sektoreita ja pooleja. Tässä työssä tarkastelun kohteena on elintarvikehuollon toimiala ja sektori, jotka pitävät sisällään alkutuotantopoolin, elintarviketeollisuuspoolin sekä kauppa- ja jakelupoolin. Kyberturvallisuutta tarkastellessa tulee ottaa huomioon tietoyhteiskuntatoimialan Digipooli, joka on tietotekniikka- ja tietoverkkoalan sekä viranomaisten välinen verkosto. (HKV, 2022).

Suomen huoltovarmuuden ylläpitäminen tarkoittaa jatkuvia toimenpiteitä toimialan sekä kriittisten yritysten jatkuvuuden varmistamiseksi. Yritykset vastaavat toteutumisesta perustuen lakiin, asetuksiin, erillisiin sopimuksiin ja oman toiminnan jatkuvuuteen perustuviin suunnitelmiin. Huoltovarmuus ja taloudellinen kannattavuus eivät aina kulje käsi kädessä ja siksi monella kriittisellä alalla huoltovarmuuden toteutumiseen tarvitaan lakiin perustuvia vaatimuksia ja valvontaa viranomaisten toimesta.

Elintarvikeketju

Logistiikan ja kaupan alalla on vakituisessa käytössä tilaus- ja toimitusketju-käsitteet. Elintarvikealalle on muodostunut tämän prosessin kuvaamiseksi käsite elintarvikeketju, jolla tarkoitetaan ruuan tuotantoprosessin ja elintarvikkeiden matkaa pellolta pöytään. Ketju pitää sisällään ruuan kasvattamisen, jalostamisen elintarvikkeiksi, hankinnan, käsittelyn, jakelun ja myynnin. (Food Safety Standard, 2021).

Marko Raekoski (2014) kuvailee käsiteanalyysissään elintarvikeketjun olevan ”rakenteeltaan erilaisesta tuotekohtaisesta toimitusketjusta kuin vaikkapa polkupyörän matka metalliraaka-aineista loppukuluttajan kulkupeliksi.

Elintarvikkeiden toimitusketjulle eli elintarvikeketjulle tyypillinen monimutkainen viljely-, tuotanto- ja jalostusprosessi puoltaa sitä tosiasiaa, että elintarvikealan logistiikkaa ei voida yleistää osaksi logistiikan alan perusmalleja.” (Raekoski, 2014, s. 17).

Elintarvikeketju on pitkä ja siinä tapahtuvat häiriöt voivat vaikuttaa elintarviketurvallisuuteen, jolloin pilaantuneet elintarvikkeet vaikuttavat ihmisen terveyteen. Toisessa tilanteessa häiriöt voivat vähentää ruuan saatavuutta. Esimerkkejä elintarviketuotannon yksittäisestä häiriöstä on kesällä 2023, jolloin Myllyn Paras -tehtaassa pastan kuivauslaitteistosta päätyi mahdollisesti metallia pastan sekaan. Tämän takia suuria määriä pastoja vedettiin pois myynnistä. (Suutari, 2023).

Ruokavirasto johtaa, ohjaa ja kehittää Suomessa elintarvikeketjun valvontaa yhdessä muiden viranomaisten kanssa. Elintarvikeketjun valvonnan tavoitteena on:

”vaikuttava, tehokas, yhtenäinen ja riskiperusteisesti kohdistettu valvonta kaikissa ketjun vaiheissa”. (Elintarvikeketjun monivuotinen kansallinen valvontasuunnitelma 2021- 2024 Osa 1: Virallinen valvonta Suomessa ja sen strategiset tavoitteet, 2020).

Elintarvikealan turvallisuutta tutkiessa on tärkeää hahmottaa yritysten, toimijoiden ja viranomaisten lähestymistapa alaan. Ruokavirasto keskittyy elintarviketurvallisuuteen ja Huoltovarmuuskeskus elintarvikehuollon toimivuuteen. Tutkimuksen painopiste on jälkimmäisessä, vaikkakin kyberhyökkäyksellä voisi häiritä esimerkiksi elintarviketta jalostavan koneen anturien lukemia, suola- ja happotasoja, mikä johtaisi elintarvikkeen pilaantumiseen.

2.2.1 Huoltovarmuuskeskuksen tehtävä

Huoltovarmuuskeskuksen mukaan elintarvikehuollolla turvataan se, että ihmisillä ja kotieläimillä on tarpeeksi ravintoa häiriötilanteissa tai poikkeusoloissa. Tämä edellyttää varautumisjärjestelyjä ja suunnitelmia, joilla varaudutaan näihin mahdollisiin yhteiskunnan ruuan saannin uhkiiin. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Valtioneuvoston huoltovarmuusselonteossa todetaan varautumisen koskevan sekä julkista hallintoa että elintarvikealaa. Julkinen hallinnon varautumisen perustana on valmiuslaki, joka antaa sille valtuudet ohjata tuotantoa ja kulutusta kriisissä. (Valtioneuvosto, 2022). Elintarvikealan yritykset puolestaan pyrkivät turvaamaan oman toimintansa sopimusperusteisesti tai vapaaehtoisesti parantaakseen toiminnan jatkuvuutta (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Huoltovarmuuskeskuksessa toimivan Elintarvikehuollon tavoitteena on varmistaa elintarvikealan jatkuvuuden hallinta. Elintarvikehuolto muuan muassa seuraa elintarvikealan rakennemuutosta, tuotannon muutosta ja tuotteiden ja tuotantopanosten maailmanlaajuisen tilanteen kehittymistä. Elintarvikehuollon tehtävänä on turvata riittävä alkutuotannon ja elintarviketeollisuuden kyky tuottaa elintarvikkeita sekä varmistua, että teollisuuden ja kaupan jakelujärjestelmä kuluttajille ja ruokapalveluihin on toimiva. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Elintarvikealan varautuminen on verkottunutta yhteistyötä. Yritykset varmistavat toiminnallaan oman toimintansa jatkuvuuden kaikissa olosuhteissa. Valtionhallinnon rooli elintarvikeketjun varautumisen osalta on pienehkö mutta se on varautunut helposti varastoitavien tuotteiden ja tuotantopanosten osalta.

Valtionhallinto varautuu ohjaamaan tuotantoa, niukkojen voimavarojen käyttöä ja lopputuotteiden kulutusta. Viljan, siemenviljan sekä eräiden maatalouden kemikaalien ja perustuotannon raaka-aineiden varmuusvarastoja käytetään puskureina häiriötilanteissa. Varmuusvarastojen mahdollisesta käyttöönnotosta päättää valtioneuvosto. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Varmuusvarastojen lisäksi käytetään turvavarastoja, joissa voidaan säilyttää välttämättömiä raaka-aineita ja tuotteita tuotannon ylläpitämiseksi häiriötilanteissa. Turvavarastoja perustetaan yrityksen ja Huoltovarmuuskeskuksen välisellä sopimuksella. Turvavarastossa olevan materiaalin omistaa yritys mutta sen käyttöönotto edellyttää työ- ja elinkeinoministeriön lupaa. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Elintarvikehuollon sektori Huoltovarmuuskeskuksessa tukee ja koordinoi elintarvikesektorin, toimialan poolien ja toimikuntien toimintaa. Se tarjoaa elintarvikealan yrityksille jatkuvuuteen liittyviä toimintamalleja ja työkaluja. Samoin se kehittää alan varautumista erilaisin projektein ja koulutuksin sekä tekee tutkimus- ja selvitystyötä. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Elintarvikehuollon sektorit

Elintarvikehuollon sektori koordinoi alan varautumista, ja se on yhtenäinen koko elintarvikehuollon huoltoketjun kattava kokonaisuus. Sektoriin kuuluvat Alkutuotantopooli, Elintarviketeollisuuspooli, Kauppa- ja jakelupooli sekä KOVA eli kotitalouksien omatoimisen varautumisen järjestötoimikunta. (Valtioneuvosto, 2022, ss. 28–29). Kotitalouksien varautuminen on ollut uutisotsikoissa varsinkin helmikuun 2022 jälkeen, jolloin Ukrainan sota laajeni. KOVA on kannustanut ihmisiä 72 tunnin kotivararan keräämiseen (Valtioneuvosto, 2022, s. 60).

Elintarvikehuollon sektori varautuu kauppa- ja maatalouspoliittisen toimintaympäristön muutoksiin huomioiden ilmastonmuutoksen, väestönkehityksen ja laajojen eläintautiepidemioiden uhat. Lisäksi sektori varautuu logististen järjestelmien ja sähköisen, digitalisoituvan infrastruktuurin haavoittuvuuksiin. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Alkutuotantopooli varmistaa maatalouden tuotantoedellytysten jatkuvuuden kaikissa olosuhteissa. Toimintaan liittyvät valtionhallinnon varautuminen ja maa- ja metsätalousministeriön suunnitelmat, joilla tuetaan ja ohjataan maataloustuotantoa poikkeusoloissa. Alkutuotantopooli seuraa ja analysoi tekijöitä, jotka vaikuttavat maatalouden toimintaympäristöön Euroopan unionissa ja laajemmassa globaalissa tarkastelussa, hyödyntää alan tutkimustoimintaa varautumisessa, varmentaa tilojen toimintaedellytyksiä erilaisissa panoshuollon ja tuotekeräilyn logistisissa häiriötilanteissa, kehittää tilojen omatoimista varautumista ja kouluttaa alkutuottajia varautumisessa, sekä teettää huoltovarmuutta

edistäviä tutkimuksia, muodostaa alan huoltovarmuuden tilannekuvan ja tekee esityksiä tarvittavista kehittämishankkeista. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Elintarviketeollisuuspoolin tehtävänä on turvata alan keskeisten toimijoiden toiminta normaaliolojen häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Elintarviketeollisuuspooli seuraa, suunnittelee ja valmistelee yhdessä elinkeinonharjoittajien kanssa alan huoltovarmuustoimenpiteitä, ylläpitää huoltovarmuuden kannalta kriittisten toimijoiden tietokantaa, ohjaa ja seuraa oman alansa yritysten varautumista järjestää koulutus- ja harjoitustilaisuuksia teettää huoltovarmuutta edistäviä tutkimuksia, muodostaa alan huoltovarmuuden tilannekuvan ja tekee esityksiä tarvittavista kehityshankkeista. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

Kauppa- ja jakelupooli on elintarviketehtävän häiriöherkin alue. Siinä toimijoina ovat kauppa ja jakelu sekä ravintola- ja suurkeittiötoimijat (Food Service). Kauppa- ja jakelupooli seuraa, suunnittelee ja valmistelee yhdessä yritysten kanssa alan huoltovarmuuden kehittämistä, ylläpitää huoltovarmuuden kannalta kriittisten toimijoiden tietokantaa, ohjaa ja seuraa oman alansa yritysten ja toimijoiden varautumista, järjestää koulutus- ja harjoitustilaisuuksia, teettää huoltovarmuutta edistäviä tutkimuksia, muodostaa alan huoltovarmuuden tilannekuvan sekä tekee esityksiä tarvittavista kehityshankkeista. (Huoltovarmuuskeskus, 2023).

2.2.2 Omavaraisuus

Suomen elintarvikehuollon perustana on oma maatalous, ja Suomi tuottaa itse suuren osan tarvitsemistaan elintarvikkeista. Suomi on omavarainen maidon ja lihan suhteen. Viljan osalta omavaraisuus vaihtelee satokauden olosuhteiden mukaan vuosittain. Leipäviljan ja vehnän kohdalla omavaraisuus vaihtelee 50 prosentin ja 100 prosentin välillä. Kokonaisuudessaan omavaraisuus elintarvikkeiden osalta on noin 82% (Ruokatieto, 2023b).

Taulukossa 1 on esitetty niiden Suomessa tuotettavien elintarvikkeiden tuotantoa ja kulutusta, joiden tuotantoketjuja tässä tutkimuksessa tarkastellaan.

Raaka-aine	Tuotanto milj. kg	kotimainen käyttö milj. kg	Erotus
Maito	575,6	552,9	22,7
Naudanliha	84,6	94,6	-10
Sianliha	170,5	160,1	10,4
Broilerinliha	138,6	146,3	-7,7
Kananmuna	76,3	61,6	14,7
Peruna	561,7	535	26,7
Vehnä	852,5	809,8	42,7
Ruis	65,2	82,6	-17,4
Ohra	1451,4	1242,6	208,8
Kaura	1203,4	668,9	534,5

TAULUKKO 1 Ravintotase, (Ruokatieto 2023)

Vuonna 2022 Suomen elintarviketuotanto kattoi lähes kaiken kotimaisen kulu-
tuksen, pois lukien ruis, naudanliha ja siipikarjanliha. Näidenkin osalta erotus
jää suhteellisen pieneksi. Huoltovarmuutta ajatellen, korkea omavaraisuusaste
on hyvä suoja mahdollisten kyberhyökkäysten vaikutusten minimoimiseksi.

2.3 Alkutuotanto Suomessa

Tässä alaluvussa tarkastellaan alkutuotannon toimintaympäristöä ja kybertur-
vallisuuden nykytilannetta. Lisäksi käsitellään maatilojen muutosta ja digitali-
saation vaikutusta ja millaisia vaikutuksia ne ovat tuoneet alkutuotannon kyber-
turvallisuuteen. Osana tätä perehdytään kyberosaamisen merkitykseen maati-
loilla, ja tarkastellaan erilaisia uhkakuvia, joita maatilat kohtaavat nykypäivänä.
Tämän luvun aineisto koostuu opinnäytetöistä sekä tutkimusartikkeleista. Luku
tarjoaa katsauksen maatilojen kyberturvallisuuden nykytilaan elintarvikehuolto-
varmuuden näkökulmasta.

Alkutuotannossa tuotetaan eläin- ja kasvipäisiä raaka-aineita. Suomessa
alkutuotantoa harjoittavat esimerkiksi maatilat, kalastajat, poromiehet, mehiläis-
hoitajat ja luonnonvaraisten tuotteiden kerääjät. (Ruokavirasto, 2023a).

Tässä tutkimuksessa alkutuotannosta puhuttaessa tarkoitetaan maataloilla
ja kasvattamoissa tehtyä elinkeinon harjoittamista, joiden tuotanto on tarkoitettu
myyntiin tai jatkojalostukseen.

Valion Oy:n toimitusjohtaja Annikka Hurmeen mukaan alkutuotannon
luonne ja merkittävyys vaihtelevat Suomessa alueittain ja tuotantosuuntien mu-
kaan. Suomen ilmasto ja maaperä asettavat sekä haasteita että mahdollisuuksia
alkutuotannolle. Suomessa on pitkät etäisyydet ja harva asutus, mikä vaikuttaa
alkutuotannon logistiikkaan ja kannattavuuteen. Toisaalta Suomessa on puh-
dasta luontoa, korkea eläinten terveys ja hyvä elintarviketurvallisuus, mikä luo
kilpailuetua alkutuotannolle ja edelleen elintarviketeollisuudelle. Suomen alku-
tuotanto on osa eurooppalaista ja globaalia elintarvikeketjua, johon vaikuttavat
erilaiset poliittiset, taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristölliset tekijät. Alkutuotan-
non toimijoiden on seurattava ja sopeuduttava näihin muutoksiin. Alkutuotanto
on myös merkittävä työllistäjä ja elinkeino monille suomalaisille. (A. Hurme, 6.
toukokuuta 2022).

Alkutuotanto on luonnostaan hajautettua toimintaa. Taulukossa 2 on esi-
tetty listaus alkutuotantoyksiköiden määristä tutkittavien toimialojen perusteella.

Maatalousyrittäjien tuotantosuunnat vuonna 2022	
Tuotantotilat	Määrä
Lypsykarjatilat	4572
Naudanlihatilat	2654
Viljatilat	13 634
Sikatilat	
Emakkosikalat tai yhdistelmäsikalat	350
Kasvatussikalat	350
Broileritilat	
Emobroileritilat	30
Broilerinkasvatustilat	170
Vihannes- ja juurestitilat	
Muu kasvinviljely	17 311
Kasvihuonetuotanto	642
Kananmuna	
Maahantuontikanalat	3
Emokanalat	10
Nuorikkokanalat	20
Munituskanalat	230
Tilapakkaamot	64
Keskuspakkaamot	6

TAULUKKO 2 Maatalouden tuotantosuunnat ja niiden lukumäärät vuonna 2022. Lähteet: Ruokatieto, Suomensiipikarjaliitto

Esitetty siipikarjatalouksien määrä jakaantuu kanaloihin, broileri- ja kalkkunatiloihin. Kaiken siipikarjan tuotanto jakautuu vaiheisiin, johon vaikuttaa tuotantoeläimen ikä ja tarkoitus. Nämä vaiheet ovat 1) emountuvikkojen kasvatusta tai maahantuonti, 2) Emojen munien tuotanto, 3) Hautomo/nuorikko kasvatusta, 4) tuotantoeläimen kasvatusta tai ylläpito. (Suomen siipikarjaliitto, 2023).

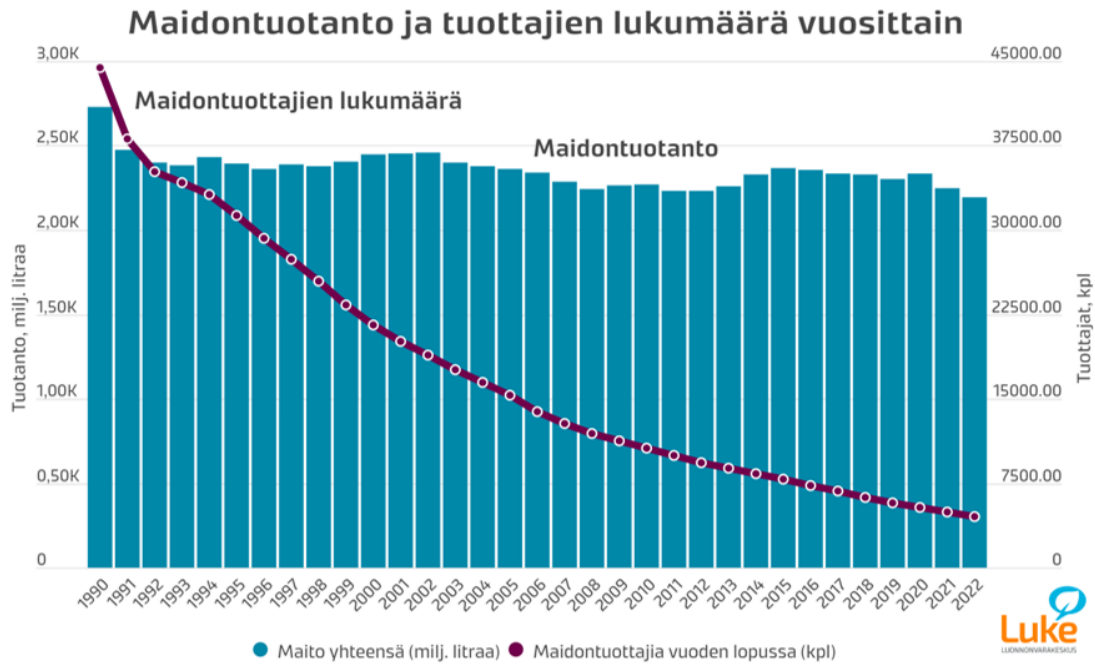
Sikalat jakautuvat emakkosikaloihin ja liha- tai kasvatussikaloihin. Emakkosikaloiden tuotetaan porsaita välitettäväksi kasvatussikaloihin, joissa varsinaisen kasvatusta tapahtuu. Sikaloita oli vuonna 2023 noin 700 joista noin 350 on kasvatussikalaita ja loput emakkosikalaita tai yhdistelmä sikaloita, joissa porsaita tuotetaan ja kasvatetaan.

2.3.1 Miten digitalisaatio on vaikuttanut alkutuotannon toimintaympäristöön

Suomalainen alkutuotanto on kokenut merkittäviä muutoksia viimeisen vuosikymmenten aikana. Aikaisemmin esitettyssä kuvassa 3 nähdään, että tilojen määrä on jatkuvassa laskussa. Tilojen vähentyminen ja tilakoon kasvaminen on vain yksi muutoksista. Perälä ja Pietilä kirjoittavat tutkimuksessaan: ”Maatilayritysten toimintaympäristö on muuttunut viimeisen 15 vuoden aikana merkittävästi ajasta ennen Euroopan Unioniin liittymistä. Rakennemuutos Suomen

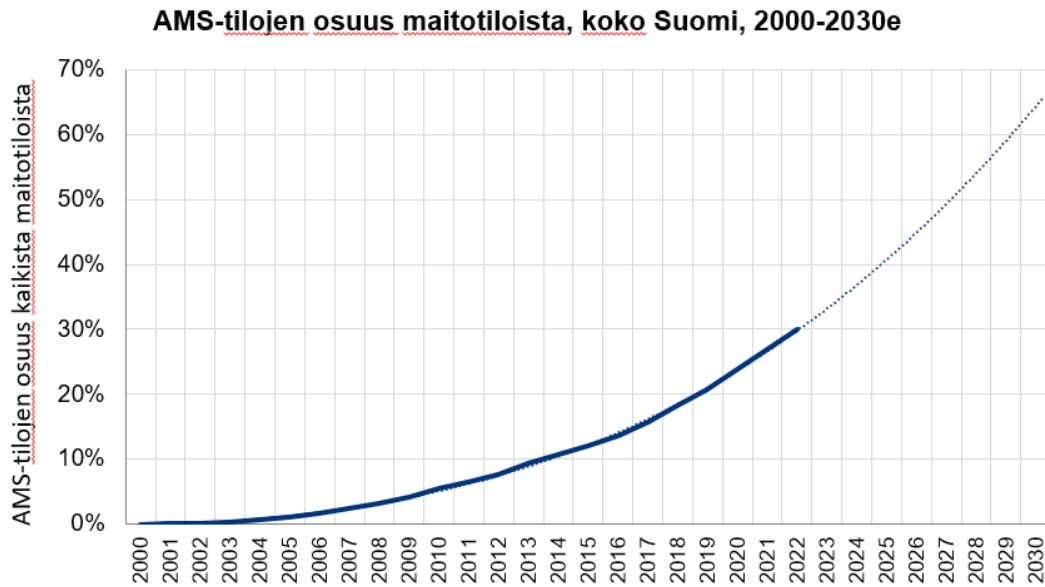
maatiloilla on ollut samansuuntaista kuin muuallakin Euroopassa.” (Perälä & Pietilä, 2009, s. 1.).

Vaikka tilojen määrä on vähentynyt, ovat tuotantomäärät kuitenkin pysyneet samana tai kasvaneet. Esimerkkinä tästä on suomalaisten maidontuottajien merkittävä väheneminen noin 45 000 tilasta 4572 maitotilaan 32 vuodessa, mutta maidon tuotantomäärät eivät ole kokeneet samanlaista pudotusta. Tämä muutos on kuvattu kuviossa 4.



KUVIO 4 Maitotilojen kehitys 1990–2022. Lähde Luonnonvarakeskus

Yksi maitotilojen tuottavuuden ja tehokkuuden kasvun mahdollistajista on alku-
tuotannon automatisaation lisääntyminen ja tietotekniikan määrän kasvaminen.
Tästä esimerkkinä kuviossa 5 automaattilypsytilojen (nk. lypsyrobotti) osuuden
kasvu 20 vuodessa 30% kaikista maitotiloista eli 1370 vuonna 2022. Noin 55%
kaikesta maidosta lypsetään automaattilypsyllä. (Nyman, 2023) Siirtyminen au-
tomaattilypsyyteen lisää tilan verkkoliikennettä sekä näkyvyyttä tietoverkoissa
ulospäin (Hänninen & Kinnunen, 2023, s. 5).



KUVIO 5 Robottilypsytilojen määrä. Lähde (Nyman, 2023)

Samankaltainen automaation kehitys on tapahtunut myös muilla alkutuotannon aloilla, varsinkin sika- ja siipikarjatilojen osalta. (Hannuksela & Lihakeskusliitto RY, 2020; Lukkariniemi & MTK, 2023).

Esineiden internet (Internet of Things) näkyy maataloilla entistä enemmän. Laajalahti ja Nikander kirjoittavat, että se näkyy maataloilla:

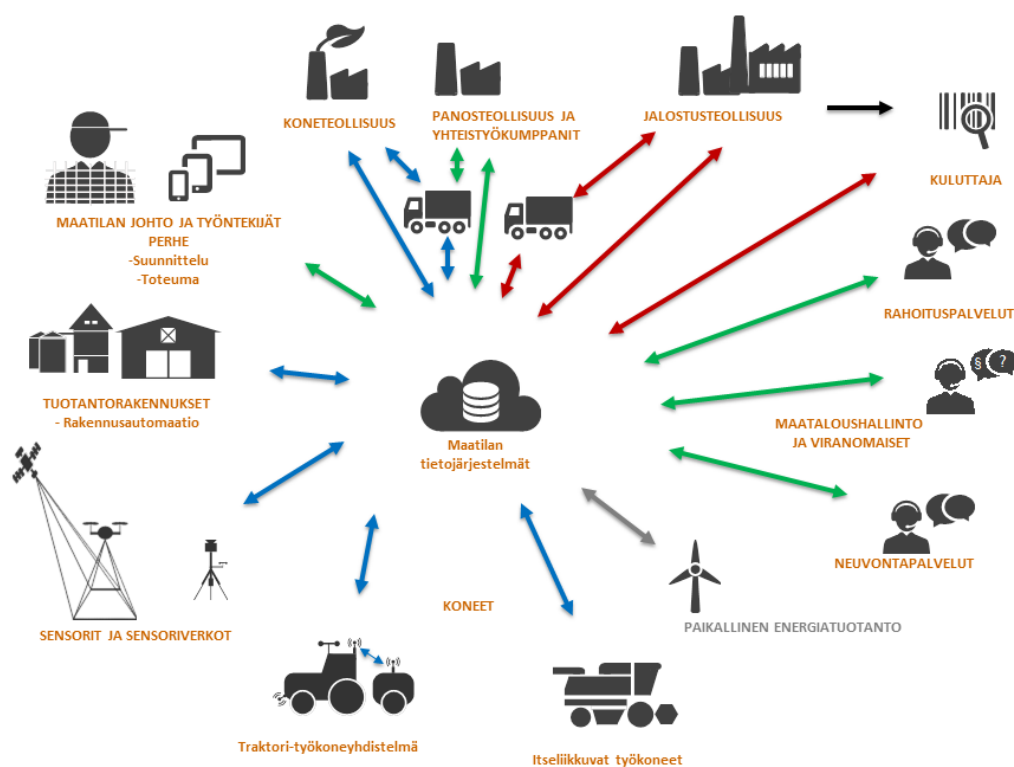
”Traktoreiden tai maatalouden automaatiojärjestelmien, liittämistä internetiin, jolloin niitä voidaan verkon kautta valvoa, mitata, tai ohjata. Monet uudet maatalouden koneet ja laitteet voidaan nykyään liittää verkkoon, ja tulevaisuudessa näiden laitteiden osuus yhä vain kasvaa. Samoin maatalouden tietojärjestelmien lisääntyessä ja monimutkaistuessa maataloilla on yhä enemmän käytössä erilaisia pilvipalveluita.” (Laajalahti & Nikander, 2017, s. 8.)

Automatisaatio ja sen vaatimat ratkaisut ovat tuoneet tietoverkot sekä internetin perusteellisesti osaksi alkutuotantoa, samalla tavoin kuin on käynyt muillakin yhteiskunnan toimialoilla.

Blogissaan Maatalouden digitalisaation vaikutuksista tohtorikoulutettava Nicklas Yli-Kauppila toteaa mahdollisuudesta jakaa maatalouden digiteknologia ohjelmistoteknologiaan ja automatisoituneen konetekniikan hallintaan sekä:

”Digitaalinen muutos on kehittänyt maatalouden pariin uusia, aikaisempia keinoja päivittäviä ja korvaavia teknologian muotoja. Se on muuttanut maatalouden työnteon tapakulttuuria ja hiljalleen luonut ympärilleen uudenlaisen digitaalisen toimintakulttuurin.” (Yli-Kauppila, 2022)

Laajalahti ja Nikander esittävät seuravanlaisen kuvan maatilan tietojärjestelmän yhteyksistä. Maatilan tietojärjestelmät esitetään keskiössä ja ympärillä on yhteydet.



KUVIO 6 Maatilan tietojärjestelmät ja yhteydet. Laajalahti ja Nikander (2017 s. 11.)

Elintarvikehuollon näkökulmasta vain osa maatalojen tietojärjestelmistä on kriittisiä. Tutkimuksessa Sähköjakeluhäiriöiden vaikutukset elintarviketuotannon jatkuvuuteen (2017) vaikutus elintarvikeketjuun esitellään välttämättömät koneet ja järjestelmät elintarvikkeiden tuottamiseen. Nämä alkutuotannon kriittiset tuotokset ja tuotantotekijät on esitetty luvussa 5.6.

2.3.2 Kyberturvallisuus ja sen toimintakulttuuri maataloilla

Kyberiskit ja -uhat, jotka kohdistuvat alkutuotannon toimijoihin ovat hyvin pitkälti samoja kuin muutakin yhteiskuntaa uhkaavat kyberhaasteet. Kyberturvallisuushkiin liittyen Manning (Manning, 2016) on esittänyt 80/20-periaatteen, jonka mukaan kyberturvallisuusuhat ovat 80-prosenttisesti yleisluonteisia ja 20-prosenttisesti toimialakohtaisia. Näitä toimialakohtaisia uhkia ei ole vielä laajassa mittakaavassa näkynyt alkutuotannossa, mutta tällaisten uhkien toteutuminen on kuitenkin mahdollista tai jopa todennäköistä tulevaisuudessa.

Alkutuotannossa tilojen määrän väheneminen on lisännyt yksittäiseen tilaan kohdistuvan häiriön vaikuttavuutta elintarvikeketjuun. Hänninen ja Kinnunen kirjoittavat Kyberturvallisuus automaattilypsytiloilla –opinnäytteessään:

”Kotieläintuotannon haavoittuvuutta ovat lisänneet alueellinen keskittyminen, kasvanut yksikkökoko sekä automaatio- ja konejärjestelmien yleistymisen. Uhat kohdistuvat samalla yritysten liiketoimintaan ja koko yhteiskunnan elintärkeisiin toimintoihin.” (Hänninen & Kinnunen, 2023).

Alkutuotannossa käytettävä tietotekniikka keskittyy erilaisiin maatalouden koneisiin ja laitteisiin, kuten traktoreihin sekä eläinsuojien tai kasvihuoneiden automatiikkaan. Laajalahden ja Nikanderin tutkimuksessa todetaan, että maatalouden kyberturvallisuuteen liittyvät myös fyysisen maailman elementit. Tietotekniikan laitteet altistuvat tavallista voimakkaammalle kuormitukselle työväläneissä tai navetoissa. ”Kyberuhat voivat heijastua fyysiseen toimintaympäristöön, ja toimintaympäristö itsessään voi altistaa kyberuhille.” (Laajalahti & Nikander, 2017, s. 7).

Laajalahden ja Nikanderin mukaan alkutuotannon tyypilliset kyberuhat liittyvät laitteistojen vaihteleviin elinjaksioihin sekä ikääntymiseen ja päivitysten laiminlyöntiin. Samoin järjestelmien kokonaissuunnittelu on puutteellista, mistä voi syntyä haavoittuvuuksia. (Laajalahti & Nikander, 2017, s. 37).

”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.” (Laajalahti & Nikander, 2017, s. 38).

Samantyyppinen elinkaaresta johtuva haavoittuvuus koskee myös alkutuotannossa käytettävien työkoneita ja ajoneuvoja. Traktoreiden ja muiden koneiden elinkaari on usein vuosikymmeniä. Uudella traktorilla kyetään käyttämään vanhempaa vedettävää työkoneita ja sama toisinpäin. Traktorien ja työkoneiden yhdistelmien tiedonsiirto toteutetaan CAN-väylään perustuvalla yhteysratkaisulla (ISO 17532:2007(en) Stationary equipment for agriculture – Data communications network for livestock farming - Preview, 2007). Kyseinen yhteys on suojaamaton ja voi aiheuttaa kyberuhan nyt ja tulevaisuudessa.

Cooperin (2015) esittämä kyberturvallisuuskulttuurin luominen on keskiössä alkutuotannon kyberturvallisuuden parantamisessa. Samankaltaiseen johtopäätökseen ovat tulleet Laajalahti ja Nikander (2017) ja Manninen (2018) Tämä johtuu alan hajanaisesta luonteesta ja siitä, että tiloilla on totuttu tekemään paljon asioita itse. Hajanaisuudesta johtuen tietoturvaan saatava tuki tai maatalouskoneiden valmistajien tukipalveluiden saamisessa tiloille voi kestää pidempiä aikoja. Kyberturvallisuuskulttuuri on tärkeää saada tiloille, koska siten kyberturvallisuuteen liittyvät asiat koetaan merkitykselliseksi ja siihen liittyviä toimenpiteitä ja jatkuvaa parantamista tehdään osana arkea eikä vain häiriötilanteissa.

Kyberturvallisuuskulttuurin luomiseen tiloilla liittyy haasteita. Jo pelkääntään maatilalla työskentelyn luonne voi haastaa kyberturvallisuuskulttuurin luomista. Maatilalla työskentely on kuormittavaa ja erityisesti aikaa vievää. Perälä ja Pietilä tekemissään haastatteluissa ilmeni; että varsinkin eläintiloilla töitä tehtiin melko paljon. Monien työpäivä ei jäänyt kahdeksaan tuntiin, vaan kesti kymmenestä tunnista jopa 14 tuntiin. Haastatelluilla eläintiloilla tehtiin pelkääntään eläinten parissa töitä jo seitsemästä kahdeksaan tuntiin ja päälle lasketaan vielä tilan muut työt. Muihin töihin tiloilla voidaan laskea keväällä tehtävät kylvöt, kesällä rehunteot ja ruiskutukset, sekä syksyllä puinnit ja maanmuokkaukset.

Talvella tehdään mm. rehunajoa ja metsätöitä, jolloin työpäivät venyvät pitkiksi. Myös töiden suunnitteluun, maatalan johtamiseen, pitää varata aikaa, mitä ei monella tilalla ole huomioitu. (Perälä & Pietilä, 2009). Tämän perusteella herää kysymys, miten tavallisella maatalousyrittäjällä löytyy aikaa syventyä kyberturvallisuuteen.

Suomalaisten maatilayrittäjien keski-ikä on korkea ja vuonna 2021 se oli 53 vuotta. Viidennes viljelijöistä on eläkeikäisiä eli yli 65-vuotiaita. (Tilastokeskus, 2023) Ikärakenteen takia tilamäärän lasku jatkuu väistämättä. Kyberturvallisuuskulttuurien luomisen ja kehittämisen näkökulmasta korkea keski-ikä voi olla haaste.

Yleisesti vanhemmat maatalousyrittäjät eivät tee investointeja ja panostuksia tilan tuotantojärjestelmiin. Syitä tähän korkeat investointikulut ja odotus eläkkeelle siirtymisestä. Tilanne on erilainen niillä (perhe)tiloilla, joissa on selvä yritystoiminnan jatkaja.

Nuori ikä ei kuitenkaan takaa hyvää kyberturvallisuuskulttuurin luontia. Perälän ja Pietilän tutkimuksessa osa nuorista maatilayrittäjistä koki myös jonkin verran ahdistumista uudesta tekniikasta ja sen kehittymisestä. Näin kokivat varsinkin ne maatilayrittäjät, jotka eivät pysty itse aivan uusinta tekniikkaa hankkimaan eivätkä tällöin omasta mielestään pysy kehityksen mukana. Osalla haastatelluista maatilayrittäjistä tällainen johtaa myös stressaamiseen ja jopa epätoivon tunteeseen siitä, että tilaa pitäisi laajentaa aina vain suuremmaksi. (Perälä & Pietilä, 2009).

Kyberturvallisuuden osalta on havaittavissa mahdollisia puutteita. Vuonna 2016 julkaistusta Opetushallituksen Ruokaketjun osaamistarpeet tulevaisuudessa - raportissa mainitaan kyberturvallisuus vain kerran. Maatalouden perustutkinnon opetus kokonaisuudessa on pakollinen "Toiminta digitaalisessa ympäristössä" - kurssi, jonka laajuus on kaksi osaamispistettä. Kurssi selosteessa on vain lyhyet maininnat kyber- ja tietoturvallisuudesta. (Opetushallitus, 2022) Kurssi ei todennäköisesti anna riittävää osaamista kyberturvallisuuden osaamiseen alkutuotannon entistä monimutkaisimmassa toimintaympäristöissä.

2.4 Elintarvikeyritykset Suomessa

Suomen elintarviketeollisuudessa oli vuonna 2022 yhteensä 1663 tuotantolaitosta, joista 1118 oli elintarvikkeiden valmistuslaitosta ja 545 juomien valmistuslaitosta. Elintarviketeollisuuden tuotantolaitosten määrä on laskenut viime vuosina, sillä vuonna 2018 niitä oli vielä 1751. Elintarviketeollisuuden tuotantolaitosten sijainti vaihtelee alueittain, mutta suurin osa niistä on Uudellamaalla, Pirkanmaalla, Varsinais-Suomessa ja Pohjanmaalla. (Ruokatieto, 2023a).

Elintarvikehuollon keskiössä ovat suuret elintarvikeyritykset. Elintarviketeollisuus on Suomessa hyvin hajautunut ja erikoistunut, joten eri tuoteryhmien tuotantomäärät vaihtelevat suuresti. Suomen merkittävimpiä elintarvikeyrityksiä ja niiden toimialoja sekä niiden merkittävyyttä elintarvikehuollolle on avattu taulukossa 3.

Yritys	Toimipaikat	Tuotteet	Yritystieto/lisätieto
Apetit Ruoka Oy	Säkylä	Kala ja kalatuotteet, Kasviproteiinivalmisteet, Marjat, hedelmät ja -valmisteet, Valmisruoat ja aterian ainekset, Vihannekset, juurekset, peruna ja -valmisteet	
Arla Oy	Halkivaha, Kitee, Ranua, Söderkulla	Juotavat maito- ja kasvit tuotteet	Söderkulla on suurin toimipiste, muut pieniä. Arla OY on monikansallinen yritys, joka tuottaa Suomessa vain nk. tuoremaidotuotteet, juustot tuodaan muualta.
Atria Suomi Oy	Forssa, Jyväskylä, Kauha-joki As, Nurmo, Sahalahti	Lihavalmisteet, Valmisruoat ja aterian ainekset, Vihannekset, juurekset, peruna ja -valmisteet	Atria on Suomen suurin lihayritys, joka teurastaa ison osan Suomen sioista ja 45 prosenttia Suomen nau-doista. Atria on myös Suomen suurin siipikarjateuras-taja.
Fazer Leipomot Oy	Vantaa	Leipomotuotteet, Viljatuotteet	Fazer on suomalainen leipomo-, makeis- ja ruokapalveluyritys, joka on Suomen suurin leipomoyritys.
HKScan Finland Oy / HK, Kariniemen ja Via Kasvimaa	Forssa, Mikkel, Outokumpu, Vantaa	Liha, ml. paloitetu, jauhettu, Lihavalmisteet, Valmisruoat ja aterian ainekset	HKScan on Suomen toiseksi suurin liha- ja ruokatalo, joka teurastaa noin 40 prosenttia Suomen sioista ja 20 prosenttia Suomen nau-doista. HKScan on myös toiseksi suurin siipikarjateurastaja, joka teurastaa noin 30 prosenttia Suomen broilereista. (HKScan Oyj, 2022.)
Kivikylän kotipalvaamo Oy	Säkylä	Lihavalmisteet, Valmisruoat ja aterian ainekset	
Lihatukku Harri Tamminen Oy	Vantaa	Liha, ml. paloitetu, jauhettu, Lihavalmisteet	
Naapurin Maailaiskana Oy	Lieto As	Liha, ml. paloitetu, jauhettu, Lihavalmisteet	
Orkla Suomi Finland Oy Ab	Godby, Turku	Vihannekset, juurekset, peruna ja -valmisteet	
Oy Lantmännen Unibake Ab Finland	Hyvinkää, Joutseno	Leipomotuotteet	

Ravintoraisio Oy	Raisio	Viljatuotteet	
Saarioinen Oy	Huittinen, Sahalahti, Valkeakoski	Lihavalmisteet, Valmisruoat ja aterian ainekset	Saarioinen on suomalainen valmisruoka- ja lihajalosteiden valmistaja, joka on Suomen suurin valmisruokatalo ja sillä kolme tehdasta Suomessa. (Saarioinen, 2022.)
Snellmanin Lihanjalostus Oy	Pietarsaari	Liha, ml. paloiteltu, jauhettu, Lihavalmisteet, Valmisruoat ja aterian ainekset	
Vaasan Oy	Vantaa	Leipomotuotteet	
Valio Oy	Haapavesi, Joensuu, Jyväskylä, Lapinlahti, Oulu, Riihimäki, Seinäjoki, Turenki, Vantaa, Äänekoski	Juotavat maito- ja kasvituotteet, Levitteet, juustot, öljyt, voit, margariinit, Muut maito- ja kasvivalmisteet	Suomen suurin meijeriyritys, joka tuottaa noin 85 prosenttia Suomen maidosta.

TAULUKKO 3 Suurimmat elintarvikeyritykset Suomessa. (Ruokatieto, 2023a)

Suomen suurimmat ja huoltovarmuuden kannalta kriittiset yritykset ovat kotimaisessa omistuksessa. Vaikka elintarviketeollisuus on edelleen Suomessa maantieteellisesti hajautettu ja on paljon myös pieniä toimijoita, niin suurimmat maito, liha – ja valmisruoka ja leipomoyksiköt ovat tuotantovolyymien osalta todella suuria, ja sitä kautta huoltovarmuuteen kohdistuvat kyberhäiriöiden riskit ovat kasvaneet.

2.4.1 Elintarviketeollisuuden digitalisaatio

Teollisuudessa käytettävien järjestelmien kyberturvallisuuden kriittisyys on kasvanut. Salmijärvi kirjoittaa, että digitalisaation ja tuotannon tehostamisen myötä yrityksillä on jatkuva tarve laajempaan, tarkempaan ja reaaliaikaisempaan dataan. Etäkäytön ja seurattavuuden takia tuotantojärjestelmiä on integroitu yritysten verkkoihin ja internettiin. Tämä altistaa tuotantojärjestelmiä kyberturvallisuushille, kun aikaisemmin ne ovat toimineet pääosin omissa suljetuissa verkoissaan. (Salmijärvi, 2023).

Integroimalla järjestelmiä yritykset pystyvät pienentämään kustannuksia ja tehostamaan tuotantoa. Kustannuksia pienentää se, että tuotantojärjestelmät rakennetaan käyttäen jo olemassa olevia komponentteja, tekniikkaa, käyttöjärjestelmiä ja ohjelmistoja. (Suomen Standardisoimisliitto SFS, 2012)

Teollisuus 4.0, joka tunnetaan myös neljäntenä teollisena vallankumouksena, viittaa teollisuuden digitaaliseen muutokseen. Tämä sisältää esineiden internetin, pilvilaskennan ja koneoppimisen ominaisuudet. Teollisuus 4.0 tuo IT- ja OT-toimintaympäristöt lähemmäksi toisiaan, mikä lisää kyberturvallisuusriskejä.

Valion suunnittelujohtaja Tapio Näsi kertoo kolumnissaan, että teollisuus 4.0-konseptin tehostaa toimintaa digitalisoimalla tietovirtoja ja dokumentaatiota. Täten saadaan vähennettyä turhia työvaiheita, varastointia ja syntyneen hävikin määrää. Digitaalisuutta on jo hyödynnetty menestyksekkäästi suomalaisissa elintarviketeollisuuden yrityksissä. (Näsi, 2021). Uudet teknologiat on otettu yrityksissä hyvin vastaan ja niitä osataan hyödyntää. On kuitenkin mahdollista, että teknologia ja kehityshuomassa järjestelmien sekä organisaation kyberturvallisuus on jäänyt pienemmälle huomiolle.

Valvonnan parantaminen on lisännyt tarvetta tuotteiden jäljitettävyyteen ja esimerkiksi konenäön monipuoliseen käyttöön. Joissakin maissa viranomaiset edellyttävät jo yksittäisten elintarvikkeiden serialisointia. Tältä osin elintarviketeollisuuden toimintatavat lähenevät lääketeollisuuden toimintatapoja. (Näsi, 2021). Elintarvikkeiden valvonnan lisääntyminen vaati merkittäviä panostuksia yrityksiltä. Mahdollisesti myös kuluttajien vaatimukset vastuullisuudesta ja ekologisesta tuotannosta voivat luoda uudenlaisia, jopa reaaliaikaista, tuotannon seurannan tarvetta kuluttajille.

2.4.2 Elintarviketeollisuuden IT- ja OT-toimintaympäristö

Elintarviketeollisuuden kyberturvallisuutta tarkasteltaessa on tärkeää ymmärtää IT- ja OT-järjestelmät sekä näiden ero. Kyberuhat kohdistuvat molempiin järjestelmiin.

Tietotekniikka tai Information Technology (IT) tarkoittaa tietokoneiden, ohjelmistojen, verkkojen ja datan käyttöä tiedon luomiseen, tallentamiseen, prosessointiin ja kommunikointiin. IT on tyypillisesti yhdistetty liiketoimintaan, hallintoon ja palvelutoimintoihin, kuten kirjanpitoon, markkinointiin, asiakastukeen ja henkilöstöresursseihin. IT-järjestelmät on suunniteltu optimoimaan tiedonkäsittelyn ja -hallinnan tehokkuus, tarkkuus ja turvallisuus.

Toiminnallinen teknologia tai Operational Technology (OT) viittaa laitteistojen, ohjelmistojen, antureiden ja verkkojen käyttöön fyysisten prosessien ja koneiden valvontaan, ohjaukseen sekä automatisointiin. OT on tyypillisesti yhdistetty teollisuuden, valmistuksen ja infrastruktuurin sektoreihin, kuten energiaan, liikenteeseen, veteen ja terveydenhuoltoon. OT-järjestelmät on suunniteltu optimoimaan fyysisten toimintojen ja varojen suorituskyky, luotettavuus ja turvallisuus.

Teollisuusjärjestelmien nopean digitaalisen muutoksen myötä organisaatioiden IT- ja OT-ympäristöt ovat lähentymässä. Prosessit menevät päällekkäin, koska ne käyttävät samoja infrastruktuurikomponentteja ja sovelluksia. Siksi IT- ja OT-järjestelmien välisen kuilun siltaaminen luo uusia mahdollisuuksia organisaatioille parantaa toiminnan tehokkuutta, vastata asiakastarpeisiin ja pysyä mukana digitaalisessa muutoksessa.

Elintarvikeyrityksillä on usein käytössä lukuisia erilaisia IT-palveluita ja -järjestelmiä sähköpostista palkanmaksuun. Elintarvikehuollon ja yrityksen jatkuvuuden näkökulmasta kaikki nämä palvelut ja järjestelmät eivät ole kriittisiä. Yrityksen yhtenä tärkeimpänä toimintana ovat toiminnanohjausjärjestelmät tai ERP-järjestelmät, jotka integroivat tuotantoa, jakelua, varastonhallintaa,

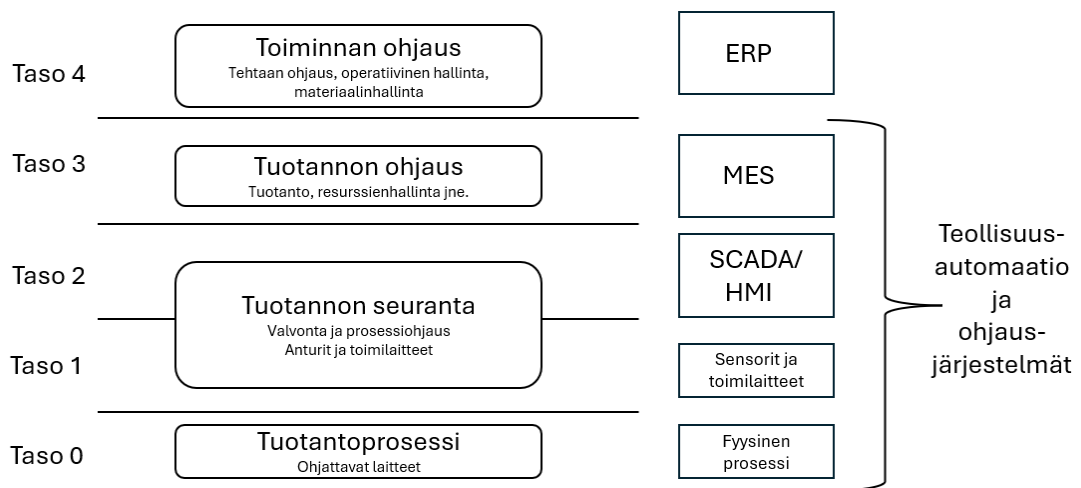
laskutusta ja kirjanpitoa. ERP-järjestelmä voi koostua erilaisista moduuleista, ja se on mahdollista liittää erilaisiin tuotannosuunnittelu (APS) ja tuotannon- valmistuksenohjausjärjestelmiin (MES).

”Suomessa 75 prosenttia yrityksistä käytti jollain tavalla maksullisia pilvipalveluita vuonna 2021. Yli sata henkilöä työllistävästä yrityksistä pilvipalveluita käytti 96 prosenttia. Teollisuuden yrityksistä 85 prosenttia käytti pilvipalveluita. Yleisimmät käyttökohteet olivat sähköposti (64 %), tiedon tallennus (57 %) ja toimisto-ohjelmat (56 %). Toiminnanohjausjärjestelmiä pilvipalveluna käytti 28 prosenttia yrityksistä ja lisälaskentatehoa haettiin 15 prosentissa yrityksistä. (Tietotekniikan käyttö yrityksissä 2021, 14– 15.)

Elintarviketeollisuuden OT-järjestelmät voivat tuotannosta riippuen olla hyvin monimutkaisia. Elintarvikkeen prosessointi voi pitää sisällään monta eri vaihetta, joiden toteutukseen tarvitaan lukuisia eri laitteita, siirtimiä ja sensoreita. Elintarviketehtaan tuotantolinja voi pitää sisällään jopa 100 000 erilaista automatisoidusti hallittavaa laitetta ja näiden osia.

OT-järjestelmät ovat lähtökohtaisesti pitkäikäisiä, ja samalla tavalla kuin alkutuotannon järjestelmissä, vanhempia laitteita voi vaivata ”security by design”-tavan puuttuminen niiden suunnittelussa. IT- ja OT- ympäristöjen lähentyminen voi täten lisätä kyberturvallisuushaasteita. (Jyotirmay, 2023).

Kuviossa 7 on esitetty teollisen toiminnan tasot, eri järjestelmät sekä aika- väli, missä toimitaan kyseisellä tasolla.



KUVIO 7 Automaation tasot mukailien ISA 95 ja IEC 62443-1-1:fi

Elintarviketeollisuuden IT-järjestelmät toimivat tasolla 4 ja alemmat tasot ovat OT-järjestelmien toimintakenttää. Kehityksen myötä tasojen välisiä rajapintoja on lisätty ja tätä myötä on kasvanut mahdollisuus vaikuttaa myös alemman tason järjestelmiin.

Elintarviketeollisuuden ohjausjärjestelmät, jotka ohjaavat automaatiolaitteita ja teollisuusrobotteja ovat alttiita kyberhyökkäyksille. Käytössä on paljon

järjestelmiä ja laitteita, joita ei enää tueta päivityksillä ja niiden suunnittelun filosofiassa turvallisuus ei ole ollut tärkein prioriteetti. Laitteet voivat esimerkiksi käyttää vanhentuneita ohjausprotokollia, jolloin kuka tahansa samassa verkossa pystyy antamaan ohjauskomentoja niille. Teollisten laitteiden ja järjestelmien uusiminen on kallista ja haastavaa. (Sunni ym., 2023).

2.4.3 Kyberturvallisuus elintarviketeollisuudessa

Suomalaisista suuryrityksistä, jotka työllistävät yli 250 henkeä, joihin kuuluvat myös isoimmat elintarvikeyritykset kuuluvat, 42 % kohtasi kyberturvallisuus ongelmia vuonna 2019. (Mattiila ym., 2020, s. 5). Suomalaisia elintarvikeyrityksiä on joutunut kyberhyökkäyksen kohteeksi joko suoranaisesti tai välillisesti (JAMK, 2023). Yritysten valveutumisella on suuri merkitys kyberturvallisuuden toteutumiseen.

Mikäli yritys ei pidä uhkaa todellisena, on epätodennäköistä, että se kehittäisi kyberturvallisuuttaan. Yritys, joka ei ole kybervalveutunut, on helppokohde rikollisille. Se ei edes aina huomaa tullessa rikoksen kohteeksi. (yritysten kyberuhat 2022)

Huoltovarmuuskeskus on tehnyt kyberturvallisuus -kypsyysarviointeja vuosina 2020 ja 2022. Elintarviketeollisuuden saama kypsyysarvosana oli huoltovarmuuden toimialan heikoimpia. Huomioitavaa on kuitenkin, että elintarviketeollisuuden yritysten hajonta kypsyystasolla oli kaikista toimialoista suurinta.

Elintarviketeollisuudesta tunnistettiin, että sillä on erityisen vahva laatuohjaus, mikä näkyy tiukkoina laatukriteereinä ja korkeana panostuksena tuoteturvallisuuteen. Elintarviketeollisuus on myös onnistunut häiriötilanteiden hallinnassa ja tuotantoketjujen riippuvuuksien analysoinnissa. Kehityskohteita ilmenee turvallisessa ohjelmistokehityksessä, kyberturvallisuusarkkitehtuurin luomisessa sekä tiedonjaossa.

Kuviossa 8 on esitetty 2022 tutkimuksen kooste elintarviketeollisuudesta. Kypsyysarvioiden mittaristo pohjaa yleiseen 5-tasoiseen kypsyysmalliin. Kypsyystasojen vaatimukset on kuvattu liitteessä 3.



KUVIO 8 Elintarviketeollisuuden toimiala arvon kooste

F-Securen vanhempi tutkija Jarno Niemelä kirjoittaa ammatti- ja tiedelehdessä *Kehittyvä elintarvike*, Kyberturvallisuuden merkityksestä osana yrityksen toimintaa. Elintarviketeollisuuden kyberturvallisuuden tilanne on monitahoinen ja niin kuin muillakin toimialoilla, se on jatkuvassa muutoksessa. Maailmalla elintarviketeollisuuden yrityksiä on joutunut kyberhyökkäysten kohteeksi, kuten lihayritys JBS ja JFC International. (Niemelä, 2020).

Kyberturvallisuuteen erikoistuneissa konsultti – ja tutkimusyrietyksien katsoyksissa ei ole mainintoja hyökkääjäryhmittymistä, joka keskittyisi nimenomaan elintarvikeyrityksiin. (Dragos, 2023; Gartner, 2022) Kuitenkin laajalle levinneet kyberhyökkäykset ovat aiheuttaneet häiriöitä myös elintarvikeyrityksissä kansainvälisesti, näitä ovat esimerkiksi haittaohjelmat Wannacrypt ja NotPetya (Niemelä, 2020).

Elintarviketeollisuuden kyberturvallisuuden tilanne on tällä hetkellä vakaa elintarvikehuollon näkökulmasta. Vaikkakin toimialan kokonaiskypsyys on raportissa muita tutkittuja aloja heikompi ja alalla on suurin hajonta kaikista toimialoista, on kriittisissä eli isoimmista yrityksissä tehty paljon töitä kyberturvallisuuden eteen. Raportissa ylin 25 % elintarvikeyrityksistä sai kokonaiskypsyysarvon 3,45-4 arvon.

Isot elintarvikeyritykset sekä niiden ulkoiset tietoverkot ja palveluntuottajat pyrkivät jatkuvasti parantamaan kyberturvallisuustilannettaan. Nämä yritykset muun muassa osallistuivat elintarvikeketjun pilotti kyberturvallisuusharjoitukseen 2023. Elintarviketeollisuuden tuotantolaitokset käyttävät monimutkaisia automatisoituja- ja robottijärjestelmiä lähes kaikissa tuotannon vaiheissa aina vastaanottamisesta lähetykseen. Elintarviketeollisuuden ja tuotannon

riippuvuussuhteet ovat monitasoisia ja mahdollisilla häiriöillä voi olla odottamattomia vaikutuksia.

2.4.4 Elintarviketeollisuuden kyberuhat

Elintarvikkeiden luonteen takia niiden valmistus- ja logistiikkaketju ovat herkkiä häiriöille. Elintarvikkeiden lämpötilaolosuhteet ovat kriittisiä laadun ja turvallisuuden kannalta. Jotkut elintarvikkeet vaativat lämpökäsittelyn, kun taas toiset ovat riippuvaisia jatkuvasta kylmäketjusta. Jos kyberhyökkäyksen seurauksena kylmäketju katkeaisi tai elintarvikkeen lämpökäsittelyprosessiin pystyttäisiin vaikuttamaan siten, että pilaantunut tuote päätyisi loppukuluttajalle, seuraukset voisivat olla vakavia. Tämänkaltaiset elintarviketurvallisuuteen liittyvät haasteet eivät ole poikkeuksellisia. Takaisin vetoja tehtiin vuonna 2023 50 kappaletta (Ruokavirasto, 2024). Mikäli tämänkaltaisia häiriöitä syntyisi laajemmin, seuraukset saattaisivat näkyä joidenkin elintarvikkeiden saatavuudessa.

Elintarvikeyritykseen tehdyllä kyberhyökkäyksellä voi olla suuria vaikutuksia. Esimerkiksi suuren maailman laajuinen lihayhtiö JBS joutui vuonna 2021 kiristyshaittaohjelmahyökkäyksen kohteeksi. Hyökkääjät pääsivät käsiksi yhtiön verkkoon ja uhkasivat häiritä toimintaa tai hävittää tietoja, ellei heille makseta lunnaita. Yritys maksoi lunnaita, vaikka oman ilmoituksensa mukaan suurin osa tehtaista pysyi toiminnassa. Yhtiö joutui keskeyttämään toimintaansa Australiassa, Kanadassa ja Yhdysvalloissa. Kaikkien Yhdysvaltojen tehtaiden toiminta jouduttiin keskeyttämään vuorokaudeksi. (BBC, 2021).

Dragos, kyberturvallisuuden tutkimus- ja konsulttiyritys, kertoi vuonna 2022 havainneensa 437 valmistukseen ja teollisuuteen kohdistuneita kiristyshaittaohjelmahyökkäyksiä, joista 6 kohdistuivat elintarvikeyrityksiin. (Dragos, 2023).

Kyberhaavoittumisala kasvaa elintarviketeollisuudessa uusien entistä monimutkaisten järjestelmien ja verkkojen käyttöönotossa. Tämän myötä suljetut verkot eivät ole enää ratkaisu OT-järjestelmien turvassa pitämiseen. Kriittinen ratkaisu kyberturvallisuuden ylläpitämisessä on etäkäytön ja valvonnan järjestelmä. (Jyotirmay, 2023).

Vuoden 2019 kauppakamarin Yrityksiin kohdistuvat kyberuhat selvityksessä 36 % vastaajista ei ollut kuluneen neljän vuoden aikana tehnyt parannuksia kyberturvallisuuden eteen. Suurin osa näistä oli pien- tai mikroyrityksiä, mutta on mahdollista, että nämä yritykset toimivat isojen elintarvikeyritysten alihankkijoina tai toimittajina. Tätä kautta on mahdollista löytää heikosti suojattu hyökkäysreitti isoa elintarvikeyritystä vastaan. (Helsingin kauppakamari, 2019, s. 9) Tämänkaltaista hyökkäystä kutsutaan toimitusketjuhyökkäykseksi ja maailmalla näitä hyökkäyksiä tehty elintarvikeyrityksiä kohtaan. Toimitusketjuhyökkäykset korostuvat enemmän kaupan ja logistiikan alalla.

2.5 Elintarvikekaupan ja -logistiikan yritykset Suomessa

Elintarvikelogistiikka toimii elintarvikeketjun osien linkittäjänä. Alkutuotannon raaka-aineiden siirrosta jatkojalostukseen vastaavat usein suuret elintarvikeyritykset joka omalla kalustollaan tai ulkoisia pienempiä palveluntarjoajia käyttäen. Elintarvikelogistiikka vaikuttaa elintarvikkeiden laatuun, turvallisuuteen, saataavuuteen ja hintaan.

Toimitusketjusta vastaavana johtajan Leipurin Oyj:ssä ja Saarioisilla toiminut Mikko Tervonen avartaa kolumnissaan elintarvikealan logistiikan erityispiirteitä. Elintarvikealan logistiikka on haastavaa kaikille sen osapuolille, ja siitä korostuvat toimitusvarmuus ja kustannustehokkuus. Logistiikalta edellytetään elintarvikkeiden laadun, turvallisuuden, säilyvyyden ja ympäristövaikutusten huomioimista koko toimitusketjun ajan. (Tervonen, 2020).

Elintarvikealan logistiikka vaatii myös tiukkojen lainsäädännöllisten ja hygieenisten vaatimusten noudattamista sekä jatkuvaa seuranta- ja valvontaa. Elintarvikealan logistiikka on myös erittäin monimuotoista, sillä se kattaa erilaisia tuotteita, kuten maito-, liha-, leipomo-, vilja-, makeis- ja kahvituotteita, jotka vaativat erilaisia kuljetus- ja varastointiolosuhteita. (Ruokavirasto, 2023).

Tervonen jatkaa kolumnissaan: Elintarvikealan logistiikka on myös dynaamista ja innovatiivista, sillä se vastaa kuluttajien muuttuviin tarpeisiin ja odotuksiin. Elintarvikealan logistiikka hyödyntää uusia teknologioita, kuten automaatiota, robotiikkaa, älykkäitä järjestelmiä ja digitaalisia alustoja, parantaakseen logistiikan tehokkuutta, laatua, turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Elintarvikealan logistiikka on myös osa laajempaa elintarvikealaa, johon kuuluvat elintarvikkeiden tuotanto, jalostus ja vienti. Elintarvikealan logistiikka on siis tärkeä tekijä elintarvikealan kilpailukyvyille ja kestäväälle kehitykselle. (Tervonen, 2020).

Uusilla teknologioilla on ollut merkittävä vaikutus elintarvikelogistiikkaan. Verrattuna muihin logistiikan aloihin, kaikki toimintaa nopeuttavat ja tehostavat toimet ovat kriittisiä, kun kuljetetaan elintarvikkeita, joiden säilyvyys on rajallista. Tulevaisuudessa uusia ratkaisuja otetaan käyttöön ja kehitetään koko ajan. Suurin osa näistä käyttöön otettavista menetelmistä liittyy datan ja tietoverkkojen hyödyntämiseen mikä samalla lisää kyberturvallisuushaasteita toimialalla.

Teknologian tutkimuskeskuksen VTT oy:n tutkijat Komonen ja Kurki nostavat esiin blogikirjoituksessaan Logistiikan tulevaisuudesta, että alan toimijat investoivat tällä hetkellä etenkin pilvilogistiikkaan, varastojen automaatioon, ennakoivaan analytiikkaan ja tekoälyyn. Autonomisten ratkaisujen markkinan kasvuodotukset ovat huimia. He toteavat, että tästä kilpailusta logistiikka-alan yritykset eivät voi jäädä sivuun. (Komonen & Kurki, 2021.)

Taulukossa 4 on esitetty elintarvikkeiden kuljetusmääriä, -tapoja sekä -kustannuksia Suomessa vuonna 2020.

Kuljetusmuoto	Kuljetusten määrä (milj. tonnia/vuodessa)	Kuljetusten osuus (%)	Kuljetusten kustannukset (miljardia euroa)
Maantie	14,4	90	1,2
Rautatie	1,28	8	0,1
Vesitie	0,32	2	0,1
Yhteensä	16	100	1,4

TAULUKKO 4 Elintarvikkeidenlogistiikan tunnuslukuja. (Tilastokeskus)

Elintarvikkeiden kuljettaminen maanteitse on lähtökohtaisesti ainoa vaihtoehto Suomessa. Tutkimuksessa muut kuljetusmuodot on rajattu ulkopuolelle.

KESKO

Kesko Logistiikka on Keskon omistama kaupan alan logistiikkapalvelujen tuottaja, joka palvelee Kesko-konsernin toimialayhtiöitä sekä muita asiakkaita. Kesko Logistiikka on Suomen suurimpia logistiikan toimijoita, ja sen kuljetusverkosto kattaa koko maan. Keskon logistiikkakeskuksia on Suomessa yhteensä yhdeksän. Ne sijaitsevat Vantaalla, Tampereella, Kuopiossa, Oulussa, Jyväskylässä, Mikkelissä, Kouvolassa, Seinäjoella ja Porissa. (Kesko, 2023.)

Keskon logistiikkakeskusten kautta kulkee vuosittain noin 2,5 miljardia tuotetta, joista suurin osa on elintarvikkeita. Keskon suurin logistiikkakeskus on KV2 Vantaalla, jonne saapuu joka päivä yli 70 täysperävaunuyhdistelmää, joissa on yhteensä noin 3 700 kuormalavallista teollisia elintarvikkeita ja kodintarvikkeita. (Mälkiä, 2019).

Inex Partners

Inex Partners on S-ryhmän logistiikka- ja kuljetusyrittäjä, joka tuottaa varastointi-, kuljetus- ja muut logistiikkapalvelut S-ryhmän päivittäis- ja käyttötavaraketjuille¹. Inex Partners on Suomen suurin elintarvikelogistiikan toimija, joka vastaa noin 40 prosentista Suomen elintarvikelogistiikasta. Inexin ja Suomen suurin logistiikkakeskus sijaitsee Sipoossa, ja muut Inexin keskuksia ja terminaalit sijaitsevat Kuopiossa, Lempäälässä ja Oulussa. (Inex, 2023).

Suomen isoimmat elintarvikekaupan yritykset ovat S-ryhmä, Kesko ja Lidl. Nämä yritykset hallitsevat yli 90 prosenttia Suomen päivittäistavarakaupan markkinoista. Päivittäistavarakaupasta elintarvikkeiden ja juomien osuus on noin 80 prosenttia. Vuonna 2022 S-ryhmällä oli suurin markkinaosuudella 47,0 prosenttia, Kesko oli toiseksi suurin 35,2 prosentin osuudella ja Lidl kolmanneksi suurin 9,8 prosentin osuudella. (Päivittäistavarakauppa ry, ei pvm.-b). Foodservice eli HoReCa palveluiden osuuksien tarkka tilastointi on haastavaa monista toimijoista johtuen. Suurimpia tämän alantoimijoita ovat Keskon omistama Kespro, Meira Nova Oy, Suomen Palvelutukkurit Oy, Valion omistama Aimo

tukku, Wihuri Metro-tukku. Foodservice palveluilla on merkittävä rooli yhteiskunnallisesti. Arviolta puolet suomalaisista käyttävät päivittäin sen toimittamia tuotteita syödessään ravintoloissa, työpaikalla tai koulussa. (Päivittäistavara-kauppa ry, ei pvm.-a) Esitettyjen HoReCa- palveluiden tuottajien toimintaa häiritsemällä oli todennäköisesti merkittävä vaikutus elintarvikehuoltovarmuuden kokonaisuudelle, alan hyvin monimutkaisesti luonteesta johtuen aihetta ei kyetä tässä tutkimuksessa tarkemmin selvittämään.

2.5.1 Elintarvikelogistiikka

Elintarvikehuolto on riippuvainen elintarvikelogistiikan tavarankuljetuksen sujuvuudesta. Elintarvikelogistiikka-alantoimijat toteuttavat toimintaansa pääasiallisesti maanteitse, kuten taulukossa 4 on nähtävissä. Alan toimijoiden välillä suuria eroavaisuuksia vaihdellen yhden henkilön kuljetusyrityksistä logistiikkajätteihin ja oman logistiikkansa toteuttaviin elintarvikeyrityksiin. Toimialalle on ominaista toimitusketjujen digitalisoituminen ja se pitää sisällään kriittistä toimintaa elintarvikehuollon onnistumiseksi. (Huoltovarmuuskeskus, 2022).

Kaupan ja jakelun yritykset toimivat laajojen materiaalivirtojen päätepiirteenä ja ovat elintarvikeketjun asiakasrajapinnassa hyvin häiriöherkkä alue. Ne ovat vahvasti riippuvaisia toimitusketjuista ja niiden toimintavarmuudesta. Automatisoinnilla suuri merkitys niin toimitusketjujen kuin verkkokaupan operatiivisessa toiminnassa. (Huoltovarmuuskeskus, 2022) Kyberturvallisuus elintarviketeollisuudessa- käsikirjassa todetaan seuraavaa:

“Toimiala on monen muun toimialan tapaan riippuvainen digitaalisista järjestelmistä. Erytispiirteenä on materiaalivirtojen automatisoitu ohjaus, seuranta ja raportointi. Isot logistiikkakeskukset ovat pitkälti automatisoituja, eikä robotiikkaan ja automaatiojärjestelmiin ole käytettävissä manuaalista varajärjestelmää. Näin ollen kyberturvallisuuden voidaan nähdä olevan oleellinen osa liiketoiminnan jatkuvuudenhallintaa. Toimialalla käsitellään kaikille tärkeitä elintarvikkeita ja siksi mahdolliset poikkeamat kiinnostavat suurta yleisöä. Alan yrityksillä on myös yhteiskunnallisesti merkittävä rooli kansallisen ruokaturvan kannalta.”

Elintarvikekaupan ja logistiikan toimialat eroavat muista toimialoista merkittävien elintarviketurvallisuuteen liittyvien asetusten ja lakien takia. Elintarvikealla tuoretuotteiden logistiikan tulee olla nopeaa ja tehokasta elintarvikkeiden säilyvyydestä johtuen.

2.5.2 Kaupan ja logistiikan toimintaympäristö

Elintarvikelogistiikan ja kaupan toimintaympäristö on monimutkainen ja dynaaminen, ja siihen vaikuttavat teknologisen kehityksen lisäksi useat globaalit megatrendit sekä asiakas- ja kuluttajatrendit. (Kesko, 2024)

Megatrendejä ovat:

1. Digitaalisten ratkaisujen hyödyntäminen, dataan ja uusiin teknologioihin liittyvä kiihtyvä muutos
2. Vastuullisuuden ja ilmasto- ja luontovaikutuksen merkitys
3. Globalisaatio: toimitusketjujen varmuus ja riskienhallinnan merkitys
4. Väestönmuutos: kaupungistuminen ja väestön ikääntyminen

Varsinkin megatrendien ensimmäinen ja kolmas kohta ovat merkittäviä kyberturvallisuuden kannalta kaupan ja logistiikan alalla.

Logistiikan Maailma on verkkoaineisto, joka on omien sanojensa mukaan Suomessa käytetyin perustietolähde logistiikkaan. Aineiston mukaan logistiikkayritykset saavat hyötyä digitalisaatiosta tuotannon tehostamisessa ja kustannuksien alentumisesta. Tekoälyn alustavat kokeilut ja näkemykset sen käytöstä vaikuttavat alaa mullistavilta tulevaisuudessa. (Logistiikan Maailma, ei pvm.) Huomion arvoista on, ettei verkkoaineistossa ole mainintaa kyberturvallisuudesta eikä tietoturvasta.

Logistiikan alalla käytettävät tietojärjestelmät voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

- tieto- ja viestintäteknologiajärjestelmiin (ICT),
- datankeräys järjestelmät
- paikannus- ja seurantajärjestelmät
- transaktio- ja operationaaliset suunnittelujärjestelmät
- fyysiset jakelujärjestelmät
- kontrollijärjestelmät
- toimitusjärjestelmät

Järjestelmät voivat kuulua useampaankin ryhmään ja osa järjestelmistä on jollain tavalla integroitu muihin organisaation tietojärjestelmiin. Logistiikkatietojärjestelmistä kokonaisuudesta käytetään yleisesti lyhennettä LIS eli logistics information systems (Brandt, 2023, s. 6). Elintarvikehuollon näkökulmasta osa logistiikan tietojärjestelmistä on kriittisiä. Esimerkiksi kuljetuksien seurantajärjestelmät eivät ole kriittisiä kuljetusten toteutumisen kannalta, vaikkakin kuljetuksia ja säilytysolosuhteita seuraamalla pilaantumisen ja vahinkojen riskit vähenisivät. (Kyllönen, 2023).

Toimiala ja sen tietojärjestelmät ovat erityisen riippuvaisia tehokkaasta ja luotettavasta tietoverkosta, joka yhdistää logistiikan toimijat ja toiminnot saumattomasti yhteen. Tietoverkot mahdollistavat toiminnan kehittämisen, kuten digitaalisiin järjestelmiin perustuvan paikannuksen ja ohjausjärjestelmien sekä niihin liittyvien sovellusten hyödyntämisen logistiikassa. (Huoltovarmuuskeskus, 2021).

Elias Kyllönen avaan opinnäytteessään Elintarvikealan yrityksen Suomen sisäisen logistiikan nykytila-analyysi ja kehittäminen automatisoinnin vaikutuksia elintarvikkeiden logistiikassa. Varastojen ja niiden hallinta on osittain täysin automatisoitu elintarvikeketjussa. Automatisoitujen hylly- ja kuljetinjärjestelmien käyttö parantavat varastohallintaan ja pienentävät kustannuksia. Älykkäitä

varastojärjestelmiä käyttämällä kyetään parempaan optimointiin ja toimitusaikojen lyhentämiseen. (Kyllönen, 2023, s. 26).

Elintarvikkeiden logistiikkaan ja varastointiin liittyvät vaatimukset ovat keskeisiä elintarviketurvallisuuden ja laadun varmistamiseksi koko toimitusketjun aikana. Nämä vaatimukset liittyvät lämpötilanhallintaan, kosteudenhallintaan ja hygieniaan. (Kyllönen, 2023, s. 27) Kyberturvallisuuden näkökulmasta elintarvikkeiden laadun heikentämiseksi on monia mahdollisia järjestelmiä, joiden toimintaa voi häiritä tai estää.

Logistiikan ja varastoinnin toimijat elintarvikeketjussa ovat hyvin keskittyneitä. Isoimmat toimijat Kesko ja S-ryhmän Inex ovat keskittäneet merkittävästi toimintaansa isoihin logistiikkakeskuksiin. Keskittämisen myötä on huoltovarmuuden näkökulmasta muodostunut selkeitä riskikohteita, joihin vaikuttaminen kyberhyökkäyksellä tai muilla keinoin, on mahdollisuus saada todella iso haitallinen vaikutus Suomen elintarvikehuoltoon.

2.5.3 Kaupan ja logistiikan kyberturvallisuus

Logistiikan ja kaupan yrityksiä koskee yleisesti samat asiat, kuin elintarviketeollisuuden yrityksiä kappaleessa 2.4.3.

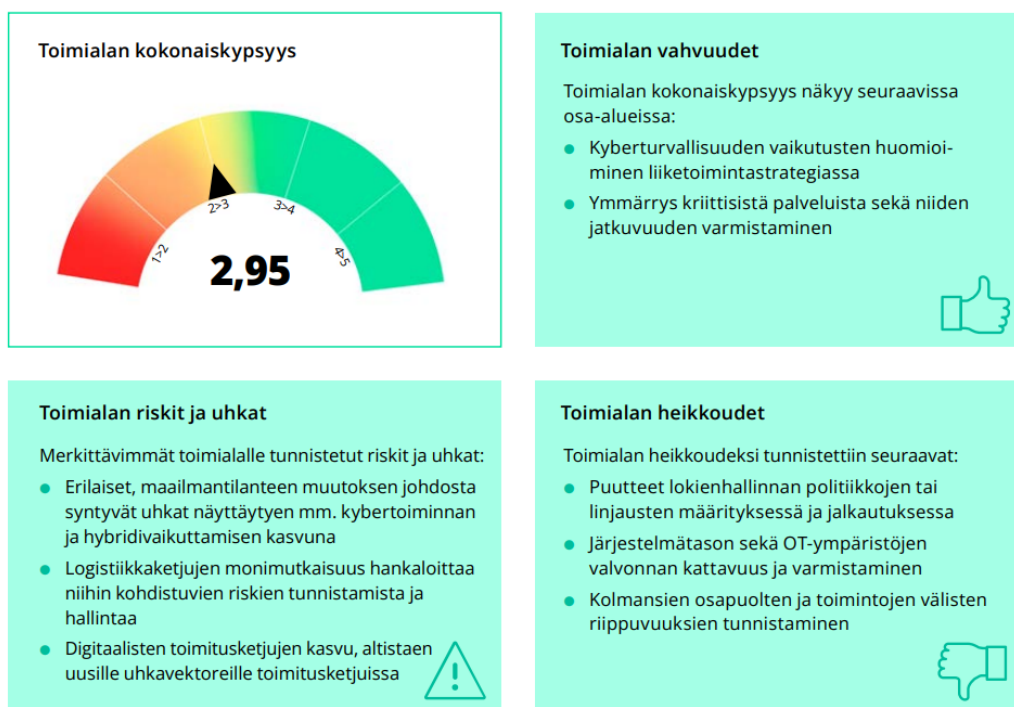
LIS-järjestelmien kyberturvallisuus on äärimmäisen tärkeää toiminnan jatkuvuuden turvaamisessa ja varmistamisessa. Elintarvikelogistiikan ja kaupan materiaalivirtoja sekä logistiikkakeskuksia ohjataan, seurataan ja raportoidaan automaattisesti. Varastojärjestelmät ovat automatisoituja eikä häiriötilanteissa ole mahdollista siirtyä käyttämään manuaalisia menetelmiä.

Varastojärjestelmien lisäksi käytössä olevan kuljetuskaluston teknologiajärjestelmät ovat laajempia verrattuna henkilöautoihin, jotka eivät sisällä seurantalaitteistoa tai datansiirtovälineitä. Vaikuttamalla kuljetusautojen käytettävyyteen häiritsemällä ajonhallintajärjestelmiä laajasti olisi mahdollista vaikuttaa merkittävästi logistiikan sujumiseen koko Suomessa. Modernit ajoneuvot sisältävät paljon tekniikkaa ja niitä voi ajatella liikkuvina tietokoneina, joissa on paljon haavoittuvia järjestelmiä, joiden mahdollisesta kyberturvallisuudesta valmistajan ja käyttäjän tulisi olla tietoisia. (Rikkonen, 2020, ss. 67, 79).

Kuvioissa 9 ja 10 on koosteet Huoltovarmuuskeskuksen kyberkypsyyden selvityksen (2022) kaupan ja jakelun sekä logistiikan toimialojen arvioinneista.



KUVIO 9 Kaupan ja jakelun toimialan arvioinnin kooste



KUVIO 10 Logistiikan toimialan arvioinnin kooste

Toimialojen keskiarvot jäävät alle arvosanan kolme (3), mikä kertoo puutteista toimialan kokonaisuudessa. Samalla tavalla kuin elintarviketeollisuudessa, logistiikan sekä kaupan ja jakelun toimijoiden sisällä hajonta on suurta.

Logistiikassa ylin 25 % toimijoista saa arvosanan 3,4 – 3,7 väliltä. Kaupan ja jakelun toimialalla arvosanan 3,5-4,2 saa myös ylin 25 %. Isoimmat ja kriittisimmät toimijat pääsääntöisesti sijoittuvat tähän parhaimpaan neljäsosaan molempien toimialojen osalta. On kuitenkin tärkeää huomioida, että logistiikan selvitys käsittää muitakin kuin elintarvikelogistiikassa toimivia yrityksiä.

2.5.4 Kaupan ja logistiikan kyberuhat

Kaupan ja logistiikan toimialoihin kohdistuvat samankaltaiset kyberuhat kuin elintarviketeollisuuteen. Isoihin logistiikkatoimijoihin tehdyn häirinnän vaikutus olisi mahdollisesti paljon suurempi kuin elintarvikeyritykseen. Logistiikassa korostuvat enemmän tuotantoketjuun tehdyt hyökkäykset.

Logistiikan osalta hyökkäykset sen LIS-järjestelmiin ovat kaikkein pahimpia. Logistiikkajärjestelmän kokonaisuuden lamauttaminen pysäyttäisi koko logistiikkayrityksen toiminnan. Brandt kirjoittaa tutkimuksessaan ”useiden valmiiden ja verkkopohjaisten LIS-järjestelmien, kuten SCM-järjestelmien, alttius kyberhyökkäyksille on suurempi, koska niihin pääsee helpommin vaikuttamaan verkkohyökkäysten kautta” (Brandt, 2023, s. 31). Monet yritykset Suomessa ovat vaihtaneet järjestelmiään ja palveluitaan pilvipalveluratkaisuihin.

Yleisimmät LIS-järjestelmiin tehdyt hyökkäykset ovat tietojenkalasteluyrityksiä tai palvelunestohyökkäyksiä (Brandt, 2023, s. 30). Pitkään kestävät DDoS hyökkäykset tai ohjelmistoja ja järjestelmiä vahingoittavat kyberhyökkäykset ovat elintarvikehuollon kannalta merkittäviä.

3 METODOLOGIA

3.1 Haastattelut

Haastattelu on yleisesti tutkimuksissa käytetty menetelmä ja se on pääsääntöisesti laadulliseen tutkimukseen kuuluva ja yleisin aineistonkeruumenetelmä. Haastattelut perustuvat tutkijan ja haastateltavan väliseen luottamukselliseen vuorovaikutukseen. (Rantapelkonen & Koistinen, 2016, s. 32).

Tämän tutkimuksen merkittävimmän tutkimusaineiston muodostavat asiantuntijahaastattelut, joissa käsitellään aiheita, joita ei aikaisemmissa tutkimuksissa ole tullut esiin ja tarvittaessa syvennyttään niihin. Tutkimuksessa käytetään teemahaastattelun menetelmiä.

Teemahaastattelun lähtökohtana on oletus, että tutkittava on kokenut tietyn asian, ja siinä korostuu haastateltavan asiantuntijuus ja korkea osaaminen tutkitavasta aiheesta. Tutkija on hyvin perehtynyt ilmiöön ja teoriaan etukäteen, jotta voi sen pohjalta laatia haastattelurungon. Teemahaastattelussa korostuu se, että tutkija ja haastateltava ymmärtävät tutkittavan aiheen osalta toisiaan ja käyttävät samoja käsitteitä ja termejä. Teemahaastattelu toteutetaan etukäteen valittujen teemojen ja tarkentavien kysymysten avulla. (Rantapelkonen & Koistinen, 2016, s. 33). Haastattelu ja teemahaastattelujen runko on esitetty liitteessä 2.

Tutkimukseen haastateltiin elintarvikealalla toimivia henkilöitä ja asiantuntijoita. Haastatteluiden kysymykset ja teemat lähetettiin haastateltaville etukäteen pohdittavaksi. Haastatteluita toteutettiin sekä läsnä- että etähaastatteluina. Haastattelut nauhoitettiin tilanteen salliessa, ja haastattelutilanteissa kirjattiin muistiinpanot. Haastattelut litteroitiin paremman analyysin ja tiedonhaun helpottamiseksi. Tallenteet ja muistiinpanot ovat tutkijan hallussa.

Tähän tutkimukseen haastateltiin eri elintarvikeketjun yrityksissä työskenteleviä henkilöitä sekä Huoltovarmuuskeskuksen asiantuntijoita. Haastateltavat on esitelty alla.

Annikka Hurme

Valion toimitusjohtaja vuodesta 2014 lähtien

Hurme toimii Elintarviketeollisuusliiton hallituksen puheenjohtajana. Hän toimi Huoltovarmuuskeskuksen elintarvikehuoltosektorin puheenjohtajana vuosina 2011- 2014. Hänellä on yli 30 vuoden työkokemus elintarvikealalta ja kattava näkemys elintarvikealan toimintaan alkutuotannosta kuluttajalle.

Mika Arvonen

Valion tietoturvajohtaja

Kattava näkemys tietoturvan haasteista niin teollisuuden kuin logistiikan alueella.

Ilkka Pohjamo

Valion alkutuotantojohtaja

Ennen Valiota Pohjamo on toiminut MTK:n maitoasiamiehenä, joten alkutuotanto on hänelle tuttua niin järjestöpuolelta kuin käytännön osalta. Hän on myös sivutoiminen maatilayrittäjä.

Ulf Jahnsson

Valion alkutuotantojohtaja 1.8.2023 alkaen

Jahnssonilla on pitkä kokemus alkutuotannosta etenkin lihapuolelta sekä kokemusta myös lihapuolen teollisuudesta.

Miika Ilomäki

Johtava varautumisasiantuntija Huoltovarmuuskeskuksessa.

Toiminut lisäksi Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liiton toiminnanjohtajana.

Jyri Valmu

ETL valmiuspäällikkö.

Työskennellyt aikaisemmin Puolustusvoimissa.

Ilkka Juha

Ohjelmajohtaja Huoltovarmuuskeskus

Pentti ja Janne Suokannas

Pentti Suokannas on maitotilayrittäjä ja Valion hallituksen varapuheenjohtaja ja Osuuskunta Tuottajain Maidon hallituksen jäsen. Yhdessä puolisonsa ja poikansa Janne Suokannas kanssa heillä on yli 100 lypsättävän lehmän maitotila Askolassa.

Taneli Mero

Tuotanto ja logistiikka johtaja

Merolla on laaja käytännön kokemus ja strateginen näkemys tuotannon ja logistiikan kokonaisuudesta. Lisäksi on toiminut vastuuhenkilönä Valion aiemmin

SAP -uudistuksen läpiviennissä. Hän toimii Huoltovarmuuskeskus logistiikka poolissa ja lisäksi GS1 hallituksessa.

Juha Penttilä

Valion johtoryhmän jäsen sekä Tuotannosta ja logistiikasta ja IT:stä vastaava johtaja Valiolla

Haastattelujen tuloksia aineistoa on käytetty kriittisten tuotteiden ja tuotantotehtäjäiden määrittelyyn luvuissa 5.1, 5.2 ja 5.3, sekä mahdollisten vaikutusten arviointiin luvussa 6.

3.2 Kysely ja analyysi

Kyselytutkimuksella pyritään selvittämään erilaisten tapahtumien tai ilmiöiden esiintymistä tai vuorovaikutusta. Kyselytutkimuksen tekijää kiinnostavat tutkittavaan aiheeseen liittyvät mielipiteet, asenteet ja käsitykset. Kyselytutkimus nähdään usein määrälliseksi tutkimusmenetelmäksi, mutta myös laadullisten menetelmien käyttö on mahdollista. Kyselytutkimus on aineistonkeruumenetelmä, jonka analyysimenetelmän valintaan vaikuttaa kysymysten asettelu ja kyselyn rakenne. (Rantapelkonen & Koistinen, 2016, ss. 54–55).

Tässä tutkimuksessa toteutettiin kysely suomalaisille Valion maitotilayrityksille. Kyselyn luonnissa pohjana oli kirjallisuuskatsauksessa esitettyjen tutkimuksien, kuten Cooper (2015), Laajalahti ja Nikander (2017) ja Manninen (2018), perusteella syntynyt käsitys alkutuotannon tilanteesta. Tarkoituksena oli hahmottaa, onko alkutuotannossa tapahtunut kehitystä kyberturvallisuuskulttuurin paranemisen suhteen, varsinkin, kun toimialle on tehty ja jaettu kyberopas Tasakutietoa kyberistä maataloilta sekä pidetty koulutustilaisuuksia Maanpuolustus- ja koulutusyhdistyksen toimesta. Kysely muodostui kolmesta osiosta, joista ensimmäinen on turvallisuusasioihin liittyvän tiedon levittäminen ja siihen suhtautuminen. Toisessa osiossa kysytään kyberturvallisuustilannetta, mahdollisia tapahtumia sekä osaamista. Kolmannessa osiossa kysymykset selvittävät kyberturvallisuuden koulutuksen tarvetta ja tukea sekä suhtautumista. Kysymyksiä tarkennettiin Valion alkutuotanto-organisaation kanssa käytyjen keskustelujen perusteella yksinkertaistamalla osaa kysymyksistä ja lisäämällä koulutukseen liittyvään osioon mahdollisten koulutustapahtumien ja tukipalveluiden suunnitteluun liittyviä kysymyksiä.

Kysely jaettiin Valion intranetin kautta. Jakamistavalla pyrittiin mahdollisimman suureen oikein kohdistuneeseen levikkiin ja vastausmäärään. Valion kaikilla maitoiloilla on mahdollisuus päästä Valion omistajille tarkoitettuun intranettiin, mutta sen käyttö vaihtelee. Kyselyn nähneitä maataloita oli 200 kpl ja vastauksia saatiin 125 kpl.

Teoksessa Tutki ja kirjoita Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara nostavat kyselytutkimuksen haasteeksi vastaajien suhtautumisen kyselyyn, vastausvaihtoehtojen onnistumisen, aiheen selkeyden ja vastaamattomuuden. Tärkeää on myös

huolellisen kyselykaavakkeen suunnittelu. (Hirsjärvi ym., 2009, s. 195). Jakamalla kysely Valion intranetin kautta kyselyllä oli mahdollisesti positiivinen vaikutus vastaajien suhtautumiseen ja vastaajamäärään. Kysely luotiin Surveypal-kyselytyökalulla, ja kyselylle toteutettiin esitestausta kahdella maitotilalla, jonka jälkeen korjattiin ilmenneet ongelmakohdat kyselyssä.

Kyselyn aluksi kerrottiin kyselyn olevan osa opinnäytetyötä sekä tavoitteista kartoittaa maitotilojen varautumista kyberturvallisuushiin. Lisäksi kyberturvallisuuden termi määriteltiin ja kerrottiin lyhyet esimerkit sen vaikuttavuudesta käyttäjiin. Kyselyssä oli 23 kysymystä, ja ne koostuivat valmiista vastausvaihtoehdoista. Osassa kysymyksistä oli mahdollisuus avoimille vastauksille, joilla vastauksia oli mahdollista tarkentaa tai laajentaa. Kyselyn pohja on liitteessä 1. Kyselyn tulokset on esitetty luvussa 5.1.1.

Tutkimuksen toteutuksessa keskeistä on kerätyn aineiston analysointi ja tulkinta sekä näiden pohjalta johtopäätösten laadinta. Analyysin tavoitteena on erottaa aineistosta oleellinen tieto ja vastata tutkimuskysymyksiin. Samalla muodostetaan ymmärrystä tutkittavasta ilmiöstä ja sen taustoista. Analyysissä selkiytetään ja tiivistetään aineistoa sekä pyritään löytämään uutta tietoa tutkittavasta aiheesta tutkimuskysymysten kautta. (Metteri, 2008, s. 54).

Laadullisen tutkimuksen ja analyysin tukena voidaan hyödyntää siihen liittyviä laskelmia ja taulukoita. Laadullinen aineisto muunnetaan numeeriseen muotoon, tästä käytetään termiä kvantifiointi. Kvantifioinnilla tulee olla selkeä tarkoitus ja päämäärä. (Metteri, 2008, s. 54).

Tässä tutkimuksessa analysointi toteutetaan riski- ja vaikuttavuusanalyysin menetelmillä. Kerättyä laadullista aineistoa kvantifioidaan työkaluissa riskiarvojen luomiseksi. Nämä analyysimenetelmät on esitelty tarkemmin luvussa 4.

4 KYBERTURVALLISUUS

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen kannalta keskeiset kyberturvallisuuden, erityisesti riskianalyysin, käsitteet. Lisäksi esitellään tutkimuksessa käytetyt kyberturvallisuuden riskianalyysin menetelmät.

Kyberturvallisuudelle ei ole vakiintunutta selkeää yhdenmukaista määritelmää. Kyberturvallisuudella tarkoitetaan digitaalisen ja verkottuneen yhteiskunnan tai organisaation tietoverkkojen turvallisuutta. Riskianalyysin näkökulmasta kyberturvallisuutta voidaan ajatella tilana, jossa kybertoimintaympäristöstä riippuvaisille toiminnoille koituvat uhkat ja riskit ovat hallinnassa.

Kyberturvallisuuskeskuksen julkaisussa Kyberturvallisuus ja yrityksen hallituksen vastuu kyberturvallisuus määritellään seuraavasti:

Kyberturvallisuudella tarkoitetaan vastaamista organisaatioiden ja yhteiskunnan digitalisoitumisesta aiheutuneisiin turvallisuushaasteisiin. Sillä tarkoitetaan myös toimia, joilla suojataan liiketoiminnassa tarvittavat järjestelmät, ohjelmistot, laitteet ja tietoliikenneyhteydet kyberuhkilta. Kyberuhkat ovat tapahtumia tai haitallisia tapahtumaketjuja, jotka voivat vaikuttaa kohteena olevan organisaation toimintaan, talouteen ja sen hallussa olevaan tietoon sekä pahimmallaan organisaation tai yrityksen toiminnan jatkuvuuteen. (Traficom, 2020).

#Kyberpuolustus -kyberkäsikirjassa Puolustusvoimien henkilöstölle kyberturvallisuutta kuvataan tavoitetilana:

Kyberturvallisuus on tavoitetila, jossa kybertoimintaympäristöön voidaan luottaa ja jossa sen toiminta turvataan. Kyberturvallisuus on tiedon, laitteistojen, verkostojen, ohjelmistojen ja käyttäjien luottamuksellisuuden, eheyden ja saatavuuden turvaamista koko elinjakson ajan. Kyberturvallisuus muodostuu ylläpitäjien ja käyttäjien välisestä yhteistoiminnasta ja siinä huomioidaan kybertoimintaympäristön vaikutukset fyysiseen maailmaan. (Laari ym., 2019, s. 9).

Tässä tutkimuksessa kyberturvallisuutta käsitellään riskien ja uhkien hallintana elintarvikehuollossa aina ruuan tuotannosta kaupan hyllylle tai suurtalouskeittiöön päätymiseen asti. Kyberturvallisuuden merkitys on lisääntynyt ja tulee lisääntymään automaation, tietotekniikan sekä IoT-laitteiden lisääntyneen käytön myötä.

Kyberturvallisuuden parantamisessa ja tutkimisessa käytetään monia analyysi- sekä hallintamenetelmiä. Kyberturvallisuus voidaan nähdä riskienhallintaprosessina ja jatkuvina kyberuhkien estämiseen ja niiden vaikutusten lieventämiseen tähtävinä toimenpiteinä. Tässä tutkimuksessa toteutetaan riskianalyysi, jolla tunnistetaan elintarvikeketjussa olevia kriittisiä toimintoja, niihin kohdistuvia riskejä ja riskien mahdollisesta toteutumisesta aiheutuvia vaikutuksia elintarvikehuollossa.

4.1 Kyberturvallisuuteen liittyviä käsitteitä

Irina Lönnqvist ja Panu Moilanen (Lönnqvist & Moilanen, 2017) kuvailevat Kyberin Taskutieto -teoksessa kybertoimintaympäristön olevan ”digitaalisen informaation käsittelyyn tarkoitettu, toisiinsa yhteydessä olevista tietokoneista ja muista laitteista sekä tietoverkoista muodostunut ympäristö”.

#Kyberpuolustus- käsikirjassa mainitaan kybertoimintaympäristöön kuuluvan ”myös fyysiset rakenteet sekä kaikki toimintaympäristön toimijat. Ympäristölle on tunnusomaista elektroniikan ja sähkömagneettisen spektrin käyttö datan ja informaation varastointiin, muokkaamiseen ja siirtoon viestintäverkkojen avulla.”

Kybertoimintaympäristössä on monenlaisia toimijoita: kansallisia turvallisuusviranomaisia, yritysten ja julkishallinnon kommunikaatioverkkoja sekä teollisuuden ja kriittisen infrastruktuurin valvontajärjestelmiä. Kybertoimintaympäristön voidaan siis sanoa koostuvan mobiililaitteista, työasemista, palvelimista, datakeskuksista, pilvipalveluista, IoT -järjestelmistä ja tietoliikenneverkkoista.

”Kyberuhka tarkoittaa mahdollisuutta sellaiseen kybermaailmaan vaikuttavaan tekoon tai tapahtumaan, joka toteutuessaan vaarantaa kybermaailman oikean ja virheettömän toiminnan” (Lönnqvist & Moilanen, 2017, s. 7). Kyberturvallisuuden sanastossa kyberuhka on ”mahdollisesti toteutuva haitallinen tapahtuma tai kehityskulku, joka kohdistuu kybertoimintaympäristöön ja toteutuessaan vaarantaa siitä riippuvaisen toiminnon” (Huoltovarmuuskeskus ym., 2018, s. 24). Yksinkertaisinta on ajatella uhkaa harmia aiheuttavan loukkauksen mahdollisena syynä.

Hyökkäyspinnalla tarkoitetaan organisaation kyberympäristön mahdollisten tietoturvariskien kokonaismäärää. Se jakaantuu digitaalisen, fyysisen ja sosiaalisen vaikuttamisen hyökkäyspintoihin. (IBM, 2022). Tutkimus- ja konsulttiyritys Gartnerin vuonna 2022 julkaiseman tutkimuksen mukaan organisaatioiden hyökkäyspintojen ala on kasvussa johtuen esimerkiksi IoT-laitteiden ja pilvipalveluiden yleistymisestä (Gartner, 2022).

4.2 Riskianalyysi kriittisten toimintojen tunnistamiseksi

Tutkimuksessa pyritään tunnistamaan elintarvikehuoltoon liittyvät kriittiset tuotannot ja tuotantotekijät, joihin voi kohdistua kyberuhka. Tämä toteutetaan **riskiarviointina** (Risk assesment). ISO 27005: 2022 mukaan riskien hallintaprosessi, joka on kuvattu kuviossa 11, pitää sisällään:

Sisältökuvauksen, jossa kuvataan riskien hallinnan tarkoitus, riskien arviointikriteerit, riskien vaikutusten arviointikriteerit ja riskien hyväksyntäkriteerit.

Riskien tunnistamisen, jossa identifioidaan riskilähteet, tapahtumat, aiheuttajat ja seuraukset.

Riskianalyysi, joka on prosessi, jolla pyritään ymmärtämään riskin luonne ja määrittämään riskitaso. Riskianalyysi sisältää riskien todennäköisyyden ja toteutuvien riskien seurausten vakavuuden tarkastelun.

Riskien arvottamisen, jossa määritetään riskianalyysin tuloksia riskikriteereihin vertaamalla, onko riski tai sen merkittävyys hyväksyttävissä oleva, ja jossa analysoidut riskit priorisoidaan käsittelyä varten. Tämän vertailun perusteella voidaan tarkastella käsittelytarvetta.

Päätöskohta 1, jossa tarkastellaan, onko riskiarvio riittävä.

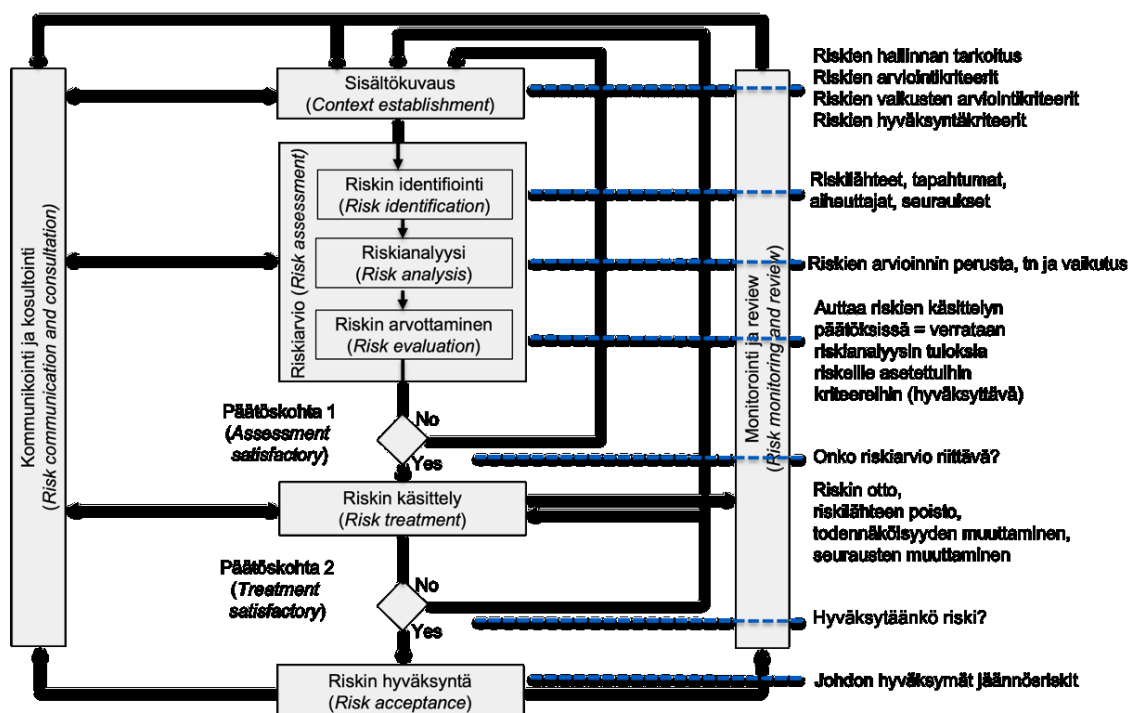
Riskien käsittelyn, jossa päätetään, hyväksytäänkö riski, poistetaanko riskilähde vai yritetäänkö muuttaa riskin todennäköisyyttä ja/tai vaikutusta.

Päätöskohta 2, jossa päätetään, ovatko toimet riittävät, jotta riski voidaan hyväksyä.

Lopuksi johto tekee päätöksen riskin hyväksynnästä.

Kommunikoinnin ja konsultoinnin, jossa tiedot siirtyvät eri vaiheiden välillä.

Monitoroinnissa riskiä seurataan ja tarvittaessa se palautetaan riskianalyysiin.



KUVIO 11 ISO 27005 mukainen riskienhallintaprosessi (Stallings, 2019).

ISO 27005: 2022 kuvailee riskien tunnistamisen olevan prosessi, jossa riskit havaitaan ja kuvataan. Siihen kuuluu riskin lähteiden ja tapahtumien tunnistaminen. Riskien tunnistamisen tavoitteena on luoda luettelo riskeistä sen perusteella, mitkä tapahtumat voivat estää tietoturvatavoitteiden saavuttamisen, vaikuttaa siihen tai viivästyttää sitä. Tunnistettujen riskien olisi oltava niitä riskejä, jotka toteutuessaan voivat vaikuttaa tavoitteiden saavuttamiseen (SFS, 2023, s. 22).

Tutkimuksessa riskien tunnistamisen perustana on aineistoanalyysi, maatiolille suunnattu kysely sekä asiantuntijahaastattelut.

ISO 27005: 2022 antaa seuraavanlaiset toimintaohjeet riskianalyysin tekemiseen:

Tiedon riittävän suojauksen epäonnistuminen voi johtaa sen luottamuksellisuuden, eheyden tai saatavuuden menetykseen. Luottamuksellisuuden, eheyden tai saatavuuden menettäminen voi aiheuttaa muita seurauksia organisaatiolle tai sen tavoitteille. Seurausanalyysi voidaan suorittaa aloittaen tietoturvaseurauksista tarkastelemalla, mitä voi tapahtua, jos kyseisen tiedon luottamuksellisuus, eheys tai saatavuus menetetään. Yleensä riskin omistaja voi arvioida mahdollisen tapahtuman seuraukset. Seuraavat tekijät olisi otettava huomioon:

- arvio menetyksen (aika tai tieto) määrästä (tai kokemukseen perustuva määrä), joka seuraa tapahtumasta, joka aiheuttaa häiriön tai keskeytyksen toimintaan
- arvio tai näkemys seurausten vakavuudesta (esim. rahallisesti ilmaistuna)
- palautumisen kustannukset riippuen siitä, voidaanko palautuminen toteuttaa sisäisesti (riskien omistajan tiimissä) vai tarvitaanko ulkopuolista apua. (SFS, 2023)

Tässä tutkimuksessa riskianalyysi tehdään aineistoanalyysin ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella. Riskianalyysi toteutetaan käyttäen standardin NIST SP 800-34 määrittelemää Business Impact Analysis (BIA) menetelmää sovelletusti. BIA auttaa tunnistamaan ja priorisoimaan tietoverkkojärjestelmät ja niiden osat, jotka ovat kriittisiä organisaation toiminnalle. BIA-menetelmän tuloksena pystytään tunnistamaan aikakriittiset toimijat prosessissa ja vaatimukset niiden palautumiselle häiriöstä ja toiminnan jatkuvuudelle. (Stallings, 2019, s. 632) .

Tunnistetuille kriittisille elintarvikehuollon ketjun osien tuotoksille ja tuotantotekijöille määritetään häiriön sietokyky, häiriön korjausaika sekä tuotoksen osalta sen toimittamisen keskeytymisen vaikutus eri toiminnoille. Tuotantotekijöihin kohdistuvien häiriöiden vaikutusta arvioidaan suhteessa tuotoksiin.

Tunnistetut ja analysoidut riskit koostetaan Digi- ja väestöviraston julkaisemaan Kriittisten kohteiden luokittelutyökaluun. Työkalua käytetään riskien arvottamiseen sekä tunnistamaan kriittiset toimet osana elintarvikeketjua. Työkirja on saatavilla osoitteesta: <https://dvv.fi/digiturvajulkaisut>.

Työkalu on tarkoitettu auttamaan organisaatioita tunnistamaan ja arvioimaan sellaiset tehtävät, resurssit, toimitilat ja henkilöstön osat, joihin kohdistuvat häiriöt haittaavat merkittävästi organisaation tuotosten toimittamista. Työkalun avulla tuotoksille ja tuotantotekijöille muodostetaan vaikutusarviota kuvaava tunnusluku, jonka perusteella tekijät voidaan ryhmitellä niiden kriittisyyden perusteella luokkiin.

Työkalun käyttö jakautuu viiteen vaiheeseen:

Luokittelu

- Määritä kriittisyysluokat ja niiden numeeriset raja-arvot
- Kuvaa arviointiasteikko (0-4) sanallisesti. Mitä eri arvot tarkoittavat organisaatiosi toiminnassa?
- Määritä, miten riippuvuudet ja kasautumisvaikutus huomioidaan arvioinnissa

Tuotokset

- Tunnista organisaation keskeiset tuotokset
- Määritä häiriönsietoajat. Miten pitkä häiriö voidaan sietää?
- Tunnista vastuutahot
- Valitse arvioinnissa käytetyt näkökulmat (2 – 5 kpl)
- Arvioi häiriöiden vaikutuksia tuotoksiin valituista näkökulmista

Tuotantotekijät

- Tunnista tuotosten tekemiseksi tarvittavat prosessi, tietojärjestelmä, tietovaranto, toiminto tai muu resurssi
- Määritä kuinka pitkä häiriö voidaan sietää?
- Tunnista vastuutahot
- Arvioi tuotantotekijään kohdistuvan häiriön vaikutuksia

Osatekijät

- Tunnista laite, sovellus, tila, komponentti tai muu resurssi tai infrastruktuurin osa, jota tuotannon tekijä edellyttää toimiakseen
- Määritä osatekijältä vaadittava saatavuus. Kuinka pitkä häiriö voidaan sietää?
- Tunnista vastuutahot
- Arvioi tuotannon osatekijään kohdistuvan häiriön vaikutuksia

Raportti

- Raporttivaiheessa voit vielä muuttaa kriittisyysluokkien numeerisia raja-arvoja
- Voit suodattaa raportteja haluamasi kentän mukaan (esimerkiksi vain ulkoiset tekijät)
- Voit viedä tulokset työkalusta kopioimalla ja tallentamalla haluamasi raporttitaulukon csv-muodossa.

Tuotokset vaiheessa tunnistetaan ja nimetään elintarvikeketjun osien tuotokset. Jokaisen tuotoksen osalta kirjataan, missä ajassa siihen kohdistuva häiriö aiheuttaa vakavia tai peruuttamattomia seurauksia. Tuotoksia arvioidaan viidestä eri näkökulmasta tai vaikutustekijästä, jotka on määritelty kullekin ketjun osalle erikseen. Jokaista tuotosta arvioidaan näihin vaikutustekijöihin asteikolla 0-4 (0=ei vaikutusta, 1= pienin vaikutus, 4=suurin vaikutus). Tuotoksittain lasketaan sen keskiarvo ottaen huomioon mahdolliset painokertoimet vaikutustekijöissä.

Alkutuotannon arvioitavat kohteet:

- Eläinten terveyden ja henkeen kohdistuva vaikutus
- Elintarviketurvallisuus, eläintaudit, pilaantuminen
- Talous, elinkeinonharjoittajan taloudelliset menetykset
- Palvelun tuottaminen, lopputuote jalostukseen tai kuluttajalle
- Ympäristö, toiminnan keskeyttämisen ympäristövaikutukset

Elintarviketeollisuuden arvioitavat kohteet:

- Palvelun tuottaminen, lopputuote jakeluun tai kuluttajalle
- Elintarviketurvallisuus, eläintaudit, pilaantuminen
- Talous, elintarvikeyrityksen taloudelliset menetykset
- Ympäristö, toiminnan keskeyttämisen ympäristövaikutukset

Elintarvikelogistiikan arvioitavat kohteet:

- Palvelun tuottaminen, lopputuote jakeluun tai kuluttajalle
- Elintarviketurvallisuus, pilaantuminen
- Talous, logistiikan/kaupan taloudelliset menetykset
- Ympäristö, toiminnan keskeyttämisen ympäristövaikutukset

Kolmannessa vaiheessa tunnistetaan tuotantotekijät, joita tarvitaan aikaisemmin kirjattujen tuotoksien toimittamiseen. Tuotantotekijät tunnistetaan, nimetään ja niille määritetään häiriön sieto aika sekä niihin kohdistuvien häiriöiden vaikutusta arvioidaan tuotoksiin asteikolla 0-4. Tuotantotekijöille lasketaan keskiarvo, jossa otetaan huomioon kasautumisvaikutus, mikäli tekijä vaikuttaa useampaan tuotoksen toimittamiseen.

Työkalulla saadaan tunnistettua kriittisimmät elintarvikeketjun tuotokset ja tuotantotekijät. Riskiarviointi toteutetaan erikseen elintarvikeketjun osille, jotka ovat alkutuotanto, elintarviketeollisuus sekä kauppa ja logistiikka. Tehtyjen riskiarviointien ja kerätyn aineiston perusteella jatketaan elintarvikehuollon kyberturvallisuusuhkien vaikutusanalyysia.

Työkalun täytössä on käytetty aineistona kirjallisuuskatsauksessa kerättyä aineistoa ja asiantuntijahaastatteluja. Työkalun numeraaliset arvioinnit perustuvat asiantuntijoiden kanssa käytyihin keskusteluihin. Työkalutiedostot ovat tutkijan hallussa.

5 KRIITTISTEN KOHTEIDEN TUNNISTAMINEN

5.1 Alkutuotannon kriittiset tuotteet ja tuotantotekijät

Valion Oy:n toimitusjohtaja Annikka Hurmeen mukaan alkutuotannon luonne ja merkittävyys vaihtelevat Suomessa alueittain ja tuotantosuuntien mukaan. Suomen ilmasto ja maaperä asettavat sekä haasteita että mahdollisuuksia alkutuotannolle. Suomessa on pitkät etäisyydet ja harva asutus, mikä vaikuttaa alkutuotannon logistiikkaan ja kannattavuuteen. Toisaalta Suomessa on puhdasta luontoa, korkea eläinten terveys ja hyvä elintarviketurvallisuus, mikä luo kilpailuetua alkutuotannolle ja edelleen elintarviketeollisuudelle. Suomen alkutuotanto on osa eurooppalaista ja globaalia elintarvikeketjua, johon vaikuttavat erilaiset poliittiset, taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristölliset tekijät. Alkutuotannon toimijoiden on seurattava ja sopeuduttava näihin muutoksiin. Alkutuotanto on myös merkittävä työllistäjä ja elinkeino monille suomalaisille. (A. Hurme, 6. toukokuuta 2022.).

Nykyaikaisella maatilalla työskentelee usein muitakin itse maatilayrittäjän lisäksi. Yrittäjällä voi olla ulkopuolisia työntekijöitä, nuorempaa sukupolvea työskentelemässä sekä lomittajia ja tuuraajia. Maatiloilla käy myös paljon ulkopuolisia esimerkiksi maitoautojen kuljettajia, traktoreiden ja koneiden huoltajia, eläinlääkäreitä ja tarkastajia. Kirjoittajan tekemän kyselyn ja haastatteluiden perusteella turvallisuusajattelu tiloilla on suhteellisen heikkoa verrattuna moneen muuhun toimialaan. Esimerkiksi tuotantotilojen ovia pidetään lukitsemattomana ja järjestelmien salasanoja jätetään näkyviin hallintatiloihin, eikä alkuperäisi oletussalasanoina ole vaihdettu uusiin. (S. Pentti & S. Janne, haastattelu, 3. huhtikuuta 2023).

5.1.1 Kyselyn tulokset

Tiloille suunnattu kysely vahvisti aikaisemmin tehtyjen tutkimusten havaintoja maatilojen kyberturvallisuuden tilasta. Kyselyn tuloksia tarkastellaan alla kolmessa eri osiossa.

Turvallisuusohjeiden leviäminen ja niihin suhtautuminen

Valion jakaman varautumispaketin oli saanut 96,8 % tiloista. Varautumispaketti on jaettu keväällä 2023, ja kyselyyn vastattiin vuoden 2023 huhti-kesäkuun aikana. Kyseinen ohjeistus on saavuttanut kyselyyn vastanneet maitotilat erinomaisesti. Vuonna 2018 julkaistu Kyberin taskutietoa maatiloille -opas, ei ole saavuttanut saman laajuista levikkiä. Tiloista oli vain 18,5 % oli tutustunut

oppaaseen. Keväällä 2023 julkaistu uusi Maatilan kyberturvallisuus - infopaketti maataloille oli jaettu 12,9 % kyselyyn vastanneista.

Edellä mainittujen lukujen perusteella voidaan todeta, että ensimmäisen kyberturvallisuuteen liittyvien oppaan levityksessä ei olla onnistuttu. Uusimman oppaan osalta ei voi tehdä kuitenkaan vielä suoria johtopäätöksiä. Suhtautuminen ohjeisiin on hyvää: varautumispakettiin suhtauduttiin keskiarvolla 7,1 ja tietoturvaoppaiden saaneisiin 7,45 ja uudempaan 7,06.

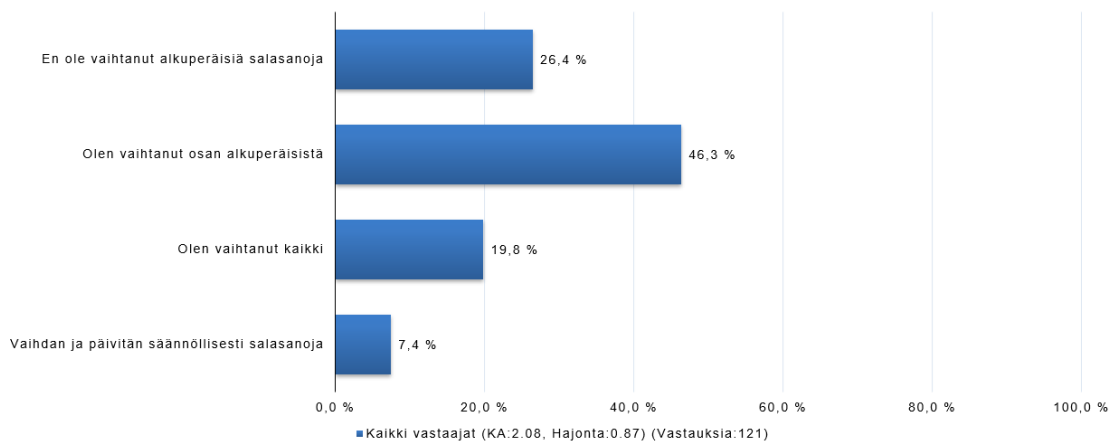
Kyberturvallisuuskulttuurin kehittymisen kannalta on positiivista, että siihen liittyvien oppaiden hyödyllisyys nähdään samalla tasolla kuin muiden turvallisuusohjeiden. Kyselyssä ei tarkennettu, mikä oppaiden sisällöstä oli hyödyllisiä tai epäoleellista tai turhaa.

Kyberturvallisuus ja tukipalvelut

Lypsyrobottiloja oli 43,7 %. Havaintoja, onko merkitystä enemmän, jos erilainen järjestelmä käytössä. Vertailulukuna on koko Suomen lypsyrobotti tilat, joiden osuus kaikista maitotiloista on noin 30 % (kts kuvio 5.) Lypsyrobottilat ovat luontaisesti kiinnostuneempia kyberturvallisuudesta mikä voi näkyä isompana osuutena vastaajista.

Tuotantojärjestelmien salasanan vaihtamisen suhteen yhteensä 72,7 % eli suurin osa vastaajista ei ole vaihtanut tai on vaihtanut vain osan tuotantojärjestelmien alkuperäisistä salasanoina. Tämä on esitetty kuviossa 12.

Kuinka usein vaihdat tuotantojärjestelmien salasanat?



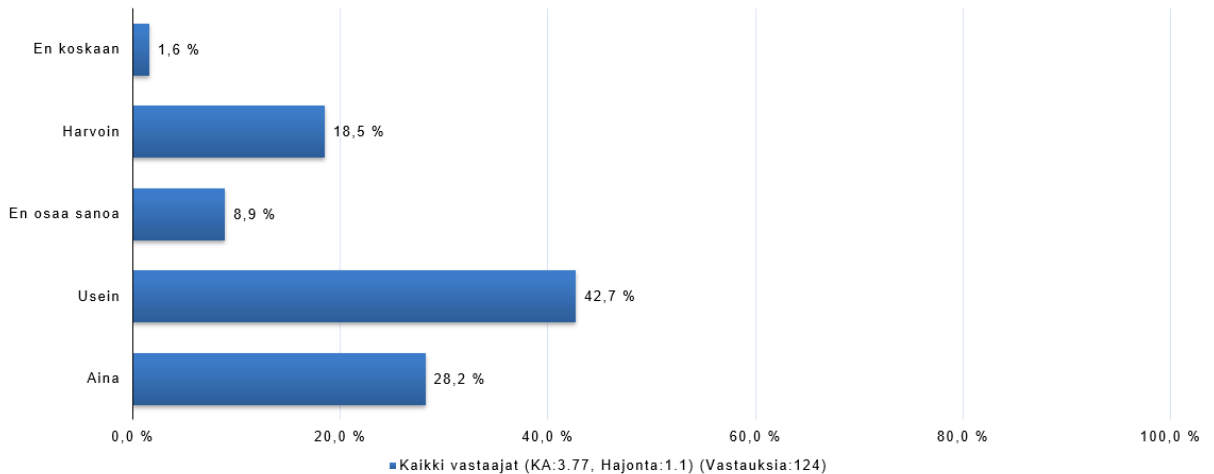
KUVIO 12 Kysely maitotiloille, salasanat

Salasanojen vaihtamisen lisäksi kirjautumistunnuksia on monilla tiloilla käytössä vain yksi, ja tällä kirjautumistunnuksella on myös järjestelmänvalvojan oikeudet ((S. Pentti & S. Janne, haastattelu, 3. huhtikuuta 2023; I. Pohjamo, haastattelu, 22. joulukuuta 2022)). Samankaltaiseen tulokseen olivat päätyneet myös Hänninen ja Kinnunen.

”Puolella kyselyyn vastanneista tiloista oli käytössä kaikilla yhteiset tunnukset ja käyttöoikeudet. Tästä voidaan päätellä, että tilalliset luottavat työntekijöihin ja toimijoihin, eikä heitä koeta uhkana. On kuitenkin huomioitava se, että mikäli jokaisella käyttäjällä olisi omat käyttäjätunnukset, ongelmatilanteessa päästäisiin paremmin selvyyteen esimerkiksi tiedoissa tapahtuneista muutoksista.”

(Hänninen & Kinnunen, 2023)

Toteutatko järjestelmien päivityksen säännöllisesti?



KUVIO 13 Kysely maitotiloille, päivitykset

Kyselyyn vastanneista 65,6% kertoi varmuuskopioivansa kriittiset tiedot, kun taas 34,4% jätti varmuuskopioinnit tekemättä. Tämä näkyi muutamassa haittaohjelmien saaneiden maitotilojen tilanteessa, jotka menettivät paljon tilantoimintaan liittyviä tietoja.

”Kyberhyökkäyksessä tuhoutui paljon aineistoa, jota ei ollut pilvipalvelimella, esim. ruokintaohjeita, lomitusohjeet yms”

”Kyberhyökkäyksestä, kaikki alkoi alusta eli lisää taas työtä”

Tiloista 26,6 % kertoi, että joku tilan henkilöistä on saanut jonkinlaista koulutusta tietoverkkoihin tai kyberturvallisuuteen. Kuitenkin 51,6 % kertoi yrityksellään olevan kyky asentaa itse tilan tietoverkkoihin liittyvät järjestelmät, kuten serverit, verkossa olevat valvontakamerat, palovaroittimet tai automaatiikka.

Tiloista 8,8 % kertoi toiminnan häiriintyneen verkko-ongelman, järjestelmien päivityksen tai verkkohyökkäyksen (virukset ja haittaohjelmat) takia. Tarkemmin häiriöiden laadusta kertoi 28 vastaajaa. Kuvauksien perusteella näistä häiriöistä 15 kpl johtui tilan sisällä oleva ongelma ja 7 kpl tilan ulkopuoliseksi häiriöksi. Häiriöistä 6 kappaletta johtui haittaohjelmista, ja 22 ohjelmistovirheestä tai fyysisestä ongelmasta verkossa.

Lypsykoneen järjestelmiin apua kertoi saavansa 57,5 % vastaajista. Saadun palvelun laadun ja saatavuuden suhteen oltiin pääsääntöisesti tyytyväisiä. Vastaajien mukaan palvelun nopeuden kanssa on parantamisen varaa. Muiden

koneiden ja järjestelmien osalta vastaajista 41,5 % kertoi saavansa apua ongelmatilanteissa. 12,2 % kertoi, ettei saa apua ongelmatilanteisiin, ja 46,3 % kertoi, ettei käytä mahdollisia laitevalmistajien palveluita.

Avoimien vastausten perusteella järjestelmätoimittajien laadussa ilmenee merkittävää vaihtelua. Osa vastaajista kertoo palvelun olevan laadukasta ja onnistunutta, kun taas osa toteaa sen olevan erittäin huonoa. Uusien järjestelmien asennuksissa, joissa yhdistetään järjestelmät tilan vanhoihin järjestelmiin, ilmenee ongelmia, joita ei pystytä pikaisesti korjaamaan tai ratkaisuksi esitetään laitteiden päivittämistä, mutta ei voida taata, että järjestelmät toimisivat silloinkaan, vaikka kyseessä olisi iso investointi tilalle. Samoin ilmenee oikean asiantuntijan löytämisen ongelma, kun etäyhteydellä tai puhelimitse yritetään ongelmaa ratkaista. Apua annetaan vain huolenpitosopimuksessa oleville.

Maatilojen pitkäikäiset laitteet aiheuttavat nyt ja tulevaisuudessa kyberturvallisuushaasteita sekä sitä kautta että järjestelmien ylläpitoa ei enää tueta tai järjestelmien yhteensopivuudessa on ongelmia. Eräs kyselyyn vastannut kertoi, että käytössä on lypsyasema ja ruokintajärjestelmä vuodelta 2004. Laitteisto on kymmenen vuoden käytön jälkeen asennettu uudelleen, jolloin navetan ohjausjärjestelmä uusittiin. Tällä hetkellä ohjausjärjestelmä Windows kone ei voi olla yhdistettynä verkkoon, koska ohjelmistotuki on lopetettu. Yhteyden puute haittaa tietojen siirtoa toimistojärjestelmän puolelle ja estää tulostarkkailun tekemistä. Päivitysmahdollisuuksia on kysytty järjestelmien maahantuojalta, mutta varmuutta toimivuudesta ei ole ja uudet laitteet maksaisivat paljon.

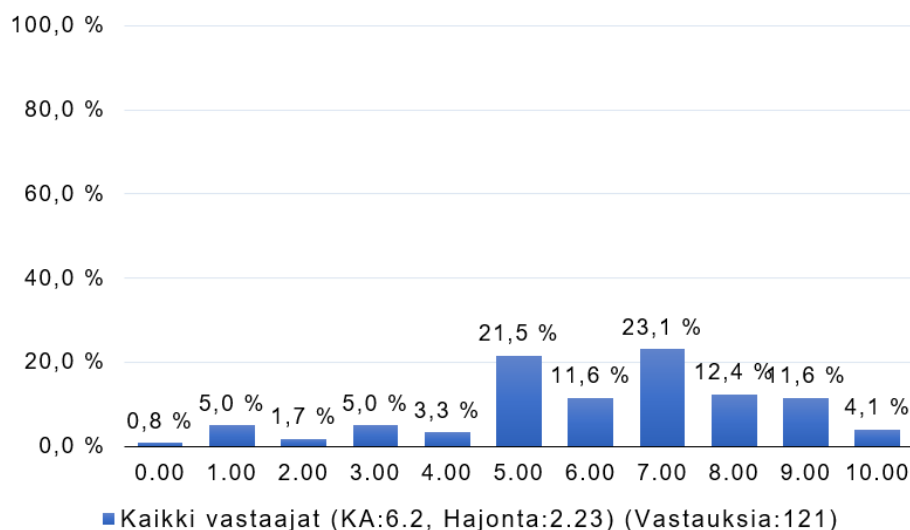
Vain harvalla tilalla on toistaiseksi vielä biokaasulaitoksia, joten tutkimuksessa tämä jätetään huomioimatta.

Kyberturvallisuuden koulutustarve ja suhtautuminen

Tiloista 70,2 % koki tarpeelliseksi, että tiloille pidettäisiin kyberturvallisuuteen liittyvää koulutusta. Koulutuksen toteutustavan suhteen parhaana vaihtoehtona pidettiin verkkoympäristöä (75,9 % vastauksista), toiseksi parhaana seminaaria (17,2 % vastauksista) ja loput vastaajista (6,9 %) suosivat jotain muuta tapaa. Osa vastaajista koki tarpeelliseksi palvelun, jossa tilalla tehtäisiin ammattilaisen toimesta opetukseen ja järjestelmäturvallisuuden tarkastukseen liittyviä käyntejä.

Vastaajista 56,1 % piti tarpeellisena, että tiloille tarjottaisiin kyberturvallisuuteen ja tietoverkkoihin liittyvää apupalvelua osuuskunnan tai Valion toimesta.

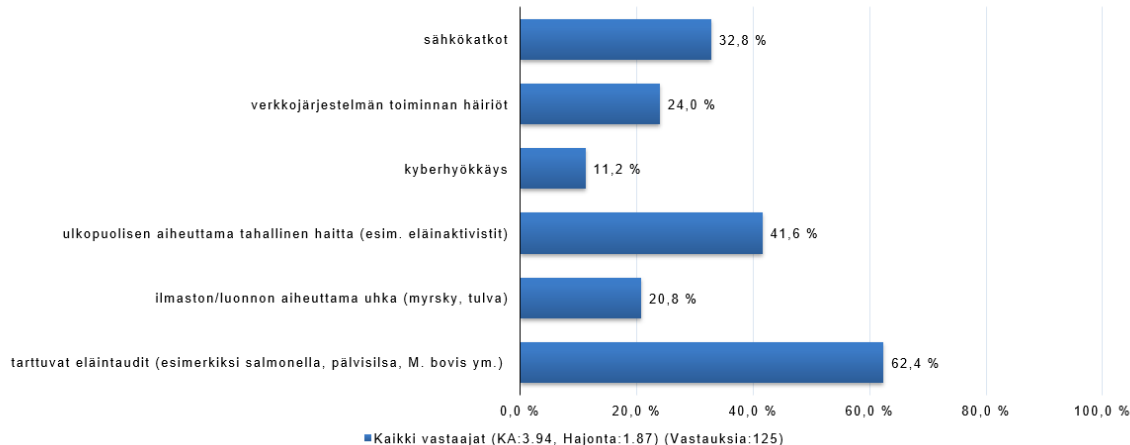
Kyselyyn osallistuneilta kysyttiin myös, kuinka merkittävänä asiana vastaaja pitää kyberuhkia tilan toiminnan jatkuvuuden kannalta. Vastauksien keskiarvo oli 6,2 ja keskihajonta 2,23. Kuviossa 14 on esitetty vastauksien jakauma tarkemmin.



KUVIO 14 Kysely maitotiloille, kyberuhkien merkittävyyden hajonta

Kyselyyn vastanneet eivät koe kyberhyökkäyksiä kovin suureksi uhaksi oman tuotannon jatkuvuudelle. Verkköjärjestelmän toimintavarmuus huolettaa ja se sijoittuu neljänneksi. Eläintaudit, tahallinen fyysinen haitta, sähkökatkot ovat ykkösinä.

Mitkä seuraavista uhista ovat suurin riski Suomen maitoalan huoltovarmuudelle ja oman maitotilasi jatkuvuudelle? Valitse enintään kaksi.



KUVIO 15 Kysely maitotiloille, uhat

Samankaltaisia stressin aiheita oli Perälän ja Pietilän tutkimuksessa (Perälä & Pietilä, 2009). Kyberturvallisuus Maitotiloilla tutkimuksessa 73 prosenttia kyselyyn vastanneista piti tilalle kohdistuvaa kyberuhkaa epätodennäköisenä tai hyvin epätodennäköisenä. (Hänninen & Kinnunen, 2023).

Vastauksien perusteella haittaohjelmat ovat olleet kaikista vahingoittavampia tilojen toiminnalle aiheuttaen pidempiä viivästyksiä tuotannossa tai tietojen menettämistä. Tietojen menettäminen on ollut merkittävin haittatekijä tilojen jatkuvuuden kannalta varsinkin tilanteissa, joissa ei ole ollut varmuuskopioita digitaalisesti tai fyysisesti.

5.1.2 Tunnistetut kriittiset kohteet

Taulukoissa 5 ja 6 ovat koosteet kriittisten kohteiden luokittelutyökalun raportista. Työkalun laajempi sisältö alkutuotannon osalta on esitelty liitteessä 4.

Taulukossa 5 on esitetty alkutuotannon kannalta kriittiset tuotteet, jotka on tunnistettu perustavan laatuiseksi elintarvikehuollon toiminnan kannalta. Häiriön sietokyvyllä tarkoitetaan aikaa missä vaiheessa kyseisen palvelun, tehtävän tai tuotteen toteutuksen keskeytyminen muuttuu ongelmaksi.

Tuotoksien keskeytymistä on arvioitu seuraavien viiden näkökulman perusteella:

- Eläinten terveyden ja henkeen kohdistuva vaikutus
- Elintarvike turvallisuus, eläntaudit, pilaantuminen
- Talous, elinkeinonharjoittajan taloudelliset menetykset
- Palvelun tuottaminen, lopputuote jalostukseen tai kuluttajalle
- Ympäristö, toiminnan keskeyttämisen ympäristövaikutukset

Kriittisyysluokalla 1 tarkoitetaan tuotteita ja palveluita niitä tukevia toimintoja, joiden toiminnan jatkuvuuden varmistaminen on etusijalla. 2 kriittisyysluokan palvelut ja tehtävät varmistetaan prioriteetti 1 toimintojen jälkeen. Luokan 3 tuotteista huolehditaan viimeisenä.

Alkutuotannon tuotteissa korostuvat eläintenpito tiloilla, joissa näkyvät ensimmäisenä vakavammat häiriöt tuotantjärjestelmässä. Kriittisyysluokkaan vaikuttavat tuotantotekijöiden häiriönsieto ja merkittävyys kyseiselle tuotokselle.

Tuotoksen nimi palvelu, tehtävä tai tuote	Häiriön sietokyky, Kuinka pitkä häiriö voidaan sietää?	Kokonaisvaikutus	Kriittisyysluokka
Lypsy	12 h	2,9	1
Lihabroileri	12 h	2,9	1
Lihasika pito	12 h	2,7	1
Kananmuna tuotanto	12 h	2,7	1
Porsaiden kasvatus	12 h	2,6	1
Broileri untuvikko	4 h	2,6	1
Lihakarjan pito	12 h	2,2	2
Lypsykarjan pito	12 h	2,1	2
Maidon varastointi tilalla	24 h	2,0	2
vihannes ja juures kasvatus	5 vrk	1,9	2
Kasvihuone	24 h	1,7	2
Eläin ja kasvit tuotannon rekisterit palvelut	5 vrk	1,1	3
Vilja tuotanto	1 kk	1,0	3

TAULUKKO 5 Alkutuotannon kriittiset tuotteet

Alkutuotannon tuotantotekijät on esitetty taulukossa 6. Tuotantotekijät vaikuttavat ylempänä esitettyihin tuotoksiin. Tämä vaikutus näkyy merkittävyyden keräytymisenä. Ruokintalaite, eläinsuoja ja lämmitys saavat isomman kriittisyysluokan kuin lypsyrobotti, koska lypsyjärjestelmä vaikuttaa vain maidontuotantoon. Ruokintalaite vaikuttaa taas kaikkeen eläinten kasvatukseen. Tästä johtuen maidontuotannon osajärjestelmät saavat työkalussa liiankin alhaisen kriittisyysluokan.

Esitetty häiriön korjausaikavaatimus on arvio, koska häiriöön vaikuttavat merkittävät vallitsevat olosuhteet, eläinlaji ja sekä vuodenaika.

Tuotantotekijä prosessi, tietojärjestelmä, tietovaranto, toiminto tai muu resurssi	Häiriön korjausaika (RTO) Missä ajassa häiriö estää tuotoksen toi- mittamisen?	Tekijän kokonaisvai- kutus	Kriittisyysluokka
Ruokintalaite	8 h	3,8	1
Eläinsuoja	12 h	3,2	1
Lämmitys	12 h	2,5	1
ICT-infra (palvelimet yms.)	48 h	2,3	2
Tietoliikenneyhteydet	12 h	2,2	2
Seuranta järjestelmä	48 h	2,2	2
Työkone (traktori ja vast)	48 h	2,2	2
Säilytys	48 h	2,2	2
Ilmastointi	12 h	2,0	2
IoT- laitteet	12 h	1,9	2
Lypsyrobotti tai automaatti	12 h	1,7	2
Säilytys (maito)	24 h	1,0	3

TAULUKKO 6 Alkutuotannon kriittiset tuotantotekijät

Lypsyllä on korkea kokonaisvaikutus, sillä lypsyn keskeytyksellä olisi merkittäviä vaikutuksia maitotilojen toimintaan sekä eläinten hyvinvointiin. Nautojen ja lehmien pidon osalta alkutuotannon vaihe on yksinkertainen sisältäen vain nautakarjan pidon. Nauta ja lehmät ovat kestäviä eläimiä, jotka pärjäävät pidempiä aikoja ilman ruokaa ja huonoimmista olosuhteista verrattuna sikaan ja kanoihin. Broileriuntuvikot tarvitsevat jatkuvaa huolenpitoa lämmityksen, ilmanvaihdon sekä ruokinnan osalta. Tämä näkyy korkeina kokonaisvaikutuksina, esimerkiksi lämmityksen osalta.

5.2 Elintarviketeollisuuden kriittiset tuotteet ja tuotantotekijät

Tuotantomääriltään suurimpiin elintarviketeollisuuden tehtaisiin vaikuttamalla olisi todennäköisesti mahdollista vaikuttaa merkittävästi tiettyjen elintarvikkeiden saantiin. Merkittäviä kyberhyökkäyksiä ei ole maailmalla tehty

elintarviketeollisuuden kohteisiin. Suomessa on ollut työntekijöiden lakkoja, joilla on ollut vaikutusta elintarvikkeiden saantiin, vaikka lakko kestäisi vain päivän. Lihan ja maidontuotannossa jo vuorokauden kestävä lakko tai toiminnan katkeaminen muusta syystä, aiheuttaisi merkittäviä haasteita toiminnan jatkuvuuteen. (A. Hurme, haastattelu, 6. toukokuuta 2022) Lakkojen ja vastaavien tapahtumien vaikutusta tarkastelemalla on mahdollista tehdä oletuksia, millaisia vaikutuksia kyberhyökkäyksellä elintarviketehtäseen olisi elintarvikkeiden saatavuuteen. Tätä asiaa pohdin myöhemmässä luvussa.

Valion elintarviketuotannossa on useita yhteyksiä IT- ja OT järjestelmien välillä. Järjestelmien mahdollista haavoittuvuuksista on oltu tietoisia ja yhteyksiä on luotu harkitusti sekä hyvien tieto- ja kyberturva periaatteiden mukaisesti. Tuotannossa käytettävät palvelimet ja verkkopalvelut ovat usein toteutettu paikan päällä, eli tehtaan yhteyteen toteutetulla ratkaisulla. (T. Mero, haastattelu, 20. helmikuuta 2024).

Isoissa elintarvikeyrityksissä kyberturvallisuuteen liittyvät vaatimukset, jotka tulevat lakien, asetusten ja direktiivien kautta ovat lähtökohtaisesti kunnossa. Näitä ovat riskienhallintaan, raportointiin ja hallintatoimenpiteisiin liittyvät vaatimukset. (J. Valmu, haastattelu, 26. lokakuuta 2023) Johtuen kyberturvallisuuden luonteesta, siihen liittyvää riskienhallintaa ei pystytä toteuttamaan samalla tavalla kuin perinteisiin riskeihin liittyviä toimenpiteitä. Hyvässä kyberturvallisuuden riskienhallinnan rakentamisessa ovat mukana edustus kaikilta yrityksen tasoilta. Näin ei kaikissa yrityksissä ole onnistuttu tekemään. (A. Hurme, haastattelu, 20. marraskuuta 2023). Elintarvikealaa niin kuin muitakin toimijoita vaivaa kyberturvallisuusosaajien puute. Monesti kyberturvallisuuteen ja IT-palveluihin liittyvät toimet on ulkoistettu ja yrityksellä itsellään on usein pieniä IT-tiimejä ja yksittäisiä kyberturvallisuudesta vastaavia henkilöitä, jotka hallitsevat kokonaisuutta.

Haastattelujen ja käytyjen keskustelujen perusteella elintarvikeyrityksien johdossa on korkea varautumisen ja elintarviketurvallisuuden kulttuuri. Kyberturvallisuus ja sen mahdolliset riskit eivät ole vielä täysin selkiytyneet yritysjohdolle vaikkakin yritysten sisällä asiasta vastaavat ovat hyvin asioista perillä.

Valion elintarviketuotannossa on useita yhteyksiä IT- ja OT- järjestelmien välillä. Järjestelmien mahdolliseen haavoittuvuudesta on kuitenkin oltu tietoisia ja yhteyksiä on luotu harkitusti sekä hyvien tieto- ja kyberturva periaatteiden mukaisesti. Tuotannossa käytettävät palvelimet ja verkkopalvelut ovat usein toteutettu paikan päällä, eli tehtaan yhteyteen toteutetulla ratkaisulla. (T. Mero, haastattelu, 20. helmikuuta 2024).

Elintarviketeollisuuden arvioitavat kohteet:

- Palvelun tuottaminen, lopputuote jakeluun tai kuluttajalle
- Elintarviketurvallisuus, eläintaudit, pilaantuminen
- Talous, elintarvikeyrityksen taloudelliset menetykset
- Ympäristö, toiminnan keskeyttämisen ympäristövaikutukset

Tuotoksen nimi palvelu, tehtävä tai tuote	Häiriön sietokyky Kuinka pitkä häiriö voidaan sietää?	Kokonaisvaikutus	Kriittisyysluokka
Broileri	24 h	2,6	1
Jalostettumaito	72 h	2,3	2
Naudanliha	5 vrk	2,3	2
Sianliha	5 vrk	2,3	2
Leipomo	7 vrk	1,6	3
Kasvis ja juures	14 vrk	1,3	3
Vilja	14 vrk	1,1	3

TAULUKKO 7 Elintarviketeollisuuden kriittiset tuotteet

Tuotannontekijä prosessi, tietojärjestelmä, tietovaranto, toiminto tai muu resurssi	Häiriön korjausaika (RTO) Missä ajassa häiriö estää tuotoksen toimittamisen?	Tekijän kokonaisvaikutus	Kriittisyysluokka
Teurastus	72 h	2,4	1
Pakkaus(liha)	24 h	2,2	1
Leikkuu	72 h	1,9	1
Jatkojalostus (liha)	24 h	1,9	1
eläimen vastaanotto	48 h	1,7	2
Jäähdytys (liha)	24 h	1,5	2
jauhatus tai muu prosessi (vilja)	5 vrk	1,2	2
Prosessointi (maito)	48 h	1,0	2
laatujaottelu(vilja)	5 vrk	1,0	2
pakkaus(vilja/jauhe)	5 vrk	1,0	2
Maidon Vastaanotto	24 h	0,7	3
Leivän valmistus	72 h	0,7	3
Paisto (leipä)	2 h	0,7	3
Lajittelu (kasvi ja juures)	5 vrk	0,7	3
Keräily ja kuljetus (maito)	24 h	0,5	3
Varastointi (maito)	72 h	0,5	3
Pakkaaminen(leipä)	2 h	0,5	3
Pakkaaminen (kasvi ja juures)	48 h	0,5	3
Jäähdytys (kasvi ja juures)	12 h	0,5	3
säilytys (kasvi ja juures)	12 h	0,5	3

TAULUKKO 8 Elintarviketeollisuuden kriittiset tuotantotekijät

Elintarviketeollisuuden kriittisimpänä kohteena on broilerin tuotanto. Tuotanto on aikakriittinen ja sen keskeytymisellä olisi kertautuvat vaikutukset

tuotantoketjun muihin osiin. Maidon tuotannon osalta, jossa raakamaidon käsittelyn onnistuminen on tärkeää, on hyvät mahdollisuudet ohjata maito toisiin meijereihin, ja tarvittaessa myös toisen yrityksen omistamaan laitokseen.

Elintarvikkeiden kriittisissä tuotantotekijöissä on huomioitu vain fyysisen prosessin osat. Kriittisimmät elintarviketeollisuuden osatekijät ovat yrityksen hallintajärjestelmät sekä tuotantolaitosten verkkoyhteydet.

Yrityksen myynti ja laskutus pysähtyisi ERP-järjestelmän laajasta häiriöstä, mutta tuotantolaitokset pystyisivät vielä toimimaan. (J. Penttilä, haastattelu, 27. helmikuuta 2024). Tämän edellytyksenä olisi, että rajapinnat ERP-järjestelmän ja tuotantojärjestelmien kanssa on rakennettu hyvin ja häiriökestäväksi. Tuotanto jatkuisi niin kauan kuin jo toimitettuja raaka-aineita ja resursseja olisi riittävästi, sekä varasto- ja lähetyskapasiteetti olisivat riittäviä. Meijerien osalta toiminta pysähtyisi lähes täydellisesti tilanteessa, jossa kaikki verkkoyhteydet ulospäin menetettäisiin. (J. Penttilä, haastattelu, 27. helmikuuta 2024).

5.3 Logistiikan kriittiset tuotteet ja tuotantotekijät

Elintarvikelogistiikan arvioitavat kohteet:

- Palvelun tuottaminen, lopputuote jakeluun tai kuluttajalle
- Elintarviketurvallisuus, pilaantuminen
- Talous, logistiikan/kaupan taloudelliset menetykset
- Ympäristö, toiminnan keskeyttämisen ympäristövaikutukset

Tuotoksen nimi palvelu, tehtävä tai tuote	Häiriön sietokyky Kuinka pitkä häiriö voidaan sietää?	Kokonaisvaikutus	Kriittisyysluokka
Logistiikkakeskukset	4 h	3,1	1
Terminaalit	4 h	2,4	2
Suorajakelu	24 h	2,1	2
Varastotoimitukset	12 h	1,8	3
Jakelu	24 h	1,8	3
Toimitukset var. & ter.	24 h	1,8	3

TAULUKKO 9 Logistiikan kriittiset tuotteet

Tuotannontekijä prosessi, tietojärjestelmä, tietovaranto, toiminto tai muu resurssi	Häiriön korjausaika (RTO) Missä ajassa häiriö estää tuotoksen toimittamisen?	Tekijän kokonaisvaikutus	Kriittisyysluokka
Logistiikantietojärjestelmät	2 h	2,8	1
Kylmävarastointi ja kuljetus	8 h	2,5	2
Keräily	12 h	2,3	2
Yhdistely	12 h	2,2	2
Kuljetuspalvelut	12 h	2,0	3
Lähetys	12 h	1,8	3
Vastaanotto	4 h	1,2	3
Varastointi	4 h	0,8	3

TAULUKKO 10 Logistiikan kriittiset tuotantotekijät

Häiriöt automatisoidussa keräilyjärjestelmässä aiheuttaisivat välittömän ongelman ja haasteen. Toiminta on aikakriittistä, ja keräilyä ei pystytä suurien lähetysmäärien takia tekemään paljoa ennakoon tai varastoon. (J. Penttilä, haastattelu, 27. helmikuuta 2024). Häiriöt keräilyjärjestelmässä aiheuttavat merkittävän pullonkaulan ja tukoksen isoissa logistiikkakeskuksissa ja terminaaleissa.

6 TULOKSET

Tässä luvussa analysoidaan tunnistettujen tuotosten ja tuontatotehtäjien perusteella odottamattomien kyberhäiröiden vaikutusta elintarvikehuoltoon. Analyysikappaleissa alkutuotanto ja elintarviketeollisuus käsitellään ensin yleisesti, ja tämän jälkeen käsitellään tuotantoketjuja koskevat asiat.

6.1 Alkutuotanto

Digitalisaation lisääntymisen myötä alkutuotantoon on muodostunut merkittäviä haavoittuvuuksia kyberhyökkäyksille. Varsinkin eläinperäisessä ruokatuotannossa laitteet ovat automatisoituja ja osa niistä vaatii verkkoyhteyksiä. Eläintenpitoon tarvittavat laitteet ja järjestelmät ovat usein kytkettyinä eläintilan yhteiseen hallintajärjestelmään. Heikosta yleisestä kyberturvallisuuskulttuurin tilasta johtuen tiloilla voi olla merkittäviä kyberturvallisuuspuutteita. Usein tämä heikko suunnittelu näkyy jo siinä, että sekä tuotantotilojen että kodin omat järjestelmät ja kodin käytössä olevat laitteet ovat samassa verkossa. (Cooper, 2015; Laajalahti & Nikander, 2017; Manninen, 2018).

Mahdollisten kyberhyökkäysten havaitseminen voi olla haastavaa, ja häiriöiden tapahtuessa ei tiloilla työskentelevien aika riitä näiden haasteiden selvittämiseen ja korjaamiseen. Pääpaino tilalla on usein juuri eläinten hyvinvoinnin ja toiminnan jatkuvuuden turvaamisessa, ja tällöin osaaminen tietoverkoista ja kyberturvallisuudesta ei riitä ongelmien ratkomiseen. Usealle tilalle samaan aikaan kohdistunut hyökkäys voi häiritä tiloja pidemmän aikaa ennen kuin paikalle saadaan asiantuntijoita korjaamaan ja palauttamaan järjestelmiä. Tämä korostuu varsinkin verkkoon liitettyjen tuotantolaitteiden kanssa. Esimerkiksi lypsyrobotit ovat yhteydessä laitetoimittajan pilvipalveluun, ja mikäli tätä kautta saadaan häirittyä isoa osaa laitteista, ovat vaikutukset merkittäviä. Maatilojen määrä ja hajanaisuus viivästyttävät toiminnan palautumista varsinkin tilanteessa, jossa korjaukseen tarvitaan laitevalmistajan tukea.

Alkutuotannon tiloilla ei lähtökohtaisesti ole kykyä tunnistaa kyberuhkia. Ongelmaan herätään vasta vahinkoa aiheuttavan hyökkäyksen toteutuessa. Laitevalmistajien antamalla tuella voi olla mahdollista tunnistaa tiettyihin verkkoihin tai laitteisiin kohdistunut hyökkäys, mutta tilan tai eläinsuojan hallintajärjestelmiin tehty hyökkäys tarvitsee ulkopuolista tukea. (S. Pentti & S. Janne, haastattelu, 3. huhtikuuta 2023; I. Pohjamo, haastattelu, 22. joulukuuta 2022).

Alkutuotannon parissa työskentelevillä on vähän tai ei ollenkaan kyberturvallisuuteen liittyvää koulutusta. Kyberturvallisuuteen liittyvä tietoisuus on heikolla tasolla. Esimerkiksi maitotilalla tehdyssä haastattelussa osa kyberturvallisuuden aiheista oli uusia eikä asiaa ollut ajateltu tilantoiminnan jatkuvuuden kannalta. (S. Pentti & S. Janne, haastattelu, 3. huhtikuuta 2023; I. Pohjamo, haastattelu, 22. joulukuuta 2022).

Maitotilalla käytyjen keskustelujen ja teemahaastattelujen perusteella on todettava, että alalla on heikko käsitys kyberturvallisuudesta ja nimenomaan sen merkittävydestä toiminnan jatkuvuudelle. Monet kyberturvallisuuteen liittyvät asiat tai tietoverkkojen väärinkäyttöön liittyvät mahdollisuudet ovat vieraita maitotilalla työskenteleville yleisesti. Monessa asioissa alkutuotannossa korostuu naapuritoimijoiden kanssa tehtävä yhteistoiminta, niin myös tietoverkkojen ja mahdollisten kyberturvallisuushaasteiden osalta. Turvallisuusajattelussa tiloilla päällimmäisenä on elintarviketurvallisuus, josta ei tingitä (S. Pentti & S. Janne, haastattelu, 3. huhtikuuta 2023).

Tilanteessa, jossa alkutuotannon tilaan on kohdistunut kyberhyökkäys voi asiattuntevan avun saamisessa kestää kauan. Laajemmassa häiriötilanteessa, esimerkiksi jos moneen yhden valmistajan laitteisiin saadaan vaikutettua ei valmistajalla ole resursseja monen hajallaan olevan tilan ongelmien nopeaan korjaamiseen.

Alkutuotannon heikko kyberturvallisuustilanne tunnustetaan isoissa elintarvikeyrityksissä. Yritykset eivät kuitenkaan ole toistaiseksi antaneet tukea tai koulutusta kyberturvallisuuteen tuottajilleen. (M. Arvonen, haastattelu, 6. maaliskuuta 2023; I. Pohjamo, haastattelu, 22. joulukuuta 2022). Alkutuotannon tilojen kyberturvallisuus on lähes täysin laitevalmistajien ja verkkopalvelun operaattorien sekä tilojen oman aktiivisuuden varassa.

Huonot verkkoyhteydet ovat määrällisesti merkittävin tilojen toimintaa haittaava tekijä ja syy on usein operaattorin järjestelmissä. Kyselyn avoimien vastausten perusteella ongelmiin reagoiminen maaseudulla kestää kauan ja korjauksessakin voi vierähtää pahimmassa tapauksissa päiviä.

”Jalostussuunnitelma on ollut usein kadoksissa, nettiyhteyden laatu heittelee luvattoman paljon, vaikka on hankittu ulkoisia antennia ja vaihdettu operaattoria. Myös puheluiden toimivuus ja kuuluvuus vaihtelee todella paljon ja välillä yhteys matkapuhelimien välillä on kokonaan poikki, vaikka molemmat laitteet olisivatkin kuuluvuusalueella. Tämä pahimmillaan voi aiheuttaa vaaratilanteita yhteyden puuttessa/ollessa todella heikko.”

Maatilat käyttävät lukuisia eri verkko- ja pilvipalveluita. Häiriöt näiden käytössä tai palvelun estohyökkäykset näihin, eivät lyhyellä aikavälillä aiheuta haittaa maatilojen toiminnalle. Pidempiaikainen, yli vuorokausia kestävä, häiriö tai hyökkäys haittaa maatilojen tukitoimintoja, vaikka tilojen ydintehtävät eivät juuri häiriinny näiden hyökkäysten takia.

Häiriöt voivat ilmentyä palvelun tuottajien välisinä ongelmina, jolloin tiedot eivät siirry tai ole saavutettavissa.

”Jalostussuunnitelman katoaminen johtui Faban ja Mtechin välisen rajapinnan ongelmista ja Faban uuden jalostusneuvojen käytössä olevan ohjelman päivittymisestä. Häiriö käytännössä esti jalostussuunnitelman mukaisten siemennysten tekemisen koska paperista versiota ei ollut varalta tulostettu. Tämä johti siihen, että siemennykset tehtiin liharotuisella sonnilla, jotta vältetään liian korkea sukusiitos prosentti ja/tai sovimaton paritus.”

Sähköiset palvelut luovat mahdollisen hyökkäysvektorin tilojen tuotantojärjestelmiin. Esimerkkinä nykyaikaisissa lypsyroboteissa rajapinta Mtechin ”Minun maatila” -kaltaisiin ohjelmistoihin. (Hänninen & Kinnunen, 2023).

Suomessa vuodenajalla on merkittävä vaikutus eläinten hyvinvointia tukeviin järjestelmiin, kuten ilmastointiin ja lämmitykseen. Ulkolämpötilasta ja tuotantoeläinsuunnasta riippuen voi näiden järjestelmien häiriöiden vaikutus olla pienehkö tai jopa eläimen henkeä uhkaava.

Nautaketju ja maitoketju

Lehmät kestävät hyvin vaihtelevia ja myös karuja olosuhteita. Eläinten ruokintaan kohdistuneen häiriön vaikutuksia on mahdollista sietää jonkin aikaa maitotiloilla. Ruokintalaitteen häiriö tai rikkoontuminen aiheuttaa kyllä lisätyötä ja mahdollisten erikoisrehujen ja lisäravinteiden jako vaikeutuu. Sen sijaan lypsyyn liittyvät häiriöt ja esteet aiheuttavat lehmille ongelmia. (S. Pentti & S. Janne, haastattelu, 3. huhtikuuta 2023; I. Pohjamo, haastattelu, 22. joulukuuta 2022). Siksi nautaketjun osalta keskitymme tässä herkempään maitoketjuun. Nykyisin hyvin jalostetut lehmät tuottavat paljon maitoa päivässä, ja mikäli lypsyä ei voida toteuttaa tai se viivästyy, on tällä vaikutuksia eläinten hyvinvointiin. Lypsyn viivästyessä yli 24 tuntia alkavat todelliset haasteet, ja useamman vuorokauden häiriö tai viivästyminen lypsyssä johtaisi siihen, että eläimiä on umpeutettava tai pahimmassa tapauksessa lopetettava. (I. Pohjamo, haastattelu, 22. joulukuuta 2022). Umpeutettu lehmä ei tuota maitoa eikä sitä lypsetä.

Navettojen ilmastointiin ja lämmitykseen kohdistuvat häiriöt eivät aiheuta isoja haasteita lypsylehmien ja lihanautojen hyvinvoinnille. Häiritsemällä tai vaikuttamalla lypsy- ja maidonvarastointijärjestelmään on mahdollista pilata maito käyttökelvottomaksi esimerkiksi antibioottimaidon ohjaamisella väärään tankkiin tai maitosiilon pesuveden sekoittamisella lypsettyyn maitoon. Tämän kaltainen tilanne huomataan maidon keräämisen yhteydessä, jolloin kerättävä maito tarkastetaan aistinvaraisesti sekä viimeistään maitoa keräiltäessä ja siirrettäessä meijeriin laboratoriomittauksella. (I. Pohjamo, haastattelu, 22. joulukuuta 2022).

Maitoketju on toistaiseksi vielä hyvinkin kestävä huoltovarmuuden kyberturvallisuuden osalta, sillä 40 % Suomessa tuotetusta maidosta tuotetaan tiloilla, joilla ei ole verkkoon liitettyä lypsyrobotia. Käsilypsyä ei tehdä enää lainkaan mutta automatisoidut lypsyasemat tai lypsykoneet eivät ole riippuvaisia verkosta, vaan ne ovat riippuvaisia vain sähköstä. (U. Jahnsson, haastattelu, 13. helmikuuta 2024). Maitotilan häiriöt eläinpidossa, lypsyssä ja varastoinnissa voivat aiheuttaa suuriakin taloudellisia tappioita yksittäiselle maidontuottajalle.

On arvioitu, että häiriöiden yhteispituuden ollessa 2–3 vuorokautta kuu-kaudessa maitotilan kuukauden maidontuotanto vähenee noin kaksi prosenttia. Mikäli katkot jatkuvat yli 3 vuorokautta on pudotus noin viisi prosenttia. (Kaus-tell ym., 2017). Yksittäisen tilan poisjäänti kokonaistuotannosta ei kuitenkaan vaikuta huoltovarmuuteen.

Useaan maitotilaan samanaikaisesti kohdistuvalla häirinnällä on vaikutusta kokonaismaidon tuotantoon. Laajavaikuttaminen maitotiloihin on mahdollista lypsyrobottien valmistajien kautta. Taulukossa 11 on esitetty tiloihin kohdistetun häiriön vaikutus kokonaistuotantoon. Tilojen koko on laskettu 100 lehmälle ja yksi tämän kokoinen tuottaa noin 83 000 litraa maitoa kuukaudessa. Yli sadan lehmän tiloja oli 520 kappaletta vuonna 2021. Nämä sadan lehmän tilat ovat pitkälti eniten automatisoituja, joten näihin kyberhäiriöiden kohdistuminen olisi todennäköisintä.

		Häiriönkesto		
		Häiriö alle 2vrk/kk	kokonaisvaikutus vuodessa	% osuus koko vuosi tuo- tosta
Maitoti- lat	10	16600	199200	0,034607366
	50	83000	996000	0,173036831
	100	166000	1992000	0,346073662
	400	664000	7968000	1,384294649
	520	863200	10358400	1,799583044
		Häiriö 3 vrk/kk	kokonaisvaikutus vuodessa	% osuus koko vuosi tuo- tosta
Maitoti- lat	10	41500	498000	0,086518416
	50	207500	2490000	0,432592078
	100	415000	4980000	0,865184156
	400	1660000	19920000	3,460736623
	520	2158000	25896000	4,498957609

TAULUKKO 11 Maitotilojen häiriöiden vaikutus kokonaistuotantoon

Maidontuotannon isoimpiin tiloihin tehdyllä, jatkuvalla alle kahden tai kolmen vuorokauden häirinnällä ei olisi vielä merkittäviä vaikutuksia maidontuotantoon huoltovarmuuden osalta.

Lypsyrobottien osalta markkinaa hallitsevat kaksi toimijaa. Noin 90 % käytössä olevista lypsyroboteista on Lelyn ja Delevalin laitteita. Hypoteettisessa tilanteessa, jossa kaikkiin yhden valmistajan lypsyrobotteihin pystyttäisiin aiheuttamaan 2 vrk häiriö, olisi sen vaikutus vuodessa arviolta noin 0,5 % kokonaistuotannosta. Tämän hyökkäyksen edellytyksenä olisi se, että kaikilla maitotiloilla olisi valmistajan verkkoon yhdistetty lypsyrobotti. Häiriön tai hyökkäyksen korjaamisen pullonkaulaksi saattaisi muodostua se, pystyisikö lypsyrobotin toimittaja korjaamaan häiriöt etänä. Mikäli korjaaminen vaatisi asentajan käynnin tilalla aikaa menisi useita vuorokausia.

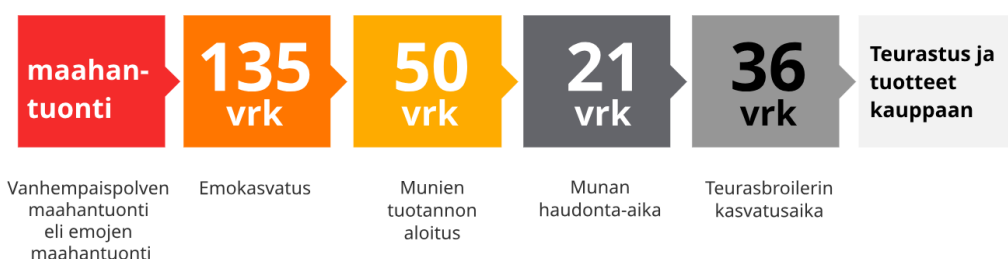
On kuitenkin hyvä tiedostaa, että tulevaisuudessa maitotilojen määrän ennustetaan yhä laskevan, ja koska tuotetun maidon määrän ennustetaan pysyvän nykyisellä tasolla, tarkoittaa se sitä, että lypsyrobottilojen määrä kasvaa voimakkaasti, ja samoin lehmämäärät tiloilla. Tämän johdosta kyberturvallisuuden tärkeys tulee korostumaan huomattavasti seuraavan kymmenen vuoden aikana.

Broilerinlihaketju

Broilerin tuotanto on alkutuotannon toimialoista kaikista häiriöherkin. Tämä johtuu broileriketjun ajallisesta kestävydestä ja huolenpidon tarpeesta emokanasta aina teurastuspainoon saakka. Broilerin tehokasvatuksessa on tärkeää, etteivät tilojen ilmastointi-, lämmitys- ja ruokintajärjestelmät häiriinny.

Broilerit ovat erityisen häiriöherkkiä haudonta- ja tipuvaiheessa. Häiriöt mahdollisesti estävät munien hautomisen onnistumisen, ja tiput menehtyvät huonojen olosuhteiden seurauksena. Broilerin häiriöherkkyyttä lisää sen monivaiheinen kasvatusprosessi. (U. Jahnsson, haastattelu, 13. helmikuuta 2024) Kuviossa 16 on esitetty broilerin tuotantoketjun vaiheet ja pituus.

Tuotantoketjun pituus vanhempaispolven maahantuonnista kaupan hyllylle kestää nopeimmillaan noin 35 vk



KUVIO 16 Broilerin tuotantoketjun vaiheet

Tuotantoketjun alkupäässä on vain muutamia tiloja, kuten taulukossa 2 on esitetty, ja esimerkiksi tuonti- ja emokasvatuskanaloita on yhteensä 30 kappaletta. Näihin kasvattamoihin kohdistuvat häiriöt voivat aiheuttaa merkittävää haittaa broilerinlihantuotannolle, ja toipumisaika olisi mahdollisesti pitkä. Koko ketjuun tehdyn laajasta vaikutuksesta toipuminen voisi kestää laajoissa ja pitkäkestoisissa sähköhäiriöissä jopa vuoden (Kaustell ym., 2017, s. 29). Kyberhyökkäyksessä tuskin päästäisiin näin mittavaan vaikutukseen.

Yksittäiselle broileritilalle taloudelliset tappiot voivat olla laajassa vahingoittavassa kyberhyökkäyksessä merkittäviä. Riippuen kasvatustilasta ne menettävät 21-135 vuorokauden tuotantopanostuksen.

Emokanaloihin kohdennetulla merkittävällä häirinnällä, joka pysäyttäisi tuotannon ja keskeyttäisi emokasvatuksen, olisi arviolta noin 30 vrk keskeytys tuotantoketjussa, mikäli korjaavia toimenpiteitä ei kyettäisi ajoissa tekemään. Tämä tarkoittaisi noin 8 miljoonan kilon eli 8 % vajauksen vuosittaiseen tuotantoon. Broilerin kasvuun liittyvillä häiriöillä on merkittävä vaikutus niiden teurastukseen. Mikäli broilerit ovat teurastusvaiheessa liian isoja tai pieniä, niin teurastamojen automaattilinjastot eivät pysty eläimiä käsittelemään.

Sianlihaketju

Sikojen ja erityisesti porsaiden hyvinvointi huononee merkittävästi, mikäli kyetään vaikuttamaan tilan lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmiin. Myös

automaattiruokintaan - erityisesti liemiruokintajärjestelmään - kohdistuvat häiriöt voivat vaarantaa eläinten hengen ja vähintäänkin häiritä niiden kasvua.

Porsaiden kasvatuksen häiriöt näkyvät myös suoraan teurastusvaiheessa. Teurastamon automaattilinjastot eivät pysty käsittelemään kooltaan liian suuria eläimiä.

Viljaketju

Viljaketjuun kohdistuvien kyberhäiriöiden ja hyökkäysten vaikutus on vähäisempi kuin muiden tuotantoalojen. Vilja puinti aikana tehdyt hyökkäykset tuotantokoneisiin hidastaisivat ja viivästyttäisivät sadonkorjuuta merkittävästi. Viljan puinti ei kuitenkaan ole päivistä tai viikoistakaan kiinni, ja enemmän sadon onnistumiseen vaikuttavat sääolosuhteet. Oikein ajoitetulla kyberhyökkäyksellä ja pidempään jatkuvilla huonoilla sääolosuhteilla voisi olla isompi vaikutus viljaketjun tuotantoon. Merkittävä osa Suomessa ja maataloilla käytössä olevista työkoneista ovat vielä yksinkertaisia eivätkä omaa verkkoyhteyksiä tai monimutkaisia tietokoneita tai niitä voidaan käyttää ilman verkkoyhteyksiä (S. Pentti & S. Janne, haastattelu, 3. huhtikuuta 2023). Laajan työkoneisiin kohdistuneen häiriönkin aikana pystyttäisiin puinnit toteuttamaan, vaikka toimivien koneiden siirtämisessä eri peltolohkoille menisi aikaa ja tilanne kuormittaisi merkittävästi viljelijöitä (I. Pohjamo, haastattelu, 22. joulukuuta 2022).

Viljan varastointijärjestelmiä ja sensoreita olisi mahdollista häiritä ja ääripauksissa merkittävästi heikentää viljan laatua. Viljaerien tuotetietojen vääristäminen viljarekisterissä sekä muissa palveluissa olisi mahdollista ja tällä tavoin voisi heikentää viljaeran käytettävyyttä.

Taulukossa 1 todetaan viljojen tuotantomäärien ylittävän merkittävästi vuosittaisen kulutuksen ruista lukuun ottamatta. On vaikeaa nähdä kyberhyökkäystä tai häiriötä, jolla merkittävästi voitaisiin vaikuttaa viljojen tuotantoon Suomessa.

Kasvisten ja juuresten tuotantoketju

Kasvihuoneissa tehtävään kasvisten ja juuresten kasvatukseen vaikuttaa erittäin paljon vuodenaika. Talvella tapahtuvassa kasvatuksessa häiriöherkyys on merkittävä verrattuna tavalliseen kesäkasvukauteen. Häiriöt syksyllä ja talvella kasvihuoneiden lämmitys ja valaisujärjestelmiin hidastaisivat tuotantoa tai pahimmassa tapauksessa keskeyttäisivät tuotannon (U. Jahnsson, haastattelu, 13. helmikuuta 2024). Kasvihuoneiden suuri määrä ja suhteellisen yksinkertaiset kasvatustjärjestelmät eivät aiheuta samanlaista uhkaa ja laajaa vaikutusmahdollisuutta verrattuna esimerkiksi maidontuotannon lypsyrobotteihin.

Maassa viljeltyjen kasvisten ja juuresten tuotantoon vaikuttavat kyberuhat ovat vähäisiä. Sadonkorjuun vaiheessa, työkoneisiin vaikuttamalla, voidaan tuotantoa hidastaa, mutta on erittäin epätodennäköistä, että kyberhyökkäyksellä vaikutettaisiin sadon pilaantumiseen. Varastoinnissa olevien kasvisten ja juuresten laatuun vaikuttaminen on mahdollista varastojärjestelmän lämmönsäätelyyn tehtävällä vaikuttamisella. Tämä voi olla mahdollista, koska osa juureksista ja

kasviksista voivat olla pidempiäkin aikoja valvomatta varastossa, johtuen niiden hyvästä säilyvyydestä normaaleissa olosuhteissa. Varastojen ilmastointiin ja lämmitykseen vaikuttamalla voisi esimerkiksi heikentää tuotteiden elintarviketurvallisuutta mahdollistamalla hyvät kasvuolosuhteet bakteereille.

Kotimaisten kasvien ja juuresten saantiin suuressa mittakaavassa olisi mahdollista tehdä havaittavissa olevaa haittaa keväällä, ennen kuin uuden sato-kauden tuotteet ovat saatavilla, jos silloin aiheuttaisi häiriötä varastoihin.

Kananmunat

Kananmunien tuotanto on samalla tavalla hyvin herkkä kuin broilerituotanto. Eläinten kestävyys ja kasvatusketju muodostavat samanlaisia häiriöherkkiä kohteita. Maahantuonti-, emakko- ja nuorikkokanaloiden vähäinen määrä, kuten esitetty taulukossa 1, mahdollistaa sen, että vain muutamaan tilaan kohdistetulla häiriöllä voidaan koko tuotantoketjua häiritä ja pahimmassa tilanteessa keskeyttää tuotanto pidemmäksikin aikaa.

Isojen munapakkaamoiden pesu-, tarkastus- ja pakkausjärjestelmät ovat automaattisia. Näihin kohdistetulla häirinnällä olisi mahdollista isossa mittakaavassa aiheuttaa vajetta kananmunien saantiin. Tämän lisäksi kananmunien tarkastusjärjestelmään vaikuttamalla voitaisiin merkittävästi heikentää elintarviketurvallisuutta. Munien valvovien sensoreiden parametrejä muutetaan, jolloin laite päästäisi huonoja munia läpi ja hylkäisi satunnaisesti hyviä. Ongelmaa ei todennäköisesti huomattaisi välittömästi. Vasta kuluttajien havainnot tai oireet johtaisivat toimenpiteisiin.

6.2 Elintarviketeollisuus

Teollisuuden uusin murros eli teollisuus 4.0. on lisännyt ja tulee lisäämään alaansa kohdistuvia kyberturvallisuushkia. Tehtaiden aikaisemmin täysin suljetut OT-järjestelmät saavat useita uusia rajapintoja IT-järjestelmiin ja internettiin. Tämä tarkoittaa uusia hyökkäysmahdollisuuksia vihamielisille tahoille. Isot suomalaiset elintarvikeyritykset hallitsevat merkittävää osaa omien alojen markkinaosuuksista. Näiden yritysten toimintaa häiritsemällä voidaan saada isoja vaikutuksia elintarvikehuoltoon.

Isojen elintarvikeyrityksien tilanne kyberturvallisuudessa on lähtökohtaisesti hyvä. Kuitenkin haastatteluissa toistui näkemys elintarvikeketjussa toimivien yritysten tarpeesta kehittää kyberturvallisuuttaan. Kokonaisuudessa kyberuhkia ei koeta suuremmaksi, kuin muita toiminnan riskejä (A. Hurme, haastattelu, 20. marraskuuta 2023; J. Ilkka, haastattelu, 20. marraskuuta 2023; M. Ilomäki, haastattelu, 26. lokakuuta 2024; J. Valmu, haastattelu, 26. lokakuuta 2023).

Kyberturvallisuuden toteutumisen ja onnistumisen osalta tärkeinä yhteistyökumppaneina ovat monet ulkopuoliset palvelun tarjoajat. (M. Arvonon, haastattelu, 6. maaliskuuta 2023; U. Jahnsson, haastattelu, 13. helmikuuta 2024; T.

Mero, haastattelu, 20. helmikuuta 2024; J. Valmu, haastattelu, 26. lokakuuta 2023) (Arvonen, Valmu, Ulf, Mero).

Isojen elintarvikeyritysten kyberriskienhallintaan liittyvät toimet kuten ohjeistukset ja selvitykset on toteutettu hyvällä tasolla. Kyberturvallisuuteen liittyviin riskienhallinta prosesseihin on tarvetta saada yrityksiä ylempää johtoa mukaan saaminen. (A. Hurme, haastattelu, 20. marraskuuta 2023; J. Valmu, haastattelu, 26. lokakuuta 2023). Kyberturvallisuuteen liittyvää ohjeistusta yrityksen johdolle ja yritystoiminnan perusteisiin on tuotettu merkittävästi (J. Ilkka, haastattelu, 20. marraskuuta 2023; M. Ilomäki, haastattelu, 26. lokakuuta 2024; J. Valmu, haastattelu, 26. lokakuuta 2023)

Elintarvikeyritysten uhkien tunnistus ja hallinta perustuvat pitkälti ulkopuolisen palveluntarjoajan kykyihin toteuttaa verkkojen valvontaa. Ihminen on myös elintarvikealalla kyberturvallisuuden heikoin lenkki. Elintarvikeyrityksissä toteutetaan henkilöstön koulutusta kyberturvallisuusasioihin ja tietoisuuteen, varsinkin toimistotyöntekijöiden ja asiantuntijoiden osalta. Esimerkiksi Valiolla on kaikille pakollinen verkkoturvallisuuskoulutus, ja lisäksi jatkuvaa tietoturvakoulutusta tehdään käytössä olevalla HoxHunt-sähköpostiopetusohjelmalla. (Arvonen).

Kriittisillä elintarvikeyrityksillä on yhdessä Huoltovarmuuskeskuksen kanssa määritetyt tuotantovelvoitteet poikkeusoloihin. Tässä supistetussa tuotannossa yritykset yksinkertaistavat tuotettavien elintarvikkeiden laatua ja määrää. Tuotantolinjat pysyvät kuitenkin samoina ja mahdollisuus vaikuttaa näihin kyberhyökkäyksillä säilyy edelleen. (Hurme, Valmu, Ilomäki)

Kaikkia elintarvikeyrityksiä yhdistävä ja alan merkittävin haavoittuvuus sekä kriittinen osa toiminnanjatkuvuutta on tuotannonhallintajärjestelmät eli ERP. Näihin järjestelmiin vaikuttamalla yritysten toiminta voidaan käytännössä pysäyttää täysin, ja keinot ohittaa ERP kokonaan häiriötilanteissa tuotannon jatkamiseksi ovat hyvin vähäiset.

Elintarvikeyrityksien kyberturvallisuudessa ei riitä, että yrityksen omat turvallisuusasiat ovat kunnossa. Verkottuneissa toimitusketjuissa vihamielinen toimija voi päästä yrityksen verkkoon alihankkijoiden tai kumppanien kautta.

Suomen suurimmat liha-, maito - ja valmisruokatalot ovat kaikki toimijoita, joilla on hyvät tuotannonohjausjärjestelmät ja useampia tehtaita. Elintarviketeollisuuden haaste ja toisaalta turva on se, että Suomessa on monia elintarvikevalmistajia, suuria ja pieniä. Isoissa yrityksissä kyberturvallisuus on ymmärretty ja uhkia on pyritty minimoimaan, kun taas pienemmissä yrityksissä valmius vaihtelee huomattavasti automaatiolinjoista käsin tehtävään valmistukseen. Toisaalta laaja joukko erilaisia elintarviketoimijoita auttaa ylläpitämään huoltovarmuutta mahdollisten kyberhyökkäysten näkökulmasta.

Teollisuuden osalta käsitellään maitoketjua, teurastamoja ja leipomoita.

Maitoketju

Maito on herkästi pilaantuva tuote ja tämän takia tuotantoketjuun kohdistuvilla kyberhyökkäyksillä voi olla nopeita vaikutuksia tuotteiden jalostuksessa, mutta ei välttämättä vaikutusta tuotteiden saatavuuteen. Pidempään kestävillä häiriöillä on suuria taloudellisia, tuotannollisia ja ympäristöön liittyviä vaikutuksia. Vakavat häiriöt näkyvät myös maitotiloilla, sillä mikäli maitoa ei voida vastaanottaa meijereissä, niin maidon keräily voi viivästyä.

Valiolla, joka vastaa 85% jalostetusta maidosta, on 12 tehdasta Suomessa ja kyky ohjata maitoa muihin meijereihinsä mahdollisen yksittäiseen meijeriin kohdistuvan häiriön aikana. Tuo kyky tuli testattua vuonna 2014 kun pakotteiden takia maitotuotteiden vienti Venäjälle loppui varoittamatta, ja tuoretuotteisiin ja juustoihin aiemmin mennyt raakamaito ohjattiin jauhetta kuivaaviin meijereihin. Yhden meijerin ongelma ei siis aiheuttaisi merkittäviä ongelmia maidon jalostuksessa.

Suomessa on 16 kappaletta isoja meijereitä ja näistä 12 ovat Valion. Nämä 12 meijeriä vastaanottavat yhteensä vuorokaudessa noin 4,5 miljoonaa litraa maitoa. Mahdollisen meijereihin kohdentuvan laajan ja vaikean kyberhyökkäyksen jäljiltä on arvioitu, että palautuminen hyökkäyksen alkamisesta tuotannon jatkumiseen kestäisi kaksi vuorokautta. Mikäli maidon jalostusta Valion tehtaissa onnistuttaisiin häiritsemään toistuvasti kahden vuorokauden mittaisesti kerran kuussa eikä vastatoimia tehtäisi, vuodessa voisi kertyä lähes 100 miljoonan litran eli noin 17 prosentin vaje maidon kokonaistuotantoon. (T. Mero, haastattelu, 20. helmikuuta 2024) Tätä voi pitää tietynlaisena maksimimääränä, mikä voidaan maidontuotannon aiheuttaa kyberhyökkäyksellä.

Suuri volyymissa kuluttajatuotteissa kuten juotavat tuoremaidot, pakkaus-toimittajien rooli on tärkeä, ja pakkaustoimittajan ja meijerin välille on luotu useimmiten yhteinen sanomaliikenne yritysten tuotannonohjausjärjestelmien välillä, jotta ne voivat toimittaa jatkuvana virtana pakkaustarvikkeita.

Pakkaustoimittajien lisäksi tuotantolinjojen automaatio- ja laitetoimittajille on VPN-yhteydet tuotantoprosessin automaatiojärjestelmiin sekä pakkauslinjojen logiikoihin. Yksi merkittävä toimija on kansainvälinen Tetra Pak. Valiolla ko. järjestelmät on kuitenkin suunniteltu pääsääntöisesti niin, että mahdollisen kyberhyökkäyksen kohdistuessa näihin häiriö jää paikalliseksi. (J. Penttilä, haastattelu, 27. helmikuuta 2024).

Nautaketju, sikaketju ja broileriketju

Lihat tuotteiden jalostuksessa ajallisesti kriittisin pullonkaula ovat teurastamot, sillä automaattilinjojen joustavuus teurastetun eläimen koon ja painon suhteen on pieni, ja mikäli eläin on liian suuri, teurastamot eivät pysty toimimaan ja osa eläimistä joutuisi hävitettäväksi.

Broilerin teurastus ja prosessointi on tutkittavista tuotantoketjuista ajallisesti herkin. Automaattiteurastamojen toiminnalle on tärkeää, että broilerit ovat tarkan teurastuspainon sisällä. Mikäli tuotantoa on jotenkin häiritty, kertautuvat

vaikutukset nopeasti broilerin alkutuotantoon, jonka kasvattamat linnut ovat nopeasti liian isoja teurastamon linjalle, eivätkä täten enää kelpaisi ruokalihaksi. Broileritilat eivät saisi kasvatuksessa olevaa erää eteenpäin eikä uutta saada sisään ennen kuin ylikasvanut sukupolvi on saatu pois tilalta.

Siipikarjan teurastamoja on Suomessa yhteensä 10 kappaletta, ja näistä viisi on suurteurastamoja, jotka teurastavat yli 300 000 lintua vuodessa. Loput viisi ovat pienteurastamoja (Ruokavirasto, 2023c). Teurastamot ovat käytännössä kokonaan kolmen toimijan käsissä Atria, HKScan ja Naapurin maalaiskana. Näihin kolmeen toimijan tuotannonhallintajärjestelmiin tai teurastamoihin tehdyllä kyberhyökkäyksellä voi olla isovaikutuksia lihatuotteiden saatavuuteen. Esimerkiksi Atria jalostaa noin 42 % kaikesta Suomessa tuotetusta lihasta kuudessa teurastamossa.

Leipäviljaketju ja suurmyllyt

Suomen viisi isointa myllyä vastaavat yli 90 prosenttisesti viljan jauhamisesta. Suurimmat toimijat ovat Fazer, Helsingin Mylly, Raisio, Myllyn Paras ja Kinnusen Mylly.

Suurimmissa leipomoissa on automatisoidut järjestelmät, mutta osa pienistä on enemmän käsityötä. Leipomoiden suuri lukumäärä varmistaa sen, että häiriötilanteissa huoltovarmuus on turvattu.

6.3 Logistiikka

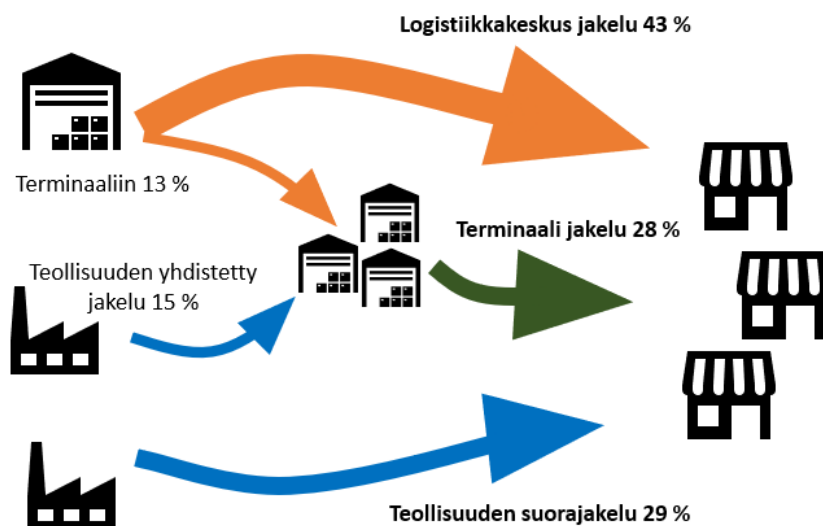
Logistiikka ja jakelu ovat elintarvikehuollon kriittisin ketjunosa. Noin 43% elintarvikkeista toimitetaan kuluttajille keskitettyjen logistiikkakeskusten kautta. Pienempien terminaalien kautta kuljetetaan 28 % elintarvikkeista joista 13 % on kulkenut logistiikkakeskuksen kautta. (J. Penttilä, haastattelu, 27. helmikuuta 2024). Isot kaupan ja logistiikan yritykset ovat panostaneet kyberturvallisuutensa paljon ja varautuneet kyberhyökkäyksiin ja häiriöihin. Tämä on erittäin tärkeää, koska Isot Inexin ja Keskon jakelukeskukset ovat täysin automatisoituja eikä niissä ole mahdollista siirtyä manuaaliselle käytölle.

Tilausjärjestelmiin kohdistuvat häiriöt ovat muutaman päivän ajan siedettävissä, varsinkin isojen elintarviketuottajien osalta. Heiltä löytyvät aikaisemmat tilaukset, joiden perusteella tuotteita pystytään toimittamaan ilman isompia ongelmia. Myös puhelimitse on mahdollista toteuttaa osa tuotetilauksista perustuen vanhoihin tietoihin. (T. Mero, haastattelu, 20. helmikuuta 2024).

Elintarvikkeiden tai tarkemmin lämpösäädely logistiikka on jaettavissa kahteen markkinaan. Valion tekemän selvityksen mukaan vuonna 2022 päivittäistavarakauppoihin toteutetun lämpösäädellyn logistiikan määrä oli 2225 milj. kg ja HoReCa -toimipisteisiin 530 milj. kg. Yhteensä elintarvikkeita kuljetettiin 2755 milj. kg. Lämpösäädely logistiikka päivittäistavarakaupassa jakautuu kaupanalan keskusliikkeiden 56 % ja teollisuuden toimijoiden 44% välillä. Päivittäistavara kauppoihin tehdystä jakelusta 29% on teollisuuden suorajakelua, josta

merkittävin osuus 19% on Valion ja 10 % muiden toimijoiden. (J. Penttilä, haastattelu, 27. helmikuuta 2024) Lämpösäädellyn logistiikan osuuksia on esitelty tarkemmin kuviossa 17.

Kriittiseen elintarvikelogistiikan yritykseen tehdyllä kyberhyökkäyksellä on isot vaikutukset elintarvikkeiden saannille. Laajojen häiriötilanteiden osalta yrityksillä voi olla mahdollista hyödyntää kilpailijan järjestelmiä ja varastoja elintarvikehuoltovarmuuden takaamiseksi.



KUVIO 17 Lämpösäädellyn logistiikan osuudet.

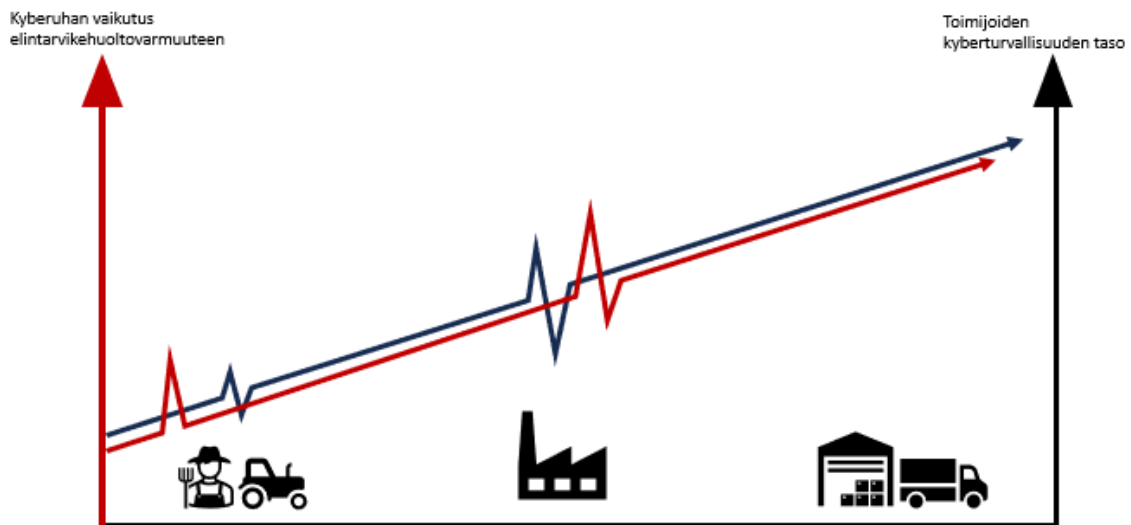
7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkittava aihe on laajakokonaisuus ja tutkimuksesta on jouduttu karsimaan osa siihen liittyvistä aiheista pois ja yksinkertaistamaan elintarvikeketjuun liittyviä asioita. Tutkimus vastaa tutkimuksen tavoitteisiin selventää kyberturvallisuuden tilannetta elintarvike alalla ja miten se vaikuttaa elintarvikehuoltovarmuuteen.

Tutkimuksen ensimmäiseen alatutkimuskysymykseen ”Millainen on elintarvikeketjun kybertoimintaympäristö?” vastataan laajasti kirjallisuuskatsauksen osiossa. Tarkastelu on tutkimuksen laajuudesta johtuen jäänyt osittain ehkä pintapuoliseksi, mutta antaa riittävän kuvan tutkimuksessa etenemiseksi. Toiseen alakysymykseen

”Mikä on kyberuhkien mahdollinen vaikutus elintarvikeketjun eri osiin?” on kyetty vastaamaan tarkasteltavaksi valittujen tuotantoketjujen osalta, ja ne antavat osviitan kokonaisuudesta.

Tutkimuksessa onnistuttiin vastaamaan yleisesti päätutkimuskysymykseen: ”Mitkä ovat elintarvikeketjun kriittiset osat ja niihin kohdistettujen kyberhyökkäyksen vaikutukset Suomen elintarvikehuoltovarmuuteen?” Kaikkien tuotantoketjujen osalta ei pystytty luomaan kattavaa vastausta. Elintarvikehuoltovarmuuden kyberturvallisuuden kokonaisuus on hahmottunut, ja se on esitetty kuviossa 17. Punaisella kuvataan mahdollisen kyberhyökkäyksen vaikutusta huoltovarmuuden kokonaisuuteen. Mustalla viivalla on kuvattu kyberturvallisuuden tasoa ketjun toimijoissa. Alkutuotannossa tiettyjen eläinten kasvatuksen osalta vaikutus ylittää kyberturvallisuuden tason, joka myös vaihtelee tilojen välillä. Elintarviketeollisuudessa on vaihtelua kyberturvallisuuden osaamisessa. Myöskin kyberuhkien vaikutus vaihtelee yrityksen ja tuotannon perusteella. Logistiikan osalta saatavilla olevan tiedon perusteella kyberturvallisuuden taso vastaa mahdollisiin uhkiin.



KUVIO 18 Elintarvikehuollon kyberturvallisuuden tilanne.

7.1 Elintarvikeketjun kyberturvallisuus

Alkutuotanto

Alkutuotannon kyberturvallisuutta voi tarkastella kahden näkökulman kautta, joista ensimmäinen on kyberturvallisuuskulttuuri ja toinen fyysiset koneet ja laitteet sekä niihin liittyvät järjestelmät. Tehdyn kyselytutkimuksen, teemahaastattelujen ja kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta aikaisempia tutkimuksia myötäillen, että alkutuotannossa kyberturvallisuuskulttuuri on heikko, mutta toisaalta alkutuotantoon kohdistettu kyberhyökkäys ei vaarantaisi merkittävästi elintarvikkeiden huoltovarmuutta.

Alkutuotannon kyberturvallisuuden kannalta suurin puute tällä hetkellä on olematon kyberturvallisuuskulttuuri. Kyse on yksinkertaisesti siitä, että kyberturvallisuuden merkitystä tilan toiminnan jatkuvuuden kannalta ei ole riittävästi ymmärretty. Tästä huolimatta turvallisuuskulttuurin ymmärrys on korkea alkutuotannossa, koska eläinten hyvinvointiin, raaka-aineiden hygieniaan ja yleiseen terveysturvallisuuteen on Suomessa selkeät lait ja asetukset sekä valvotut standardit ja järjestelmät. Viranomaisten lisäksi elintarviketeollisuus ja asiakkaat asettavat vaatimuksia alkutuotantoon ja tekevät valvontaa tiloilla. Myös yleinen kriisitietoisuus tiloilla on korkea. Kriisivalmiutta osoittaa muun muassa alkutuotannon riippuvuus sähköstä, ja siihen liittyen valmius ja varautuminen sähköön jakelun katkoksiin on hoidettu mm. aggregaateilla. Voidaan siis olettaa, että elintarvikealalla on kaikki edellytykset nostaa kyberturvallisuus samalla tasolle, kuin mitä on elintarviketurvallisuus alkutuotannossa.

Kyberturvallisuuden heikoin kohta alkutuotannossa on edelleen ihminen. Toteutetun kyselyn mukaan ohjelmistojen ja järjestelmien salasanat ovat useimmiten kaikkien käytössä, ja varmuuskopioinnin toteutus vaihtelee merkittävästi. Perhetiloilla usein maatilan ja kodin järjestelmiä ei ole eriytetty, ja valitettavasti kyber- ja verkkoturvaluuteen liittyvät oppaat ja ohjekirjat eivät olleet ainakaan vielä kyselyn toteutuksen aikaan tavoittaneet tilan henkilökuntaa.

Alkutuotannon tilojen määrä jatkaa tulevaisuudessa laskuaan, ja samaan aikaan tilojen koko ja tuotantomäärät kasvavat. Tämä tarkoittaa yksittäisen tilan merkittävyyden kasvua elintarvikehuoltovarmuudessa ja lisää myös kyberturvallisuuden tarvetta.

Jalostava elintarviketeollisuus tarjoaa koulutusta ja ohjeistusta alkutuotannolle liittyen elintarviketurvaluuteen ja muun muassa laatujärjestelmiin, mutta ei tarjoa apua kyberturvallisuuteen tai verkko-osaamiseen. Myöskään monet viljelijöiden tai tuottajien omat osuuskunnat eivät tarjoa opastusta tai koulutusta kyberasioihin. Jalostavalla elintarviketeollisuudella on tarve varmistaa keskeytymätön raaka-aineiden saanti, joten elintarviketeollisuuden yritykset voisivat panostaa määrätietoisesti myös omien sopimustuottajiensa kyberturvallisuuden parantamiseen samoin kuin ne tekevät tällä hetkellä laadun ja vastuullisuuden osalta.

Alkutuotannon kybertoimintaympäristö on laitteiden ja järjestelmien osalta edelleen suhteellisen yksinkertainen. Tilojen järjestelmiä ei ole kytketty toisiin tiloihin ja jos yhteyksiä on, niin ne tulevat välillisesti koneiden ja laitteiden kautta.

Kuten aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, tilan sisällä haasteeksi tulee se, että tuotannossa tarvittavien laitteiden ja ohjelmistojen välillä olevat isot ikäerot muodostavat tietoverkkoihin haavoittuvuuksia, kun vanhoihin järjestelmiin ei saa enää päivityksiä tai tukea. (Hänninen & Kinnunen, 2023; Laajalahti & Nikander, 2017; Manninen, 2018). Kriittisimmät järjestelmät alkutuotannossa ovat eläinten hyvinvointiin liittyvät järjestelmät, joiden merkittävyys vaihtelee tuotantoeläimen mukaan. Ruokinta- ja lypsyjärjestelmät korostuvat erityisen tärkeinä järjestelminä koko elintarviketuotannon kannalta.

Laaja vaikuttaminen useampaan maatalaan on mahdollista johtuen tilojen klusteroitumisesta, eli siitä, että useat tilat käyttävät samojen valmistajien työkooneita ja niihin integroituja järjestelmiä, jotka ovat kriittisiä tilan toiminnalle. Modernit maatalouskoneet ja niihin integroidut järjestelmät ovat yhteydessä koneen valmistajaan tai jakelijaan, ja jos näitä saman valmistajan koneita on käytössä usealla tilalla, voi koneen valmistajaan kohdistettu tai sitä kautta toteutettu kyberhyökkäys lamaannuttaa kaikki koneet ja laitteet samanaikaisesti ja siten kohdistua useampaan alkutuotannon tilaan. Koneiden ja laitteiden järjestelmien merkitys kyberturvallisuuden kannalta tulee korostumaan seuraavan kymmenen vuoden aikana, kun tilojen määrä vähenee ja jäljelle jäävät tilat ovat suurempia ja käyttävät modernia teknologiaa entistä enemmän.

Yleisesti voidaan todeta alkutuotantoon kohdistuvien kyberhyökkäyksien tai häiriöiden merkityksen olevan hyvin vähäinen, kun tarkastellaan koko elintarvikehuoltovarmuutta ja elintarvikkeiden saatavuutta. Sen sijaan yksittäisiin tuoteryhmiin, kuten broileri ja kananmuna, voivat alkutuotantoon kohdistetut kyberhyökkäykset aiheuttaa puutetta, mutta yksittäisen tuoteryhmän puuttuminen ei vaaranna ruuan saatavuutta elintarvikehuoltovarmuuden kokonaisuuden näkökulmasta.

Elintarviketeollisuus

Elintarviketeollisuuden sekä kaupan ja logistiikan toimintaympäristöt ovat lähempänä tavanomaista tai yleisluonteista yritysten toimintaympäristöä IT- ja OT-verkkoympäristöineen. Niihin kohdistuvat myös samat kyberuhat kuin muuhunkin teollisuuteen ja yhteiskuntaan.

Mahdollisia kyberhyökkäysten vaikutuksia elintarvikkeiden saantiin on esitetty muutamia. Nämä kuitenkin antavat yleiskuvan, että alkutuotantoon ja elintarviketeollisuuteen tehtyjen kyberhyökkäysten vaikutus jäisi koko elintarvikehuoltovarmuuden kannalta lieväksi. Sen sijaan logistiikan kriittisiin osiin tehdyt kyberhyökkäykset voisivat lamauttaa koko elintarvikeketjun ja aiheuttaa merkittävän haasteen elintarvikehuoltovarmuudelle.

Elintarviketeollisuudessa yritysten kyberturvallisuuden tilanne vaihtelee merkittävästi eri yritysten välillä. Elintarvikehuollon kannalta isoimpien ja kriittisimpien yritysten osalta tilanne on hyvä, vaikka kehitettävää toki löytyykin. Hyvää on, että toimialla on tunnistettu kyberuhkien muodostamat riskit, ja toimet tilanteen kehittämiseksi on aloitettu.

Isojen yritysten suhteellisen keskittynyt toiminta muodostaa elintarvikehuoltovarmuuden kokonaisuuden kannalta riskin. Perinteisessä riskin arvioinnissa tarkastellaan usein tehtaiden maantieteellistä sijaintia ja tehtaan kokoa

jalostuksen volyymin osalta, ja jatkuvuuden kannalta on mietitty sitä, että hajautaminen eri paikkakunnille suojaa yritystä esimerkiksi hyvin harvinaisissa tulipalo- tai luonnonkatastrofitilanteissa. Kyberturvallisuuden osalta hajautettu fyysinen etäisyys ei kuitenkaan pelasta, mikäli ohjausjärjestelmät ovat yhtenäiset eri toimipaikoilla.

Yrityksestä riippuen yhteen tai kahteen tuotantolaitokseen tehdyt kyberhyökkäykset voivat aiheuttaa isonkin vajeen yrityksen kokonaistuotantoon. Yrityksillä on kuitenkin mahdollisuus ohjata raaka-ainevirtoja muihin tehtaisiin ja näin minimoida haitat.

Tiettyjen aikakriittisten tuotteiden osalta mahdolliset häiriöt tuotantolaitoksissa ja teurastamoissa johtavat raaka-aineen pilaantumiseen tai eläinten ylikasvamiseen. Tällöin elintarviketeollisuuteen tehtyjen kyberhyökkäysten vaikutus on jo merkittävä, ja kyberhyökkäykset voivat vaikuttaa muutamassa päivässä elintarvikkeiden saantiin kauppaan ja suurkeittiöihin. Elintarviketeollisuudessa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen tilaustoimitusketjuun, ja näin ollen vain harvoissa yksittäisissä tuotteissa puutteita tulisi välittömästi. Muutaman vuorokauden yksittäiset häiriöt osassa tuotantoa eivät välttämättä näkyisi asiakkaille ja kuluttajille lainkaan.

Ulkoiset palveluiden tuottajat ja teleoperaattorit ovat merkittävä osa kyberturvallisuuden toteutumista ja onnistumista elintarvikealalla. Nämä yritykset vastaavat pitkälti kyberturvallisuuden toteutumisesta elintarvikealan yrityksessä. Suomessa toimivilla elintarvikealan yrityksillä ei ole resursseja itsenäisesti ylläpidetyn kyberturvallisuuden osaamisen ylläpitämiseen. Kriittiseksi voi muodostua näiden yhteistyöyritysten kyky antaa tukea yrityksille koko yhteiskuntaa koskevassa laajassa kyberhyökkäyksessä.

Logistiikka

Logistiikka on elintarvikehuollossa kaikista kriittisin toimiala. Markkinaa hallitsee kaksi isoa toimijaa, joiden logistiikka ja varastojärjestelmät ovat hyvin keskitettyjä. Automaatiolla on merkittävä rooli logistiikan toiminnassa, ja pienilläkin häiriöillä voi olla suuri vaikutus elintarvikkeiden saatavuuteen. Onnistuneella kyberhyökkäyksellä tärkeään logistiikkakeskukseen olisi mahdollista merkittävästi vaarantaa elintarvikehuoltovarmuutta. Nämä kriittiset logistiikan toimijat ovat kuitenkin määrätietoisesti huolehtineet kyberturvallisuudestaan.

7.2 Kehitysehdotukset

Kyberhyökkäyksiin liittyvän uhkatiedon jakamista on tarvetta kehittää koko elintarvikeketjussa ja kaikilla elintarviketoimialoilla. Huoltovarmuuskeskuksen ruokahuoltoon liittyvät poolit tarkastelevat asioita omasta poolinäkökulmastaan, mutta koko ketjun tiedonkulkua ja yhteistyötä parantamalla voitaisiin parantaa myös kyberuhkiin varautumista. Varsinkin alkutuotannon osalta yhteistyön parantaminen on tärkeää, sillä tällä hetkellä alkutuotannossa ei merkittävässä mitakaavassa kerätä ja jaeta uhkatietoja.

Alkutuotanto

Alkutuotannossa ehdottoman tärkeää olisi kyberturvallisuuskulttuurin parantaminen, niin kuin jo aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu. Jo olemassa olevien oppaiden ja tulevien ohjeistuksien jakaminen maataloille tulisi toteuttaa niin, että ne tulevat huomatuksi ja luetuksi. Hyviä kanavia jakeluun olisi tuottajien omat järjestöt ja osuuskunnat, mutta myös raaka-aineen ostava teollisuus pystyisi noutojen yhteydessä toimittamaan oppaita. Kriittisten järjestelmien suojaamiseksi tilojen tuotannon ohjausjärjestelmien tulee olla erilliset kodin muista järjestelmistä, ja käyttöön tulee ottaa pakolliset salasanan vaihdot ja henkilökohtaiset tunnukset tilan työntekijöille. Alkutuotantoon liittyvässä ammatillisessa koulutuksessa tulisi huomioida riittävällä tasolla kyberturvallisuuskoulutus.

Jalostavan elintarviketeollisuuden tulisi tarjota sopimusviljelijöilleen ja -tuottajilleen samat verkko- ja kyberturvallisuuteen liittyvät koulutukset kuin henkilökunnalleen. Samoin kuin laatuvaatimuksia tai elintarviketurvallisuusvaatimuksia, niin jalostavan teollisuuden tulisi vaatia myös kyberturvallisuustoimenpiteitä tiloilta, varsinkin, kun tulevaisuudessa yhteisiä järjestelmien rajapintoja tulee olemaan entistä enemmän. Esimerkiksi jäljitettävyystiedot tai hiilijalanjälkilaskenta lisäävät järjestelmiä ja rajapintoja tilojen ja jalostettavan teollisuuden välillä.

Laitteiden ja järjestelmien kyberturvallisuuteen liittyvät vaatimukset on selkeästi määritettävä jo silloin, kun niistä tehdään sopimus ostovaiheessa. Koneiden ja järjestelmien toimittajien kanssa tulee sopia selkeästi järjestelmiin liittyvät vastuut eriytettynä, ja lisäksi on sovittava muun muassa se, miten ja millä vasteajalla tukea ja korjauspalvelua mahdollisen kyberhyökkäyksen osalta on saatavilla. Alkutuotannon kehittyneiden kriittisten järjestelmien osalta on selvitettävä mahdollisuus manuaaliohjaukseen ja paikallisiin varmuuskopioihin, joilla mahdollistetaan tiloille jonkinlainen kyky jatkaa tilan toimintaa vaikean kyberhyökkäyksen jälkeen.

Esimerkiksi maitoketjun osalta lypsyrobottien valmistajien kanssa pitäisi selkeyttää sopimuksella ja arjessa se, onko toimittajilla varmuuskopioinnit tiedoista, ja pystyykö laitetta käyttämään poikkeustilanteissa niin, että vaikka järjestelmä olisi toimimaton, niin itse lypsy voidaan toimittaa ilman yhteyttä verkkoon sekä ennen kaikkea, miten ja millä vasteajalla saadaan apua tilalle. Lisäksi olisi hyvä selkeyttää ohjelmistojen päivitysten rytmit, salasanojen vaihtorytmit sekä muut vastaavanlaiset yleistä kyberturvallisuutta parantavat yksinkertaiset toiminnot.

Elintarviketeollisuus

Elintarviketeollisuudessa olisi hyvä järjestää kyberturvallisuuskoulutusta pienille ja keskisuurille elintarvikeyrityksille. Koulutuksen ja toimialan uhkatietojen jakamisessa Elintarviketeollisuusliitto voisi ottaa isomman roolin. Elintarvikeyrityksien olisi hyvä toteuttaa säännöllisiä kyberturvallisuusharjoituksia.

Toimialalla kyberturvallisuus ja sen merkitys olisi hyvä nostaa samalle tasolle kuin elintarviketurvallisuus ja työturvallisuus.

ICT- ja muiden palveluiden tuottajien resurssien riittävyys elintarvikealan kriittisiin yrityksiin laajoissa häiriötilanteissa tai poikkeusoloissa olisi hyvä selvittää. Elintarviketeollisuuden yritysten tulisi vähintään luoda järjestelmät ja tuotantolinjat, joilla kyetään tuottamaan poikkeusolojen tai sodan aikaisen yksinkertaistetun tuotannon elintarvikkeet ilman verkkoyhteyksiä ja palauttamaan kyseiset järjestelmät onnistuneesta kyberhyökkäyksestä.

Elintarvikelogistiikka

Logistiikan keskittymisen takia yritysten pitää jatkuvasti kehittää ja ylläpitää kyberturvallisuutta. Laajojen ja pitkäkestoisten häiriötilanteiden varalta olisi hyvä luoda logistiikalle kyky lisätä elintarviketeollisuuden suorajakelua poikkeustilanteissa ja täten varmentaa elintarvikehuoltovarmuutta.

Jatkotutkimusaiheita

Tutkimuksessa heränneitä jatkotutkimusaiheita on noussut muutamia. Logistiikan keskittyneen luonteen riskejä huoltovarmuuden toimivuuden kannalta olisi hyvä selvittää laajemminkin. Yleisesti koko huoltovarmuuden eri toimialojen osalta olisi hyvä selvittää kriittisten järjestelmien ja toiminnanjatkuvuuden riippuvuus internet-yhteyksistä.

7.3 Lähdekritiikki

Tutkimuksen lähdeaineistosta on havaittavissa aiheeseen liittyvän tieteellisten tutkimusten ja artikkeleiden suhteellisen pieni määrä, ainakin tutkijan mielestä. Mahdollisen aineiston käyttöä julkisessa työssä on rajoittanut tiedon turvaluokitukset tai luottamuksellisuus. Tieteellisen lähdemateriaalin lisäksi aineistona on käytetty lehtiartikkeleita ja asiantuntijoiden blogi- sekä kolumnikirjoituksia.

Tässä tutkimuksessa haastateltavien taustat ovat vahvasti maidontuotannossa, elintarviketeollisuudessa ja huoltovarmuuden tehtävissä. Vaikka haastateltavien osaaminen ja ymmärrys kattaa laajasti koko elintarvikealaa, olisi tutkimuksessa voinut haastatella lisää logistiikan ja kriittisten laitevalmistajien edustajia.

8 YHTEENVETO

Elintarvikehuoltovarmuuden kyberturvallisuuden näkökulmasta kriittiset tuotannot ja kohteet alkutuotannon osalta ovat eläintenpitoon ja lypsyyntä liittyvät järjestelmät tiloilla. Elintarviketeollisuuden ja logistiikan osalta kriittiset kohteet ovat tuotannonhallintajärjestelmät eli ERP-järjestelmät sekä verkkoyhteydet. Logistiikan osalta kriittisiä järjestelmiä ovat lisäksi automatisoidut varastojärjestelmät ja logistiikan tietojärjestelmät.

Kriittisiin ja tärkeisiin järjestelmiin sekä ohjelmistoihin tehdyllä kyberhyökkäyksellä on mahdollista aiheuttaa merkittäviä häiriöitä elintarvikehuoltovarmuuteen. Alkutuotannon osalta vaikutukset olisivat pääosin pieniä tai vähäisiä. Elintarviketeollisuudessa vaikutus vaihtelee yksittäisen tuotteen saatavuuden heikkenemisestä aina isojen yritysten kokonaistuotannon seisahtamiseen. Elintarvikkeiden logistiikkaan tehty hyökkäys voi pahimmallaan aiheuttaa vakavaa haittaa elintarvikehuoltovarmuudelle.

LÄHTEET

- Arvonen, M. (2023, maaliskuuta 6). *Valion tietoturvapäällikkö* [Haastattelu].
- BBC. (2021, heinäkuuta 10). *Meat giant JBS pays \$11m in ransom to resolve cyber-attack*. <https://www.bbc.com/news/business-57423008>
- Brandt, H. (2023). *LOGISTIIKKATIETOJÄRJESTELMÄT SEKÄ NIIDEN HAASTEET ORGANISAATIOKONTEKSTISSA* [Jyväskylän Yliopisto]. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/88845/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-202309014880.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cooper, C. (2015). *Cybersecurity in food and agriculture. Protecting Our Future*.
- Dragos. (2023). *ICS/OT CYBERSECURITY YEAR IN REVIEW 2022*. https://hub.dragos.com/hubfs/312-Year-in-Review/2022/Dragos_Year-In-Review-Report-2022.pdf
- Elintarvikeketjun monivuotinen kansallinen valvontasuunnitelma 2021- 2024 Osa 1: Virallinen valvonta Suomessa ja sen strategiset tavoitteet*. (2020).
- European Defency Agency. (2009). *Security of Supply*. https://eda.europa.eu/docs/documents/guide-sos_en.pdf
- FBI. (2016). *Smart Farming May Increase Cyber Targeting Against US Food and Agriculture Sector*. Federal Bureau of Investigation, Cyber Division. <https://info.publicintelligence.net/FBI-SmartFarmHacking.pdf>
- Food Safety Standard. (2021, tammikuuta 1). *Mikä on ruokaketju?* <https://www.foodsafely.org/fi/bilgiler/gida-zinciri-nedir/>
- Gartner. (2022, maaliskuuta 7). *Gartner Identifies Top Security and Risk Management Trends for 2022*. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-03-07-gartner-identifies-top-security-and-risk-management-trends-for-2022>
- Hannuksela, M., & Lihakeskusliitto RY. (2020, tammikuuta 1). *Lihatieto: Sika*. <https://www.lihakeskusliitto.fi/materiaalina-liha-sika/>
- Helsingin kauppakamari. (2019). *Yrityksiin kohdistuvat kyberuhat*.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita*.

- HKV. (2022). *Huoltovarmuus Suomessa*.
<https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/tietoa-huoltovarmuudesta/huoltovarmuus-suomessa>
- Huoltovarmuuskeskus. (2021, tammikuuta 1). *Logistiikka 2030*.
<https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/huoltovarmuusorganisaatio/huoltovarmuuskeskus/4962-2/logistiikka-2030>
- Huoltovarmuuskeskus. (2022). *Toimialojen kyberkypsyyden selvitys 2022* (Nro 978-952-7470-23-7).
- Huoltovarmuuskeskus. (2023, joulukuuta 1). *Elintarvikehuolto*.
<https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/toimialat/elintarvikehuolto>
- Huoltovarmuuskeskus, Turvallisuuskomitea, & Sanastokeskuks TSK. (2018).
KYBERTURVALLISUUDEN SANASTO.
- Hurme, A. (2022, toukokuuta 6). *Valion toimitusjohtaja* [Haastattelu].
- Hurme, A. (2023, marraskuuta 20). *Haastattelu Annikka Hurme, toinen haastattelu* [Haastattelu].
- Hänninen, P., & Kinnunen, M. (2023). *Kyberturvallisuus automaattilypsytiloilla*.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/811960/Opinnaytetyo_Hanninen_Kinnunen.pdf?sequence=4
- IBM. (2022, kesäkuuta 1). *What is an attack surface?*
<https://www.ibm.com/topics/attack-surface>
- Ilkka, J. (2023, marraskuuta 20). *Haastattelu Juha Ilkka* [Haastattelu].
- Ilomäki, M. (2024, lokakuuta 26). *Haastattelu Ilomäki Miika Johtava Varautumis asiantuntija* [Haastattelu].
- Inex. (2023, tammikuuta 1). *Inex*. <https://inex.fi/>
- ISO 17532:2007(en) *Stationary equipment for agriculture – Data communications network for livestock farming – Preview*. (2007).
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17532:ed-1:v1:en>
- Jahnsson, U. (2024, helmikuuta 13). *Haastattelu Valion Alkutuotantojohtaja* [Haastattelu].
- JAMK. (2023). *Kyberpoikkeamanhallinnan prosessit ja toimintaohjeet elintarviketuotannossa ja -jakelussa*. <https://www.jamk.fi/fi/tutkimus-ja->

kehitys/tki-projektit/kyberpoikkeamanhallinnan-prosessit-ja-toimintaohjeet-elintarviketuotannossa-ja-jakelussa

- Jyotirmay, V. (2023). *Attack Surface Management: Principles for simplifying the complexity of OT security* [Opinnäytetyö]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1791686/FULLTEXT01.pdf>
- Kauppakamari, H. seudun, Vesterinen, P., & Korsow, P. (2022). *Selvitys 2022 – Yrityksiin kohdistuvat kyberuhat*.
<https://view.taiqa.com/downloadpdf/cd14b1f1a1d3b6f739492ee9d730143a>
- Kaustell, K., Huitu, H., Kivinen, T., Laajalahti, M., Nikander, J., Näkkilä, J., Palmio, A., Pastel, M., Suokannas, A., Tuhkanen, E.-M., Tuunainen, P., & Vasara, E. (2017). *Sähkönjakeluhäiriöiden vaikutukset elintarviketuotannon jatkuvuuteen*.
https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540672/luke-luobio_60_2017.pdf?sequence=1
- Kesko. (2023, toukokuuta 12). *Kesko logistiikka*.
<https://www.kesko.fi/yritys/kesko-logistiikka/>
- Kesko. (2024, maaliskuuta 11). *Toimintaympäristö*.
<https://www.kesko.fi/sijoittaja/strategia/toimintaymparisto/>
- Klemm, K. (2022). *Huoltovarmuus: Varautumisella selviytymiskykyä* (2. painos). Tietosanoma. <https://www.ellibslibrary.com/fi/mpkk/9789518854862>
- Komonen, P., & Kurki, S. (2021, huhtikuuta 8). *Logistiikan tulevaisuudessa on kyse viime kädessä siitä, miten kuluttajat haluavat arkensa järjestää: Viisi vinkkiä yrityksille*. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/logistiikan-tulevaisuudessa-kyse-viime-kadessa-siita-miten-kuluttajat-haluavat>
- Kyllönen, E. (2023). *Elintarvikealan yrityksen Suomen sisäisen logistiikan nykytila-analyysi ja kehittäminen*.
- Laajalahti, M., & Nikander, J. (2017). *Alkutuotannon kyberuhat*.
Luonnonvarakeskus, Luke. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/539088>

- Laari, T., Jouni, F., Katriina, H., Jussi, T., & Jussi Tuovinen. (2019). *#kyberpuolustus*. <http://www.doria.fi/handle/10024/73990>
- Lassheikki, M., Niemi, J., Nikander, J., Laajalahti, M., Luukkainen, K., Moilanen, P., Mantila, J., Hietala, O., Ilomäki, J., Nuutila, J., Tikkanen, T., Kotilainen, J.-P., & Informaatioteknologian tiedekunta. (2018). *Kyberin taskutieto maataloille*. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/62640>
- Logistiikan Maailma. (ei pvm.). *Lokistiigan Maailma*.
<https://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikkaalukiolaisille/digitaalisuus-logistiikassa/>
- Lukkariniemi, M., & MTK. (2023). *Sianlihatuotanto*. <https://www.mtk.fi/-/sianlihantuotanto-1>
- Lönnqvist, I., & Moilanen, P. (2017). *KYBERIN TASKUTIETO KESKEISIN KYBERMAAILMASTA JOKAISELLE*. Jyväskylän yliopisto 2017
Maanpuolustuskoulutus yhdistys 2017.
- Manninen, O. (2018). *Cybersecurity in Agricultural Communication Networks: Case Dairy Farms* [Opinnäytetyö, Jyväskylän ammattikorkeakoulu].
<http://www.theseus.fi/handle/10024/159476>
- Manning, L. (2016). *What is the Cybersecurity Threat in Agriculture?*
<https://agfundernews.com/what-is-the-cybersecurity-threat-in-agriculture.html>
- Mattila, J., Ali-Yrkkö, J., & Seppälä, T. (2020). *Kyberuhat yleistyvät – Miten Suomen yritykset pärjäävät?* <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Muistio-Brief-93.pdf>
- Mero, T. (2024, helmikuuta 20). *Valion logistiikkajohtaja* [Haastattelu].
- Metteri, J. (2008). *Ajatuksia operaatiotaidon ja taktiikan laadullisesta tutkimuksesta*.
- Mälkiä, N. (2019, tammikuuta 23). *Logistiikka on tarkkaa työtä*. <https://www.k-kauppiasliitto.fi/kehittyva-kauppa/logistiikan-osaajat/>
- Niemelä, J. (2020). *Kyberturollisuuden pitää olla kiinteä osa yrityksen toimintaa*.
<https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/temajutut/digitalisaatio->

robotiikka/kyberturvallisuuden-pitaa-olla-kiinteä-osa-yrityksen-toimintaa/

Nyman, K. (2023, maaliskuuta 14). *Automaattilypsyn tilastoja*.

<https://www.maitojame.fi/artikkelit/automaattilypsyn-tilastoja/>

Näsi, T. (2021, huhtikuuta 29). *Elintarviketeollisuuden tehdassuunnittelun näkymiä*.

<https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/mielipiteet/kolumni/elintarviketeollisuuden-tehdassuunnittelun-nakymia/>

Opetushallitus. (2022). *Maatalouden perustutkinto*.

<https://eperusteet.opintopolku.fi/eperusteet-service/api/dokumentit/9099872>

Pentti, S., & Janne, S. (2023, huhtikuuta 3). *Haastattelu maitotilalla* [Haastattelu].

Penttilä, J. (2024, helmikuuta 27). *Puhelin haastattelu, Valion tuotannon, logistiuunan ja IT vastaava johtaja* [Haastattelu].

Perälä, R., & Pietilä, E. (2009). *NUORTEN MAATILAYRITTÄJIEN*

HYVINVOINTI – SUOMEN MAATALOUDEN ELINVOIMA.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/3354/Opinnaytetyo_Perala_ja_Pietila_1.pdf?sequence=3

Pohjamo, I. (2022, joulukuuta 22). *Valion Alkutuotantojohtaja* [Skype].

Päivittäistavarakauppa ry. (ei pvm.-a). *Foodservice-tukkukauppa*.

<https://www.ptv.fi/kaupan-toiminta/paivittaistavaramarkkinat/foodservice-tukkukauppa/>

Päivittäistavarakauppa ry. (ei pvm.-b). *Päivittäistavaramarkkinat Suomessa*.

<https://www.ptv.fi/kaupan-toiminta/paivittaistavaramarkkinat/>

Raekoski, M. (2014). *Käsiteanalyysi jakeluketjuista elintarviketeollisuudessa*.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81407/Raekoski_Mariko.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rantapelkonen, J., & Koistinen, L. (2016). *POHDINTOJA SOTATIETEELLISISTÄ KÄSITTEISTÄ*.

Rikkonen, S. (2020). *AJONEUVOJEN KYBERUHAT JA NIIDEN TORJUMINEN*

[Diplomityö, Tampereen yliopisto].

- <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/123825/RikkonenSanna.pdf;jsessionid=445B8F191FBD054D7F3A8977A4D82A26?sequence=2>
- Ruokatieto. (2023a). *Yritys- ja tuotehaku*. <https://ruokatieto.fi/tuotehaku/>
- Ruokatieto. (2023b, maaliskuuta 14). *Kriisi punnitsee huoltovarmuuden*.
<https://ruokatieto.fi/artikkelit/ruokaturva/>
- Ruokavirasto. (2023a, syyskuuta 5). *Elintarvikkeiden alkutuotanto*.
<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/>
- Ruokavirasto. (2023b, syyskuuta 5). *Elintarvikkeiden turvallisuudesta ja laadullisten ominaisuuksien säilymisestä on huolehdittava kuljetuksen aikana*.
<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/tuote--ja-toimialakohtaiset-vaatimukset/kuljetus/omavalvonta/>
- Ruokavirasto. (2023c, syyskuuta 5). *Teurastamot*.
<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/tuote--ja-toimialakohtaiset-vaatimukset/teurastustoiminta/teurastamot/>
- Ruokavirasto. (2024, helmikuuta 22). *Elintarvikkeiden takaisinvedot*.
<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/ohjeita-kuluttajille/takaisinvedot/>
- Salmijärvi, O.-A. (2023). *IEC 62443 – Teollisuuden kyberturvallisuus*.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/802270/Salmijarvi_Olli-Aapeli.pdf?sequence=2
- Salminen, A. (2011). *Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*.
- Saunders, M., Philip, L., & Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students*.
- SFS. (2023). *ISO/IEC 27005:2022:fi Tietoturvallisuus, kyberturvallisuus ja tietosuoja. Ohjeita tietoturvariskien hallintaan*.
- Stallings, W. (2019). *Effective cybersecurity A Guide to Using Best Practices and Standards*. Pearson Education.

- Suni, E., Nelimarkka, P., Brandt, J., & Kotikoski, S. (2023). *Kyberturvallisuus elintarviketeollisuudessa – Käsikirja kyberpoikkeamien hallintaan*.
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-830-679-8>
- Suomen siipikarjaliitto. (2023, tammikuuta 1). *Suomen siipikarjaliiton verkkosivut, Kanat ja Broileri*. <https://siipi.net/>
- Suomen Standardisoimisliitto SFS. (2012). *EC/TS 62442-1-1. Teollisuuden tietoliikenneverkot. Verkkojen ja järjestelmien tietoturvallisuus: Terminologia, käsitteet ja mallit*.
- Suutari, E. (2023, heinäkuuta 21). *Hyvinkääläisellä tehtaalla saattoi päästä metallia pastaan jopa kuukauden ajan*. Helsingin Sanomat.
<https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000009734304.html>
- Tervonen, M. (2020, kesäkuuta 11). *Logistiikkaa ja toimitusketjua ohjataan yhteistyöllä*.
<https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/mielipiteet/kolumni/logistiikka-ja-toimitusketjua-ohjataan-yhteistyolla/>
- Tilastokeskus. (2023). *Maanviljelijöiden keski-ikä yhä kasvussa*.
<https://www.stat.fi/julkaisu/clame5l0nbv7r0aw11nf7h94z>
- Traficom. (2020). *Kyberturvallisuus ja yrityksen hallituksen vastuu*.
https://www.kyberturvallisuuskeskus.fi/sites/default/files/media/publication/T_KyberHV_digiAUK_220120.pdf
- USAID. (2023). *Cybersecurity Brief: Agriculture and Food Security*.
<https://www.usaid.gov/digital-development/cybersecurity/agriculture-food-security-brief>
- Valmu, J. (2023, lokakuuta 26). *Haastattelu Jyri Valmu Valmiuspäällikkö elintarviketeollisuus- ja alkutuotantopooli [Haastattelu]*.
- Valtioneuvosto. (2022). *Valtioneuvoston huoltovarmuusselonteko (2022:59)*.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164329/VN_2022_59.pdf
- Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista, nro 1048 (2018).
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181048>

Yli-Kauppila, N. (2022, maaliskuuta 14). *Maatalouden digitalisaatio tulee vaikuttamaan ihmisten toimintaan.*

<https://blogit.utu.fi/elavaa/2022/03/14/maatalouden-digitalisaatio-tulee-vaikuttamaan-ihmisten-toimintaan/>

LIITE 1 MAITOTILOJEN KYSELYN RUNKO

Kysely maitotilayrityksille liittyen kyberturvallisuuteen

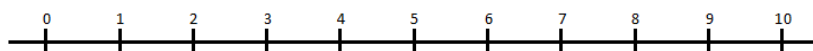
Turvallisuusohjeiden leviäminen ja niihin suhtautuminen osio

Esitelty tiloille jaettu varautumispaketti, sähkökatkoihin, varavoimaan ja laskeumasuojautumiseen liittyen.

Oletko saanut kyseisen varautumispaketin?

Kyllä / Ei

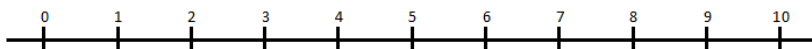
Oletko tutustunut kyseisiin ohjeisiin ja Kuinka hyödyllisenä pidit maitotilojen varautumispakettia



(0 = 0 = en lainkaan hyödyllisenä, 10 = 10 = erittäin hyödyllisenä)

Oletko tutustunut Kyberin taskutieto maataloille oppaaseen ja kuinka hyödyllisenä pidit opasta?

Kyllä / Ei



(0 = 0 = en lainkaan hyödyllisenä, 10 = 10 = erittäin hyödyllisenä)

Kyberturvallisuus tilalla osio

Onko tilallanne robottilypsy?

Kyllä / Ei

Kuinka usein vaihdat tuotantojärjestelmien salasanaat?

- En ole vaihtanut alkuperäisiä salasanoja
- Olen vaihtanut osan alkuperäisistä
- Olen vaihtanut kaikki
- Vaihdan ja päivitän säännöllisesti salasanoja

Toteutatko järjestelmien päivityksen säännöllisesti?

- En koskaan
- Harvoin
- En osaa sanoa
- Usein
- Aina

Oletko tehnyt varmuuskopiot tilan toimintaan liittyvistä kriittisistä tiedoista?

Kyllä / Ei

Oletko tai onko joku muu tilan henkilöistä saanut jonkinlaista koulutusta tietoverkkoihin tai kyberturvallisuuteen?

Kyllä / Ei

Onko yritykselläsi kykyä asentaa tilan tietoverkkoihin liittyvät järjestelmät (serverit, verkossa olevat valvontakamerat, palovaroittimet, automatiikka) itse?

Kyllä / Ei

Kuka tekee asennukset? (Avoin kysymys)

Onko tilan toiminta häiriintynyt verkko-ongelman/järjestelmien päivityksen/ verkko-ohjelmien (virukset ja haittaohjelmat) takia?

Kyllä / Ei

Kuvaile tilannetta/tilanteita ja kuinka asiaan saatiin ratkaisu. (Avoin)

Mistä häiriö on johtunut ja mikä on ollut sen vaikutus? (Avoin)

Tarvitsitko ongelman korjaamiseen ulkopuolista apua? Jos kyllä, niin millaista?(Avoin)

Saatko apua lypsykoneen järjestelmiin?

Kyllä / Ei

Kuvaile, millaista palvelun laatu oli. (Avoin)

Saatko apua työkoneisiin liittyviin järjestelmiin järjestelmän tai koneiden toimittajalta?

- Kyllä
- En
- En käytä

Kuvaile, millaista palvelun laatu oli? (Avoin)

Saatko apua biokaasulaitoksen järjestelmiin?

- Kyllä
- En
- Ei ole biokaasulaitosta

Onko jokin toimija mielestäsi todella hyvin onnistunut järjestelmätoimituksessa? Voit kuvailla palvelun laatua. (Avoin kysymys)

Entä onko jokin toimija mielestäsi epäonnistunut järjestelmätoimituksessa? Voit kuvailla palvelun laatua. (Avoin kysymys)

Koulutustarve, tuki ja suhtautuminen

Koetko tarpeelliseksi, että kyberturvallisuusta pidettäisiin tiloille suunnattua koulutusta?

Kyllä / Ei

Miten koulutus kannattaisi toteuttaa?

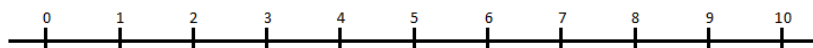
- Verkkoympäristössä
- Seminaarina
- Jollain muulla tavalla, miten

**Miten koulutus kannattaisi toteuttaa - Jollain muulla tavalla, miten
(Avoin kysymys)**

Pitäisikö osuuskunnan tai Valion tarjota kyberturvallisuuteen ja tietoverkkoihin liittyvä help desk tiloille?

Kyllä / Ei

Kuinka merkittävänä pidät digitalisaatio tulevaisuudessa tilan toiminnan kannalta?

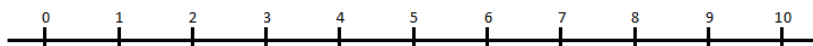


(0 = 0 = en pidä merkittävänä 5 = en osaa sanoa, 10 = 10 = pidän merkittävänä)

Mitkä seuraavista uhista ovat suurin riski Suomen maitoalan huoltovarmuudelle ja oman maitotilasi jatkuvuudelle? Valitse enintään kaksi.

- sähkökatkot
- verkkojärjestelmän toiminnan häiriöt
- kyberhyökkäys
- ulkopuolisen aiheuttama tahallinen haitta (esim. eläinaktivistit)
- ilmaston/luonnon aiheuttama uhka (myrsky, tulva)
- tarttuvat eläintaudit (esimerkiksi salmonella, pälvisilsa, M. bovis ym.)

Kuinka merkittävänä asiana pidät kyberuhkia tilasi toiminnan jatkuvuuden kannalta?



(0 = 0 = en pidä merkittävänä 10 = 10 = pidän merkittävänä)

LIITE 2 TEEMAHAASTATTELUIJEN RUNKO

1 Yrityksen/elintarvikeketjun kyberturvallisuuden nykytila: nykyinen kyberturvallisuuden taso, vahvuudet, heikkoudet ja mahdolliset parannusalueet.

2 Uhkien tunnistaminen ja hallinta: kyky tunnistaa kyberturvallisuus uhkia ja henkilöstö, kumppanit ja yleinen osaaminen

3 Kyberturvallisuuden koulutus ja tietoisuus: kyberturvallisuuskoulutuksen ja -tietoisuuden tila.

4 Tietoturvastrategia ja -politiikka: riskienhallinta,

5 Elintarvikeketju ja organisaation rooli: kriittiset tuotteet, niihin vaikuttamisen mahdollisuus ja odottamattoman häiriön seuraus.

6 Vaikutuksien arviointi vain osa haastateltavista, pohjana kriittisten kohteiden luokittelu -työkalu

Järjestelmän tai sen osan merkittävyys

Häiriönsieto aika, ja vaikutukset ylittyessä

Vaikuttavuuden arviointi numeerisena esitettyssä taulukossa

Tarkentavat ja lisä kysymykset HVK:n ja ETL henkilöstölle.

7 HVK:n ja ETL tuki elintarvikehuollon yrityksille.

HVK:n kyky antaa tukea

Poolien toiminta

8 HVK:n kyberkypsyyselvityksen liittyvät tarkennukset

LIITE 3 HVK:N RAPORTIN KYBERKYPYSYDEN TASOT

Kypsyystaso	Kuvaus / yleisvaatimukset tasolle
1	Toiminta reaktiivista, prosesseja ei kuvattu tai ne ovat vakiintumattomia.
2	Prosessit ovat suunniteltuja, valvottuja ja ne toteutuvat sovittujen menettelytapojen mukaisesti. Dokumentaatio ei ole kattavaa, eikä prosessien taustalla ole johtamisjärjestelmää.
3	Johtamisjärjestelmä määritelty ja käytössä, prosessit perustuvat organisaation yhteisiin standardeihin ja linjauksiin. Ei jatkuvaa arviointia/auditointia, dokumentaation päivittäminen on puutteellista.
4	Johtamisjärjestelmä toteuttaa jatkuvan parantamisen mallia, prosessien laadulle ja suorituskyvyille on asetettu vaatimukset, joita seurataan. Toiminta on systemaattista.
5	Jatkuvan parantamisen malli, jota tuetaan teknologisilla kyvykkyyksillä ja niiden kehittämisellä (mm. automatisointi, modernit ratkaisut). Prosessit kattavat koko organisaation ja linkittyvät organisaation strategiseen tasoon.

Kypsyystasoista voidaan yleisesti mainita, että hyvä perustason kyvykkyys vaatii tason 3 kypsyyden. Tällöin voidaan sanoa alueen riskien olevan hallinnassa. Kypsyysarvion perusteella on kuitenkin vaarallista tehdä johtopäätöksiä kyberturvallisuuden kyvykkyydestä suojata organisaatiota. Arvioinnin pohjalta voidaan tehdä arvio miten kyvykkyysaluetta hallitaan, mutta todellisen kyvykkyyden toteamiseksi on syytä käyttää myös muita testauskeinoja. Näihin kuuluvat esimerkiksi erilaiset tietoturvan valmiusharjoitukset, erilaiset tietoturvatestaukset sekä erilaisia hyökkäyssimulaatioita (esim. ns. red teaming -harjoitukset).

LIITE 4 ALKUTUOTANNONKRIITTISTEN TUOTANTOTEKIJÖIDEN LUOKITTELU TAULUKKO

B. Tuotoksen kriittisyyttä arviointi (odottamattoman häiriön vaikutusten analyysi)										Tuotoksen toimittamisen keskeytymisen vaikutus toiminnalle (asteikolla 0-4)				
Tuotoksen nimi palvelu, tehtävä tai tuote	Tuotoksen kuvaus Tuotteen omistaja, toimittamisen vähimmäistaso, yms.	Häiriön stotokyyki Kunkin pitkä häiriö (RTO) Missä ajassa tuotosta tulee voida jälleen toimittaa?	Häiriön korjausaika (RTO) Missä ajassa aika, jonka suhteen vaikutukset omalle organisaatiolle?	Arvioinnissa käytetty aikakalikkuna	Vaikutusanalyysin kuvaus Mitkä ovat odottamattoman häiriön vaikutukset omalle organisaatiolle?	Vaikutustekijä Painokerroin	Terveysten tai hengen vaara	Turvallisuus	Talous	Palvelun tuottaminen	Ympäristö	Kokonaisvaikutus		
Lypsykarjan pito	Ruokinta ja vesi, eläinsuojat	12 h	12 h	24 h	Ruokinta häiriintyy, merkittävä lisätyö toimijalle. Tuotanto häiriöt.	3	1	1	3	1	2,1			
Lypsy	Lypsyrobotit tai automaattilypsy	12 h	24 h	24 h	Eläimen kärsiminen, tuotannon vähäminen tai lakkaaminen	3	2	2	4	1	2,9			
Maidon varastointi tilalla	Maitosäiliö	24 h	24 h	24 h	Tuotannon menetykset	0	0	4	4	2	2,0			
Lihakarjan pito	Naura karjan kasvatus	24 h	12 h	24 h	Ruokinta häiriintyy, merkittävä lisätyö toimijalle. Tuotanto häiriöt.	2	1	3	3	1	2,2			
Porsaiden kasvatus		8 h	12 h	24 h	Eläimen kärsiminen, tuotannon vähäminen tai lakkaaminen	4	1	2	2	2	2,6			
Broileri untuvikko		5 h	4 h	12 h	Eläimen kärsiminen tai kuolema, tuotannon vähäminen tai lakkaaminen	4	1	2	2	2	2,6			
Kasvihuone vihannes ja juures kasvatus	Kasvihuoneet	24 h	24 h	5 vrk	Tuotannon menetykset	0	1	2	4	0	1,7			
Eläin ja kasvituotannon rekisterit palvelut	Eläin ja kasvituotannon Pilvipalvelut, ohjeet, ruokinta ja siitossuunnitelma	1 viikko	5 vrk	5 vrk	Vaihe määrittely, viija ei kriittinen. Vihannekset kyllä	0	0	4	4	1	1,9			
Lihaska pito		viikko	5 vrk	2 vk	Toiminta tiloilla vaikeutuu	1	1	3	1	0	1,1			
Lihabroileri		12 h	12 h	24 h	Eläimen kärsiminen, tuotannon vähäminen tai lakkaaminen	3	1	3	3	2	2,7			
Kanannuna tuotanto		12 h	12 h	24 h	Eläimen kärsiminen tai kuolema, tuotannon vähäminen tai lakkaaminen	3	3	3	3	2	2,9			
Viija tuotanto		viikkoja	1 kk	3 kk	Eläimen kärsiminen tai kuolema, tuotannon vähäminen tai lakkaaminen vaikeaa määrittelyä, viija ei kriittinen. Vihannekset kyllä	3	3	2	3	1	2,7			
						0	0	3	2	0	1,0			