

# **Muovisen elintarvikepakkauksen ympäristövaikutuksia**

Hanna Leskinen

Opinnäytetyö  
Syyskuu 2020  
Tekniikan ala  
Insinööri (AMK), logistiikka

Tekijä(t) Leskinen, Hanna	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Syyskuu 2020
	Sivumäärä 50	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Muovisen elintarvikepakkauksen ympäristövaikutuksia</b>		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikka		
Työn ohjaaja(t) 1. Juha Pesonen 2. Henri Kervola		
Toimeksiantaja(t) Juha Pesonen, Jyväskylän ammattikorkeakoulu		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millaisia ympäristövaikutuksia muovin käytöllä elintarvikepakkauksien materiaalina on. Tutkimuksessa selvitettiin elintarvikeketjun rakennetta ja sen ympäristövaikutuksia, elintarvikkeiden pakkaamista yleensä sekä muovin käyttöä elintarvikkeiden pakkausmateriaalina. Elintarvikeketjut ja ruoka ovat arkipäiväisen ruokahuollon kannalta oleellisia. Kuitenkin erityisesti lihaperäisen ruuan ympäristövaikutukset ovat merkittäviä ja ruokahävikin rooli ruuan aiheuttamassa ympäristökuormassa on keskeinen. Fossiilinen muovi taas on perinteinen ja laajasti käytetty elintarvikkeiden pakkausmateriaali, jolla on positiivisia vaikutuksia elintarvikkeiden säilyvyyteen, mutta negatiivisia vaikutuksia ympäristöön, joista suurimpana kasvava muovijätteen määrä.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, jonka aineistona käytettiin mm. ajankohtaisia raportteja, tutkimustietoa, artikkeleita ja oppikirjallisuutta. Aineiston analysointi oli tutkimuksen aikana etenevä prosessi ja tutkimuksen tuloksena saatiin ajankohtainen synteesi muovin ympäristövaikutuksista elintarvikkeiden pakkausmateriaalina.</p> <p>Tutkimuksesta selvisi, että muovi on elintarvikepakkauksissa tärkeä säilyvyyttä pidentävä materiaali. Muovia ei voi täysin korvata muilla materiaaleilla lisäämättä ruokahävikin määrää. Muovijäteongelmaan haetaan ratkaisuja julkisella ohjauksella ja erityisesti mikro-muovin päätymistä ympäristöön halutaan hallita. Muovijäteongelman hillinnässä on kolme päästrategiaa: käytön vähentäminen sekä kierrätyksen ja uudelleenkäytön lisääminen. Kuluttajien tulisi saada selkeää tietoa eri pakkausten ympäristövaikutuksista tiedostavien ostovalintojen tekemiseksi. Erityisesti biomuoveja koskevien standardien ja yhdenmukaisen määrittelyn puute hankaloittaa erilaisten pakkausmateriaalien ympäristövaikutusten arviointia.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Elintarvikeketju, ruokaketju, ruokahävikki elintarvikemuovi, kosketusmateriaali, muovipakkaus, ympäristövaikutukset, ilmastonmuutos, muovijäte		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Leskinen, Hanna	Type of publication Bachelor's thesis	Date September 2020 Language of publication: Finnish
	Number of pages 50	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Environmental Impacts of Plastic Food Packaging</b>		
Degree programme Engineer, logistics		
Supervisor(s) 1. Pesonen, Juha 2. Kervola, Henri		
Assigned by Juha Pesonen, Jyväskylä University of Applied Sciences		
Abstract  <p>The goal of the thesis was to research the environmental impacts of using plastic as a food packaging material. Thesis examined the structure of food supply chain and its environmental impacts as well as general packaging of food and the usage of plastic in food packaging. Food chains and food are essential for day to day life. However especially meat-based food products have significant environmental impacts and food waste has a crucial role in the environmental impacts of food in general. Fossil based plastics are traditionally and commonly used materials in food packaging for prolonged shelf life. However, plastics are at the same time causing significant environmental concerns, of which biggest are the increasing amounts of plastic waste.</p> <p>Research was carried out as a generalized descriptive literary review. Research data consisted of i.a. current reports, research data, articles and textbooks. Analyzing research data progressed throughout the research process and concluded in a current synthesis of environmental effects of plastic as a food item packaging material.</p> <p>Results of the thesis suggest that plastic is an essential material for food packaging in order to achieve sufficient shelf life. Plastics cannot fully be replaced by any other material without adding to food waste. Solutions for the plastic waste problem are pursued with public steering focused especially on controlling micro plastic leakage into the environment. In addition to using less plastic, increasing recycling and re-use of plastics are main strategies. In order to make informed consumer choices, information about environmental impacts of different packages should be available. Particularly the lack of standardization and uniform definition of bioplastics leads to confusion in comparing environmental aspects of different packaging materials.</p>		
Keywords/tags Supply chain, food chain, food waste, food packaging, food contact, contact materia, plastic packaging, environmental impact, climate change, plastic waste		
Miscellaneous (Confidential information)		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>3</b>
1.1	Tausta .....	3
1.2	Tavoitteet ja rajoitukset .....	4
<b>2</b>	<b>Tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen kuvaus .....</b>	<b>5</b>
2.1	Kirjallisuuskatsaus .....	5
2.2	Tutkimuksen toteutus .....	7
2.3	Tutkimusaineisto .....	8
<b>3</b>	<b>Elintarvikeketju ja pakkaaminen .....</b>	<b>9</b>
3.1	Elintarvikeketju .....	9
3.2	Elintarvikeketjun ympäristövaikutukset.....	11
3.3	Elintarvikkeiden pakkaaminen .....	14
3.4	Elintarvikkeiden pakkaamisen erityispiirteitä .....	16
<b>4</b>	<b>Muoviset elintarvikepakkaukset ja niiden ympäristövaikutukset.....</b>	<b>17</b>
4.1	Muovi elintarvikepakkauksissa.....	17
4.2	Muovisten elintarvikepakkausten ympäristövaikutuksia .....	20
4.2.1	Öljy ja päästöt.....	20
4.2.2	Jäte.....	21
4.2.3	Säilyvyys ja ruokahävikki .....	22
4.2.4	Kierrätys.....	24
4.2.5	Biomuovit .....	25
4.3	Tulevaisuus .....	27
<b>5</b>	<b>Yhteenveto.....</b>	<b>28</b>
5.1	Johtopäätökset .....	28
5.2	Tutkimuksen toteutuksen ja luotettavuuden arviointi .....	32
5.3	Ehdotuksia jatkotutkimuksista .....	32
	<b>Lähteet .....</b>	<b>34</b>
	<b>Liitteet.....</b>	<b>39</b>
	Liite 1. Miellekartta.....	39

	2
Liite 2. Aineiston luokittelua .....	40
Liite 3. Elintarvikkeiden pilaantumista aiheuttavia syitä, niiden ilmiöitä ja pakkausteknisiä ratkaisuja .....	44
Liite 4. Elintarvikepakkausten yleisimmät muovit, niiden keskeisimmät ominaisuudet ja käyttökohteet .....	46

## **Kuviot**

Kuvio 1. Kirjallisuuskatsauksen tyypit.....	6
Kuvio 2. Elintarvikeketju .....	10
Kuvio 3. Pakkauksiin kohdistuvia rasituksia.....	15
Kuvio 4. Muovien luokittelu.....	18

## **Taulukot**

Taulukko 1. Elintarvikkeen säilyvyys ilman pakkausta ja muovipakkaukseen pakattuna.....	23
---	----

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Ruoka ja elintarvikkeiden kulutus on osa arkipäivää. Kuluttaja on yhä tiedostavampi ja haluaa tehdä ympäristöystävällisempiä kulutusvalintoja myös ruokakaupassa. Elintarvikkeilla ja ruokaketjulla on ympäristövaikutuksia, joista yleisimmäksi julkisessa keskustelussa ovat nousseet tuontiruoka ja tuonnin edellyttämät pitkät kuljetusmatkat ja toisena muovin käyttö elintarvikepakkauksissa. Ensisijaisesti ruuan tuotannon ympäristökuorma johtuu kuitenkin siitä, että se kuluttaa paljon resursseja sekä aiheuttaa luonnon monimuotoisuuden vähenemistä ja ilmaston lämpenemistä. Ruokatuotanto ja ruuan kulutus aiheuttavat yli viidenneksen kaiken kotimaisen kulutuksen ilmastokuormasta (Ruoantuotannon ja -kulutuksen vaikutukset ympäristöön ja ilmastoon N.d.), mikä johtuu erityisesti suuresta ruokahävikin määrästä. Kaikkiaan suomalaisen ruokaketjun tuottama hävikki on vuosittain arviolta 400-500 miljoonaa kiloa, josta kolmasosa syntyy kotitalouksissa. (Kotitalouksien hävikistä löytyi yllätys: keitettyä kahvia menee hurjasti hukkaan – ruokahävikin puolittamiseen halutaan sitouttaa koko Suomi 2020). Ruokahävikillä on ympäristön lisäksi negatiivisia vaikutuksia talouteen, sillä se aiheuttaa Suomessa vuosittain 500 miljoonan euron taloudelliset menetykset (Himänen, Mäkinen, Rimhanen & Savikko 2013). Euroopan Unionin tasolla ruokahävikin vuosittaiseksi arvoksi on arvioitu 143 miljardia euroa, joka vastaa Euroopan Unionin vuosittaista toimintabudjettia (Schweitzer, Gionfra, Pantzar, Mothershead, Watkins, Petsinaris, ten Brink, Ptak, Lacey & Janssens 2018, 3). Ruokahävikiä halutaan vähentää kaikissa ruokaketjun vaiheissa. YK:n kestävän kehityksen agendassa on tavoite puolittaa kotitalouksien ja vähittäiskaupan hävikki vuoteen 2030 mennessä. Myös Suomessa valmistellaan Luonnonvarakeskuksen vetämänä yhteistyössä ministeriöiden, asiantuntijoiden ja alan eri toimijoiden kanssa kansallista ruokahävikkitiekarttaa, jolla halutaan merkittävästi vähentää hävikin määrää ja konkretisoida tapoja tavoitteen saavuttamiseksi. (Kotitalouksien hävikistä löytyi yllätys... 2020).

Elintarvikepakkauksissa perinteisesti ja ajankohtaisesti eniten käytetty materiaali on muovi (Muovitietoa. N.d.). Pakkauksiin käytetty osuus Euroopan Unionissa vuosittain valmistetusta yli 320 miljoonasta tonnista muovia on 40 %. Vastaavasti muovijätettä syntyy vuosittain noin 26 miljoonaa tonnia, josta pakkausjätettä on 60 %. Muovin merkittävin ympäristöhaitta onkin jätteen suuri määrä, joka kuormittaa erityisesti vesistöjä. Euroopan rantojen jätteestä 80 % on muovia. (A European strategy for plastics in a circular economy 2018, 6.) Pieneksi mikromuoviksi hajotessaan muovi kulkeutuu ympäristöön, ruokaketjuun, eläimiin ja ihmiseen. Muovijätteen määrää pyritään vähentämään julkisella ohjauksella. Euroopan Unionin muovistrategia on yksi julkisen ohjauksen keinoista, joka antaa suuntaviivoja myös Suomessa. Tämä näkyy tavallisen suomalaisen arjessa esimerkiksi kertakäyttöisten muovipillien- ja aterimien poistumisena markkinoilta. EU tavoittelee osana muovien vähentämistä myös muovin entistä tehokkaampaa kierrättämistä tai uudelleenkäyttöä. (Parlamentti sinetöi kertakäyttömuovin kiellon vuoteen 2021 mennessä 2019.) Suomen kansallisen muovistrategian eli Muovitiekartan pääperiaatteet ovatkin ”vähennä ja vältä, kierrätä ja korvaa” (Muovitiekartta Suomelle 2018).

## 1.2 Tavoitteet ja rajoitukset

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia, mitä ympäristövaikutuksia muovisilla elintarvikepakkauksilla on. Opinnäytetyössä tarkastellaan sitä, miten ja miksi muovia käytetään elintarvikkeiden pakkausmateriaalina, miten muovi rasittaa ympäristöä sekä miten ja miksi muovi vaikuttaa elintarvikkeiden ympäristökuormaan. Opinnäytetyössä vastataan tutkimuskysymykseen:

- Millainen muovi on elintarvikkeiden pakkausmateriaalina ympäristönäkökulmasta?

Tähän kysymykseen vastataan kappaleessa 4. Jotta tutkimuskysymykseen voidaan vastata, tutkimuksen viitekehyksessä esitellään ensin elintarvikeketjua ja sen ympäristövaikutuksia, sekä miten elintarvikkeita pakataan ja mitä vaatimuksia elintarvikkeet asettavat pakkauksille. Lisäksi selvitetään elintarvikkeiden pakkaamisessa yleisimmin käytettyjä muovimateriaaleja ja niiden ominaisuuksia. Näihin kysymyksiin

vastataan kappaleessa 3. Tutkimuksessa rajataan ruokaketju koskemaan ruuan matkaa maataloudesta elintarviketeollisuuteen ja päivittäistavarakauppaan, jonka loppukäyttäjä on yksityinen kuluttaja. Tarkastelusta rajataan näin pois mm. lähituotanto ja ruokapalvelutuotanto, kuten ravintolat tai suurkeittiöt.

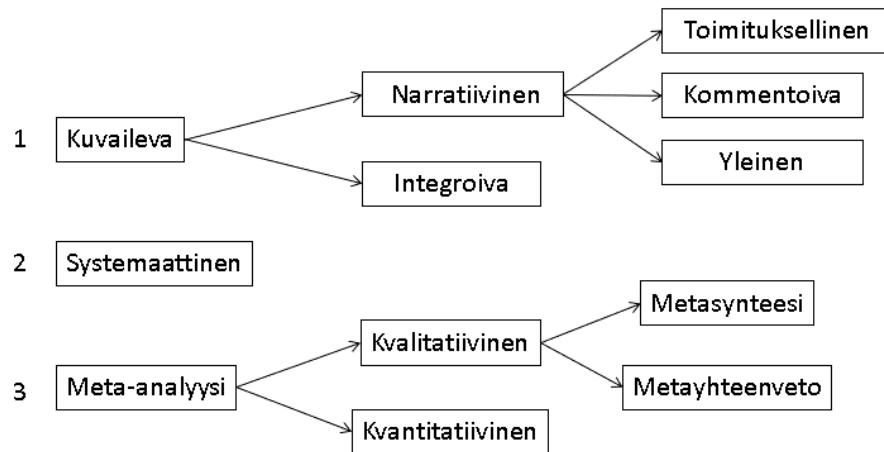
## 2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen kuvaus

### 2.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksella kartoitetaan sitä, miten paljon, millaista ja mistä näkökulmista tietoa rajatusta aiheesta on jo olemassa. Se voi olla itsenäinen artikkeli, osa kokonaisuutta tai selvitys siitä, onko aiemmin tutkitussa tiedossa aukkoja, johon tulisi suunnata lisätutkimusta. (Latvala & Tuomi 2016; Jesson, Matheson & Lacey 2011, 17-18.) Salminen (2011, 1-3) luonnehtii kirjallisuuskatsauksen olevan menetelmällistä tutkimuksen tutkimista, jolla voidaan sekä kehittää olemassa olevaa teoriaa, että saada uusia tutkimustuloksia. Jessonin ja muiden (2011, 10) mukaan kirjallisuuskatsaus on olemassa olevan tiedon analysointia, uusien ulottuvuuksien löytämistä ja tuoreiden näkökulmien luomista.

Kuviossa 1 on esitetty Latvalan ja Tuomen (2016) sekä Salmisen (2011, 6) tekemä jako kirjallisuuskatsauksen kolmesta eri päätyypistä ja niiden alatyypeistä.





Kuvio 1. Kirjallisuuskatsauksen tyypit (Salminen 2011, 38; Latvala & Tuomi 2016.)

Kuvaileva katsaus (1) on päätyypeistä käytetyin. Se kuvailee aiempaa tutkimusta, sen laajuutta, syvyyttä ja määrää ja sitä voidaan luonnehtia säännöiltään vapaammaksi yleiskatsaukseksi. Kirjallisuuskatsausten eri päätyypeistä kuvaileva katsaus soveltuu itsessään ammattikorkeakoulun opinnäytetyön varsinaiseksi tutkimusmenetelmäksi. Sellainen tehdään kuitenkin myös aina osana jokaista opinnäytetyötä, kun opinnäytetyön aihe sidotaan olemassa olevaan tutkimuspohjaan ja tehdään kuvaus työn teoreettisesta taustasta. (Latvala & Tuomi 2016.) Narratiivinen kuvaileva katsaus antaa tutkimusaiheesta laajan ja kehityksellisen kuvan, kun integroiva kuvaileva katsaus on kriittisempi ja myös lähenee päätyypeistä systemaattista kirjallisuuskatsausta (Salminen 2011, 7). Salminen (2011, 7) jakaa narratiivisen kirjallisuuskatsauksen vielä kolmeen alaluokkaan: toimitukselliseen, kommentoivaan ja yleiseen katsaukseen. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus (2) on kattavampi, yksityiskohtaisempi ja järjestelmällisempi (Latvala & Tuomi 2016), se pyrkii tiivistämään olennaisen aiemmin aiheesta tehdystä tutkimuksesta ja tuo esiin uusia tutkimustarpeita (Salminen 2011, 9). Meta-analyyseissa (3) käytetään matemaattisia, systemoituja ja mittaavia tekniikoita (Latvala & Tuomi 2016). Salmisen (2011, 12-15) mukaan tämä kirjallisuuskatsauksen tyyppi sopii parhaiten esimerkiksi luonnontieteisiin, joissa ilmiöt ovat yksiselitteisiä ja tutkijan omat tulkinnat eivät ole niin merkityksellisiä. Salminen toteaa myös, että meta-analyysi on kirjallisuuskatsauksien tyypeistä vaativin.

Kaikkien kirjallisuuskatsausten ensimmäinen vaihe on tutkijaa kiinnostavan aiheen tutkimusongelman määrittelemine ja tutkijan aiheeseen mahdollisesti liittyvien ennako-oletuksien tunnistaminen. Aiheen tutkimusongelman perusteella määritellään rajattu ja relevantti tutkimuskysymys, johon kirjallisuuskatsaus etsii vastausta. (Stolt, Axelin & Suhonen 2016, 24.) Stolt ja muut (2016, 8) kuvaavat kaiken kirjallisuuskatsauksen tyyppien sisältävän seuraavaksi neljä osaa, joista yhdessä käytetään lyhennettä SALSA. Ensimmäinen osa on kirjallisuuden haku ja aineiston valinta (Search), jossa tärkeintä on aineiston hakuprosessin luotettavuus vääristyneiden johtopäätösten välttämiseksi. Haun ja valinnan systemaattisuus riippuu kirjallisuuskatsauksen tyyppistä, ja esimerkiksi yleisesti ilmiötä tarkastelevan katsauksen systemaattisuus voi olla kevyempää. Toinen kirjallisuuskatsauksen osa on aineiston kriittinen arviointi (Appraisal), joka voi tapahtua aineiston haun kanssa limittäin. Arviointi pyrkii aineiston kattavuuden ja edustavuuden varmistamiseen. Arvioinnin tekeminen on suositeltavaa, mutta sitä ei välttämättä tehdä kaikissa kirjallisuuskatsausmenetelmissä. Kolmas osa on synteesi (Syntesis) ja neljäs analyysi (Analysis), joissa tutkimukseen valittua aineistoa järjestellään ja siitä tehdään yhteenveto, jotta aineistosta muodostuu looginen kokonaisuus. (Stolt ym. 2016, 8, 28-31.) Viimeisenä eli viidentenä osana kirjallisuuskatsauksessa raportoidaan kaikki edeltävät vaiheet riittävällä tarkkuudella, jotta tutkimus olisi toistettavissa. Lisäksi katsauksessa tulisi tarkastella tutkimuksen luotettavuutta ja mahdollisesti tutkimustuloksia vääristäviä tekijöitä. (Stolt ym. 2016, 32.)

## 2.2 Tutkimuksen toteutus

Opinnäytetyöprosessin alussa tutkimuskysymyksen määrittelyn ja edelleen tarkentamisen aikana toteutui alustava kirjallisuuskatsaus, jonka perusteella kuva saatavilla olevasta tiedosta ja sen laadusta alkoi hahmottua. Kappaleessa 2.1 mainitun mukaisesti narratiivisista kirjallisuuskatsausten tyypeistä erityisesti kuvaileva kirjallisuuskatsaus soveltuu itsenäiseksi ammattikorkeakoulun opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi, joten se valikoitui toteuttamiskelpoiseksi vaihtoehdoksi. Kuvailevaa kirjallisuuskatsausta puolsivat myös aineiston monipuolisuus ja saatavuus sekä opinnäytetyöprosessiin suhteutettuna aikaresurssien huomioon ottaminen. Opinnäytetyön laajuus huomioon ottaen esimerkiksi systemaattinen kirjallisuuskatsaus olisi voinut olla

tarpeettoman laaja ja vienyt kohtuuttomasti aikaresursseja. Yleiskatsaus kuvailevana kirjallisuuskatsauksena antaa hyvän yleiskuvan valitusta aiheesta, joka vastaa henkilökohtaisten mielenkiinnon kohteiden lisäksi tulevan ammatillisen toimintaympäristön teemoja.

Muiden tutkimustapojen toteuttamisen haasteeksi muodostui keväällä 2020 alkaneet pandemian aiheuttamat poikkeukselliset olosuhteet, joka asetti riskejä esimerkiksi haastattelu- tai kyselytutkimusten kohdejoukon tavoitettavuudelle. Kirjallisuuskatsaus mahdollisti itsenäisen työskentelyn ja aikataulujen sopeuttamisen opinnäytetyön ajoitukseen.

### 2.3 Tutkimusaineisto

Opinnäytetyössä kerättiin tyypeiltään monipuolista ja valmista aineistoa, joka koostui oppikirjoista, aikaisemmista tutkimuksista, tilastoista, julkaistuista joukkotiedotuksen materiaaleista ja organisaatioiden dokumenteista. Aineiston keruun apuna käytettiin aiheen perusteella työstettyä miellekarttaa, joka on esitetty liitteessä 1. Miellekarttaan koottiin aihepiiriin sitoutuvia näkökulmia ja käsitteitä ja näiden mahdollisia suhteita toisiinsa (Kirjastotuutori 2016).

Aineistoa valittaessa kiinnitettiin ensisijaisesti huomiota julkaisijatahoon ja sen luotettavuuteen. Opinnäytetyöhön pyrittiin valitsemaan sekä julkishallinnon että yksityisen sektorin aineistoa. Alustavan kirjallisuuskatsauksen aikana selvisi pian, että aihe koskettaa laajaa kenttää toimijoita, joten aineistoa tuli valita alan yhdistyksistä ja yrityksistä. Sekä elintarvikkeiden että muovien ympärillä tapahtuu paljon kehitys- ja innovaatiotyötä, joten erilaisten tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatioiden aineisto on opinnäytetyön kannalta relevanttia. Erityisesti muovin käyttöön elintarvikepakkauksissa liittyy säätelyä sekä kansallisella, että eurooppalaisella tasolla, joten aineistoa valittiin myös virallisista lähteistä. Aiheen fokus huomioon ottaen pyrittiin valitsemaan aineistoa, jonka julkaisijat olivat eri puolilla kenttää, kuten etujärjestöt, yritykset, oppilaitokset, tutkimuslaitokset tai julkishallinnon organisaatiot. Julkaisut, joissa julkaisijataho jäi epäselväksi, jätettiin tutkimuksesta pois niiden luotettavuuden kriit-

tisen arvioimisen vaikeuden vuoksi. Myös julkaisun tuoreuteen kiinnitettiin huomiota. Vanhempikin julkaisu kuitenkin valittiin, jos kyseessä oli esimerkiksi alan perusoppikirjamainen julkaisu, tai aiheesta ei ilmennyt merkittävää uutta tietoa. Tieteellisiä tutkimustuloksia aineistoon etsittiin mm. Janet- ja Finna-tietokannoista. Keskeisimpiä hakusanoja olivat mm: supply chain, food chain, food packaging, elintarvikeketju, elintarvikemuovi, kosketusmateriaali, ruokaketju, ilmastonmuutos, muovipakkaus, muovijäte ja ruokahävikki.

Liitteessä 2 olevassa taulukossa on luokiteltu käytettyä aineistoa aihepiirin mukaan ja selvitetty tarkemmin aineiston teemoja, tyyppejä ja taustoja.

### **3 Elintarvikeketju ja pakkaaminen**

#### **3.1 Elintarvikeketju**

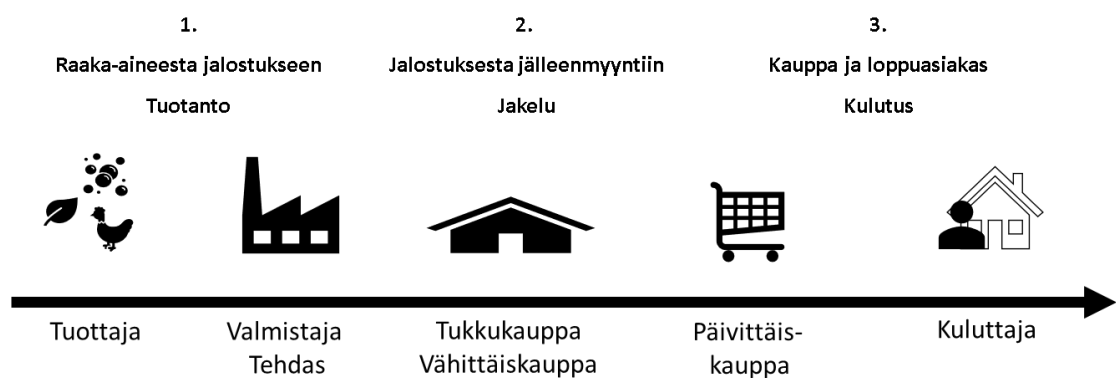
Elintarvikkeita tuotetaan ja kulutetaan kaikkialla, ja niiden toimitusketjut ovat globaaleja. Elintarvikkeet ovat nopeasti liikkuvia suuren volyymin tuotteita. Elintarvikkeiden haaste on lyhyt säilyvyysaika, joka liittyy voimakkaasti globaaliin ruokaturvallisuuden ja ruokahävikkiin. Kuluttajien odotukset saada enemmän tietoa elintarviketuotteiden ympäristövaikutuksista synnyttää tarpeen ketjun jäljitettävyydelle. Muita elintarvikeketjulle tyypillisiä ulottuvuuksia ovat säädelyn ympäristön tarve, ympäristövaikutusten hillintä ja alhainen kustannustaso. Ruuan toimitusketjut ovat myös tärkeitä globaalille taloudelle. (Ala-Harja, Helo & Virrankoski 2015, 13.)

Elintarvikeketjun määrittely on moninaista. Vepsäläinen (2016, 9-10) kuvaa ammattimaisen ruokatuotannon laajaa ja monimuotoista ketjua, joka alkaa alkutuotannon raaka-aineesta ja päättyy teollisen jalostukseen, ja edelleen varastoinnin ja jakelun kautta kauppaan. Tätä ketjua voi Vepsäläisen (2016, 9-10) mukaan kutsua ruokaketjuksi tai myös ruokajärjestelmäksi sen yhä voimakkaammin ketjuuntuvan, verkostoi-

tuvan ja rypäsmäiseksi kehittyvän kokonaisluonteen vuoksi. Tässä työssä elintarvikeketjulla tarkoitetaan em. määrittelyn kaltaista raaka-aineesta loppukäyttäjälle päättyvää ruokaketjua.

Yleensä tuotanto- ja jakeluketjuihin kuuluu monia eri toimijoita. Myös elintarvikeketju voi koostua alihankkijoista, toimittajan toimittajista, useista jalostus- ja prosessointilaitoksista, jakelijoista, jakeluterminaaleista, tukkuliikkeistä, jälleenmyyjistä ja asiakkaiden asiakkaista. Mitä pidempi ja monimutkaisempi toimitusketju on, sen enemmän siinä on erityisesti elintarvikkeiden säilyvyyden ja ketjun ympäristövaikutusten kannalta haastavaa varastointia, välivarastointia ja siirtokuljettamista. (Logistiikan maailma N.d.a.) Elintarvikeketju voi olla myös lyhyt. Tällöin kuluttaja esimerkiksi joko tuottaa ruuan itse, tai ostaa sen suoraan tuottajalta. Kuluttajalle lyhyt ketju tuo jäljitettävyyttä eli enemmän tietoa tuotanto-olosuhteista ja raaka-aineen alkuperästä. (Ruokaketju N.d.)

Kuviossa 2 on esitetty havainnollistamisen vuoksi yksinkertaistettu elintarvikeketju päävaiheineen.



Kuvio 2. Elintarvikeketju (Mukailtu: Logistiikan maailma N.d.a; Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020; Vepsäläinen 2016, 10.)

Kuviosta 2 käy ilmi ruokaketjun kolme vaihetta. Elintarvikeketjun alussa (vaihe 1) tuotetaan raaka-aine, joka toimitetaan jalostettavaksi elintarvikkeen valmistajalle eli yleensä tehtaalle. Suomessa elintarviketehtaat saavat suurimman osan raaka-aineista

sopimustuotannosta, jolla varmistetaan raaka-aineen saatavuus. Tuottajien raaka-aineita saa myös keskusliikkeistä, joka on ostanut raaka-aineet joko kotimaisilta tai ulkomaisilta tuottajilta. Jalostusvaiheessa määritellään ruuan säilyvyys, joka toteutuu, jos elintarvike on oikeissa olosuhteissa kuljetuksen, varastoinnin ja myynnin aikana. (Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020.) Tuote pakataan yleensä tuottajan tiloissa (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 155).

Jalostettu ja pakattu elintarviketuote tuote siirtyy jakeluverkoston (vaihe 2) kautta jälleenmyyntiin tukku- tai vähittäiskauppaan. Valmista elintarviketta pyritään varastomaan mahdollisimman vähän aikaa ja se halutaan kuljettaa mahdollisimman nopeasti jakelukeskukseen, jossa se pakataan edelleen kuljetukseen kauppaan ja kuluttajalle. Suoraan tehtaalta vähittäiskauppaan kuljettaminen voi olla myös mahdollista. (Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020.) Tyypillisin ruokaketjun jakeluverkosto on tyypiltään jakelukeskus – runkolinja. Näin on myös Suomessa, jossa eri puolilla maata tuotettu ruoka kuljetetaan pääosin pääkaupunkiseudun keskusliikkeiden keräilyterminaaleihin. Kerätyt elintarvikkeet siirretään runkokuljetuksina takaisin eri puolille maata alueterminaaleihin, josta ne jaellaan edelleen myymälöihin. (Ala-Harja ym. 2015, 13.) Pitkät kuljetusmatkat edellyttävät suuria kuormia. Kuljetuskalusto on pitkästi erikoistunutta ja esimerkiksi Suomessa elintarvikekuljetuskäytössä olevasta 3 000 ajoneuvosta yli 2 000 on lämpösäädelyjä. (Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020.) Elintarvike päättyy päivittäistavarakauppaan (vaihe 3) josta loppuasiakas sen ostaa.

### 3.2 Elintarvikeketjun ympäristövaikutukset

Noiin viidesosa suomalaisen kulutuksen ympäristövaikutuksista johtuu elintarvikkeista, ja vaikutuksia syntyy koko elintarvikkeen elinkaaren aikana (Ruoantuotannon ja -kulutuksen vaikutukset ympäristöön ja ilmastoon N.d.; Himanen ym. 2013; Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020; Järvi-Kääriäinen, Lindén, Ollila & Pakkaus-tekniologia – PTR Ry 2007, 22). Ruokatuotanto kuluttaa paljon resursseja, kuten energia, ravinteet ja vesi, ja sen ympäristövaikutuksia ovat mm. ympäristön rehevöityminen, luonnon monimuotoisuuden väheneminen ja ilmaston lämpeneminen (Ruoantuotannon ja -kulutuksen vaikutukset ympäristöön ja ilmastoon N.d.).

Kuviosta 2 käy ilmi ruokaketjun kolme vaihetta. Valtaosa elintarvikeketjun ympäristövaikutuksista on arvioitu syntyvän alkutuotannossa (vaihe 1) (Ala-Harja ym. 2015, 14-15; Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020). Suomen maatalouden ympäristövaikutuksista merkittävämmät ovat vesistöjen rehevöityminen, luonnon monimuotoisuuden väheneminen ja kasvihuonekaasupäästöt (Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020). Eläinperäisen ruuan ympäristökuorma johtuu suurimmaksi osaksi tuotantoeläinten ruuaksi tarvittavan rehun tuotannosta. Eläinperäisen ruuan kokonaisympäristökuorma on tästä syystä moninkertainen kasviperäisen ruuan vastaavaan verrattuna. (Ala-Harja ym. 2015, 23.) Luonnonvarakeskus (Tutkittua tietoa ruuan ympäristövaikutuksista 2018) arvioi, että Suomen kaikista kasvihuonepäästöistä 20 % johtuu elintarvikkeiden alkutuotannosta. Suomessa kulutettuun ruokaan liittyvä ympäristökuorma syntyy 90-prosenttisesti ulkomailla, joka johtuu mm. siitä, että Suomessa kuluttajien maataloustuotteiden viemästä pinta-alasta 40 % on Suomen rajojen ulkopuolella. Esimerkiksi luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen ja eläinten uhanalaistumiseen vaikuttaa negatiivisesti se, kun kasvavalle viljely- tai karjantuotantotoiminnalle on saatava lisää alaa kaatamalla tai polttamalla eläinten luonnollista elinympäristöjä kuten metsiä. (WWF:n uusi raportti: Selkärankaisten eläinten populaatiot kutistuneet erittäin hälyttävästi – Latinalaisessa Amerikassa lajien yksilömäärät ovat pienentyneet 94 prosenttia 2020.)

Jalostuksen ympäristövaikutukset ovat selvästi pienemmät kuin alkutuotannon. Tuotantotoiminta, kuten jäähditys ja tuotantotilojen puhtaanapito, kuluttaa hyödykkeinä esimerkiksi vettä ja energiaa. Jalostuksessa syntyy paljon sivutuotteita, kuten jätettä, joista eloperäisiä voidaan kuitenkin hyödyntää mm. biopolttoaineena. (Ruokapalveluala 2014.) Mitä pidemmälle ruoka jalostetaan, sen suurempi on myös ruuan ympäristövaikutus (Himanen ym. 2013).

Kuljetusten osuus (vaihe 2) elintarvikeketjun ympäristökuormassa on pieni, varsinkin jos tuotantotavat ovat vähemmän ympäristöä kuormittavia. Esimerkiksi Espanjassa avomaakasvatuksena tuotetun ja Suomeen myyntiin kuljetetun kurkun ympäristövaikutus voi olla pienempi, kuin Suomessa kasvihuoneessa kasvatetun kurkun, koska tuotantotapojen ympäristövaikutuksilla on suuri ero. (Ruokapalveluala 2014.) Ala-Harjan ja muiden (2015, 117) mukaan noin 13,5 % maailman kasvihuonepäästöistä

aiheutuu kuljetuksista. Päästöihin vaikuttaa mm. kuljetusetäisyys, kuljetuksen täyttöaste ja kuljetustapa. Esimerkiksi viiden ruokakilon kuljettaminen vie fossiilista polttoainetta saman verran, jos se kuljetetaan 38 000 km laivalla tai 1 km autolla. Suurin osa elintarvikkeista vaatii lämpösäädelyt olosuhteet. Lämpösäädelyjen olosuhteiden ylläpito kuluttaa 40 % elintarvikkeiden jakelun aiheuttamasta energiankulutuksesta. Pakasteruuan jakelun energiankulutus on 1,7 kertainen kuivaelintarvikkeisiin verrattuna. On arvioitu, että maailmassa lämpösäädeltynä kuljetusvälineinä on mm. 1 200 rahtialusta ja 1,2 miljoonaa kuorma-autoa. (Ala-Harja ym. 2015, 15.) Suurten elintarvikkuljetusten optimointi säästää ympäristöä verrattuna pienten erien kuljettamiseen (Himanen ym. 2013). Jäte ja energiankäyttö ovat suurimmat ympäristökuorman aiheuttajat kaupan alalla (vaihe 3) (Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020).

Ala-Harjan ja muiden (2015, 23-24) mukaan ruokahävikkiä voi muodostua missä tahansa ruokaketjun osassa, ja ruokajätettä muodostuu jälleenmyyjien ja kuluttajien aikaansaamina ketjun loppuvaiheessa. Hävikkiä aiheuttaa esimerkiksi tehoton toimitusketjun koordinointi tai ostotoiminta, ylituotanto, parasta ennen päiväykset ja kuluttajien käyttäytyminen. Hävikkiä syntyy esimerkiksi mekaanisesti sadonkorjuussa alkutuotannossa, tuotanto- ja jalostusvaiheessa ja käsittelyn aiheuttamana pilaantumisenä varastoinnin ja kuljetuksen aikana (Ala-Harja ym. 2015, 23-24.) Ruokahävikin vähentäminen on tärkeää koko ruokaketjussa (Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020). Hävikkiin menneen ruuan koko elintarvikketjun aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat syntyneet turhaan (Himanen ym. 2013). Ala-Harjan ja muiden (2015, 23-24) mukaan jätteeksi päätyy maailmassa kolmannes ihmisravinnoksi tuotetusta ruuasta, ja jätteen merkitys elintarvikkeiden kokonaispäästöistä on merkittävä (Ala-Harja ym. 2015, 119). Suomessa kotitalouksien ruokahävikkiä syntyy noin 5 %:sta hankitusta ruuasta, mikä vastaa 120-160 miljoonaa kiloa ruokaa ja minkä arvo on noin 500 miljoonaa euroa. Elintarviketeollisuuden vastaava hävikki on noin 75–140 miljoonaa kiloa. (Himanen ym. 2013.) Kaikkiaan suomalaisen ruokaketjun tuottama hävikki on vuosittain arviolta 400-500 miljoonaa kiloa, josta siis kolmasosa on kotitalouksissa syntyvää jätettä. (Kotitalouksien hävikistä löytyi yllätys... 2020). EU:n ruokahävikin vuosittaiseksi euromääräiseksi arvoksi on arvioitu 143 miljardia euroa, joka vastaa Euroopan Unionin vuosittaista toimintabudjettia (Schweitzer ym. 2018, 3). Vastaavasti ruokahävikin hiilidioksidipäästöiksi on arvioitu 495 miljoonaa tonnia,

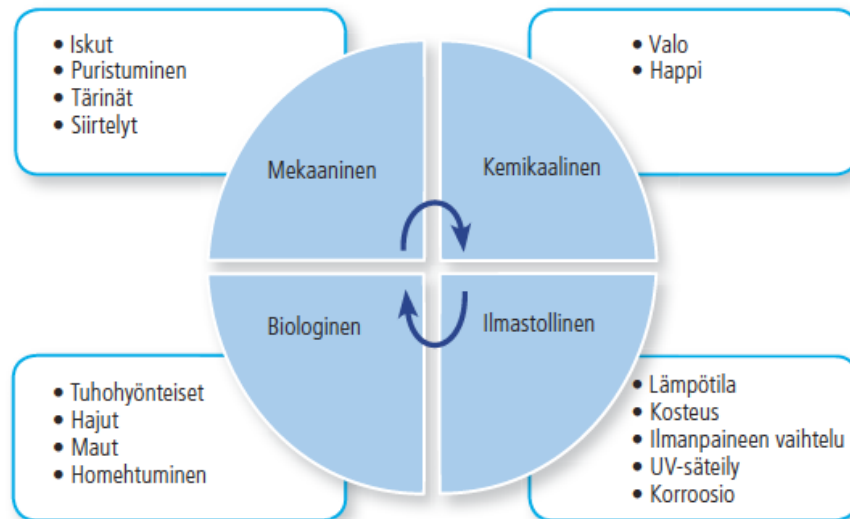


ja hävikkiin menevä ruoka vie lähes 210 miljoonaa hehtaaria maata. Ruokahävikin on arvioitu nousevan 200 miljoonaan tonniin, jos sitä ei hillitä. (Guillard, Gaucel, Fornaciari, Angellier-Coussy, Buche & Gontard 2018, 8-9.)

### 3.3 Elintarvikkeiden pakkaaminen

Toimiva pakkaus palvelee logistista ketjua ja säästää tuotteen elinkaaren eri vaiheissa moninkertaisesti pakkaamisen hinnan verran (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 232).

Järvi-Kääriäisen ja muiden (2007, 9) mukaan pakkauksen ensisijainen tehtävä on suojata tuotetta läpi koko jakeluketjun, jotta pakatun tuotteen negatiiviset ympäristövaikutukset olisivat mahdollisimman pienet. Pakkaus on lisäksi markkinoinnin väline, se helpottaa käsittelyä, välittää informaatiota ja alentaa jakelukustannuksia. Pakkaaminen voi parantaa kustannustehokkuutta varastointi- tai kuljetusvaiheissa esimerkiksi tuotteen parempana mekaanisena käsiteltävyytenä tai pakkauksiin laitettavien tunnistajien, esimerkiksi luettavien koodien, avulla. (Hokkanen ym. 2011, 151-155; Pieni pakkausopas 2018, 4-5.) Pakkausten merkinnät taas voivat antaa merkittävää tietoa esimerkiksi tuotteen vastuullisuudesta tai suositelluista käsittelytavoista ennen käyttöä, käytön aikana tai käytön jälkeen (Pieni pakkausopas 2018, 7). Pakkauksen suunnittelussa sovitetaan yhteen tekninen suorituskyky, markkinointi, taloudellisuus ja ympäristötekijät läpi toimitusketjun lähtien pakkaustoiminnoista aina kuluttajalle ja kuluttajan jälkeiseen hävitykseen asti (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 44-45). Pakkauksen perustehtäviä ovat tuotteiden kokoaminen, suojaaminen, säilyttävyyden ja tunnistettavuus. Sen lisäksi jokainen toimitusketjun osa painottaa pakkauksen haluttuja ominaisuuksia eri tavalla. (EFR Pakkausopas 2008, 11.) Pakkaukselta vaadittavat kestävyysominaisuudet määrittelee toimitusketjun kuormittavin osuus ja jakelun aikana tapahtuvan käsittelyn määrä (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 237). Pakkaukseen ja sen sisältämään tuotteeseen kohdistuvia mekaanisia, kemiallisia, biologisia ja ilmastollisia rasituksia on esitetty kuviossa 3.



Kuvio 3. Pakkauksiin kohdistuvia rasituksia (Logistiikan maailma N.d.b)

Mekaanista rasitusta ovat esimerkiksi kuljetuksen aikainen tärinä tai varastoinnin käsittelyssä tapahtuvat putoamiset tai muut iskut. Kemiallisia rasituksia ovat mm. valo ja happi, biologisia esimerkiksi tuhoeläimet ja homehtuminen sekä ilmastollisia tai fyysikaalisia rasituksia mm. vaihtelevat kosteus- ja lämpötilaolosuhteet (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 11; Logistiikan maailma N.d.b.).

Tuote pakataan yleensä tuottajan tiloissa (Hokkanen ym. 2011, 155). Pakkausmateriaalin pitää kestää linjastossa tapahtuvaa käsittelyä ja sillä tulee olla mm. tietyt kitkaominaisuudet ja muodot, jotta pakkauslinjasto kulkee ja käytettävyys on mahdollisimman hyvä. Pakkauksen pitää kestää prosessissa haluttuja lämpötiloja, olla helposti suljettava ja hygieeninen. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 11.) Kuljetus- ja varastointitoiminnoissa tapahtuu erityisesti mekaanista rasitusta, kuten puristusta, vääntöä, taipumista tai tärinää. Usein käytetään uudelleenkäytettäviä suuria pakkauksia, kontteja tai säiliöitä. Keskeistä on pakkauksen helppo käsittely, kustannustehokkuus ja vähäinen pakkausjätteen määrä. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 11, 239.) Biologiset rasitukset johtuvat itse tuotteesta tai tuhoeläimistä ja kohdistuvat tuotteeseen sekä pakkaukseen. Väärät lämpö- tai kosteusolosuhteet voivat aiheuttaa homehtumista tai hyön-

teisten esiintymistä. Fysikaalisena rasituksena vaihtelut esimerkiksi ilman suhteellisessa kosteudessa toimitusketjun aikana voivat pinnoille tiivistyneen kosteuden kautta heikentää pakkauksen lujuusominaisuuksia. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 238-241.) Pakkauksen helppo avattavuus, hyllytyksen vaivattomuus ja hyötykäyttöpotentiaali korostuvat ketjun varastointivaiheissa mitä lähemmäs ketjun loppupäätä liikutaan. Pakkauksen tulisi olla litistettävissä tai muuten helposti kierrätykseen kerättävissä ja monimateriaalipakkausten kerrosten tulisi olla helposti irrotettavissa eri lajitteijakeisiin. Muovilaatikoiden tulisi olla pinottavia, jotta niiden käsittely on sujuvaa ja turvallista. (EFR Pakkausopas 2008, 11-16.) Tukku- ja vähittäiskaupan suuret valikoimat edellyttävät pakkaukselta niin ikään automaattisen ja manuaalisen käsittelyn sujuvuutta esimerkiksi hyllytystä ajatellen (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 25-26).

Pakkausten käsittelyn helppous tehostaa toimitusketjua. Varastoinnissa ja kuljetuksissa käytetään moduulimitoitussjärjestelmä, joka määrittelee pakkausten perusulottuvuuksien kokoa. Kotimaisen perusmoduulin suurimmat sallitut ulkomitat 600 mm – 400 mm on määritetty standardissa SFS 3536. Sen jako- ja kerrannaismitat sopivat yleiseurooppalaiseen standardiin, jonka yleisimmin käytetyt käsittely-yksiköt ovat SFS-EN 13698-1 eli nk. EUR-lava, sekä SFS-EN 13698-2 eli nk. FIN-lava. (Hokkanen ym. 2011, 153.)

### 3.4 Elintarvikkeiden pakkaamisen erityispiirteitä

Oikeanlaisella pakkausmateriaalin ja pakkaustavan valinnalla voidaan vaikuttaa erityisesti elintarvikkeiden säilyvyyteen ja vaurioiden määrän vähenemiseen toimitusketjun eri vaiheiden käsittelyiden aikana (Pieni pakkausopas 2018, 5; Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 54). Elintarvikepakkauksessa keskeisintä on sen kyky säilyttää tuotteen ravitsemukselliset, mikrobiologiset ja aistinvaraisesti havaittavat ominaisuudet läpi elintarvikeketjun. Elintarvikepakkauksen tulee aina olla myös kustannustehokas ja helposti valmistettava. Sen pitää usein kestää kuumennusta, olla kooltaan käytännöllinen sekä helposti avattava ja suljettava. Hyvä elintarvikepakkaus aiheuttaa mahdollisimman vähän ympäristörasitusta ja täyttää kaikki sille lakien ja säädösten asettamat vaatimukset. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 51-54.) Pakkausmateriaalista itsestään

ei saa siirtyä elintarvikkeeseen aineita, jotka ovat ihmiselle haitallisia tai jotka heikentävät pakatun tuotteen aistein havaittavia ominaisuuksia. Tämän varmistamiseksi elintarvikekosketuksiin joutuvien materiaalien hyväksytyjä valmistusaineita säädel-  
lään Euroopan Unionissa elintarvikekontaktiasetuksella (EY 1935/2004). Muovimateri-  
aaleja koskee erityisesti muoviasetus, jossa kerrotaan sallitut raaka-aineet, niiden  
määrät ja hyväksytyt siirtymäarvot (EU 10/2011).

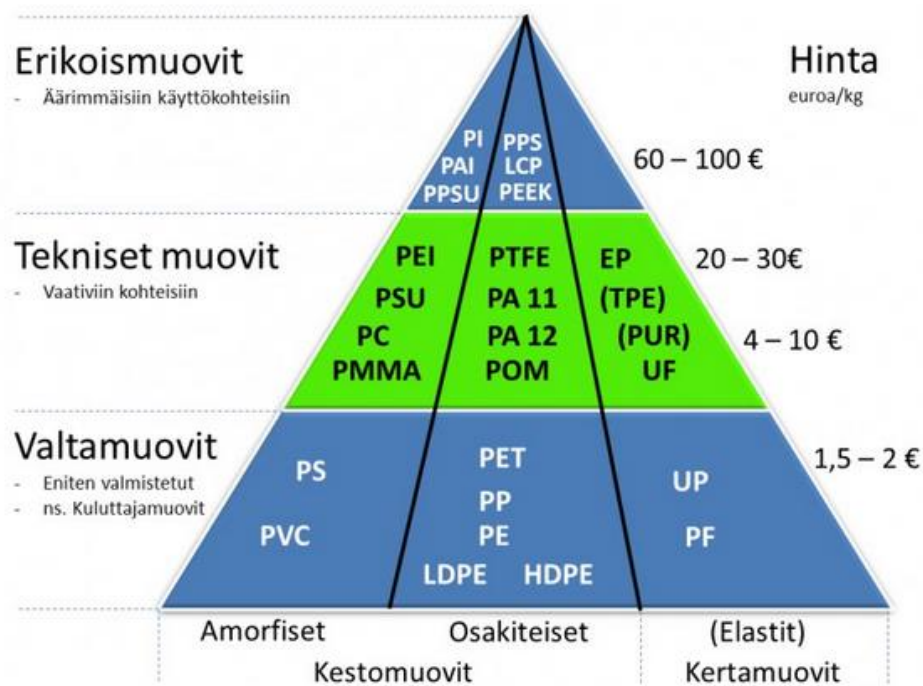
Elintarvikkeet ovat helposti pilaantuvia ja niissä tapahtuu säilytyksen aikana erilaisia  
haitallisia laatumuutoksia. Muutokset voidaan jakaa elintarvikkeiden sisäisistä tai ul-  
koisista tekijöistä johtuviksi. Oikeanlainen pakkausmateriaali ja pakkaustapa estää tai  
hidastaa laatua tai säilyvyyttä heikentäviä muutoksia merkittävästi. (Järvi-Kääriäinen  
ym. 2007, 51.) Liitteessä 3 on esitetty elintarvikkeiden pilaantumista aiheuttavia syitä  
ja niiden aiheuttamia ilmiöitä elintarvikkeessa. Lisäksi taulukossa on kerrottu, mitä  
vaatimuksia kukin edellä mainituista asettaa pakkaukselle tai pakkausmateriaalille.

## **4 Muoviset elintarvikepakkaukset ja niiden ympäristövaikutukset**

### **4.1 Muovi elintarvikepakkauksissa**

Euroopan parlamentin (2018) mukaan Euroopassa vuosittain valmistetusta yli 320  
miljoonasta tonnista muovia 40 prosentista tehdään pakkauksia. Muovi on elintarvi-  
kepakkauksissa eniten käytetty materiaali (Muovitietoa N.d.). Muovi valmistetaan  
petrokemian ylijäävistä hiilivetyvirroista. Muovilla on isoista ketjumaisista moleky-  
leistä eli polymeereistä koostuva rakenne. Polymeeri valmistetaan liittämällä toi-  
siinsa pienimolekyylisiä monomeerejä lämmön, paineen ja katalyyttien avulla. Poly-  
meeriin voidaan saostaa esimerkiksi lujite- tai täyteaineita haluttujen ominaisuuksien  
saamiseksi. (Muovitietoa N.d.) Muovin kaltaisia materiaaleja voidaan valmistaa myös  
luonnosta saatavista biologisista aineista, kuten tärkkelyksestä, proteiineista tai sellu-  
loosasta (Muoviopas 2020).

Kuviossa 4 on esitetty muovien luokittelua.



Kuvio 4. Muovien luokittelu (Muovitietoa N.d.).

Kuvion 4 mukaisesti muovit voidaan jakaa sisäisen rakenteen mukaan amorfisiin ja osakiteisiin muoveihin, tai lämpöön reagoimisen ja muovattavuuden mukaan kesto-  
muoveihin ja kertamuoveihin. Näiden lisäksi muovit voidaan jaotella valtamuoveihin,  
teknisiin muoveihin ja erikoismuoveihin. (Muovitietoa N.d.; Muoviopas 2020.)

Pakkausmuovit kuuluvat eniten valmistettävien valtamuovien luokkaan, jotka ovat  
myös niin sanottuja kuluttajamuoveja. Ne ovat hinnaltaan muoveista edullisimpia  
(Muovitietoa N.d.) ja myös kevyimpiä tiheyden ollessa yleensä  $0,9-1,4\text{g/cm}^3$ . Tiheys  
vaikuttaa muoviraaka-aineen ja siitä valmistetun tuotteen painoon ja sitä kautta  
myös kuljetuskustannuksiin. Pakkausmuovit ovat yleensä kesto-  
muoveja niiden läm-  
pömuovattavuuden eli termoplastisuuden vuoksi. Kestomuovien ja kertamuovien vä-  
limuotoa elastomeeria käytetään jonkin verran, ja sen määrittelevin ominaisuus on  
palautuminen lähelle alkuperäistä mitta ja muotoa jännityksen vapautumisen jäl-

keen. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007; 86-87.) Kestomuovit voidaan edelleen jaotella kemiallisilta ja ulkonäöllisiltä ominaisuuksiltaan eroaviin osakiteisiin ja amorfisiin muoveihin, joista osakiteiset muovit ovat läpinäkymättömiä ja amorfiset ovat läpinäkyviä (Muovitietoa N.d.).

Suhteellisen matala työstölämpötila tekee muovista paremman moniin muihin pakkausmateriaaleihin verrattuna. Useimmat muovit ovat helposti painettavissa tai liimattavissa. Muoveilla ja erityisesti muovien yhdistelmäateriaaleilla on elintarvikkeiden säilymisen kannalta tärkeitä barrieriominaisuuksia, jotka ovat yleensä joko hyvä hapen tai vesihöyryn suojaavuus, joita voidaan edelleen parantaa lisäämällä pakkauskalvoon esimerkiksi ohut metallikerros. Muovin haasteena on yleensä sen alhainen käyttölämpötila, joka voi aiheuttaa esimerkiksi iskulujuuden heikkenemistä. Elintarvikepakkauksissa eniten käytettyjä muoveja ovat polyeteeni ja polypropeeni. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 91-98.) Näiden, ja muiden elintarvikepakkauksissa suositujen muovilaatujen ominaisuuksia ja käyttökohteita on esitetty liitteessä 4.

Polyeteenin (1) vahvuuksia ovat sitkeys, keveys ja erittäin hyvä kemikaalikestävyys, joka johtuu sen heikosta reagoinnista muiden aineiden kanssa. Sillä on hyvä vesihöyryn läpäisyä estävä barrieriominaisuus. Polypropeeni (2) on Euroopassa toiseksi eniten käytetty muovi ja sen polyeteenin kaltaiset ominaisuudet tekevät siitä monipuolisen elintarvikemuovin. Polypropeenin etuina ovat sen erinomainen pakkasen- ja kuumankestävyys sekä lämmöneristyskyky. Polyeteenitereftalaatti (3) on erittäin kestävä. Polystyreeni (4) on haurasta, mutta sitä voidaan jalostaa iskulujiksi elintarvikepakkauksiksi lisäaineilla. Sen heikkouksia ovat huono kemikaalien kestävyys ja kellastuminen auringonvalon vaikutuksesta. Vaahdotettu polystyreeni eli styrokso on kuitenkin erittäin hyvin lämpöä eristävää ja kevyttä, ja se suojelee tehokkaasti kolhuilta. (Muoviopas 2020.) Polyamidit (5) ovat ryhmä erilaisia muoveja. Ne ovat tärkeimpiä barrierimateriaaleja yhdessä muiden muovilaatujen kanssa monikerrosmateriaaleissa, koska niillä on hyvä kaasunläpäisyä estävä ominaisuus. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 97.) Etyylivinyylialkoholi (6) on tehokkain barrierei happiläpäisyn estossa. Sitä käytetään usein vesihöyrytiiviiden materiaalien kanssa, koska se imee muuten itseensä helposti vettä ja menettää silloin ominaisuutensa. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 89.)

Biomuovit voidaan jakaa biologista alkuperää olevia raaka-aineita sisältäviin biopohjaisiin muoveihin (7) ja materiaaliltaan biohajoaviin muoveihin (8) (What are bioplastics? 2018; Muovitietoa N.d.; Häikiö, Ingalsuo & Riihikoski 2020). Biopohjaisissa muoveissa (7) on uusiutuvista raaka-aineista peräisin olevaa biomassaa. Näistä raaka-aineista yleisimpiä pakkauksissa ovat sokeriruoko, maissi ja selluloosa. Muovin biopohjaisuus ei takaa muovin biohajoavuutta (What are bioplastics? 2018), vaan se voi olla öljypohjaisen muovin tavoin maatumatonta. Biopohjaisten raaka-aineiden haasteita ovat niiden huono saatavuus, vähäisyys ja korkea hinta (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 99.), joka johtuu raaka-aineiden muokkaustarpeesta ennen niiden soveltumista teolliseen valmistukseen. Yleensä biopohjaisen raaka-aineen osuus materiaalista on 10–60 %. (Muoviopas 2020.)

Biohajoavat muovit (8) hajoavat orgaanisessa jätteenkäsittelyssä esimerkiksi kompostoimalla. Biohajoavuus aiheutuu mikrobien, entsyymien tai kosteuden hajottamisesta ja pilkkoesta materiaalin polymeeriketjut vaarattomiksi pienimolekyylisiksi yhdisteiksi. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 99.) Biohajoavuus ei riipu muovin raaka-aineiden biopohjaisuudesta vaan materiaalin kemiallisesta rakenteesta, joten myös fossiilista öljystä tehty muovi voi olla täysin biohajoava (What are bioplastics? 2018; Muoviopas 2020). Termillä biomuovi ei kuitenkaan ole standardoitua määritelmää, joten sillä tarkoitetaan useimmiten joko biopohjaisia tai kompostoitumalla biohajoavia muoveja, jotka ovat joko fossiilipohjaisia tai kasvipohjaisia (Greenpeace USA 2020, 10).

## 4.2 Muovisten elintarvikepakkausten ympäristövaikutuksia

### 4.2.1 Öljy ja päästöt

Muovin tuotanto on kasvanut räjähdysmäisesti. Viimeisen 50 vuoden aikana globaalisti se on 20-kertaistunut ja sen on arvioitu vähintään kaksinkertaistuvan seuraavan 20 vuoden aikana (Muovitiekartta Suomelle 2018, 7; Guillard ym. 2018, 8-9; Tenhunen & Pöhler 2020). Vuosittain muovia tuotetaan maailmassa yli 320 miljoonaa tonnia muovia, ja Euroopassa lähes 50 miljoonaa tonnia. Euroopan muovista 40 % käytetään pakkausten valmistamiseen (A European strategy for plastics in a circular

economy 2018, 6). Muovipakkauksia tuotetaan noin 23 miljoonaa tonnia ja määrän on arvioitu nousevan 92 miljoonaan tonniin vuoteen 2050 mennessä. Jos muovituotannon kasvu jatkuu samalla tavalla, vuonna 2050 globaalin muoviteollisuuden on arvioitu tuottavan 1124 miljoonaa tonnia muovimateriaalia ja kuluttavan 15 % hiilibudjetista. (Guillard ym. 2018, 8-9.) Lisäksi muoviteollisuus käyttäisi viidenneksen kaikesta öljystä (Muovitiekartta Suomelle 2018, 7; Guillard ym. 2018, 8-9), siitäkin huolimatta, että biopohjaiset muovit yleistyvät (Muovitiekartta Suomelle 2018, 7).

Vaikka muovi valmistetaan öljystä, Hietasen (2018) mukaan globaalisti öljystä muovivalmistukseen käytetty n. 5 %:n osuus on kuitenkin suhteellisen pieni ja muovin käyttö voi lisäksi säästää moninkertaisesti öljyä verrattuna siihen mitä muovin valmistukseen on käytetty. Ympäristöministeriön mukaan (Muovitiekartta Suomelle 2018, 7) muovimateriaalit ja niiden valmistusketjut aiheuttavat usein suhteellisen vähän suoraa ympäristövaikutuksia, mutta voivat keveinä ja kestävinä vähentää esimerkiksi logistiikan ja kuljetusten ilmastopäästöjä. Esimerkiksi kalankuljetuslaatikoissa käytetty elintarvikemuovi EPS eli styroksi on 98-prosenttisesti ilmaa ja 2-prosenttisesti polystyreeniä ja sen tilavuus on noin 40-kertainen alkuperäiseen materiaaliin verrattuna. Näistä syistä styroksi on ominaisuuksiltaan kevyt ja lämpöä eristävä, joka vähentää kuljettamisen päästöjä ja vähentää ulkoisen lämpösäätelyn tarvetta, ja sitä kautta myös energiankulutusta. Styroksi voidaan jätekuljetuksissa litistää, jotta se ei vielä liikaa tilaa. Styroksilla ei ole ravintoarvoa, joten sienet tai mikro-organismit eivät pääse kasvamaan, mikä on tärkeää elintarvikkeiden pakkaamisessa. Vain yhtä polymeeriä sisältävänä muovina se on helppo kierrättää. (EPS Faq N.d.)

#### 4.2.2 Jäte

Muovin suurimpana ympäristöhaittana nähdään jätteen suuri määrä. Suurin osa EU:n muovijätteestä on pakkausjätettä. Erityisesti kertakäyttömuovien suuri määrä kuormittaa jätehuoltojärjestelmää ja aiheuttaa muovin päätymistä luontoon. (Muovitiekartta Suomelle 2018, 7-8.) Yli 80 % Euroopan rantojen jätteistä on muovia (Parlamentti sinetöi kertakäyttömuovien kiellon vuoteen 2021 mennessä 2019). Kuluttajan jälkeisen muovijätteen määrä on Euroopassa vuosittain 26 miljoonaa tonnia, josta 60 % on pakkauksia (A European strategy for plastics in a circular economy 2018, 6).



Muovijätteen määrä kasvaa muoviteollisuuden tuotannon kasvun myötä (Muovijäte ja kierrätys EU:ssa 2018; Guillard ym. 2018, 8-9). Kohvakan ja Lehtisen (Laine 2019, 28) mukaan vuoteen 2015 mennessä maailmassa on valmistettu arviolta 8,3 miljardia tonnia muovia, josta noin 70 % on päätynyt jätteeksi. Tästä muovijätteestä 9 % on kierrätetty, 12 % on poltettu energiantuotannossa ja suurin osa eli noin 80 % on päätynyt kaatopaikalle (Laine 2020, 28; viitattu Kohvakka & Lehtinen 2019, 10; Tenhunen & Pöhler 2020).

Luontoon päästessään muovista tulee ongelma, koska se ei katoa, vaan hajoaa mikromuoviksi (Kohvakka & Lehtinen 2019, 9; Tutkittua tietoa ruuan ympäristövaikutuksista 2018). Mikromuovi on kooltaan alle 5 mm kokoista ja sen pääasiallinen lähde ovat isommat muovikappaleet. Koska merkittävä osa mikromuovista pääsee ympäristöön suoraan lähteestä, sen määrän seuraaminen ja hillintä on haasteellista. Arvio vuosittaisesta EU:ssa ympäristöön pääsevästä mikromuovista noin 75 000–300 000 tonnia. (A European strategy for plastics in a circular economy 2018, 8.) Muovin mukana ympäristöön voi kulkeutua esimerkiksi muovin ominaisuuksia parantavia kemikaaleja, tai muovi voi kuljettaa mukanaan siihen ympäristöstä sitoutuneita haitallisia aineita tai mikro-organismeja. Mikromuovien vaikutusta ihmisiin tai luontoon ei suurilta osin vielä tunneta. (Muovitiekartta Suomelle 2018, 7; Laine 2020, 26-27; viitattu Kohvakka & Lehtinen 2019, 113-114.) Mikromuoveja on todettu päätyvän vesistöihin ja sitä kautta juomaveteen, ihmiskehoon ja vesistöissä eläviin eläimiin (Laine 2020, 26-27; viitattu Kohvakka & Lehtinen 2019, 113-114; A European strategy for plastics in a circular economy 2018, 8). Mikromuovi voi päätyä ruokaketjuun, ja esimerkiksi suolasta ja hunajasta on löydetty mikromuoveja (A European strategy for plastics in a circular economy 2018, 8).

#### 4.2.3 Säilyvyys ja ruokahävikki

Muihin materiaaleihin verrattuna muovin kyky säilyttää elintarviketuotteet on ylivoimainen. Edut kasvavat, jos huomioon otetaan materiaalin hinta ja se miten paljon materiaalia tarvitaan. (Laine 2020, 26; viitattu Kohvakka & Lehtinen 2019, 79; Tenhunen & Pöhler 2020.) Tärkein elintarvikkeiden säilyvyyttä parantava tekijä pakkauksissa on kaasun ja höyryn läpäisevyyden hallinta pakkauksen sisällön ja pakkauksen

ulkopuolisen ympäristön välillä (Guillard ym. 2018, 2). Muovilla on näitä tärkeitä läpäisevyyssominaisuuksia, joista yleisimmin hapen tai vesihöyryn suojaavuus. Elintarvikemuoveista PE ja PP estävät vesihöyryn läpäisevyyttä parhaiten. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 88-89.) Erityisesti sekoitemateriaalien barrieriominaisuudet ja säilyvyyskijät ovat erinomaisia (Laine 2020, 30).

Taulukossa 1 on esitetty vertailu elintarvikkeen säilyvyydestä ilman pakkausta ja muovipakkaukseen pakattuna.

Taulukko 1. Elintarvikkeen säilyvyys ilman pakkausta ja muovipakkaukseen pakattuna (Tenhunen & Pöhler 2020.)

		Säilyvyysaika päivinä		
		Ei pakkausta	Muovipakkaus	Ero
Tuote	Kurkku	3	14	<b>11</b>
	Kesäkurpitsa <sup>1</sup>	1-2	4-5	<b>2-4</b>
	Banaani <sup>2</sup>	15	36	<b>21</b>
	Kirsikat	14	28	<b>14</b>
	Päärynä	7-10	22-25	<b>15</b>
	Kala	7	12	<b>5</b>
	Juusto	190	280	<b>90</b>
	Kana <sup>3</sup>	7	20	<b>13</b>

<sup>1</sup> viipaleena

<sup>2</sup> jakelu

<sup>3</sup> kokonainen

Taulukosta 1 nähdään, että esimerkiksi kurkun säilyvyys muoviin pakattuna on lähes nelinkertainen, kuin ilman muovipakkausta. Juusto säilyy muoviin pakattuna lähes puolitoista kertaa pidemmän ajan. (Tenhunen & Pöhler 2020.) Jos juustopakkausten muovi korvattaisiin esimerkiksi paperilla, pakkausten pitäisi olla monisatakertaisesti paksumpi saman säilyvyyden saavuttamiseksi (Hietanen 2018).

Vaikka muovin tärkeät ominaisuudet elintarvikkeiden suojaamisessa ja siten ruokahävikin vähentämisessä on tunnustettu yleisesti merkittäviksi, vaikuttavuudessa on alueellisia eroja. Vaikka muovi on ruuan pääasiallinen pakkausmateriaali Euroopassa, on ruokahävikki ongelma. Tämän on arveltu johtuvan esimerkiksi liian suurista pakkauskoista, jotka johtavat ylikulutukseen, tai toisaalta esimerkiksi yksittäispakkausista,

joka johtaa ylipakkaamiseen. Kehittyvissä maissa kotitalouksien ruokahävikki on päinvastoin pienempää siellä, missä muovipakkauksia käytetään vähiten. (Schweitzer ym. 2018, 19.)

Muovisten elintarvikepakkausten haasteena on usein se, että pakkausta ei ole suunniteltu vastamaan riittävästi pakatun ruuan vaatimuksiin tai tarpeisiin. Esimerkiksi pakatun hedelmän muovinen pakkaus joudutaan rei'ittämään, jotta muovin läpäisyvyyden esto saadaan alemmaksi. Tällainen pakkaus ei ole muovisen elintarvikepakkauksen tärkeimmän funktion kannalta optimaalinen, vaikka muovista elintarvikepakkausta pidetään kilpailukykyisen hinnan vuoksi hyvänä vaihtoehtona. (Guillard ym. 2018, 3.)

#### 4.2.4 Kierrätys

Alle 30 % Euroopan vuosittaisesta muovijätteen määrästä kierrätetään. 70 % muovijätteestä poltetaan tai viedään kaatopaikalle. Kierrätykseen kerätystä muovista merkittävä osa viedään jatkokäsiteltäväksi EU:n ulkopuolisiin kolmansiiin maihin, joissa ympäristöä koskeva säätely on heikompa. Kun kaikesta kuluttajanjälkeisestä muovijätteestä 60 % on pakkausjätettä (A European strategy for plastics in a circular economy 2018, 6), on elintarvikepakkausten muovimateriaalien oikeanlainen kierrätys keskeistä pakkausten ympäristövaikutuksissa (Tutkittua tietoa ruuan ympäristövaikutuksista 2018). Muovin kierrätystä on tehostettava myös siksi, että esimerkiksi Kiina on kieltänyt muovijätteen maahantuonnin (Muovijäte ja kierrätys EU:ssa 2018).

Kuten muovisten kuluttajapakkausten materiaalit yleensä, myös elintarvikepakkausten muovit ovat usein yhdistelmä eri muovikalvoja. Eri muovimateriaalit on kuitenkin hankala erottaa toisistaan kierrätystä varten. (Q&A: Muovi elintarviketeollisuudessa 2018; Laine 2020, 30.) Yhdistelmä materiaalit ohjautuvat siksi pääsääntöisesti sekajätteeseen ja energiantuotantoon, jolloin niitä ei voida hyödyntää uudelleen pakkausten valmistamisessa (Laine 2020, 30). Energiantuotantoon ohjautuu myös musta muovi, koska jätteenkäsittelyprosessin infrapunalaitteet eivät tunnista eivätkä siten myöskään erottele sitä (Q&A: Muovi elintarviketeollisuudessa 2018; Laine 2020, 28;

viitattu Kohvakka & Lehtinen 2019, 129). Monikerrosmateriaalien kierrätys on mahdollista. Näitä ovat esimerkiksi sipsipussit, joissa on metalli- ja muovikerroksia. Yhdistelmäateriaaleista ei voi kokonaan päästä eroon, koska erityisesti ne vastaavat erilaisiin elintarvikkeiden säilyvyyden kannalta oleellisiin barrierivaatimuksiin. (Laine 2020, 71-72.)

Jotta kierrätysmuovista saataisiin tasalaatuista ja puhdasta, lukuisat erilaiset muovilaadut pitäisi pystyä erottelemaan ja lajittelemaan mahdollisimman tehokkaasti (Laine 2020, 28; viitattu Kohvakka & Lehtinen 2019, 150; Eskelinen, Haavisto, Salmenperä & Dahlbo 2016). Muovipakkauksen kierrätettävyyttä pitäisi ottaa huomioon jo tuotteiden suunnitteluvaiheessa esim. suosimalla materiaalivalinnoissa yhtä muovilaatua, tai kierrätykseen yhdessä sopivia muovilaatuja (Eskelinen ym. 2016). Kierrätysmuovilaatujen laajan kirjon vuoksi tarvitaan enemmän käsittelyä, jotta kierrätetty muovi voidaan käyttää raaka-aineena. Tästä syystä kierrätysmuovi on kalliimpaa neitseelliseen muoviin verrattuna (Muovijäte ja kierrätys EU:ssa 2018). Greenpeace USA (2020, 13) painottaa lisäksi, että kysyntään nähden kierrätetyn raaka-aineen saatavuus on heikkoa, ja että muovijätteen määrä on niin suuri, etteivät jätteenkäsittelyn resurssit riitä ratkaisemaan muovin haasteita kierrätyksen avulla.

Muovisia pakkauksia on myös mahdollista kierrättää ja käyttää uudelleen, jos kierrätysjärjestelmä toimii ja raaka-aineen keräys on tehokasta. Suomessa jopa 91 % pantillisista PET-juomapulloista palautetaan PALPA-järjestelmään. (Muoviopas 2020.) Kierrätettynä pullon hiilijalanjälki on alle 10 % uuden pullon vastaavasta, ja koska pulloja palautetaan niin paljon, se vähentää merkittävästi muovipullojen hiilijalanjälkeä. Palautuspulloista tehdään uusien pullojen lisäksi tekstiilikuituja ja matkapuhelinten osia. (Laine 2020, 32; viitattu Kohvakka & Lehtinen 2019, 147.)

#### 4.2.5 Biomuovit

Biopohjaisten muovien positiiviset ympäristövaikutukset johtuvat kasvipohjaisista ja uusiutuvista raaka-ainelähteistä, joiden käyttö säästää fossiilisia resursseja ja pienentää lopputuotteen hiilijalanjälkeä (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 99; What are bioplas-

tics? 2018; Muoviopas 2020). Niin kutsutuissa ensimmäisen sukupolven biomuoveissa on käytetty raaka-aineena esimerkiksi erilaisia tärkkelyksiä (Ruokahävikki ja ruokajärjestelmän kiertotalous 2020), joita saadaan mm. ruokosokerista tai maisista. Tällaisten biopohjaisten muovien raaka-aineiden tuotannon haasteena on, että se kilpailee ruuantuotannon kanssa ja rasittaa ruuantuotannon resursseja, kuten maankäyttöä. (Guillard ym. 2018, 2; Greenpeace USA 2020, 25.) Onkin alettu pitää tärkeänä sitä, että biopohjaisten muovien kehitys ja valmistus keskittyisi ruokatuo- tannosta erillisiin raaka-ainelähteisiin, kuten metsiin (Muoviopas 2020).

Niin kutsutuissa toisen sukupolven biomuoveissa käytetään kasviperäisiä raaka-aineita, jotka eivät kilpaile ruuantuotannon kanssa tai vähennä ruuantuotannon resursseja. Tällaisia raaka-ainelähteitä ovat esimerkiksi kotitalouksien biojäte tai metsäteollisuuden sivuvirrat. (Ruokahävikki ja ruokajärjestelmän kiertotalous 2020.) Biopohjaisten materiaalien yleistynyt käyttö voi kuitenkin vaatia niin suuria määriä kasvipohjaisia raaka-aineita, että se voi johtaa esimerkiksi metsien ylikäytön lisääntymiseen (Greenpeace USA 2020, 25), suojeltujen luonnonalueiden vähenemiseen tai luonnolle haitallisiin maatalouden tuotantomenetelmiin (Renewable feedstock N.d.). Samoja kasvipohjaisia raaka-aineita käytetään myös biopolttoaineiden, kuten biodieselin, tuotannossa, joka tuo edelleen lisää painetta luonnon resursseille (Muoviopas 2020). Muita biopohjaisten muovien haasteita ovat, että pieni osa niistä on biohajoavia eivätkä biohajoavinakaan sovellu kotikompostointiin (Guillard ym. 2018, 2.), niiden valmistuksessa voidaan käyttää samanlaisia kemiallisia lisäaineita, kuin fossiilipohjaisissa muoveissa (Greenpeace USA 2020, 11) ja että biopohjaisia muoveja ei saa laittaa tavalliseen muovinkeräykseen (Mistä puhutaan, kun puhutaan biohajoavasta muovista? 2019).

Biohajoavien muovien myönteiset ympäristövaikutukset johtuvat jätteen määrän vähenemisestä, koska ne voidaan hävittää orgaanisella jätteenkäsittelyllä, kuten kompostoimalla. Mikrobien aikaansaama muovin biohajoaminen ei vaadi keinotekoisia lisäaineita, ja lopputuotteena on luonnollisia aineita kuten vettä ja hiilidioksidia. Biohajoamisen aikana mahdollisesti muodostuvaa kasvihuonekaasu metaania voidaan käyttää energiantuotannossa. (Järvi-Kääriäinen ym. 2007, 100; What are bioplastics?

2018; Bio-Based Plastics 2018.) Biohajoava muovi elintarvikepakkauksissa voi helpottaa ruokajätteen, eli biojätteen, käsittelyä ja kierrätystä, jos biohajoava muovipakkaus voidaan hävittää yhdessä ruokajätteen kanssa (View Paper on Biodegradable Plastics 2017). Biohajoaminen on prosessi, johon vaikuttaa materiaalin kemiallisen rakenteen lisäksi esimerkiksi sijainti, lämpötila ja hajottamisen toteutustapa (Bio-Based Plastics 2018). Biohajoavista muoveista vain osa hajoaa luonnollisessa ympäristössä, kuten vesistöissä. Hajoamista edesauttaa ohuus, pilkkoontuminen pienemmiksi osiksi ja veden pääsy materiaalin sisään. Luonnossa biohajoavan muovimateriaalin ympäristöhaitta on fossiiliseen muoviin verrattuna lyhytaikainen. (Vain osa biohajoavista muoveista hajoaa 2019.) Biohajoavat muovit vaativatkin yleensä teollisen kompostoinnin hallitut olosuhteet, ja teollinen kompostointi edellyttää jätteen erillisestä ja erottelua (Guillard ym. 2018, 2). Biohajoavaa muovia ei voi kierrättää tai käyttää uudelleen (Mistä puhutaan, kun puhutaan biohajoavasta muovista? 2019). Selkeiden kuluttajamerkintöjen puute voi johtaa siihen, että biohajoavaa muovia päätyy luonnolliseen ympäristöön, jossa se ei kuitenkaan hajoa (A European strategy for plastics in a circular economy 2018, 8; Vain osa biohajoavista muoveista hajoaa 2019).

### 4.3 Tulevaisuus

Sekä elintarvikkeiden tuotannon että pakkaamisen merkitys ympäristökuormituksen vähenemisen näkökulmasta tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Esimerkiksi elintarvikkeiden kuljetustarpeet voivat lisääntyä, sillä ruuan kysyntä kasvaa väestönkasvun myötä, ja kysynnän kasvaessa ruuan tuotanto pyrkii keskittymään kauemmaksi kuluttajista (Ruokapalveluala 2014; Vepsäläinen 2016, 59). Myös kauppa keskittyy, johon vaikuttaa osaltaan lisääntyvä digitalisoituminen, kuten verkkokaupan kasvu (Vepsäläinen 2016, 59). Ilmastonmuutos tuottaa haasteita ruuan alkutuotannolle esimerkiksi muuttuvien sääolojen tai kasvitautien ja tuhohyönteisten ilmaantumisen kautta (Vepsäläinen 2016, 61). Toisaalta ilmastonmuutos saattaa hyödyttää maataloustuotantoa pidemmän kasvukauden ja kohonneen hiilidioksidimäärän vuoksi (Ruokapalveluala 2014).

Elintarvikeketjun johtaminen perustuu Ala-Harjan ja muiden (2015, 23-24) mukaan tulevaisuudessa mm. aktiivisiin, älykkäisiin ja kommunikoiviin pakkauksiin, joilla voidaan sekä seurata elintarvikkeen laatua sekä tehostaa elintarvikkeiden jakelua. Älykkäät pakkaukset voivat olla esimerkiksi aktiivipakkauksia, jotka vapauttavat tai imevät ainesosia, tai ovat antibakteerisia. Näin voidaan vaikuttaa ruokahävikin vähenemiseen ruokaketjussa. (Ala-Harja ym. 2015, 23-24.) Puutteelliset lämpösäädellyt olosuhteet kuljetusten aikana ovat jo nyt yleisiä ja ilmastonmuutoksen aiheuttaman ilmastolämpenemisen takia kylmäketjun tärkeys korostuu (Ala-Harja ym. 2015, 15). Muovisista elintarvikepakkauksista johtuvaa ympäristökuormaa voisivat vähentää esimerkiksi pantilliset elintarvikepakkaukset, jos pakkausten uusiokäytöstä tulisi yleisempää. Suurin osa PALPA-järjestelmän muovipulloista palautuu, koska kuluttaja on maksanut pantin osana pullon hintaa ja haluaa rahansa takaisin. (Laine 2020, 75; Kohvakka & Lehtinen 2019, 175.)

## 5 Yhteenveto

### 5.1 Johtopäätökset

Ruokahävikki vastaa merkittävää osaa kaiken kulutuksen ympäristövaikutuksista ja sen taloudellinen arvo on suuri. Hävikkiä vähentämällä voidaan merkittävästi vähentää koko elintarvikeketjun ympäristökuormaa ja hävikin aiheuttamia taloudellisia menetyksiä. Ruokahävikki aiheuttaa turhaa tuotantoa, joka syntyy, jos ruoka päättyy käyttämättä jätteeksi. Tällöin koko elintarvikeketjun ympäristöhaitat ovat syntyneet turhaan. Elintarvikkeita kulutetaan kaikkialla ja elintarvikeketjut ovat yhä useimpien globaaleja. Elintarvikeketjujen haasteena on ruuan säilyvyys sen kulkiessa erilaisen käsittelyvaiheiden kautta kuluttajan ulottuvilla, joka liittyy vahvasti myös maailmanlaajuiseen ruokaturvallisuuteen. Ruuan odotetaan olevan laadukasta, hinnaltaan alhaista ja sitä odotetaan olevan riittävästi. Erityisesti lihaperäisten elintarvikkeiden tuotanto kuormittaa ympäristöä, ja pidemmälle prosessoidut elintarvikkeet aiheuttavat enemmän ympäristöhaittoja. Varsinkin alkutuotanto kuormittaa ympäristöä esi-

merkiksi vesistöjen rehevöitymisenä, monimuotoisuuden vähenemisenä ja kasvihuonepäästöinä. Kasvihuonepäästöt edistävät ilmaston lämpenemistä, ja ilmastonmuutos taas voi vaikeuttaa ruokatuotantoa esimerkiksi muuttuvien sääolojen vuoksi. Myös väestönkasvun ja siitä seuraava ruuan kasvava kysyntä asettavat edelleen vaatimuksia tehokkaasti toimivalle elintarvikeketjulle, jotta ruoka saadaan kuluttajan käyttöön mahdollisimman laadukkaana. Julkinen sääätely asettaa ruokaketjulle ympäristötavoitteita, joihin koko ketjun on sopeuduttava. Myös kuluttajat ovat ympäristötietoisempia, ja haluavat kasvavasti tietoa ruoan alkuperästä ja tehdä ympäristölle vähemmän haitallisia kulutusvalintoja.

Pakkausten rooli ruuan säilyttämisessä on keskeinen. Muovisen elintarvikepakkauksen positiiviset ympäristövaikutukset syntyvät, kun ruokahävikki pienenee. Muovipakkauksen ympäristökuorma on pääsääntöisesti erittäin pieni verrattuna pakatun elintarvikkeen ympäristökuormaan. Erityisesti pitkät kuljetusmatkat ja sen seurauksena tapahtuvat useat käsittelyvaiheet vaativat elintarvikkeilta hyvää säilyvyyttä, jota uhkaavat erilaiset joko sisäiset tai ulkoiset tekijät. Näiden tekijöiden pilaantumista aiheuttavia vaikutuksia halutaan hidastaa tai kokonaan estää pakkauksella. Elintarvikkeet pakataan yleisimmin muoviin. Muovi on perinteinen, pitkään käytetty ja yleisesti hyväksytty elintarvikkeiden pakkausmateriaali. Muovilla on laajasti tunnustettuja ruoan säilyvyyttä uhkaavia tekijöitä torjuvia ja elintarviketta suojaavia ominaisuuksia, joita suurilta osin ei pystytä saavuttamaan millään muulla pakkausmateriaalilla. Muovista pakkausmateriaalina ei voida luopua täysin. Muovipakkaus voi suojata pakattua elintarviketta tehokkaasti mekaanisilta, kemiallisilta, ilmastollisilta ja biologisilta risi- tuksilta. Erityisen hyviä suojausominaisuuksia on yhdistelmäperiaaleista tehdyillä muovipakkauksilla. Tärkein muovin ominaisuus elintarvikepakkauksessa on sen kyky estää kosteuden tai kaasujen läpäisevyyttä, jonka ansiosta muovipakkaus voi pidentää elintarvikkeen säilyvyyttä merkittävästi. Muoveilla on myös esimerkiksi hyviä lämpöä eristäviä ominaisuuksia, joten ne voivat säästää energiaa ja ympäristöä erityisesti lämpösäädelyissä kuljetuksissa. Samalla muovipakkaus voi edesauttaa kylmäketjujen rikkoontumattomuutta, joka lisää elintarvikkeen säilyvyyttä ja vähentää hävikkiä. Lämmöneristyvyys- ja läpäisevyysominaisuudet ovat tärkeä ilmastonmuutoksen aiheuttamien sääolojen muutoksien vuoksi, jos haluttujen ympäristöolosuhteiden to-



teuttaminen ruokaketjun aikana muuttuu haasteellisemmaksi. Muovinen elintarvikepakkaus tulisi kuitenkin aina suunnitella käyttötarkoitukseen mahdollisimman optimaalisesti sopivaksi, jotta säilyvyys- tai suojausominaisuudet eivät olisi ali- tai ylimitettuja. Tämä vähentää liiallisen materiaalin käyttöä ja hävikkiä. Pakkausten suunnittelussa tulisikin ottaa huomioon sekä pakkauksen että pakatun elintarvikkeen koko elinkaari, johon sisältyy pakkauksen hävitysvaihe.

Muovin keskeisin negatiivinen ympäristövaikutus on muovijätteen määrä, joka syntyy, kun muovin alkuperäinen käyttötarkoitus on täytetty. Muovipakkauksista johtuu suurin osa kaikesta kuluttajanjälkeisestä muovijätteestä, joten muovisen pakkausjätteen väheneminen on keskeinen ylipäättään jäteongelmien vähenemisessä. Muovi hajoaa mikromuoviksi, jonka pääsemistä ympäristöön on vaikeaa seurata tai hillitä. Muovin mukana ympäristöön voi joutua kemikaaleja, tai muovi voi kuljettaa ympäristössä siihen sitoutuvia haitallisia aineita, jotka päätyvät ihmiseen, luontoon ja eläimiin. Ei täysin tiedetä, mitä vaikutuksia mikromuovilla on sen päätyessä esimerkiksi ihmisen elimistöön. Kierrätystä pidetään ratkaisevana muovijätteen määrää vähentävänä tekijänä. Muovin kierrätyksen haaste on yhdistelmä materiaalit, joiden elintarviketta suojaavat ominaisuudet ovat kuitenkin parhaimmat. Niitä ei voida erotella kierrätysprosessissa, joten suuri määrä muovia päätyy tästä syystä energiantuotantoon kierrätyksen sijaan. Lisäksi kierrätysmuovien laatuero ja teknisten ominaisuuksien heikkeneminen rajoittavat kierrätysmuovien sovellutuksia. Kierrätyksen kannalta tehokkainta olisi suunnitella pakkauksia, jotka on tehty yhdestä muovilaadusta tai useasta muovilaadusta, jotka voidaan kierrättää yhdessä. Kierrätyksen lisäämisen ohella tulisi silti pyrkiä vähentämään muovin määrää, erityisesti kertakäyttöisen muovin määrää, koska jätteenkäsittelyn resurssit eivät välttämättä riitä. Esimerkiksi pantilliset ja uudelleenkäytettävät elintarvikepakkaukset voivat olla osa muovin määrän vähentämistä. Jos muovin kierrätys tai uudelleenkäyttö lisääntyisi, sillä olisi myös merkittäviä taloudellisia vaikutuksia resurssitehokkuuden parantuessa.

Biomuovien on toivottu vähentävän fossiilisen öljyn käyttöä ja hajoamattoman muovijätteen ongelmaa. Biomuovi terminä ei ole standardoitu, ja kuluttajilla on hyvin vähän tietoa siitä, mitä se tarkoittaa. Biopohjaiset muovit voidaan käsittää virheellisesti ympäristöystävällisemmiksi kuin ne ovat, vaikka biopohjainen muovipakkaus voi olla

samalla tavalla jäteongelma, kuin fossiilisesta öljystä tehty muovipakkaus. Biopohjaisten muovien raaka-aineiden tuotanto kilpailee samoista resursseista muiden biopohjaisten tuotteiden kanssa, sekä syötäväksi kelpaavan ruuan tuotannon kanssa. Raaka-aineiden hankinta ei välttämättä ole kestäväällä pohjalla, jos siinä ei oteta näitä seikkoja huomioon. Toisaalta biopohjaisten muovien raaka-aineita voitaisiin saada esimerkiksi metsäteollisuuden tai elintarviketeollisuuden sivuvirroista, jotka tulisivat bioraaka-aineena nykyistä paremmin hyödynnettyä. Samalla kilpailu esimerkiksi ruokatuotannon kanssa vähenisi. Samoin biohajoavan muovin määritelmästä on epäselvyyttä. Muovin biohajoavuus tarkoittaa yleensä sitä, että biohajoava muovi tulee kompostoida teollisessa prosessissa, eikä se hajoa esimerkiksi kotikompostissa. Vain osa biohajoaviksi ilmoitetuista muovimateriaaleista hajoaa luonnossa, kuten vesistöissä. Biohajoavan muovin tekniset ominaisuudet ovat heikommat kuin fossiilisen muovin. Biohajoavaa muovia tulisikin käyttää vain, kun sen ominaisuudet ovat varmasti sopivat käyttökohteeseen, jotta esimerkiksi hävikkiä vähentävä vaikutus toteutuu.

Standardointi ja yhteisten pelisääntöjen luominen biomuovien määrittelyn haasteissa on keskeistä. Sen avulla myös kuluttajalle olisi helpompaa ymmärtää mistä erilaisissa biomuoveissa on kysymys ja mitkä niiden ympäristövaikutukset ovat. Myös tiedotus, markkinointi ja kierrätys toteutuisivat tehokkaammin, jos määritelmät ja pelisäännöt olisivat lähtökohtaisesti selvät. Näin kuluttaja voisi tehdä tietoisesti kestävämpiä kulutusvalintoja, joka edelleen kysynnän muutoksena ohjaisi esimerkiksi pakkausmateriaalien tutkimusta ja kehitystä aidosti kestäviin vaihtoehtoihin. Biopohjaisten ja biohajoavien muovien kehittämisen ja käytön lisäksi tulisi edelleen pyrkiä vähentämään materiaalinkäyttöä ja lisäämään kierrätystä, koska biomuovit yksinään eivät ratkaise esimerkiksi jätehaasteita. Erillisten keräysten ja kierrätysprosessien kehittäminen tehokkaammiksi on keskeistä siinä, että lukuisten erilaisten muovilaatujen kierrätys mahdollistuisi.

## 5.2 Tutkimuksen toteutuksen ja luotettavuuden arviointi

Tutkimusongelmaa lähestyttiin pitkän aikaa ennen kuin opinnäytetyön varsinainen tekeminen alkoi ja sen tarkempi määrittely lähti tarpeesta luoda ajankohtainen yleiskuva elintarvikepakkausten muovien ympäristövaikutuksista. Yleistasoinen ja kuvaileva kirjallisuuskatsaus valikoitui tutkimuksen suunnitteluvaiheessa hyväksi ja realistiseksi keinoksi saavuttaa opinnäytetyölle asetetut tavoitteet. Koska tutkimusongelmaan liittyy kaksi erilaista aihetta, elintarvikkeet ja muovi, oli aineistoa syytä kerätä näiden molempien alojen piiristä. Aineiston keruu oli tutkimuksen alussa vapaampaa, ja fokusoitui selvästi työskentelyn edetessä ja oman kuvan selkeytyessä aihepiirin kahdesta pääteemasta ja niiden yhteenliittymistä. Aineistosta poistettiin tutkimuksen edetessä vanhaa tai epärelevanttia materiaalia ja toisaalta siihen lisättiin tuoreempaa ja paremmin tutkimusongelman eri ulottuvuudet huomioivaa materiaalia. Pyrkimyksenä oli valita aineistoon riittävällä syvyydellä nimenomaan tutkimuskysymykseen tai apukysymyksiin vastaavia materiaaleja, joiden taustalla on yleisesti luotettavaksi tunnustettuja tahoja tai julkaisijoita. Ottaen huomioon käytössä olevat aikaresurssit sekä ulkoiset, poikkeukselliset olosuhteet, kirjallisuuskatsaus tutkimusmenetelmänä toteutui onnistuneesti. Aineisto oli riittävän monipuolinen, jotta tutkimuksen tuloksena pystyttiin muodostamaan tavoitteiden mukainen, realistinen ja yleistasoinen synteesi. Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin vahvistamaan liitteessä 2 esitetyllä aineistoluetelolla, jossa esitellään tutkimuksessa käytetty aineisto. Tutkimusprosessi on pyritty raportoimaan selkeästi, mutta tutkijan oma tausta vaikuttaa laadullisissa tutkimuksissa, kuten kirjallisuuskatsauksissa, aina jossain määrin johtopäätösten tekemiseen. Tämä voi osaltaan vaikuttaa tutkimukseen valikoituneisiin teemoihin.

## 5.3 Ehdotuksia jatkotutkimuksista

Tämän opinnäytetyön tutkimuksen perusteella muodostettiin yleiskuva muovisten elintarvikepakkausten ympäristövaikutuksista, joita löytyi sekä negatiivisia että positiivisia. Tämän yleiskuvan ollessa selvillä jatkotutkimuksen kannalta voisi olla helpompaa edetä yksityiskohtaisempaan tutkimusongelman määrittelyyn ja systemaattisempaan tutkimuksen toteutustapaan. Jatkotutkimukselle voisi löytyä tarvetta bio-

muovien määrittelyn monitulkintaisuudesta ja toistuvasti esiin nousseesta hankaluu-  
desta saada tietoa erilaisten elintarvikkeiden ja pakkausten yhdistelmien ympäristö-  
vaikutuksista niiden molempien koko elinkaaren aikana. Erilaisista olemassa olevista  
elintarvikkeista ja niiden pakkauksista on tehty vertailevaa tutkimusta, mutta elintar-  
vikevalikoimien suuren määrän, jatkuvan kehityksen ja erilaisten pakkausvaihtoehto-  
jen vaihtuvuuden vuoksi on haasteellista saada ajankohtaista ja nopeasti käytettä-  
vissä olevaa tietoa. Kuluttajan mahdollisuudet vertailla helposti eri vaihtoehtoja ovat  
rajatut. Tulevalla tutkimuksella voisikin selvittää sitä, millainen konkreettinen vaiku-  
tus kulutuskäyttäytymiseen olisi, jos yksittäisen elintarvikkeen ja sen pakkauksen ym-  
päristövaikutuksista annettaisiin selkeää ja näkyvää tietoa joko pakkauksessa tai  
muuten näkyvästi sillä hetkellä, kun kulutusvalintaa tehdään päivittäistavarakau-  
passa. Näin saataisiin tietoa siitä, voidaanko kulutusvalintoihin vaikuttaa oikealla ja  
ajankohtaisella tiedolla, ja kuinka paljon kulutusvalintoihin vaikuttavat muut seikat  
kuten markkinointi, mielikuvat tai hinta. Tämä tieto on tärkeää, jos kuluttajakäyttä-  
ytymisen roolia ympäristön kannalta kestävämpiin tuotteisiin siirtymisessä halutaan  
edistää.

Olisi syytä selvittää myös sitä, mitä mielikuvia ja ymmärrystä elintarvikkeen ja elintar-  
vikepakkauksen kuluttajalla on termeistä kuten biomuovi, biopohjainen muovi tai  
biohajoava muovi, ja miten tämä ohjaa kuluttajan ostokäyttäytymistä. Näin osattai-  
siin paremmin arvioida sitä, onko kuluttajavalintojen apuna tarpeeksi ajankohtaista  
ja ymmärrettävää tietoa. Kuluttajien tutkiminen olisi perusteltua, sillä kuluttajakäyt-  
täytymisellä on iso merkitys sille mitä teollisuus kehittää ja tuo markkinoille, sekä  
sille, toteutuuko elintarvikepakkauksen oikeanlainen kierrätys tai hävitys. Sekä ruoka-  
hävikin, että muovipakkausten ympäristöhaasteiden hallinnan merkitys yhteiskun-  
nassa vain kasvaa tulevaisuudessa. Jotta ympäristötavoitteisiin päästään, tulisi yhteis-  
työtä eri toimijoiden välillä edelleen vahvistaa ja tutkimusresursseja tulisi edelleen  
kohdentaa näiden teemojen pariin oikean ja perusteellisen tiedon saamiseksi.

## Lähteet

A Euroopan komission asetus elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvista muovisista materiaaleista ja tarvikkeista (EU) 10/2011. Annettu 14.1.2011. Viitattu 13.7.2020. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:012:0001:0089:FI:PDF>.

A Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ja tarvikkeista ja direktiivien 80/509/ETY ja 89/109/ETY kumoamisesta (EY) 1935/2004. Annettu 27.10.2004. Viitattu 13.7.2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32004R1935>.

A European Strategy For Plastics In a Circular Economy. 2018. Euroopan komissio. Esite. Viitattu 20.6.2020. <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>.

Ala-Harja, H., Helo, P. & Virrankoski, R. 2015. Elintarvikealan ympäristötehokas logistiikkaketju. Viitattu 26.6.2020. [https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7200/isbn\\_978-952-476-610-4.pdf?sequence=1](https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7200/isbn_978-952-476-610-4.pdf?sequence=1).

Bio-Based Plastics. 2018. Plastics Europe. Viitattu 4.8.2020. [https://www.plasticseurope.org/download\\_file/force/1454/180](https://www.plasticseurope.org/download_file/force/1454/180).

EFR Pakkausopas. 2008. ECR Finland Ry. Viitattu 7.8.2020. <https://www.gs1.fi/content/download/1207/7892/file/EFR+Pakkausopas.pdf>.

Eskelinen, H., Haavisto, T., Salmenperä, H., & Dahlbo, H. 2016. Muovien kierrätyksen tilanne ja haasteet. Raportti nro D4.1-3. Clic Innovation. Helsinki. Viitattu 7.8.2020. [http://arvifinalreport.fi/files/D4.1-3\\_Eskelinen\\_ym\\_Muovien\\_kierratyksen\\_tilanne\\_ja\\_haasteet\\_11042016.pdf](http://arvifinalreport.fi/files/D4.1-3_Eskelinen_ym_Muovien_kierratyksen_tilanne_ja_haasteet_11042016.pdf).

EPS Faq. N.d. The Association for European Manufacturers of Expanded Polystyrene EUMEPS. Viitattu 14.07.2020. <https://eumeps.org/eps-faqs>.

Greenpeace USA. 2020. Throwing away the future: how companies still have it wrong on plastic pollution “solutions”. Raportti. Viitattu 14.8.2020. <https://www.greenpeace.org/usa/wp-content/uploads/2019/09/report-throwing-away-the-future-false-solutions-plastic-pollution-2019.pdf>.

Guillard, V., Gaucel, S., Fornaciari, C., Angellier-Coussy, H., Buche, P., & Gontard, N. 2018. The Next Generation of Sustainable Food Packaging to Preserve Our Environment in a Circular Economy Context. Artikkel. *Frontiers in nutrition*, 5, 121. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00121>. Viitattu 24.7.2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6288173/pdf/fnut-05-00121.pdf>.

Herzog, C., Lierow, M. & Oest, P. 2017. Blockchain – The Backbone of Digital Supply Chains. Oliver Wyman. Viitattu 21.7.2020. <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2017/jun/blockchain-the-backbone-of-digital-supply-chains.html>.

Hietanen, L. 2018. Muovit: ympäristö- vai roskaamisongelma? Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitran www-sivuilla olevan asiantuntijablogin kirjoitus 14.4.2018. Viitattu 24.7.2020. <https://www.sitra.fi/blogit/muovit-ymparisto-vai-roskaamisongelma/>.

Himanen, S., Mäkinen, H., Rimhanen, K. & Savikko, R. 2013. Ruoan ilmastovaikutukset. Julkaisu. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Viitattu 31.7.2020. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/481159>.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uud. p. Kangasniemi: Sho Business Development.

Häikiö, I., Ingalsuo, T. & Riihikoski, J. 2010. Elintarvikepakkaaminen. Oppimateriaali elintarvikealan ammattilaisille ja opiskelijoille. Viitattu 6.8.2020. <http://www04.edu.fi/elintarvikkeidenpakkaaminen/materiaali.shtml>.

Ilmasto-opas. 2020. Ilmastonmuutosta voi hillitä ilmastoystävällisellä ruoalla. Artikkelin Ilmastonmuutostiedon www-sivuilla. Viitattu 31.7.2020. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/ab196e68-c632-4bef-86f3-18b5ce91d655/ilmastomyotainen-ruoka.html>.

Jesson, J., Matheson, L., & Lacey, F. M. 2011. Doing your literature review: Traditional and systematic techniques. Lontoo: Sage. Viitattu 18.5.2020. [https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=LUhdBAAAQ-BAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=doing+your+literature+review+jesson&ots=ICdkivE-Ve&sig=OfJoPal\\_XzPSTDGY\\_acjicDjDyk&re\\_dir\\_esc=y#v=onepage&q=doing%20your%20literature%20review%20jesson&f=false](https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=LUhdBAAAQ-BAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=doing+your+literature+review+jesson&ots=ICdkivE-Ve&sig=OfJoPal_XzPSTDGY_acjicDjDyk&re_dir_esc=y#v=onepage&q=doing%20your%20literature%20review%20jesson&f=false).

Renewable feedstock. N.d. European Bioplastics. Viitattu 4.8.2020. <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/feedstock/>.

Schweitzer, J-P., Gionfra, S., Pantzar, M., Mottershead, D., Watkins, E., Petsinaris, F., ten Brink, P., Ptak, E., Lacey, C. & Janssens, C. 2018. Unwrapped: How throwaway plastic is failing to solve Europe's food waste problem (and what we need to do instead). Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels. A study by Zero Waste Europe and Friends of the Earth Europe for the Rethink Plastic Alliance. Viitattu 25.7.2020. [http://www.foeeurope.org/sites/default/files/materials\\_and\\_waste/2018/unwrapped\\_-\\_throwaway\\_plastic\\_failing\\_to\\_solve\\_europes\\_food\\_waste\\_problem.pdf](http://www.foeeurope.org/sites/default/files/materials_and_waste/2018/unwrapped_-_throwaway_plastic_failing_to_solve_europes_food_waste_problem.pdf).

Järvi-Kääriäinen, T., Lindén, M., Ollila, M. & Pakkausteknologia – PTR Ry. 2007. Toimiva pakkaus. Helsinki: Pakkausteknologia-PTR.

Kirjastotuutori. 2016. Jyväskylän yliopiston kirjasto. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston kirjasto. Viitattu 10.7.2020. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/kirjasto/kirjastotuutori/aihehaku-tutkimusprosessissa/aihe-avainkasitteiksi/miellkartta>.

Kotitalouksien hävikistä löytyi yllätys: keitettyä kahvia menee hurjasti hukkaan – ruokahävikin puolittamiseen halutaan sitouttaa koko Suomi. 2020. Uutinen YLE:n www-sivuilla 8.9.2020. Viitattu 10.9.2020. <https://yle.fi/uutiset/3-11532815>.

Laine, V. 2020. Tuote ilman pakkausta: uhka vai mahdollisuus? Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Viitattu 13.8.2020. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/312836>.

Latvala, E. & Tuomi, S. 2016. Opinnäytetyön ohjaajan käsikirja: Kirjallisuuskatsaukset. Jyväskylän ammattikorkeakoulun oppimateriaalit. Viitattu 2.7.2020. <https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/kirjallisuuskatsaukset/>.

Logistiikan maailma. N.d.a. Logistiikka ja toimitusketju. Viitattu 31.7.2020. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/>.

Logistiikan maailma. N.d.b. Pakkaaminen. Viitattu 16.7.2020. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/pakkaaminen/>.

Mistä puhutaan, kun puhutaan biohajoavasta muovista? 2019. Artikkel. Julkaistu 2.10.2019 Ympäristöministeriön Muovitiekartta Suomelle-sivustolla. Viitattu 20.8.2020. <https://muovitiekartta.fi/mista-puhutaan-kun-puhutaan-biohajoavasta-muovista/>.

Muovijäte ja kierrätys EU:ssa. 2018. Euroopan parlamentti. Uutinen 19.12.2018. Viitattu 26.6.2020. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20181212STO21610/muovijate-ja-kierratys-eu-ssa>.

Muoviopas. 2020. Ekokumppanit-verkkosivu. Viitattu 2.8.2020. <https://ekokumppanit.fi/muoviopas>.

Muovitiekartta Suomelle. 2018. Ympäristöministeriö. Viitattu 15.6.2020. <https://www.ym.fi/download/noname/%7BF41013FD-AE93-409F-9A78-348093129AA6%7D/140741>.

Muovietoa. N.d. Muoviteollisuus Ry. Viitattu 2.8.2020. <https://www.plastics.fi/fin/muovieto/muovit/>.

Muovit ympäristöhaasteena. 2019. Julkaisu Ympäristöministeriön www-sivuilla. Viitattu 29.7.2020. <https://www.ym.fi/muovit>.

Parlamentti sinetöi kertakäyttömuovin kiellon vuoteen 2021 mennessä. 2019. Euroopan parlamentti. Lehdistötiedote 27.3.2019. Viitattu 26.6.2020. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/press-room/20190321IPR32111/parlamentti-sinetoi-kertakayttomuovin-kiellon-vuoteen-2021-menessa>.

Pieni pakkausopas. 2018. Suomen Pakkausyhdistys ry. Helsinki. Viitattu 20.7.2020. [http://www.pakkaus.com/wp-content/uploads/2019/03/Pakkausopas\\_2019.pdf](http://www.pakkaus.com/wp-content/uploads/2019/03/Pakkausopas_2019.pdf).

Polyolefins. N.d. Plastics Europe. Viitattu 4.8.2020. <https://www.plasticseurope.org/en/about-plastics/what-are-plastics/large-family/polyolefins>.

Q&A: Muovi elintarviketeollisuudessa. 2018. Aineistoja Elintarviketeollisuusliiton www-sivuilla. Viitattu 10.6.2020. <https://www.etl.fi/media/aineistot/qat/qa-muovi-elintarviketeollisuudessa-huhtikuu-2018.pdf>.

Ruoantuotannon ja -kulutuksen vaikutukset ympäristöön ja ilmastoon. N.d. Tietoa luonnonvaroista-osio Luonnonvarakeskuksen www-sivuilla. Viitattu 23.7.2020. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/ruoka-ja-ravitsemus/ruoan-ilmastovaiikutukset/>.

Ruokahävikki ja ruokajärjestelmän kiertotalous. 2020. Esite. Luonnonvarakeskus Luke. Viitattu 31.7.2020. [https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2020/03/12487\\_Luonnonvarakeskus-Luke\\_web.pdf](https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2020/03/12487_Luonnonvarakeskus-Luke_web.pdf).

Ruokaketju. N.d. Ruoan tietopankki. Kuluttajaliitto. Viitattu 10.8.2020. <https://www.kuluttajaliitto.fi/tietopankki/ruoka/ruokaketju/>.

Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään. 2020. Ruokatieto Yhdistys Ry. Viitattu 6.8.2020. <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pellolta-poytaan>.

Ruokapalveluala. 2014. Ympäristöosaava ammattilainen -verkkopalvelu. Viitattu 22.7.2020. <https://www.ymparistoosaava.fi/ruokapalveluala/index.php?k=22432>.

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus?: Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston opetusjulkaisu. Viitattu 20.6.2020. [https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf?sequence=1](https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn_978-952-476-349-3.pdf?sequence=1).

Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto.

Tenhunen, A. & Pöhler, H. 2020. Redesigning plastics for circularity. VTT:n webinaari-materiaali 8.6.2020. Viitattu 18.8.2020. [https://info.vttresearch.com/hubfs/pdf/webinars/Circular%20Plastics%20Webinar\\_08062020\\_FINAL%20\(2\)%20\(1\).pdf?hsCtaTracking=eff9ad32-0a85-4904-bf21-35db85577925%7C30a25700-f04b-4c76-a4cb-e9e01ed0a5d8](https://info.vttresearch.com/hubfs/pdf/webinars/Circular%20Plastics%20Webinar_08062020_FINAL%20(2)%20(1).pdf?hsCtaTracking=eff9ad32-0a85-4904-bf21-35db85577925%7C30a25700-f04b-4c76-a4cb-e9e01ed0a5d8).

Tikka, J. 2016. Logistiikan perusteet. Helsinki: Books on Demand.

Tutkittua tietoa ruuan ympäristövaikutuksista. 2018. Artikkelit Luonnonvarakeskuksen www-sivuilla. Viitattu 23.7. <https://www.luke.fi/tutkittua-tietoa-ruuan-ymparistovaiikutuksista/>.

Usein kysyttyä kontaktimateriaaleista – Muovit. 2019. Ruokavirasto. Viitattu 9.8.2020. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/valmistus/pakkaukset->



ja-muut-elintarvikekontaktimateriaalit/usein-kysyttya-kontaktimateriaaleista/muovit/.

Vain osa biohajoavista muoveista hajoaa. 2019. Suomen ympäristökeskus. Ajankohtaistiedote 14.11.2019. Viitattu 25.8.2020. [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vain\\_osa\\_biohajoavista\\_muoveista\\_hajoaa\\_\(52750\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vain_osa_biohajoavista_muoveista_hajoaa_(52750)).

View Paper on Biodegradable Plastics. 2017. Plastics Europe. Viitattu 4.8.2020. [https://www.plasticseurope.org/application/files/9915/1708/0417/20170824-view\\_paper\\_on\\_biodegradable\\_plastics\\_18\\_july\\_2017.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/9915/1708/0417/20170824-view_paper_on_biodegradable_plastics_18_july_2017.pdf).

Vepsäläinen, J. 2016. Ruokaketjun osaamistarpeet tulevaisuudessa. Opetushallituksen raportit ja selvitykset, 2016:5. Viitattu 11.8.2020. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/ruokaketjun\\_osaamistarpeet\\_tulevaisuudessa.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/ruokaketjun_osaamistarpeet_tulevaisuudessa.pdf).

What are bioplastics? 2018. European Bioplastics. Viitattu 4.8.2020. [https://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EuBP\\_FS\\_What\\_are\\_bioplastics.pdf](https://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EuBP_FS_What_are_bioplastics.pdf).

WWF:n uusi raportti: Selkärankaisten eläinten populaatiot kutistuneet erittäin hälyttävästi – Latinalaisessa Amerikassa lajien yksilömäärät ovat pienentyneet 94 prosenttia. 2020. Uutinen YLE:n www-sivuilla 10.9.2020. Viitattu 10.9.2020. <https://yle.fi/uutiset/3-11535661>.



## Liite 2. Aineiston luokittelua

Lähde	Teema	Tyyppi	Tausta
<b>Muovit</b>			
Bio-Based Plastics 2018*	Biopohjaiset muovit	Esite	Eurooppalainen muoviteollisuuden etujärjestö
EPS Faq N.d.*	EPS-muovit	Artikkeli	Eurooppalainen EPS-valmistajien etujärjestö
Muoviopas 2020*	Tietoa muoveista, muovien ominaisuudet	Tietopankki www-sivulla	Ekokumppanit-osakeyhtiö: Kaupunki, jätehuolto ja sähkölaitos
Muovitietoa N.d*	Yleisesti muovit, muovilaudut, ominaisuudet	Tietopankki www-sivulla	Suomalainen muoviteollisuuden etujärjestö
Mistä puhutaan, kun puhutaan biohajoavasta muovista? 2019*	Biohajoavat muovit	Artikkeli	Ympäristöministeriön Muovitekartta Suomelle-sivusto
Polyolefins N.d.*	Polyolefiinimuovit	Artikkeli	Eurooppalainen muoviteollisuuden etujärjestö
View Paper on Biodegradable Plastics 2017*	Biohajoavat muovit	Julkaisu	Eurooppalainen muoviteollisuuden etujärjestö
What are bioplastics? 2018*	Biomuovit	Esite	Eurooppalainen biomuoviteollisuuden etujärjestö
<b>Elintarvikemuovit</b>			
A Euroopan komission asetus elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvista muovisista materiaaleista ja tarvikkeista (EU) 10/2011 2011	Elintarvikemuovien turvallisuus ja säätely	Asetus	Euroopan komissio
A Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ja tarvikkeista ja direktiivien 80/509/ETY ja 89/109/ETY kumoamisesta (EY) 1935/2004 2004	Kosketusmateriaalien turvallisuus ja säätely	Asetus	Euroopan parlamentti Euroopan neuvosto
Usein kysyttyä kontaktimateriaaleista - muovit 2019	Kontaktimateriaalit, elintarvikemuovit	Artikkeli	Ruokavirasto
Q&A: Muovi elintarviketeollisuudessa 2018*	Elintarvikemuovit, laadut, käyttö	Artikkeli	Suomalainen elintarviketeollisuuden etujärjestö
<b>Pakkaukset ja pakkaaminen</b>			
EFR Pakkausopas 2008	Pakkausopas HoReCa-alalle	Opas	Kaupan ja teollisuuden yhteistyöjärjestö

Lähde	Teema	Tyyppi	Tausta
Häikiö, I., Ingalsuo, T. & Riihikoski, J. 2010*	Elintarvikkeiden pakkaaminen	Oppimateriaali www-sivulla	Opetushallitus, elintarvikeala
Järvi-Kääriäinen, T., Lindén, M., Ollila, M. & Pakkausteknologia – PTR Ry 2007*	Pakkaaminen	Oppikirja	
Laine, V. 2020*	Pakkausten tehtävät, hyödyt ja haasteet, kierrätys, muovipakkaukset	Pro gradu	Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellinen tiedekunta
Logistiikan maailma N.d.b.	Pakkaaminen, pakkausmateriaalit	Oppimateriaali www-sivulla	Logistiikka-alan tietosivusto
Pieni pakkausopas 2018	Pakkaaminen, materiaalit, kierrätys	Opas	Pakkausalan etujärjestö
<b>Ruokaketju</b>			
Ala-Harja, H., & Helo, P. & Virrankoski, R. 2015*	Ruokaketju ja ympäristö	Tutkimus	Vaasan yliopisto
Himanen, S., Mäkinen, H., Rimhanen, K. & Savikko, R. 2013	Ruuan ilmastovaikutukset	Tietopaketti www-sivulla	Koordinaatiohanke, Luonnonvarakeskus
Ilmasto-opas 2020	Ilmastonmuutos ja ruokavalinnat	Artikkeli	Ilmatieteen laitos, Suomen Ympäristökeskus, Aalto-yliopisto, Luonnonvarakeskus
Kotitalouksien hävikistä löytyi yllätys: keitettyä kahvia menee hurjasti hukkaan – ruokahävikin puolittamiseen halutaan sitouttaa koko Suomi 2020	Ruokahävikki, kansallinen hävikkitiekartta	Uutinen	Luonnonvarakeskus, Motiva
Ruoantuotannon ja -kulutuksen vaikutukset ympäristöön N.d.	Elintarvikkeiden ympäristövaikutukset	Artikkeli	Luonnonvarakeskus
Ruokahävikki ja ruokajärjestelmän kiertotalous 2020*	Ruokajärjestelmä, ruokahävikki, kiertotalous	Esite	Luonnonvarakeskus
Ruokaketju N.d.	Ruokaketju	Tietopankki	Kuluttajaliitto
Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään 2020	Ruokaketju	Tietopaketti www-sivulla	Suomalaisen ruuan ja ruokakulttuurin etujärjestö
Ruokapalveluala 2014*	Ruokatuotannon ympäristövaikutukset	Oppimateriaali www-sivulla	Ammatilliset oppilaitokset, pk-yritykset, Opetushallitus
Tutkittua tietoa ruuan ympäristövaikutuksista 2018*	Ruuan ympäristövaikutukset	Artikkeli	Luonnonvarakeskus
Vepsäläinen, J. 2016*	Ruokaketju	Selvitys	Opetushallitus

Lähde	Teema	Tyyppi	Tausta
<b>Logistiikka</b>			
Herzog, C., Lierow, M. & Oest, P. 2017	Toimitusketjut	Artikkeli	Yritys
Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011	Logistiikka	Oppikirja	
Logistiikan maailma N.d.a.	Logistiikka ja toimitusketjut	Oppimateriaali www-sivulla	Logistiikka-alan tietosivusto
Tikka, J. 2016	Logistiikan perustietoa	Oppikirja	
<b>Ympäristö</b>			
A European strategy for plastics in a circular economy 2018*	Eurooppalainen muovistrategia	Esite	Euroopan komissio
Eskelinen, H., Haavisto, T., Salmenperä, H., & Dahlbo, H. 2016*	Muovien kierrätys, nykytilanne ja haasteet	Raportti	Osakeyhtiö
Greenpeace USA 2020*	Muovin ympäristöhaasteiden hallinnan epäonnistumisesta	Raportti	Ympäristöjärjestö
Guillard, V., Gaucel, S., Fornaciari, C., Angellier-Coussy, H., Buche, P., & Gontard, N. 2018*	Seuraavan sukupolven kestävä elintarvikepakkaukset ja kiertotalous	Artikkeli	Ravitsemustiedon julkaisu
Hietanen, L. 2018*	Muovin ympäristöongelmat	Blogikirjoitus	Sitran asiantuntijablogi
Schweitzer, J-P., Gionfra, S., Pantzar, M., Mottershead, D., Watkins, E., Petsinaris, F., ten Brink, P., Ptak, E., Lacey, C. & Janssens, C. 2018*	Kertakäyttömuovin ja ruokajätteen ongelmat, ratkaisuehdotuksia	Tutkimus	EU:n ympäristöpoliittinen ajatushautomo
Muovijäte ja kierrätys EU:ssa 2018*	Muovijäte ja muovin kierrätys EU:ssa	Uutinen	Euroopan parlamentti
Muovitiekartta Suomelle 2018*	Muovin haasteet ja julkinen ohjaus	Esite	Ympäristöministeriö
Muovit ympäristöhaasteena 2019	Muovistrategia, Muovitiekartta	www-sivusto	Ympäristöministeriö
Parlamentti sinetöi kertakäyttömuovin kiellon vuoteen 2021 mennessä 2019*	Kertakäyttömuovin kieltö	Lehdistötiedote	Euroopan parlamentti
Renewable feedstock N.d.*	Uusiutuvat raaka-aineet biomuoveissa	Artikkeli	Eurooppalainen biomuoviteollisuuden etujärjestö
Tenhunen, A. & Pöhler, H. 2020*	Muovin kiertotalous, muovin haasteet ja hyödyt, ympäristövaikutukset	Webinaari-materiaali	VTT

Lähde	Teema	Tyyppi	Tausta
Vain osa biohajoavista muoveista hajoaa 2019*	Biohajoavien muovien hajoaminen luonnollisissa olosuhteissa	Ajankohtaistiedote	Suomen ympäristökeskus
WWF:n uusi raportti: Selkärankaisten eläinten populaatiot kutistuneet erittäin hälyttävästi – Latinalaisessa Amerikassa lajien yksilömäärät ovat pienentyneet 94 prosenttia 2020	Ruuantuotannon ympäristövaikutuksia	Uutinen	Kansainvälinen ympäristöjärjestö
<b>Opinnäytetyön tekeminen</b>			
Jesson, J., Matheson, L., & Lacey, F. M. 2011	Kirjallisuuskatsauksen tekeminen	Kirja	
Kirjastotuutori 2016	Tutkimusprosessi ja miellekartta	Avoin oppimateriaali	Jyväskylän yliopiston kirjasto
Latvala, E. & Tuomi, S. 2016	Kirjallisuuskatsauksen tekeminen	Oppimateriaali www-sivulla	Jyväskylän ammattikorkeakoulu
Salminen, A. 2011	Kirjallisuuskatsauksen tekeminen	Opetusjulkaisu	Vaasan yliopisto, hallintotieteet
Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016	Kirjallisuuskatsauksen tekeminen	Kirja	Turun yliopisto, hoitotieteet

\*Aineistoa käytetty tutkimuskysymyksen vastaamisessa

Liite 3. Elintarvikkeiden pilaantumista aiheuttavia syitä, niiden ilmiöitä ja pakkausteknisiä ratkaisuja (Järvi-Kääriäinen yms. 2007, 53.)

Syy	Pilaantumisilmiö	Vaatimukset pakkaukselle ja pakkausmateriaalille <sup>1</sup>
Liian korkea tai vaihteleva lämpötila <sup>U</sup>	Mikrobien kasvu <sup>a</sup> Vitamiinitappiot Pakkaspalaminen <sup>b</sup> Uudelleen kiteytyminen: rakennevirheet ja nesteen irtoaminen <sup>b</sup>	Materiaalin alhainen emissiviteettilukema <sup>2</sup> Materiaalin hyvä lämmöneristyskyky <sup>3</sup>
Liian korkea happipitoisuus: > 1 %* <sup>US</sup>	Mikrobien kasvu <sup>c</sup> Vitamiini- ja proteiinitappiot Rasvan ja väriaineiden hapettuminen	Suojakaasupakkaus (MAP) Vakuumpakkaus Aktiivinen pakkaaminen hapenpoistimella Materiaalin happitiiveys Tiiviit saumat: onnistunut saumaus
UV-valo <sup>U</sup>	Vitamiinitappiot Proteiini- ja aminohappomuutokset Hapettuminen Härskiintyminen Väriaineiden muutokset	Materiaali UV-valoa läpäisemätön
Väärä kosteus <sup>US</sup>	Ravitsemuksellinen heikkeneminen Aistinvaraiset muutokset Rasvan hapettuminen	Materiaali vesihöyryä läpäisemätön Kosteutta poistava kääre Tiiviit saumat: onnistunut saumaus
Mikro-organismit Makro-organismit <sup>U</sup>	Ravitsemus- ja laatutappiot Pilaantuminen Mahdollinen terveysvaara	Pakkauksen ja pakkaamisen aseptisyys Vakuumi-, suojakaasu- ja aktiivinen pakkaaminen Tiiviit saumat: onnistunut saumaus
Mekaaninen vaurio: Kolhu, litistymisen, naarmuuntuminen <sup>U</sup>	Aistinvaraiset muutokset, pilaantuminen: auennut sauma tai mikoreikä	Materiaalin riittävät mekaaniset ominaisuudet: Repeytymis-, pisto- ja vetolujuus Pakkauksen ylipaine <sup>4</sup> Kalvo tiiviisti tuotteen ympärillä <sup>5</sup> Pakkaus kotelomainen tai rasiomainen <sup>6</sup>
Haju- ja makuaineiden menetys tai lisäys <sup>US</sup>	Kemialliset muutokset Virrehajut Maun huonontuminen	Materiaalin aromitiiveys Materiaalin alhainen absorptiokyky Tiiviit saumat: onnistunut saumaus
Soluhengitys: Kasvikset, marjat, hedelmät <sup>S</sup>	Virrehajut ja -maut Ulkonäkövirheet	Materiaali sopivasti happi- ja hiilidioksidiläpäisevä Materiaali ei kaasutiivis

<b>Syy</b>	<b>Pilaantumisilmiö</b>	<b>Vaatimukset pakkaukselle ja pakkausmateriaalille<sup>1</sup></b>
Vierasaineet ja -yhdisteet <sup>U</sup>	Kemialliset muutokset Aistinvaraiset virheet Terveysvaara	Materiaali ns. elintarvikekelpoinen Tiiviit saumat: onnistunut saumaus Koskettelu esto: turmelemisen kestävä, ilmaiseva ja/tai estävä
Tahallinen tai tahaton väärinkäyttö kuluttajan taholta <sup>U</sup>	Ravitsemustappiot Laatumuutokset Aistinvaraiset muutokset Tuotetappiot	Materiaalin riittävät mekaaniset ominaisuudet: Repeytymis-, pisto- ja vetolujuus Selkeät pakkausmerkinnät

\* Useimmille elintarvikkeille kaasutilassa

<sup>a</sup> Hiiva, home, bakteerit

<sup>b</sup> Pakasteissa

<sup>c</sup> Hiiva, home, aerobiset bakteerit

<sup>U</sup> Ulkoinen syy

<sup>S</sup> Sisäinen syy

<sup>1</sup> Vaihtelevat jonkin verran elintarvikkeesta ja säilöntätavasta riippuen

<sup>2</sup> Esim. alumiinifoliolaminaatti, metalloitu kalvo

<sup>3</sup> Esim. vaahdotettu polystyreeni

<sup>4</sup> Esim. pussimainen snack-pakkaus

<sup>5</sup> Esim. tuore kurkku

<sup>6</sup> Esim. suklaakonvehdit



Liite 4. Elintarvikepakkausten yleisimmät muovit, niiden keskeisimmät ominaisuudet ja käyttökohteet (Mukaiilu: Häikiö ym. 2010; Muovitietoa N.d.; Järvi-Kääriäinen ja muut 2007, 53; What are bioplastics? 2018; Polyolefins N.d.; Muoviopas 2020.)

Muovi	Kuvaus	Ominaisuuksia	Yleisimpiä käyttökohteita
1. Polyeteeni *	PE-LD Matala tiheys (Low Density). Pehmeä, joustava, luja. Vahamainen pinta. Läpikuultava tai läpinäkymätön.	Lämmönsieto hyvä: 80°C jatkuva ja 95°C hetkellinen. Rasvansieto hyvä. Vesihöyrybarrieri.	Muovipussit ja -kassit. Kutiste- ja kiristepakkaukset. Tuorekelmut, hygienia- ja muut kalvot. Maitopurkin pinnoitteet.
	PE-HD Korkea tiheys (High Density). Kova, joustava, luja. Vahamainen pinta. Rapiseva. Läpinäkymätön, samea tai värillinen.	Suuri voima-tiheyssuhde, korkea vetolujuus. Lämmönsieto erittäin hyvä: 120°C hetkellinen. Pakkasenkestävä. Rasvansieto hyvä. Vesihöyrybarrieri.	Muovipussit, mehu- ja muut pullot, kanisterit. Ämpärit ja juomakorit, ruuansäilytysastiat. Kuljetuslaatikot <sup>1</sup>
2. Polypropeeni *	PP Alhainen tiheys. Kova, jäykkä. Kirkas. Rapiseva.	Verrattuna PE:en: parempi vetolujuus, lämmönsieto (120°C hetkell.) sekä lämmöneristyskyky. Heikompi pakkas-, kemikaali- ja iskukestävyys. Vesihöyrybarrieri.	Monikäyttöinen. Jugurttitölkit, kanisterit ja pullot. Makeis- ja leipäpakkaukset (paperipussien ikkunat). Yhdistelmäateriaalit esim. aluminoidut sipsipussit. Pakasterasiat ja mikroastiat. Kuljetuslaatikot ja kuormalavat <sup>2</sup>
3. Polyetyleeniteref-talaatti *	PET Kova. Kirkas.	Kemikaaleja kestävä. Hyvä lämmönsieto. Hiilidioksidibarrieri.	Virvoitusjuoma- ja muut pullot. Uuninkestävät annospakkaukset. Juusto- ja leikkelerasiat (ym. suojakaasupakkauslaminaatit).

Muovi		Kuvaus	Ominaisuuksia	Yleisimpiä käyttökohteita
4. Polystyreeni	PS *	Hauras. Lasinkirkas tai värjätty. Kellastuu auringonvalossa.	Heikko iskulujuus. Lämmönsieto heikko: < 70°C. Ei kestä kemikaaleja. Korkea vesihöyryn- ja hapenläpäisevyys.	Kirkkaat pikarit, kupit, rasiat ja purkit (esim. maito- tai hillotuotteet). Kertakäyttöastiat.
	EPS	Solupolystyreeni eli styrox. Vaahdotettu. Hauras ja kevyt.	Erittäin hyvä muovattavuus ja lämmöneristävyys.	Kylmien ja lämpimien elintarvikkeiden kuljetuslaatikot (esim. kala-laatikot). Pehmusteet ja iskunvaimennustyyny.
5. Polyamidit *	PA	Suuri ryhmä erilaisia muoviyhdistelmiä. Sitkeä ja luja. Kirkas. Tärkein barrierimateriaali.	Kemikaalin- ja iskunkestävä. Hyvä lämmönsietokyky. Haju- ja makubarrieri. Kaasunsulku. Alhainen hapenläpäisevyys. Heikko kosteudensieto: imee jopa 10 % painostaan vettä.	Erilaiset joustopakkaukset (esim. tyhjiökypsytykseen). Kuumennettavat pakkaukset.
6. Etyylivinyylialkoholi	EVOH	Yleensä vesihöyrytiivien materiaalien kuten PE:n tai PP:n kanssa liimakerroksella.	Happitiivein muovibarrieri. Huono kosteudensieto.	
7. Biopohjaiset	-	Raaka-aine biopohjainen, esim. ruokosokeri, levä, sienet, selluloosa. Yleensä sekoitettuna raakaöljyyn suhteessa 10-60 %.	Yleensä heikkomat tekniset ominaisuudet kuin tavallisilla muoveilla.	Biopohjainen PE, PA, PP tai PET. Jäykät pakkaukset ja ohuet kalvot.
8. Biohajoavat	PLA PBAT PCL PBS	Materiaali hajoaa mikrobien tai niiden tuottamien entsyymien toiminnan ansiosta. Raaka-aine voi olla biopohjainen tai fossiilinen. Vaatii teollisen kompostoinnin.	Yleensä heikkomat tekniset ominaisuudet kuin tavallisilla muoveilla.	Biojätepusstit, hedelmäpusstit.

\* Kestomuovi

<sup>1</sup> Pohjoismaissa<sup>2</sup> Euroopassa