

Ruoan jäljitettävyyden hyödyt, haasteet ja kehityskohteet

**The benefits, barriers and developments in food
traceability**

Kandidaatintyö

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Antti Mönkkönen	
Työn nimi: Ruoan jäljitettävyyden hyödyt, haasteet ja kehityskohteet	
Vuosi: 2020	Paikka: Lappeenranta
Kandidaatintyö. LUT-yliopisto, Tuotantotalous. 30 sivua, 4 kuvaa ja 0 liitettä Tarkastaja(t): Petra Pekkanen	
Hakusanat: Jäljitettävyys, takaisinkutsu, ruokaturvallisuus	
Keywords: Traceability, recall, food safety	
<p>Ihmiset ovat entistä valveutuneempia ruoan eettisyyden, turvallisuuden sekä laadun suhteen. Kehittyneen teknologian ansiosta nykyisin on mahdollista hyödyntää sähköisiä jäljitettävyysjärjestelmiä ruoan toimitusketjuissa. Tutkielman tavoitteina on toteuttaa kirjallisuuskatsaus ruoan jäljitettävyydestä sekä pohtia ruoan jäljitettävyyden hyötyjä, haasteita sekä kehityskohteita.</p> <p>Ruoan jäljitettävyyden implementoinnilla saavutetaan laadukkaampaa ja turvallisempaa ruokaa sekä tehokkaampia toimitusketjuja. Sillä on kuitenkin merkittävät kustannukset. Jäljitettävyydellä on tiettyjä haasteita kustannusten lisäksi. Toimiala kaipaa lisää lakeja ja standardeja toimintatapoihin sekä käytettäviin teknologioihin. Tietoisuuden puute vaikuttaa jäljitettävyyteen kohdistuviin asenteisiin sekä toimitusketjun osapuolten väliseen yhteistyöhön.</p> <p>Jäljitettävyyttä voidaan kehittää hyödyntämällä esimerkiksi RFID-teknologiaa. Sillä saadaan nopeutettua ja automatisoitua tuotteiden tunnistamista sekä mahdollistettua tuotteiden ominaisuuksien monitorointi parantaen tuotteiden laatua, turvallisuutta ja jäljitettävyyttä. RFID-teknologia on kuitenkin vielä suhteellisen kallista ja kaipaa standardointia.</p>	

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	4
1.1	Työn tavoitteet ja rajaukset	6
1.2	Työn rakenne	6
2	RUOAN TOIMITUSKETJU JA ELINTARVIKETEOLLISUUS.....	7
3	SYYT RUOAN JÄLJITETTÄVYYDEN IMPLEMENTOINNILLE.....	10
3.1	Lainsäädännölliset syyt ruoan jäljittävyydelle.....	11
3.2	Turvallisuus- ja laadulliset syyt ruoan jäljitettävyydelle	11
3.3	Sosiaaliset syyt ruoan jäljitettävyydelle.....	11
3.4	Ekonomiset syyt ruoan jäljitettävyydelle.....	12
3.5	Teknologiset syyt ruoan jäljitettävyydelle	12
4	RUOAN JÄLJITETTÄVYYDESTÄ SAATAVAT HYÖDYT.....	14
4.1	Ruoan jäljitettävyydestä saatava asiakastyytyväisyyden kasvu.....	14
4.2	Ruoan jäljitettävyydestä saatava ruokakriisien hallinnan parantuminen	14
4.3	Ruoan jäljitettävyydestä saatava toimitusketjun hallinnan kehittyminen.....	15
4.4	Ruoan jäljitettävyydestä saatava osaamisen kehittyminen yrityksissä	15
4.5	Ruoan jäljitettävyydestä saatava teknologinen ja tieteellinen panostus.....	16
4.6	Ruoan jäljitettävyydestä saatava panostus maatalouden kestävyteen.....	17
5	RUOAN JÄLJITETTÄVYYDESSÄ ILMENEVÄT HAASTEET.....	19
5.1	Resurssien rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle.....	19
5.2	Informaation rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle	19
5.3	Standardien rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle.....	20
5.4	Kapasiteetin rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle	21
5.5	Tietoisuuden rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle	21
6	RUOAN JÄLJITETTÄVYYDEN KEHITTÄMINEN.....	23

6.1	Tuotteen tunnistaminen.....	23
6.2	Jäljitettävä tieto	25
6.3	Tuotteen reititys	26
6.3.1	Pienviljelytuotteiden jäljitettävyys.....	27
6.3.2	Naudanlihan jäljitettävyys.....	28
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	29
	LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Ihmiset ovat entistä valveutuneempia ruoan eettisyyden, turvallisuuden sekä laadun suhteen. Viime aikoina tapahtuneet ruokakriisit sekä vakavien tautien, kuten Covid-19, leviäminen ovat herättäneet kysymyksiä ruoantuotannon vastuullisuudesta ja laaduntarkkailusta. Kehittyneen teknologian sekä tehtyjen tutkimusten avulla voidaan nykyisin kehittää sähköisiä jäljitettävyyssjärjestelmiä, jotka mahdollistavat koko toimitusketjun tehokkaan kaksisuuntaisen jäljittämisen parantaen muun muassa ruoan laatua ja ruoan takaisinkutsujen hallintaa. Ruoan jäljittäminen on määrätty Euroopan Union lainsäädännössä tietylle tasolle, mutta toimiala kaipaa lisää standardeja ja kehitystyötä.

Suomalainen ruoka on kansainvälisessä vertailussa erittäin turvallista. Ruoan mikrobiologiset, fysikaaliset ja kemialliset riskit ovat siis pienet. Tuoteturvallisuuden korkea taso johtuu siitä, että Suomessa on tiukka elintarvikelainsäädäntö. Lisäksi koko ruokaketju on panostanut ruoan turvallisuuteen jo pitkään, joten ruoan turvallisuudesta puhuttaessa tulee tarkastella sekä elintarvikelainsäädännön vaatimuksia että ruokaketjun omaehtoisia toimenpiteitä. Elintarvikkeiden turvallisuus perustuu toimijoiden hyvään ammattitaitoon, luotettavuuteen ja riskienhallintaan. Tärkeänä osana on myös koko toiminnan läpinäkyvyys sekä avoin viestintä ruokaketjun kaikkien osapuolten välillä, mukaan lukien kuluttajat. Viranomaistoiminnot vain varmentavat tätä järjestelmää. Koko ruokaketjun (Kuva 1) yhteistyö johtaa ruoan turvallisuuteen, joten on varmistettava, ettei ”heikkoa lenkkiä” ole. Ruoan turvallisuudesta huolehtiminen aloitetaan jo rehuteollisuudessa ja maataloilla, joissa sitä valvotaan erilaisilla lainsäädännöllisillä ja vapaaehtoisilla toimilla. (Ruokatieto 2020)

Ruokaketjun turvallisuutta varmistavia hyviä käytäntöjä Suomessa ovat esimerkiksi omavalvonta, pakkausmerkinnät, jäljitettävyyssasiakirjat, tuontirehujen ja -elintarvikkeiden GMO-valvonta, kansallinen salmonellavalvontaohjelma, jäljitettävyyssvaatimukset (esimerkiksi nautojen korvamerkkit), hygieniapassi, lisäaineiden käytön dokumentointi sekä lihantarkastus teurastamoissa. Suomalainen ruokaketju saa paljon lisäarvoa näistä hyvistä toimintatavoista. Ne parantavat ruoan jäljitettävyyttä ja vähentävät salmonellan esiintyvyyttä. Eläimille syötettävät rehut ovat puhtaampia, lääkejäämiä ja tauteja on vähemmän eikä hormoneja käytetä. (Kotro et al. 2011)

Salmonella-bakteereista koituu haittaa ympäri maailmaa, mutta Suomessa todettiin vuonna 2010 vähän alle 2500 tapausta ja tapausten määrä on laskenut tasaisesti joka vuosi. Vuonna 2019 todettiin 1182 tartuntaa. (THL 2020) Suomalaisessa ruokaketjussa on päästy salmonellasta melkein kokonaan eroon, sillä koko lihaketju rehuketjusta lähtien tekee töitä sen ehkäisemiseksi kansallisen salmonellanvalvontaohjelman ohjeistuksella. Tähän ohjelmaan sisältyvät naudat, siat sekä siipikarja ja niistä saatavat munat. Ohjelmassa on tavoitteena, että salmonellaa esiintyy vain alle yhdessä prosentissa tuotantoeläimistä ja niistä saatavista elintarvikkeista. Ohjelmaan sisältyy kaikki tuotantoketjun rehutuoannosta lihavalmisteiden jalostamiseen saakka. (Ruokavirasto 2020)

Alkutuotannossa tuoteturvallisuutta edistetään kansallisella eläinten terveydenhuoltotyöllä, jota kutsutaan ETU-työksi. Se on tärkeä osa kansallista laatustrategiaa (Kotro et al. 2011). ETU-työtä hoitavat Ruokavirasto sekä Eläintautien torjuntayhdistys ETT yhteistyönä (Ruokavirasto 2018). ETT ohjeistaa myös sellaisten tautien vastustamista, jota ei lainsäädännössä vaadita. Monet tartuntaeläintaudit eivät esiinny Suomessa ja ETT:n ohjeistusta noudattamalla voidaan tautitilanne pitää hallinnassa. (Kotro et al. 2011)

Suomalaisen ruokaketjun ja elintarviketeollisuuden positiivisena asiana nähdään hygieniapassi (Kotro et al. 2011). Jokaiselta elintarviketeollisuuden ja kaupan työntekijältä, joka on käsittelemässä pakkaamattomia elintarvikkeita, vaaditaan riittävää hygieniosaamista. Sen voi todistaa hygieniosaamistodistuksella eli hygieniapassilla. Elintarvikkeisiin käytettävät lisäaineet ovat valvonnan alla ja niiden käyttö dokumentoidaan. Ruokavirasto valvoo lisäaineiden puhtautta, käyttöä ja määriä elintarvikkeissa. Elintarvikkeessa käytetyt lisäaineet tulee ilmetä kuluttajapakkauksen tuoteselosteessa. (Ruokavirasto 2020)

Kuluttaja saa tärkeää tietoa tuotteen ominaisuuksista tuotepakkauksesta. Lain mukaan pakkauksissa tulee ilmetä tuotteen ravitsemukselliset ominaisuudet, säilytystapa ja säilyvyys. Pakkausmerkinnät eivät saa johtaa kuluttajaa harhaan esimerkiksi alkuperän, valmistus- tai tuotantomenetelmän suhteen. (Ruokavirasto 2019)

1.1 Työn tavoitteet ja rajaukset

Tämä kandidaatintutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena ruoan jäljitettävyydestä toimitusketjussa. Työssä käsitellään ruoan jäljitettävyyttä ja sen kehittämistä kirjallisuudesta löydettyjen luokittelujen sekä viitekehysten avulla. Tämä tutkielma vastaa seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Millaisia hyötyjä ruoan jäljitettävyydestä saadaan eri sidosryhmille?
- Mitä haasteita ruoan jäljitettävyyden implementoinnissa on?
- Kuinka ruoan jäljitettävyyttä voidaan kehittää hyödyntämällä erilaisia teknologioita?

Tämä tutkielma on rajattu käsittelemään ruoan jäljitettävyyttä pääosin Suomessa ja muualla Euroopassa. Tutkielmassa viitatus lait koskevat vain Euroopan Unionin tai Suomen sisäisiä lakeja. Tutkielma keskittyy varsinkin viivakoodien ja radiotaajuuden etätunnistuksen (RFID) sekä sen sovellusten hyödyntämiseen ruoan toimitusketjun jäljittämisen kehityksessä. Tutkielman rajojen puitteissa tarkempi varastoinnin ja kuljetusten hallinnan sekä vähittäismyyjien analysointi jää vähemmälle. Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena ja sen lähteet ovat saatavilla olleita internetlähteitä sekä alan artikkeleita.

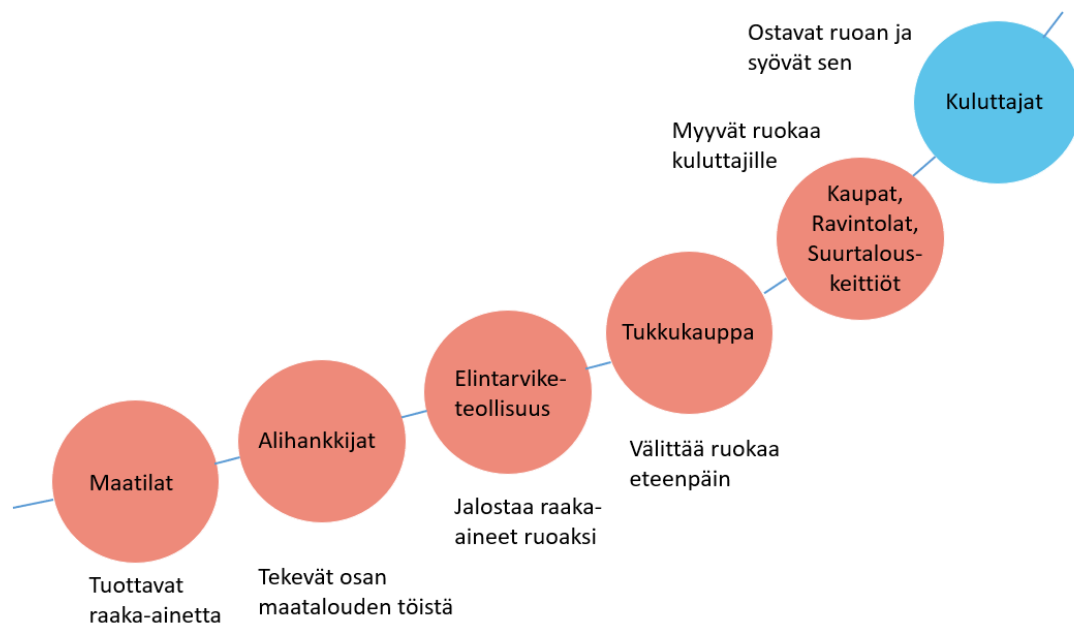
1.2 Työn rakenne

Johdannon jälkeen tutkielma jatkuu ruoan toimitusketjun sekä elintarviketeollisuuden esittelyllä. Kappaleessa kolme esitellään syitä ja motiiveja ruoan jäljittämiseksi, jota seuraa kappale jäljittämiseksi saatavista hyödyistä eri sidosryhmille. Viidennessä kappaleessa esitellään haasteita, joita ruoan jäljitettävyydessä ilmenee, ja sitä seuraava kappale käsittelee jäljitettävyyden kehittämistä. Tutkielman viimeisessä kappaleessa esitellään johtopäätökset.

2 RUOAN TOIMITUSKETJU JA ELINTARVIKETEOLLISUUS

Toimitusketju on linkitetty ketju resursseja sekä prosesseja, joka alkaa raaka-aineiden keräämisestä ja jatkuu lopputuotteen toimittamiseen loppuasiakkaalle (ERPglossary 2020). Ayers (2000) määrittelee toimitusketjun prosessina, joka sisältää fyysisiä tuotteita sekä informaatio- ja rahavirtoja, joiden tehtävänä on tyydyttää loppukäyttäjän vaatimukset hyödyntäen eri toimittajien tavaroita ja palveluja. Ensimmäinen määritelmä kiteyttää perinteisen toimitusketjun, jossa otetaan raaka-aine, jalostetaan sitä ja valmis tuote toimitetaan loppuasiakkaalle. Toisessa määritelmässä otetaan tavaravirran lisäksi huomioon informaatio- ja rahavirrat sekä useampi toimittaja.

Tehokkaasti toimiva toimitusketju edellyttää koordinoitua toimitusketjun johtamista (SCM). Toimitusketjun johtaminen sisältää kaiken toiminnan suunnittelun ja hallinnan liittyen hankintaan, tuotteen jalostamiseen sekä logistiikan hallintaan. Lisäksi tärkeänä osana se sisältää koordinaatiota ja yhteistyötä toimitusketjun jäsenien kanssa, jotka voivat olla toimittajia, välittäjiä, kolmannen osapuolen palvelutuottajia tai asiakkaita. Toimitusketjun johtaminen integroi tarjonnan ja kysynnän hallinnan yrityksissä ja niiden välillä. Toimitusketjun johtamisen päätavoitteena on yhdistää tärkeimmät liiketoiminnat ja prosessit yrityksissä ja niiden välillä yhdeksi kokonaiseksi ja tehokkaaksi liiketoimintamalliksi. Siihen sisältyy kaikki edellä mainittu logistiikan hallinnointi sekä valmistuksen operaatiot. Lisäksi se koordinoi markkinoinnin, myynnin, tuotesuunnittelun, rahoituksen ja tietotekniikan prosesseja. (CSCMP 2020)



Kuva 1 Kuvaus ruokaketjusta mukailien Ruokatieto (2020)

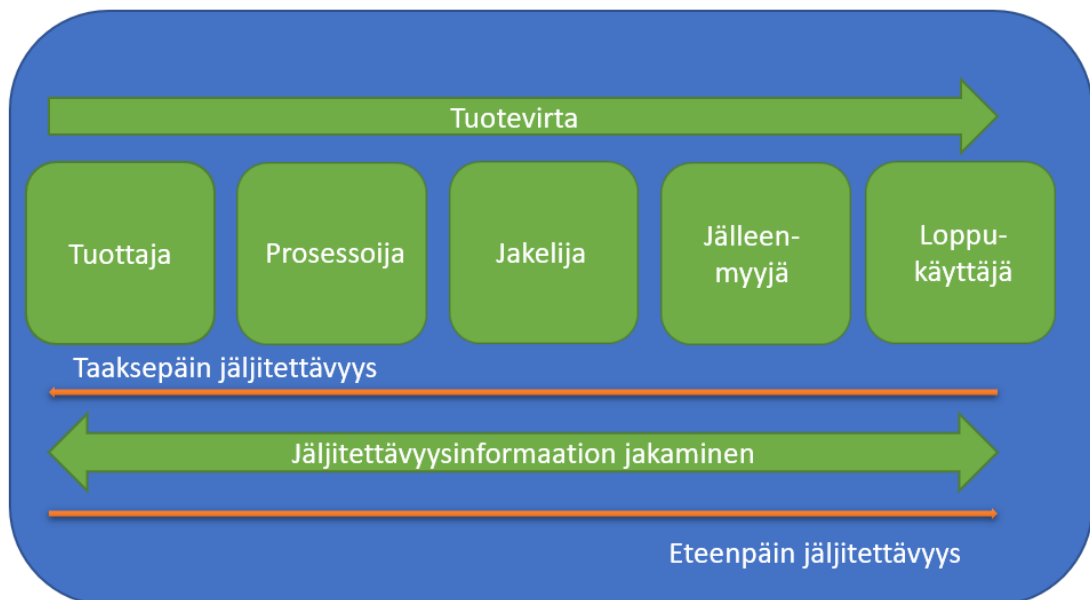
Suurimman osan maataloustuotannosta kattaa esimerkiksi Suomessa sopimustuotanto. Tehtaat tekevät viljelijöiden kanssa sopimuksia tiettyjen kasvien ja eläinten kasvattamisesta varmistaakseen raaka-aineiden saannin. Sopimukseen sisällytetään laatuvaatimuksia ja korkeammasta laadusta maksetaan enemmän. Tehtaat voivat hankkia raaka-aineitaan myös keskusliikkeiltä, jotka ovat ostaneet ne viljelijöiltä. Elintarvike-tehtaat käyttävät kotimaisten raaka-aineiden lisäksi myös ulkomailta tuotuja. (Ruokatieto 2020)

Valmistettavien tuotteiden laatu riippuu suuresti käytettyjen raaka-aineiden laadusta, joten raaka-aineiden laadunvalvonta on tärkeää. Ruokien valmistus on viranomaisvalvonnan alla. Varmistaakseen tehtaiden valmistustilojen ja tuotteiden hygieenistä laatua sekä valmistus- ja lisäaineiden käyttöä Suomessa kuntien elintarvike- ja terveystarkastajat suorittavat tarkistuskäyntejä tehtailla. Valmisruoille tehdään tehtaissa viimeisen käyttöpäivän määrittäviä säilyvyyskokeita. Säilyvyyskokeen tulokset pitävät paikkansa, mikäli ruoka säilötään kuljetuksissa ja myynnin aikana asianmukaisesti. (Ruokatieto 2020)

Tuotteiden valmistuksen jälkeen ne jäädytetään pakattuina tai pakkaamattomina. Jotkut tuotteet, kuten leivät, kuljetetaan kauppoihin lämpiminä. Valmistuotteiden varastointiaika ei ole pitkä, vaan ne kuljetetaan mahdollisimman nopeasti jakelukeskuksiin, joista ne kuljetetaan vähittäiskauppoihin kuluttajien saataville. Tuotteet voidaan myös kuljettaa suoraan tehtaalta vähittäismyymälään. (Ruokatieto 2020)

3 SYYT RUOAN JÄLJITETTÄVYYDEN IMPLEMENTOINNILLE

Salampasis et al. (2012) määrittelevät ruoan jäljitettävyyden kyvyksi jäljittää ja seurata ruokaa, rehua, ruokaa tuottavaa eläintä tai substanssia, joka on tarkoitus sisällyttää ruokaan tai rehuun, läpi koko toimitusketjun, mukaan lukien tuottaminen, jalostaminen sekä jakelu. Bosona & Gebresenbet (2013) määrittelevät ruoan jäljitettävyyden osaksi logistiikan hallintaa, joka kerää, varastoi sekä lähettää pätevää informaatiota ruoasta, rehusta tai ruokaa tuottavasta eläimestä toimitusketjun kaikissa vaiheissa niin, että tuotteen turvallisuus ja laatu voidaan tarkistaa ja että tuotetta voidaan jäljittää toimitusketjussa molempiin suuntiin. Alla oleva kuva (Kuva 2) selkeyttää jäljittämistä.



Kuva 2 Jäljitettävyys molempiin suuntiin mukailien Bosona & Gebresenbet (2013)

Bosona & Gebresenbet (2013) jakavat ruoan jäljittämisen motiivit viiteen kategoriaan, joita ovat lainsäädännölliset syyt, turvallisuus- ja laadulliset syyt, sosiaaliset syyt, ekonomiset syyt ja teknologiset syyt.

3.1 Lainsäädännölliset syyt ruoan jäljitettävyydelle

Uudet lainsäädännöt, joiden tavoitteena on varmistaa tuotteiden turvallisuutta, laatua sekä selkeyttää omistuskiistoja, voidaan nähdä tärkeinä motivaattoreina kehittää ruoan jäljitettävyyttä. Monet ruokayritykset kehittävät omien toimitusketjujensa jäljitettävyyttä vain täyttääkseen nämä lainsäädännölliset vaatimukset. (Bosona & Gebresenbet 2013) Vuonna 2002 Euroopan parlamentti ja neuvosto ottivat käyttöön asetuksen (EY) N:o 178/2002 koskien elintarvikelainsäädännön yleisiä periaatteita ja vaatimuksia. Tätä sanotaan yleiseksi elintarvikelainsäädännön asetukseksi (General Food Law Regulation). (EUR-Lex 2020) Yleisen elintarvikelainsäädännön mukaan pakollista dokumentoitavaa tietoa ovat toimituserän numero, tuotetunnistinumero, tuotteen kuvaus, tavarantoimittajan tunnistetiedot, määrä, mittaussyksikkö ja ostajan tunnistetiedot (Bosona & Gebresenbet 2013).

3.2 Turvallisuus- ja laadulliset syyt ruoan jäljitettävyydelle

Ruoan jäljitettävyydestä on tullut tärkeä asia lähihistoriassa tapahtuneiden ruokakriisien vuoksi. Näitä ruokakriisejä ovat esimerkiksi suu- ja sorkkatauti, BSE eli hullun lehmän tauti, dioksiinikriisi, lintuinfluenssa, Kiinan maitojauheskandaali ja muut tapaturmat koskien ruoan turvallisuutta. Ruoan turvallisuuteen ja laatuun liittyvät kriisit johtavat taloudellisiin kriiseihin kansallisella ja kansainvälisellä tasolla. (Bosona & Gebresenbet 2013) Vuonna 2002 EU kielsi Kiinasta tulevien akvaattisten tuotteiden maahantuonnin. Tämä perusteltiin sillä, että Kiinasta tulleissa akvaattisissa tuotteissa oli EU-standardit ylittäviä määriä eläinlääkkeitä, tuholaistorjunta-aineita ja raskasmetalleja. (Bosona & Gebresenbet 2013; Liu et al. 2012) Tällaisilla kielloilla voi olla suuria vaikutuksia koko maan vientimääriin.

3.3 Sosiaaliset syyt ruoan jäljitettävyydelle

Yhä useampi kuluttaja on kiinnostunut ostamansa ruoan alkuperästä, jolloin jäljitettävissä oleva ruokaketju nähdään positiivisena asiana ja voi edesauttaa ostopäätöstä. Lisäksi kuluttajat ovat entistä valveutuneempia ruoan eettisyyden, eläinten kohtelun sekä ruoan ekologisuuden suhteen. Internetin ja etenkin sosiaalisen median suosion kasvu on lisännyt tiedon saatavuutta sekä keskustelua kuluttajien ja ruokayritysten välillä. Yritysten saama palaute, niin positiivinen

kuin negatiivinen, on nykyään nopeaa. Palautteeseen on myös reagoitava nopeammin. Ilman asianmukaista ja nopeaa reagointia sosiaalisessa mediassa tapahtuvaan keskusteluun voivat pienetkin asiat saada kohtuuttoman suuret mittasuhteet. (Kuluttajaliitto 2020)

Parantunut ruokakriisien hallinta antaa niitä hoitaville tahoille paremmat mahdollisuudet kasvattaa kapasiteettiaan turvata ruoan turvallisuutta, mikä puolestaan vahvistaa maan sosiaalista ja poliittista vakautta. Yritysten ei tulisi vain noudattaa lainsäädännöllisiä minimivaatimuksia liittyen ruoan jäljitettävyyteen, vaan niiden tulisi antaa kuluttajille heidän tarvitsemaansa tietoa ruoan ominaisuuksista, alkuperämaasta, eläinten hyvinvoinnista ja geenitekniikkaan liittyvistä ongelmista. (Bosona & Gebresenbet 2013)

3.4 Ekonomiset syyt ruoan jäljitettävyydelle

Ruoan jäljitettävyyssjärjestelmän rakentaminen koko toimitusketjulle vaatii yritykseltä paljon pääomaa ja resursseja. Se vaatii myös merkittävät alkuinvestoinnit, joten jäljitettävyyssjärjestelmästä saatava ekonominen hyöty ei ole kovin merkittävä motivaattori. Asianmukaisilla jäljitettävyystiedoilla voidaan kuitenkin helpottaa markkinoille pääsyä, pitää korkeampia hintoja sekä parantaa mahdollisuuksia saada valtiolta rahoitusta. (Bosona & Gebresenbet 2013) Jäljitettävyyssjärjestelmän implementoiminen on kallista eivätkä kaikki yritykset hyödy siitä tasa-arvoisesti. Keskikokoisten yritysten nähdään kykenevän optimoimaan kustannukset, kun taas pienten yritysten kulut voivat olla suhteessa suuremmat. Suuret yritykset voivat kokea mittakaavasta aiheutuvaa haittaa (diseconomies of scale), jossa tuotantomäärien kasvaessa yksikköhinta nousee. (Kher et al. 2010) Eläinten hyvinvoinnista huolehtiminen ja sen todistaminen jäljitettävyystiedoilla antaa eläimille lisäarvoa. Jäljitettävyystodistukset myös helpottavat eläinten omistussuhteiden todistamista, mikä vaikeuttaa niiden varastamista.

3.5 Teknologiset syyt ruoan jäljitettävyydelle

Kokonaisen toimitusketjun kattava jäljitettävyyssjärjestelmä vaatii monimutkaisia laitteita, mikä ei herätä ruokayritysten kiinnostusta. Tämä johtuu järjestelmän monimutkaisuudesta sekä suurista kustannuksista. Uudet ja halvemmat teknologiat motivoivat yrityksiä kehittämään koko

toimitusketjun kattavia jäljitettävyyjärjestelmiä, jotka yhdistelevät informaatiota toimitusketjun kaikista osista. Etenkin nanoteknologian myötä jäljitettävyyjärjestelmät on saatu halvemmiksi ja tehokkaammiksi. Tämän odotetaan motivoivan yrityksiä implementoimaan ja kehittämään näitä järjestelmiä. (Bosona & Gebresenbet 2013)

4 RUOAN JÄLJITETTÄVYYDESTÄ SAATAVAT HYÖDYT

Ruoan jäljitettävyyssjärjestelmän implementoimisesta koko toimitusketjuun saatava hyöty on suurempi kuin siitä koituvat kustannukset (Kher et al. 2010). Bosona & Gebresenbet (2013) jakavat ruoan jäljitettävyydestä saatavat hyödyt kuuteen kategoriaan: asiakastyytyväisyyden kasvu, ruokakriisien hallinnan parantuminen, ruoan toimitusketjun hallinnan kehittyminen, osaamisen kehittyminen yrityksissä, teknologinen ja tieteellinen panostus sekä panostus maatalouden kestävyYTEEN.

4.1 Ruoan jäljitettävyydestä saatava asiakastyytyväisyyden kasvu

Kuluttajien luottamus ruokaan on kasvanut jäljitettävyyden lisääntymisen jälkeen. Saatavilla oleva tieto ruoan alkuperästä helpottaa kuluttajia tekemään ostopäätöksiä. Jäljitettävyyssjärjestelmien avulla tätä tietoa voidaan analysoida ja antaa kuluttajille sekä muille sidosryhmille. Maailmanlaajuista mediahuomiota saavat ruokakriisit ja onnettomuudet heikentävät kuluttajien luottamusta ruokaan. Luottamuksen parantamiseen jäljitettävyyssjärjestelmät ovat hyviä työkaluja. (Bosona & Gebresenbet 2013)

4.2 Ruoan jäljitettävyydestä saatava ruokakriisien hallinnan parantuminen

Jäljitettävyyss ruoan toimitusketjussa auttaa minimoimaan vaarallisten tai huonolaatuisten tuotteiden valmistuksen sekä jakelun. Ruoan takaisinkutsuilla voidaan rajoittaa syntyvää vahinkoa. Kun tiedot on dokumentoitu asianmukaisesti, voidaan onnettomuuden jälkeen selvittää syy sekä mahdolliset syylliset. Lisäksi voidaan tunnistaa geenimuunneltujen organismien määrä tuotteissa. Jäljitettävyyss auttaa myös todistamaan ruoan tai sen tuotannon ominaisuuksia, joita ei pysty tuotetta nauttimalla havaitsemaan. Näitä ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi rikastetun appelsiinimehun kalsiumpitoisuus, tuotteen/toimintatavan ympäristöystävällisyys tai reilu kauppa. (Bosona & Gebresenbet 2013)

Kaikkien ruoan jäljitettävyyssjärjestelmien tärkeä tehtävä on varmistaa ruoan turvallisuutta ja laatua (Thakur et al. 2011). Bosona & Gebresenbet (2013) ja Resende-Filho & Hurley (2012) Näkevät jäljitettävyyssjärjestelmän tärkeänä tavoitteena vähentää ruokakriisin, ja samalla

ekonomisen kriisin, tapahtumisen todennäköisyyttä. Se ei kuitenkaan poista sitä todennäköisyyttä kokonaan ja ruokakriisin sattuessa jäljitettävyyjärjestelmä on hyvä työkalu ruokakriisin hallintaan, sillä sen tarjoama dokumentoitu tieto toimitusketjun eri vaiheista on erittäin tärkeää ruokakriisin hallinnassa (Schwägele 2005).

4.3 Ruoan jäljitettävyydestä saatava toimitusketjun hallinnan kehittyminen

Jäljitettävyyjärjestelmän yksi suurimmista eduista on ruoan toimitusketjun hallinnan kehittyminen. Se parantaa toimitusketjun hallinnan tehokkuutta vähentämällä logistiikkakustannuksia, mikä saavutetaan raaka-aineesta lopputuotteeseen muodostuvalla informaatioketjulla. Jäljitettävyyjärjestelmä mahdollistaa vaikeasti eroteltavia ominaisuuksia sisältävien tuotteiden erottelun ja niiden myymisen korkeammalla hinnalla ja tuotteiden takaisinkutsujen hinta saadaan pienemmäksi. Jäljitettävyyjärjestelmä parantaa toimitusketjun jäsenten välistä yhteistyötä sekä kehittää niiden teknologista ja ekonomista kompetenssia. (Golan et al. 2004; Bosona & Gebresenbet 2013)

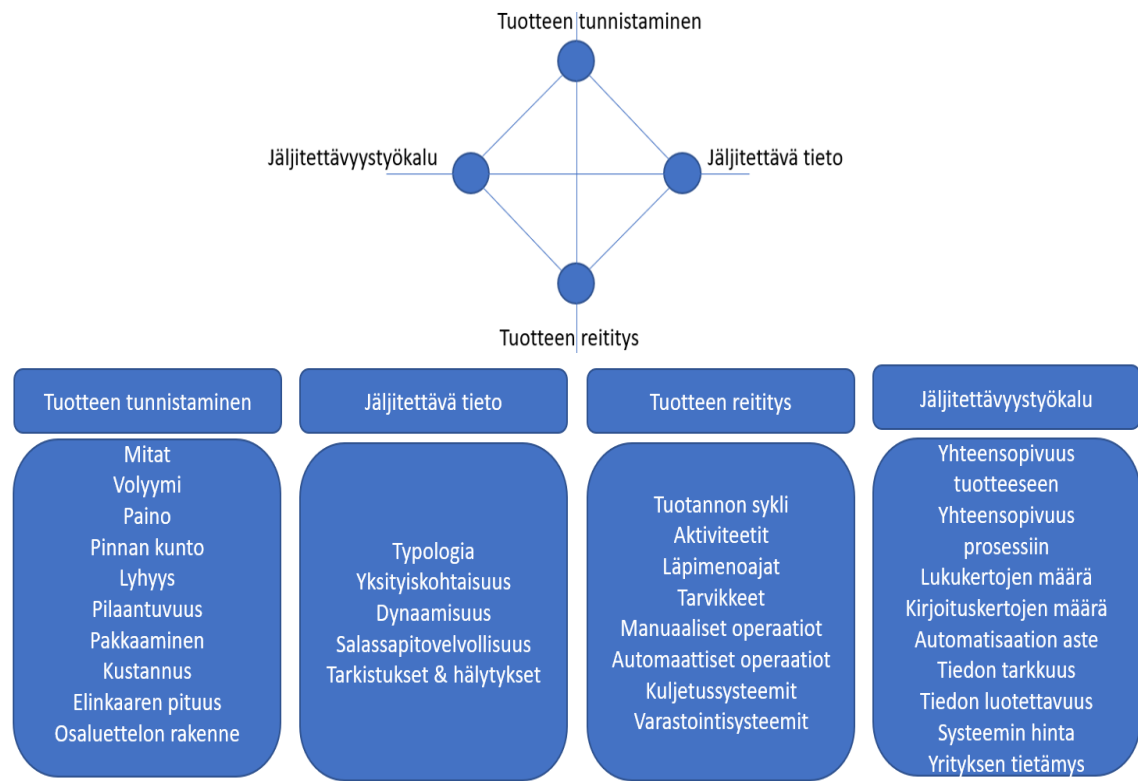
4.4 Ruoan jäljitettävyydestä saatava osaamisen kehittyminen yrityksissä

Fisk & Chandran (1975) esittävät viisi syytä, miten yritys voi saada kilpailullista etua hyödyntämällä ruoan jäljittämistä ja takaisinkutsuja. Niillä voidaan ratkaista mahdollisia ruoan turvallisuuteen liittyviä ongelmia ja samalla todistaa kuluttajille, että tuotteiden laatua tarkkaillaan ennen ja jälkeen tuotteen myynnin. Jäljitettävyyjärjestelmällä voidaan esittää hyvän tahdon puolustusstrategia, jos tuotteissa ilmenee ongelmia. Toisin sanoen voidaan todistaa vahingon tahattomuus. Jäljitettävyyjärjestelmä voi myös parantaa valmistajan ymmärrystä omista jakeluprosesseistaan sekä mahdollistaa yhteydenpidon valmistajan ja loppuasiakkaan välillä. Viidentenä ja viimeisenä syynä mainitaan tuotekehityksen paraneminen pitkällä aikavälillä. Laboratorioista saadut tutkimustulokset eivät aina päde käytännön toiminnassa, joten jäljitettävyyjärjestelmän avulla saadaan lisätietoa ”kenttätystä” (Alfaro & Rabade 2008).

4.5 Ruoan jäljitettävyydestä saatava teknologinen ja tieteellinen panostus

Ruoan jäljitettävyyssjärjestelmien lisääntyminen lisää automaattisesti tutkimusta ruoan toimitusketjuista, sillä tehokkaan jäljitettävyyssjärjestelmän suunnitteleminen ja implementoiminen vaatii laajaa ymmärrystä toimitusketjuista (Bosona & Gebresenbet 2013). Regattieri et al. (2007) esittävät neljä pilaria (Kuva 3), johon ruoan jäljitettävyyssjärjestelmä perustuu. Ensimmäinen pilari on tuotteen tunnistaminen, jossa tärkeimmät tiedot ovat määrä, paino, mitat ja pakkaaminen. Toinen pilari on jäljitettävä tieto. Järjestelmän täytyy hallita suuri määrä tietoa, jolloin täytyy määrittellä, mitkä kaikki tiedot dokumentoidaan. Toisen pilarin tärkeimmät ominaisuudet ovat tiedon yksityiskohtaisuuden määrittely, dynaamisuus ja tiedon varastointi. Tuotteen jäljitettävyyssjärjestelmän täytyy ottaa valmistusprosessi huomioon, joten kolmas pilari on tuotteen reititys (product routing), jossa huomioidaan joukko eri toimintoja: mitä, missä ja milloin yrityksen pitää tehdä valmistaakseen tuotteen. Tärkeimmät ominaisuudet tuotteen reitityksessä ovat valmistusoperaatiot, välineet ja varastointijärjestelmät. Neljäntenä ja viimeisenä pilarina on jäljitettävyysoäkalu. Työkalun valintaan vaikuttavat vaadittu tiedon tarkkuus ja luotettavuus. Luonnollisesti myös kustannukset vaikuttavat työkalun valintaan.

Uudet jäljitettävyyslaitteet, joita käytetään tiedon hankkimisessa, varastoinnissa ja lähettämisessä, rohkaisevat merkittävästi uusien teknologioiden kehittämistä sekä tutkimusta ruoan jäljitettävyydestä ja ruoan toimitusketjun hallinnasta (Bosona & Gebresenbet 2013).



Kuva 3 Jäljitettävyyjärjestelmän neljä pilaria mukailien Regattieri et al. (2007)

4.6 Ruoan jäljitettävyydestä saatava panostus maatalouden kestävyteen

Ruoan jäljitettävyyden implementoiminen ruoan toimitusketjuun lisää työntekijöiden ymmärrystä sen hyödyistä, mikä vuorostaan parantaa ruoan ja ruoantuotantoprosessin laatua. Jäljitettävyystiedot ovat avainasemassa ruoan tuotannon läpinäkyvyydessä ja toimittajien hankinnassa, mikä edesauttaa kestävyysaloitteiden implementoinnissa. Esimerkkinä voidaan käyttää kalakantojen määrän hallintaa, jota EU säätelee laeilla, jotka varmistavat, että kalat on hankittu laillisella kalastuksella tai kasvattamisella. Vuonna 2009 toteutetun tutkimuksen perusteella noin puolet kalatuotteista pystyttiin jäljittämään. Tutkimuksen tuotteet olivat Euroopasta ja Amerikasta. Vuosien 2006 ja 2007 aikana toteutettiin samanlainen tutkimus,

johon kuuluivat Suomi, Norja, Tanska, Islanti ja Färsaaret. Tutkimuksen tulokset olivat samankaltaiset kuin laajemmassa tutkimuksessa. (Donnelly & Olsen 2012)

Kalatuotteita voidaan jäljittää esimerkiksi merkitsemällä tuote. Merkintätapoina voidaan käyttää muun muassa ulkoista merkkiä, kemiallista merkkiä, fyysistä merkkiä tai geenimerkkiä (tatuoinnit, epäorgaaniset nitraatit, evän leikkaaminen). Jäljitettävyyjärjestelmät voivat myös vähentää ruoan hävikkiä toimitusketjussa, sillä jäljitettävyysoimet kannustavat kehittämään tehokkaita pakkausteknologioita. (Bosona & Gebresenbet 2013; Hayes et al. 2005)

5 RUOAN JÄLJITETTÄVYYDESSÄ ILMENEVÄT HAASTEET

Jäljitettävyyden kehittämisessä ja implementoinnissa on monia haasteita. Nämä haasteet jaetaan Bosona & Gebresenbetin (2013) mukaan resurssien rajallisuuteen, informaation rajallisuuteen, standardien rajallisuuteen, kapasiteetin rajallisuuteen sekä tietoisuuden rajallisuuteen.

5.1 Resurssien rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle

Jäljitettävyydsjärjestelmän kehittäminen ja implementoiminen on monimutkaista ja aiheuttaa suuria kustannuksia, jotka voivat tuoda ongelmia yritykselle. Jäljitettävyydestä johtuvien hyötyjen ja haittojen allokoiminen toimitusketjun eri osapuolten välillä voi olla myös haasteellista. Tästä syystä osa toimitusketjun jäsenistä saattaa vastustaa sitä. Järjestelmä vaatii myös paljon hallinnollista työtä varsinkin yrityksissä, jotka ovat implementoimassa jäljitettävyydsjärjestelmää ensimmäistä kertaa. (Bosona & Gebresenbet 2013; Kher et al. 2010) Ruoan takaisinkutsujen kustannuksiin vaikuttavat ongelman löytymiseen kuluva aika, kyky tunnistaa ja paikantaa ongelmallinen tuote-erä sekä tuotteen arvo (Randrup et al. 2012).

Jäljitettävyyden saavuttaminen on monimutkainen tehtävä. Salamopsis et al. (2012) erottelevat neljä vaatimusta. Ensiksi jäljitettävyyden tulisi sisältää sekä yrityksen sisäinen että toimitusketjun jäljittäminen, mikä antaa tietoa tuotteen koko elinkaaresta. Toiseksi jäljitettävyydsinformaation tulee olla kokonaisvaltaista ja sisältää jäljitystiedot toimitusketjun molempiin suuntiin. Kolmanneksi jäljitettävyyden tulee olla kustannustehokasta ja käyttäjäystävällistä implementoida ja toteuttaa käytännössä. Neljänneksi jäljitettävyydsjärjestelmän tulee olla laajennettavissa sisällyttämään uutta jäljitettävyydsinformaatiota.

5.2 Informaation rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle

Yleisen elintarvikelainsäädännön asetuksen (EY) N:o 178/2002 mukaan jäljitettävyydsjärjestelmä on luotava kaikille ruoan tuotannon, prosessoinnin, varastoinnin ja jakelun vaiheille. Tämän jäljitettävyydsjärjestelmän tulee sisältää tieto tuotteen liikkeistä yksi

askel eteen ja taakse, jolloin jokainen toimitusketjun jäsen pystyy osoittamaan, keneltä on saanut tuotteen ja kenelle on antanut sen. Lisäksi ruoka tai rehu tulee paketoita ja merkitä asianmukaisesti. EU:n asetuksesta (EY) N:o 178/2002 puuttuu kuitenkin yksityiskohtaiset vaatimukset sisäiselle jäljittämiseksi. Bertolini et al. (2006), Donnely et al. (2012), Hu et al. (2013) sekä Bosona & Gebresenbet (2013) ovat sitä mieltä, että osoittamalla yritysten sisäiset ja yritysten väliset jäljitettävyydestiedot sekä muodostamalla niille selvä yhteys, saadaan muodostettua kokonaiskuva jäljitettävyydestä tarkemmin ja nopeammin. Jäljitettävyyden parantamista käsitellään tarkemmin kappaleessa 6.

Jäljitettävyydestiedot voidaan luokitella strategisiksi tiedoiksi, kuten tieto tuotteen laadusta, sosiaalinen ja ekologinen eettisyys sekä palvelutaso. Toiminnallista tietoa ovat tieto lainsäädännöllisistä vaatimuksista ja hygieeninen turvallisuus. (Canavari et al. 2006) Lisäksi on välttämätöntä olla dokumentteja, jotka esittävät tuotteiden geenimuunnellut komponentit. Geenimuunneltujen organismien vaikutusta terveyteen ja ympäristöön pitkällä aikavälillä ei ole pystytty tutkimaan eikä niiden testaamiseen tai turvallisuuden arviointiin ole olemassa kansainvälisiä standardeja. (Regattieri et al. 2007)

Ruoan pakkaaminen ja merkitseminen ovat tärkeimmät vaatimukset ruoan jäljitettävyydenjärjestelmän implementoimiselle, sillä nämä tiedot yhdistävät tavaravirran ja informaatiovirran (Manos & Manikas 2010). Pakkaamattomien tuotteiden (esimerkiksi tuoreet vihannekset) jäljittäminen voi osoittautua haastavaksi (Bosona & Gebresenbet 2013).

5.3 Standardien rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle

Riittävän ja standardoidun tiedon sekä tiedonvälityskanavien puute ovat osa-alue, joka vaatii lisää tutkimusta. Ruoan jäljitettävyydenjärjestelmät ovat usein monimutkaisia, sillä tiedon keräämisessä ja jakamisessa on vaihtelevuutta, tietoa kerätään epätasaisesti ja termien käytössä voi olla vaihtelua. (Bosona & Gebresenbet 2013) Yleinen ongelma jäljitettävyystekniikoissa, kuten numeerisessa koodissa, viivakoodissa ja radiotaajuudessa etätunnistuksessa (RFID), on standardien puute, mikä johtaa yhteensopivuusongelmiin toimitusketjun osapuolten välillä (Regattieri et al. 2007; Salampasis et al. 2012; Bosona & Gebresenbet 2013).

Jokaisen yrityksen ja toimitusketjun tulee kehittää malli, joka toimii heidän tapauksessaan. Automatisoitu tiedonkeräys ja organisaatioiden välinen tiedonsiirto (EDI) ovat osoittautuneet toimiviksi ruokayrityksissä, mutta standardien puutteen takia tiedonsiirto toimijoiden välillä on haastavaa. Ratkaisuksi suositellaan käytettävien termien vakiinnuttamista. (Thakur & Donnely 2010; Bosona & Gebresenbet 2013) Jäsennelty tieto ja sanastot voivat olla hyvä tapa parantaa universaalista tiedonsiirtoa, mutta niiden standardointiin liittyy kustannuksia (Thakur et al. 2011).

Yleisen elintarvikelainsäädännön mukana tulevat pakolliset jäljitettävyyjärjestelmät ovat hyödyllisiä, mutta tiukempaa valvontaa ja yhtenäisiä standardeja tarvitaan lisää. Nykyisen lainsäädännön mukaan tulee jokaisen toimijan jäljittää yksi askel eteen ja yksi taakse, mutta jäljityksen tulisi sisältää myös tieto siitä, miten ruoka on kuljetettu mukaan lukien jakelureitti. Näin saataisiin paremmin informaatiota, jos ruoalle tapahtuu jotain kuljetuksen aikana. Kuljetuksen aikana tapahtuvista vahingoista ei kehittyneissäkään valtioissa saada tarpeeksi tietoa. (Kher et al. 2010; Hall 2010; Ackerley et al. 2010; Bosona & Gebresenbet 2013)

5.4 Kapasiteetin rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle

Jäljitettävyyjärjestelmän monimutkaisuuden takia sen kehittämiseen, implementoimiseen ja hallintaan tarvitaan asiantuntevia työntekijöitä. Toimitusketjun eri jäsenillä on eri roolit ja tavoitteet jäljitettävyyjärjestelmälle, mikä tekee koko toimitusketjun jäljitettävyydestä monimutkaisempaa. Toimitusketjun jäsenillä ei välttämättä ole tarvittavaa asiantuntemusta ja henkilöstömäärää implementoimaan ja hallitsemaan jäljitettävyyjärjestelmää. Varsinkin pienille yrityksille jäljitettävyyjärjestelmä voi osoittautua kalliiksi, sillä sen implementoiminen vaatii pääomakustannuksia ja pienessä mittakaavassa toteutettuna se nostaa yksikköhintaa. (Zhang et al. 2010; Schwägele 2005; Bosona & Gebresenbet 2013)

5.5 Tietoisuuden rajallisuuden tuomat haasteet ruoan jäljitettävyydelle

Ruoan jäljitettävyyjärjestelmä voidaan nähdä ylimääräisenä taakkana yritykselle ja toimitusketjun eri jäsenten välillä ei välttämättä ole yhteisymmärrystä sen tuottamista hyödyistä. Liao et al. (2011) toteuttivat tutkimuksen, jonka mukaan jäljitettävyyjärjestelmien

implementoiminen kehittyvissä maissa ei ole ongelmaton teknisten sekä tietoisuuteen liittyvien rajoitusten takia. Tutkimuksen mukaan Taiwanin hallitus yritti implementoida jäljitettävyyssjärjestelmää vuonna 2004, mutta projekti epäonnistui pääasiassa viljelijöiden tietoisuuden puutteen takia.

Mattevi & Jones (2016) toteuttivat tutkimuksen jäljitettävyyteen kohdistuvista asenteista ja tietoisuudesta Iso-Britanniassa. Tutkimuksen mukaan noin 80 % oli sitä mieltä, että jäljitettävyyssjärjestelmä voi vähentää ruoan takaisinkutsujen kustannuksia ja noin 90 % uskoi jäljitettävyyssjärjestelmien mahdollistavan nopeat takaisinkutsut. Kuitenkin vain puolet tutkimukseen osallistuneista yrityksistä esitti aikomuksen investoida jäljitettävyyssjärjestelmään. Maissa, joissa on korkea koulutustaso, on tietoisuus jäljitettävyyden hyödyistä ja mahdollisuuksista paremmalla tasolla kuin kehittyvissä maissa.

6 RUOAN JÄLJITETTÄVYYDEN KEHITTÄMINEN

Ruoan jäljitettävyyjärjestelmä koostuu Regattieri et al. (2007) mukaan neljästä pilarista: tuotteen tunnistaminen, jäljitettävä tieto, tuotteen reititys sekä jäljittämiseen käytetyt työkalut (Kuva 3). Tässä kappaleessa käsitellään jäljitettävyyden kehittämistä tämän viitekehyksen avulla. Jäljittämiseen käytettyjen työkalujen esittely on upotettuna muihin kappaleisiin.

6.1 Tuotteen tunnistaminen

Tuotteen tunnistamiseen käytetään erilaisia teknologioita. Käytössä ovat esimerkiksi perinteiset etiketit, viivakoodit ja radiotaajuinen etätunnistus (RFID). Tuotteen ja sen ominaisuuksien tunnistaminen on tärkeää, jotta tuote voidaan jäljittää sekä käsitellä asianmukaisesti. Regattieri et al. (2007) mukaanärkevimmät tunnistusteknologiat ovat viivakoodit ja RFID-tagit. Viivakoodit ovat yleisimmin käytetty teknologia tuotetietojen varastoimisessa, mutta siinä on joitakin puutteita. Kun tuotteita siirretään paikasta toiseen, tulee tuote olla sijoiteltuna niin, että viivakoodi osoittaa lukijalaitetta päin. Tämä prosessi vaatii ihmistyötä, jolloin siihen kuluu aikaa ja rahaa. Lisäksi menetelmässä on inhimillisen virheen mahdollisuus. Viivakoodi myös vaurioituu helposti, jolloin lukijalaite ei pysty skannaamaan sen tietoja. Näiden syiden takia viivakoodeja ei pidetä optimaalisena vaihtoehtona ruokasektorilla. (Regattieri et al. 2007)

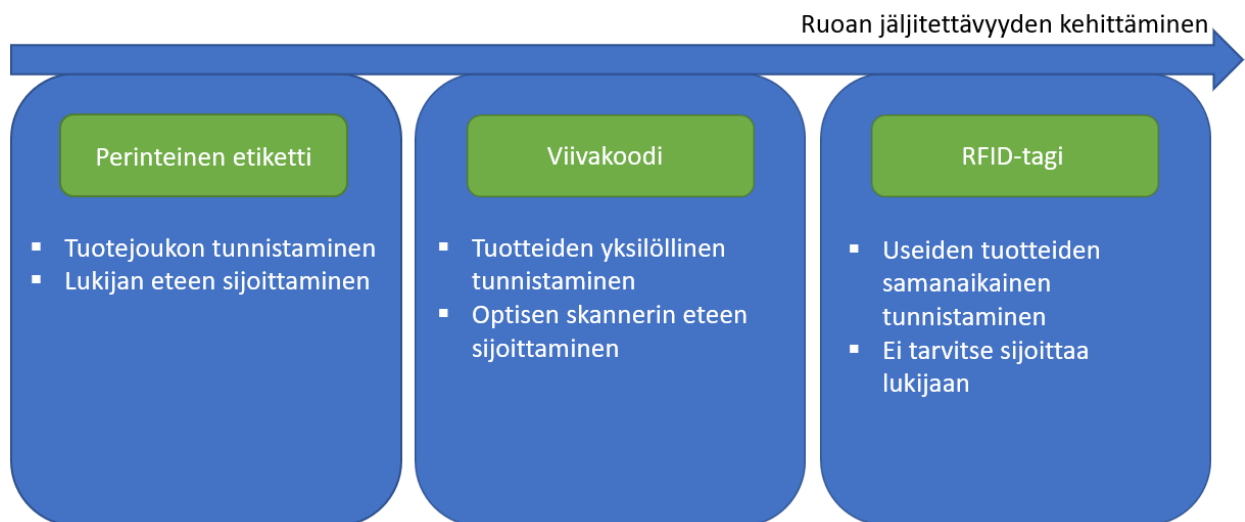
Viivakoodien lisäksi käytetään RFID-tageja. RFID-tagit käyttävät radiotaajuuksia, jolloin tagin ei tarvitse olla fyysisessä kosketuksessa tai tietyssä linjassa lukijalaitteen kanssa. Tietojen lukeminen tageista on nopea ja täysin automatisoitu prosessi. RFID-tagit voivat olla kooltaan jopa vain millimetrin osia eikä niillä ole sopivuusongelmia ruokien kanssa, sillä tageihin käytetyt materiaalit ovat aseptisia. Kiinteisiin ruokiin tagi voidaan liimata neutraalilla liimalla ja nestemäisiin sekä muihin pakattaviin tuotteisiin tagi voidaan kiinnittää pakkaukseen. Radioaallot, joita käytetään tagin ja jäljitettävyystietokannan välillä, käyttävät vain vähän virtaa, joten elektromagneettiset vaikutukset ovat käytännössä mitättömät. RFID-teknologialla saavutetaan myös nopea tiedonsiirto. (Regattieri et al. 2007)

Regattieri et al. (2007) ja Sahin et al. (2002) mukaan RFID-teknologiaa hyödyntämällä saadaan vähennettyä palkkakustannuksia, sillä tuotteita ei tarvitse skannata manuaalisesti. Fyysinen

tavaravirta saadaan nopeammaksi, koska RFID-lukija pystyy skannaamaan useamman tagin samanaikaisesti. RFID-tekniikan ansiosta syntyy vähemmän häviöitä, sillä tagit eivät vaurioidu yhtä herkästi kuin viivakoodit.

RFID-tekniikalla on kuitenkin omat rajoituksensa. Suurimmat ongelmat liittyvät tagin kustannuksiin. Tagien hinnat vaihtelevat kymmenistä senteistä kymmeniin euroihin riippuen tagin ominaisuuksista. Viivakoodit taas ovat edullisia. Koska tagit ovat viivakoodeja kalliimpia, niitä ei ole kustannustehokasta käyttää alhaisen hintaluokan tuotteissa kuten maito tai pasta, joissa kannattaa käyttää edullisempaa viivakooditekniikkaa. RFID-tekniikassa on muitakin kyseenalaisia piirteitä, kuten RFID-protokollien standardien puute sekä skannausongelmat tietyissä elektromagneettisissa olosuhteissa. (Regattieri et al. 2007)

Regattieri et al. (2007) mukaan parhaat teknologiat tuotteen tunnistamiseen ovat RFID-tagit ja viivakoodit. RFID-tagit ovat muuten sopivia varsinkin ruokasektorille, mutta niiden kustannukset ovat ongelmana. Kuvasta (Kuva 4) näkyy perinteisen etiketin, viivakoodin sekä RFID-tagin vaikutukset jäljitettävyyteen.



Kuva 4 Tuotteen tunnistusteknologian vaikutus jäljitettävyyteen mukaillen Bibi et al. (2017)

6.2 Jäljitettävä tieto

Ruoan jäljitettävyyssjärjestelmän kehittämisessä on olennaista, mitä tietoa jäljitetään. Jotta saavutettaisiin täysin jäljitettävissä oleva toimitusketju, tulee Salamopsis et al. (2012) mukaan ylläpitää tietoa tuotteen koko elinkaaresta. Ruoista, jotka sisältävät eri raaka-aineita sekä läpikäyvät eri prosesseja, tulee saada informaatiota kaikista raaka-aineista ja prosesseista. Eläinperäisistä tuotteista tulee dokumentoida tieto eläimen hyvinvoinnista, lisääntymisestä ja sen syömästä rehusta. Tuotteista, joita ei prosessoida, riittää tieto maanviljelystä ja jakelusta, jotta saavutetaan täysin jäljitettävä toimitusketju. (Salamopsis et al. 2012)

Hyödyntämällä esimerkiksi RFID-teknologiaa voidaan seurata tuotteiden olosuhteita kaikissa toimitusketjun vaiheissa. RFID-tageihin voidaan liittää sensoreita, jolloin pystytään seuraamaan esimerkiksi tuotteen lämpötilaa, mikrobiologisia muutoksia, kosteutta, valoa ja painetta (Salamopsis et al. 2012). Hyödyntämällä näitä teknologioita voidaan parantaa pilaantuvien tuotteiden hallintaa sekä voidaan todistaa esimerkiksi kylmäketjun katkeamattomuus. Ruokien takaisinkutsujen hallinta kehittyy, sillä pilaantuneet tuotteet voidaan tunnistaa nopeammin, jolloin takaisinkutsuttavien tuotteiden määrä voidaan minimoida (Sahin et al. 2002). Osa jäljitettävyyssjärjestelmään tallennettavista tiedoista voi olla luottamuksellista, jolloin tietojen salassapito tulee ottaa huomioon (Regattieri et al. 2007).

Käytännön tilanteessa voidaan kuitenkin odottaa, että osa sensoridatasta häviää tai korruptoituu kaluston tai tietoverkon ongelmien vuoksi, kuten akkujen tyhjentymisen tai satunnaisen paikallisen häiriön takia. Datan uudelleenkysely sensorilta ei ole tehokasta, sillä se voi entisestään tyhjentää akkuja eikä ole takuuta alkuperäisen datan saamisesta. Näin ollen tehokkaampi tapa on hyödyntää tiedonloughintaa. Tiedonloughinnalla pystytään keräämään tietoa olemassa olevasta datasta sekä voidaan arvioida, mitä tietoa sieltä puuttuu. (Alfian et al. 2017; Gruenwald et al. 2007)

Jäljitettävyyssjärjestelmä tarvitsee tietojärjestelmän, johon jäljitettävyyssdata varastoidaan ja siirretään toimitusketjussa. Alfian et al. (2017) mukaan voidaan käyttää sähköistä kantakirjaa (electronic pedigree). Se on aukoton kirjausketju, joka tallentaa tuotteen reitin ja omistussuhteen tuotteen liikkeessa toimitusketjussa sekä lisää sähköisen allekirjoituksen

varmistukseen autenttisuuden. EPCglobal Pedigree Ratified Standardin (2007) mukaan sähköinen kantakirja rakentuu eri tasoista: *alkuperäinenKantakirja* (*initialPedigree*), *toimitettuKantakirja* (*shippedPedigree*) sekä *vastaanotettuKantakirja* (*receivedPedigree*), jotka lisätään tuotteen liikkeessa toimitusketjussa.

Ensimmäisessä vaiheessa luodaan *alkuperäinenKantakirja*, johon sisältyy perustiedot tuotteesta, kuten valmistajan nimi, tuotteen nimi sekä tunnistekoodi. Lisäksi siihen kuuluu tavaraerän numero, sadonkorjuuaika/teurastusaika, säilyvyysaika sekä tuotteiden lukumäärä. Kun tuote toimitetaan toimitusketjun seuraavalle jäsenelle, lisätään *toimitettuKantakirja*, johon sisältyy lähettäjän nimi, vastaanottajan nimi, transaktion tiedot (hankintatilausnumero, lähettäjän osoite ja vastaanottajan osoite) sekä lähettäjän allekirjoitus. Tämän vaiheen jälkeen lähettäjän allekirjoitusta ei voida enää vaihtaa. Tuotteen vastaanottajan vahvistettua saaneensa tuotteen haltuunsa luodaan *vastaanotettuKantakirja*, johon sisältyy vastaanottajan transaktion tiedot sekä allekirjoitus. Tämän vaiheen jälkeen *vastaanotettuKantakirja* ja vastaanottajan allekirjoitus lukitaan, jolloin niitä ei voida enää muuttaa. (Alfian et al. 2017) Hyödyntämällä sähköistä kantakirjaa ja sen mahdollistamaa tiedon tallentamista saadaan parannettua toimitusketjun jäljitettävyyttä.

6.3 Tuotteen reititys

Ruoan toimitusketjun jäljitettävyys perustuu katkeamattomaan informaatioketjuun ruoasta ja siihen käytetyistä raaka-aineista. Näin ollen on tärkeämpää panostaa koko ketjun toimivuuteen kuin toimitusketjun yhteen osa-alueeseen. Suunnittelemalla tuotteille asianmukaiset reititykset ja hyödyntämällä esimerkiksi viivakoodeja tai RFID-tageja voidaan toteuttaa toimiva ja tehokas jäljitettävyysjärjestelmä.

Erilaisia ruokatuotteita on lukematon määrä, jolloin erilaisten reititysten määrä kasvaa tälle työlle liian suureksi. Tässä työssä keskitytään sellaisten ruokatuotteiden reititykseen, jotka koostuvat yksittäisestä raaka-aineesta.

6.3.1 Pienviljelytuotteiden jäljitettävyys

Pienviljelytuotteiden, kuten hedelmien ja vihannesten, toimitusketju koostuu yleensä niiden viljelystä, keräämisestä, merkitsemisestä, kuljetuksesta ja myynnistä. Jotta tällainen toimitusketju olisi täysin jäljitettävissä, tulee viljelijän dokumentoida viljelyyn vaadittavien siementen alkuperä, käytetyt lannoitteet ja torjunta-aineet sekä merkitä tuotteet esimerkiksi RFID-tageilla, jolloin niiden kuntoa voidaan seurata kuljetuksen ja varastoinnin aikana sekä ne voidaan jäljittää takaisin maatilalle. Varastoissa ja kuljetuksissa tulee olla tuotteille asianmukaiset lämpötilat, jolloin RFID-tagit voidaan laittaa hälyttämään, jos lämpötila muuttuu sopimattomaksi (Costa et al. 2012).

Ampatzidis & Vougioukas (2009) tutkivat RFID-tagien ja viivakoodien implementoimista manuaaliseen hedelmien keräämiseen. Siinä tutkimuksessa käytettiin kahta eri metodia: ensimmäisessä jokaiseen puuhun ja koriin, johon hedelmät kerättiin, laitettiin yksilölliset RFID-tagit, jolloin pystyttiin jäljittämään hedelmät tiettyyn puuhun sekä tutkimaan tiettyjen puiden tuottamaa satoa. Toisessa metodissa puihin liitettiin samanlaiset RFID-tagit, mutta koreihin liitettiin viivakoodit RFID-tagien sijaan. Molemmat menetelmät saavuttivat 100 %:n tai lähes 100 %:n tarkkuuden sekä puiden että korien tunnistuksessa. Tutkimuksessa todettiin, että RFID-tageilla varustetut korit eivät vaikuttaneet hedelmien keräämiseen kuluvaan aikaan, sillä tagien luku tapahtuu nopeasti ja automaattisesti. Viivakoodeilla varustettujen korien tapauksessa aikaa kului 14 % enemmän. Lisäksi tämä menetelmä rajoitti lastauslaiturien kapasiteettia. Molemmissa metodeissa oli oletuksena, että hedelmien kerääjät jättävät täyden korin kyseisen puun viereen. Korien virheellinen sijoittaminen tai liikuttaminen johtaa virheelliseen korin ja puun linkittämiseen. Puiden kasvattamalla uusilla oksilla ja lehdillä sekä vaihtuvilla sääolosuhteilla voi olla negatiivisia vaikutuksia puiden tunnistamiseen pitkällä aikavälillä. Tutkimuksessa esitellyt menetelmät ovat kuitenkin lupaavia ja RFID-tagien laskeva hinta (Bibi et al. 2017) mahdollistaa lisääntyvän RFID-tekniikan käyttämisen.

Yksittäisten hedelmien tai vihannesten merkitseminen RFID-tageilla on kalliimpaa kuin esimerkiksi viivakoodien käyttäminen, mutta viivakoodeilla ei pystytä yhtä kattavaan jäljittämiseen tai laaduntarkkailuun, jolloin RFID-tageilla merkityistä tuotteista voidaan pyytää

korkeampaa hintaa. Kuluttajien halusta maksaa näistä tuotteista enemmän tulee kuitenkin tehdä ensin tutkimusta.

6.3.2 Naudanlihan jäljitettävyys

Costa et al. (2012) mukaan lihatuotteiden jäljittämässä RFID-tageilla on suurempi teknologinen haaste kuin pienviljelytuotteiden jäljittämässä, sillä monitoroiminen jatkuu eläviin eläimiin saakka. Tomeš et al. (2009) mukaan karjanhoitajien tulee lain velvoittamina jäljittää, mistä eläimille annetut rehut ja lääkkeet tulevat, mutta niiden antamista tietyille eläimille ei tarvitse jäljittää. Tämän jäljitettävyydestiedon lisääminen naudanlihan jäljitettävyyssjärjestelmään parantaisi rehuista tai eläinlääkkeistä johtuvien ruoan takaisinkutsujen hallintaa.

Tomeš et al. (2009) mukaan nautaeläinten jäljittäminen tapahtuu korvamerkkien avulla. Korvamerkeissä käytetään viivakoodeja. He ehdottavat, että viivakoodit korvattaisiin RFID-tageilla sekä otettaisiin käyttöön Biotrack-tietokanta, johon säilöittäisiin eläinten yksilölliset biometriset tunnisteet. RFID-tagien ja biometristen tunnisteiden implementoiminen naudanlihan jäljitettävyyssjärjestelmään parantaisi toimitusketjun jäsenten välistä tiedonjakoa, varmistaisi nautakarjan yksilöllisen tunnistamisen sekä mahdollistaisi tehokkaamman jäljittämisen.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä oli tavoitteena tehdä kirjallisuuskatsaus ruoan toimitusketjun jäljitettävyydestä sekä vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Millaisia hyötyjä ruoan jäljitettävyydestä saadaan eri sidosryhmille?
- Mitä haasteita ruoan jäljitettävyyden implementoinnissa on?
- Kuinka ruoan jäljitettävyyttä voidaan kehittää hyödyntämällä erilaisia teknologioita?

Ruoan jäljitettävyydestä saatavat hyödyt jaettiin asiakastyytyväisyyden kasvuun, ruokakriisien hallinnan parantumiseen, ruoan toimitusketjun hallinnan kehittymiseen, osaamisen kehittymiseen yrityksissä, teknologiseen ja tieteelliseen panostukseen sekä maatalouden kestävyteen panostamiseen. Näistä merkittävimmät hyödyt olivat ruoan turvallisuuden ja laadun parantuminen kuluttajien kannalta sekä ruoan alkuperän todistaminen, jolloin ruoasta voidaan pyytää korkeampaa hintaa. Yrityksille ruoan jäljitettävyyden tunnistettiin parantavan ruoan takaisinkutsujen hallintaa, jolloin siitä aiheutuvat kustannukset saadaan matalammiksi. Jäljitettävyyden implementoimisen toimitusketjuun huomattiin parantavan toimitusketjun hallintaa, jolloin siitä aiheutuvia kustannuksia saadaan pienemmiksi. Lisääntynyt ruoan jäljitettävyys myös lisää tietoisuutta jäljitettävyyden hyödyistä sekä nostaa esiin ruoantuotannon epäkohtia, mikä edesauttaa koko toimialan kehitystä.

Haasteiksi ruoan jäljitettävyydelle tunnistettiin resurssien rajallisuus, informaation rajallisuus, standardien rajallisuus, kapasiteetin rajallisuus sekä tietoisuuden rajallisuus. Resurssien rajallisuus on merkittävä haaste varsinkin pienemmille yrityksille, sillä ruoan jäljitettävyyden implementoiminen ruoan toimitusketjuun vaatii merkittävät alkuinvestoinnit ja sen ylläpitäminen tuottaa kustannuksia. Keskikokoisten yritysten nähtiin voivan optimoida kustannukset parhaiten. Pienessä mittakaavassa toteutettuna voi yksikköhinta nousta suuremmaksi, jolloin laajan jäljitettävyyden implementoinnin mielekkyyttä tulee arvioida. Suurilla tuotantomäärillä voi kohdata mittakaavahaittaa. Esimerkiksi Suomessa tuotantomäärät ovat suhteellisen pieniä ja etäisyydet ovat pitkiä, mikä aiheuttaa ruoan jäljitettävyydelle haasteita. Yritykset voivat myös kohdata kapasiteetin rajat, sillä ruoan jäljitettävyyden implementoiminen toimitusketjuun sekä sen hallinta vaativat asiantuntevaa henkilöstöä. Toimitusketjun eri jäsenillä voi olla erilaiset näkemykset ja asenteet jäljitettävyyttä kohtaan,

mikä voi osoittautua ongelmaksi, kun yritetään rakentaa katkeamatonta informaatioketjua eri toimijoiden välille. Standardoidun tiedon puute tunnistettiin yhdeksi merkittävimmistä haasteista jäljitettävyydelle. Jotta automaattista tiedonsiirtoa ja -lukua voidaan hyödyntää jatkossa paremmin, tulee käytettävät termit vakiinnuttaa sekä luoda standardit käytettäville teknologioille. Euroopan Unionissa on lain mukaan pakollista jäljittää ruokaa tietyllä tasolla, mutta toimiala vaatii lisää lakeja ja standardeja.

Jäljitettävyyden kehittämistä tutkittiin tuotteen tunnistamisen, jäljitettävän tiedon, tuotteen reitityksen sekä jäljitettävyydyökalun avulla. Todettiin, että RFID-teknologia ja viivakoodit ovat järkevimmät teknologiat. RFID mahdollistaa täyden jäljitettävyyden sekä olosuhteiden monitoroinnin, jolloin voidaan dokumentoida esimerkiksi lämpötilaherkkien tuotteiden lämpötilahistoria. RFID-teknologia myös mahdollistaa nopean ja automaattisen tiedonkäsittelyn vähentäen manuaalisen työn määrää. RFID-teknologiassa on kuitenkin omat ongelmansa liittyen sen verrattain korkeisiin kustannuksiin sekä standardoinnin puutteisiin. Jäljitettävä tieto tulee määritellä tarkkaan ja se riippuu tuotteen ominaisuuksista. Tietojärjestelmäksi ehdotettiin sähköistä kantakirjaa (electronic pedigree), joka on aukoton kirjausketju, jolla voidaan todistaa tuotteen omistussuhde toimitusketjun eri vaiheissa. Ruoan jäljitettävyys perustuu koko toimitusketjun laajuiseen prosessiin, jolloin on tärkeämpää varmistaa, ettei ”heikkoa lenkkiä” ole, kuin keskittyä yhteen osa-alueeseen. Tämä onnistuu tuotteiden reititysten asianmukaisella suunnittelulla.

Viivakoodien ja RFID-tagien eroja jäljitettävyyteen tutkittiin manuaalisessa hedelmien keräämisessä. Pelkän RFID-teknologian käyttäminen verrattuna viivakoodien ja RFID-tagien käyttöön todettiin olevan nopeampi ja tehokkaampi tapa jäljittää hedelmiä, ja RFID-teknologian laskeva hinta mahdollistaa sen lisääntyvän käytön tulevaisuudessa. Eläintuotteiden, kuten naudanlihan, jäljitettävyys on monimutkaisempaa verrattuna pienviljelytuotteisiin. Naudanlihan jäljitettävyyttä voitaisiin parantaa, jos tietyille eläimille annettavia rehuja ja lääkkeitä jäljitettäisiin, jolloin niistä johtuvien takaisinkutsujen hallinta parantuisi. Lisäksi nautaeläinten jäljittämiseen käytetyt korvamerkeissä olevat viivakoodit kannattaisi korvata RFID-tageilla sekä ottaa käyttöön Biotrack-tietokanta, johon säilöittäisiin yksilölliset biometriset tunnisteet jokaiselle eläimelle.

LÄHTEET

Ackerley, N., Sertkaya, A. & Lange, R. 2010. Food Transportation Safety: Characterizing Risks and Controls by Use of Expert Opinion. *Food Protection Trends*. Vol. 30, nro. 4, s. 212-222. Saatavissa:

https://www.researchgate.net/publication/268179950_Food_Transportation_Safety_Characterizing_Risks_and_Controls_by_Use_of_Expert_Opinion

Alfaro, J.A. & Rábade, L.A. 2009. Traceability as a strategic tool to improve inventory management: A case study in the food industry. *International Journal of Production Economics*. Vol. 118, nro. 1, s. 104-110. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.ijpe.2008.08.030>

Alfian, G., Rhee, J., Ahn, H., Lee, J., Farooq, U., Ijaz, M.F. & Syaekhoni, M.A. 2017. Integration of RFID, wireless sensor networks, and data mining in an e-pedigree food traceability system. *Journal of Food Engineering*. Vol. 212, s. 65-75. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.jfoodeng.2017.05.008>

Ampatzidis, Y.G. & Vougioukas, S.G. 2009. Field experiments for evaluating the incorporation of RFID and barcode registration and digital weighing technologies in manual fruit harvesting. *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 66, nro. 2, s. 166-172. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.compag.2009.01.008>

Ayers, J.B. 2000. A Primer on Supply-Chain Management. *Information Strategy: The Executives's Journal*. Vol. 16, nro. 2, s. 6-15. Saatavissa: <http://search.ebscohost.com.ezproxy.cc.lut.fi/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=2510655&site=ehost-live>

Bertolini, M., Bevilacqua, M. & Massini, R. 2006. FMECA approach to product traceability in the food industry. *Food Control*. Vol. 17, nro. 2, s. 137-145. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.foodcont.2004.09.013>

Bibi, F., Guillaume, C., Gontard, N. & Sorli, B. 2017. A review: RFID technology having sensing aptitudes for food industry and their contribution to tracking and monitoring of food products. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 62, s. 91-103. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.tifs.2017.01.013>

Bosona, T. & Gebresenbet, G. 2013. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control*. Vol. 34, nro. 2, s. 32-48. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.004>

CSCMP. 2020. CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary. [WWW-dokumentti]. [viitattu 2.10.2020]. Saatavissa: https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx

Costa, C., Antonucci, F., Pallottino, F., Aguzzi, J., Sarriá, D. & Menesatti, P. 2012. A Review on Agri-food Supply Chain Traceability by Means of RFID Technology. *Food and Bioprocess Technology*. s. 353-366. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1007/s11947-012-0958-7>

Donnelly, K.A.M. & Olsen, P. 2012. Catch to landing traceability and the effects of implementation – A case study from the Norwegian white fosh sector. *Food Control*. Vol. 27, nro. 1, s. 228-233. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.021>

EPCglobal. 2007. EPCglobal Pedigree Ratified Standard. [WWW-dokumentti]. [viitattu 10.11.2020]. Saatavissa: https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/pedigree_1_0-standard-20070105.pdf

ERPglossary. 2020. ERPglossary.com definition of: supply chain. [WWW-dokumentti]. [viitattu 2.10.2020]. Saatavissa: <http://www.erp-glossary.com/definition.php?id=%221531%22>

EUR-Lex. 2.1.2002. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council. [WWW-dokumentti]. [viitattu 6.10.2020]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002R0178>

Fisk, G. & Chandran R. 1975. How to trace and recall products. *Harvard Business Review*.
Saataavissa:

<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.cc.lut.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=80307fb-b-66a4-4161-926f-6bdcaf8cef40%40pdc-v-sessmgr04>

Golan, E., Krissoff, B., Kuchler, F., Calvin, L., Nelson, K. & Price, G. 2004. Traceability in the U.S. Food Supply: Economic Theory and Industry Studies. Economic Research Service, U.S Department of Agriculture, Agricultural Economic Report nro 830. Saataavissa: https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/41623/28673_aer830_1_.pdf?v=9345.2

Gruenwald, L., Chok, H. & Aboukhamis, M. 2008. Using Data Mining to Estimate Missing Sensor Data. *Seventh IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW 2007)*, s. 207-212. Saataavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1109/ICDMW.2007.103>

Hall, D. 2010. Food with a visible face: Traceability and the public promotion of private governance in the Japanese food system. *Geoforum*. Vol. 41, nro. 5, s. 826-835. Saataavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.geoforum.2010.05.005>

Hu, J., Zhang, X., Moga, L.M. & Neculita, M. 2013. Modeling and implementation of the vegetable supply chain traceability system. *Food Control*. Vol. 30, nro. 1, s. 341-353. Saataavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.foodcont.2012.06.037>

Kher, S.V., Frewer, L.J., De Jonge, J., Wentholt, M., Howell Davies, O., Lucas Luijckx, N.B. & Cnossen, H.J. 2010. Experts' perspectives on the implementation of traceability in Europe. *British Food Journal*. Vol. 112, nro. 3, s. 261-274. Saataavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1108/00070701011029138>

Kotro, J., Jalkanen, L., Latvala, T., Kumpulainen, K., Järvinen, M. & Forsman-Hugg, S. (toim.) 2011. Mistä suomalainen ruokaketju voi olla ylpeä? Näkemyksiä suomalaisen ruokaketjun lisäarvotekijöistä. Jokioinen, MTT. 70 s. Saataavissa: <http://www.mtt.fi/mttkasvu/pdf/mttkasvu15.pdf>

Kuluttajaliitto. 2020. Vastuullisuus ruokaketjussa. [WWW-dokumentti]. [viitattu 7.10.2020]. Saatavissa: <https://www.kuluttajaliitto.fi/tietopankki/ruoka/ruokaketju/>

Li, D., Wang, X., Chan, H.K. & Manzini, R. 2014. Sustainable food supply chain management. *International Journal of Production Economics*. Vol. 152, s. 1-8. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.ijpe.2014.04.003>

Liao, P.A., Chang, H.H. & Chang, C.Y. 2011. Why is the food traceability system unsuccessful in Taiwan? Empirical evidence from a national survey of fruit and vegetable farmers. *Food Policy*. Vol. 36, nro. 5, s. 686-693. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.foodpol.2011.06.010>

Liu, H., Kerr, W.A. & Hobbs, E. 2012. A review of Chinese food safety strategies implemented after several food safety incidents involving export of Chinese aquatic products. *British Food Journal*. Vol. 114, nro. 3, s. 372-386. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1108/00070701211213474>

Manos, B. & Manikas, I. 2010. Traceability in the Greek fresh produce sector: drivers and constraints. *British Food Journal*. Vol. 112, nro. 6, s. 640-652. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1108/00070701011052727>

Mattevi, M. & Jones, J. 2016. Traceability in the food supply chain: Awareness and attitudes of UK Small and Medium-sized Enterprises. *Food Control*. Vol. 64, s. 120-127. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.foodcont.2015.12.014>

Randrup, M., Wu, H. & Jørgensen, M. 2012. On the track of fish batches in three distribution networks. *Food Control*. Vol. 26, nro. 2, s. 439-445. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.foodcont.2012.02.003>

Regattieri, A., Gamberi, M. & Manzini, R. 2007. Traceability of food products: General framework and experimental evidence. *Journal of Food Engineering*. Vol. 81, nro. 2, s. 347-356. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.jfoodeng.2006.10.032>

Resende-Filho, M.A. & Hurley, T.M. 2012. Information asymmetry and traceability incentives for food safety. *International Journal of Production Economics*. Vol. 139, nro. 2, s. 596-603. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.ijpe.2012.05.034>

Ruokatieto. 2020. Valmisruokaa raaka-aineesta kuluttajan pöytään. [WWW-dokumentti]. [viitattu 2.10.2020]. Saatavissa. <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuanmatka-pelloilta-poytaan/elintarviketeollisuus/valmisruokaa-raaka-aineesta-kuluttajan-poytaan>

Ruokavirasto. 8.11.2018. Kansallinen eläinten terveydenhuolto ETU. [WWW-dokumentti]. [viitattu 3.10.2020]. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/elainten-terveys-ja-elintaudit/terveydenhuolto-ja-sairauksien-ennaltaehkaisy/kansallinen-elainten-terveydenhuolto-etu/>

Ruokavirasto. 27.2.2019. Pakkausmerkinnät. [WWW-dokumentti]. [viitattu 3.10.2020]. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/pakkausmerkinnat/>

Ruokavirasto. 20.3.2020. Salmonellavalvonta. [WWW-dokumentti]. [viitattu 3.10.2020]. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/omavalvonta/salmonellavalvonta/>

Sahin, E., Dallery, Y. & Gershwin, S. 2002. Performance evaluation of a traceability system. An application to the radio frequency identification technology. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. Vol. 3, s. 210-218. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1109/ICSMC.2002.1176118>

Salampasis, M., Tektonidis, D. & Kalogianni, E.P. 2012. TraceALL: a semantic web framework for food traceability systems. *Journal of Systems and Information Technology*. Vol. 14, nro. 4, s. 302-317. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1108/13287261211279053>

Schwägele, F. 2005. Traceability from a European perspective. *Meat Science*. Vol. 71, nro. 1, s. 164-173. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.meatsci.2005.03.002>

Thakur, M. & Donnely, K.A.M. 2010. Modeling traceability information in soybean value chains. *Journal of Food Engineering*. Vol. 99, nro. 1, s. 98-105. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.jfoodeng.2010.02.004>

Thakur, M., Sørensen, C.F., Bjørnson, F.O, Forås, E. & Hurburgh, C.R. 2011. Managing food traceability information using EPCIS framework. *Journal of Food Engineering*. Vol. 103, nro. 4, s. 417-433. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.jfoodeng.2010.11.012>

THL. 1.4.2020. Salmonellan esiintyvyys Suomessa. [WWW-dokumentti]. [viitattu 3.10.2020]. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/salmonella/salmonellan-esiintyvyys-suomessa>

Tomeš, J., Lukešová, D. & Macháč, J. 2009. Meat Traceability from farm to slaughter using global standards and RFID. *Agricultura tropica et subtropica*. Vol. 42, nro. 3, s. 98-100. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/258192388_Meat_Traceability_from_farm_to_slaughter_using_global_standards_and_RFID

Zhang, X., Zhang, J., Liu, F., Fu, Z. & Mu, W. 2010. Strengths and limitations on the operating mechanisms of traceability system in agro food, China. *Food Control*. Vol.21, nro. 6, s. 825-829. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1016/j.foodcont.2009.10.015>