



Elintarvikkeiden kestävä pakkaaminen

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Tomi Lopenen

Opinnäytetyö, AMK

05/2024

Tekniikan ala, Insinööri

Logistiikan tutkinto-ohjelma

Tomi Loponen

Elintarvikkeiden kestävä pakkaaminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2024, 57 sivua

Tekniikan ala. Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Maapallon luonnon ja ilmaston heikontuva tila on ollut yksi maailmanlaajuisesti paljon huolta ja keskustelua herättävä ongelma viime vuosina. Uusiutumattomien resurssien ja raaka-aineiden kestävä käyttö ja yritysten kiertotaloudesta välittämättömät toimintatavat yhdistettynä ihmisten piittaamattomuuteen, moderniin poisheittokulttuuriin ja kierrätyksen- sekä jätteenkeräyksen puutteellisuuteen aiheuttavat suuria ongelmia ympäristölle sekä ilmastolle. Pakkausmateriaalit ja ennen kaikkea elintarvikepakkaukset ovat suuri osa kyseistä ongelmaa. Opinnäytetyön tehtävänä oli tehdä tutkimusta ja selvittää mitkä ovat nykyiset elintarvikkeiden pakkaamisessa vaikuttavat trendit ja toimintatavat sekä alan suurimmat ongelmat ja kehityskohdat.

Tutkimus toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Aihetta tutkittiin ennen kaikkea kestävä kehityksen ja kiertotalouden näkökulmasta. Aihepiiriä lähdettiin tarkastelemaan aiheesta olemassa olevan tutkimustiedon pohjalta, jonka varaan lähdettiin luomaan kattavaa kuvaa elintarvikepakkauksen kestävästä kehityksestä. Tutkimuksen tavoitteena oli saada selkeä kuva alan nykyisestä tilasta ja kehityssuunnasta.

Tutkimuksesta saatiin tulokseksi keskeisimmät alalla vaikuttavat trendit, miten nämä trendit vaikuttavat alaan sekä mitkä ovat keskeisimmät haasteet kestävien ratkaisuiden omaksumisessa. Tuloksissa korostuivat ennen kaikkea materiaalinvalinnan, infrastruktuurin, asennoitumisen, kehityksen sekä lainsäädännön tärkeys. Tutkimuksen tulokset osoittivat alan nykyisen tilan ja ongelmat kiertotalouden osalta.

Kestävien pakkausratkaisujen tilanne koetaan edelleen haasteelliseksi, sillä elintarvikepakkauksiin liittyvät monimutkaiset ongelmat aiheuttavat erimielisyyksiä kuluttajien ja valmistajien välillä. Kuluttajien puolesta ekologisempien pakkausmateriaalien vaatiminen on yleistä, mutta niiden tarjoaman suojan puutteesta aiheutuu epäilyksiä yrityksille. Muovipakkauksia kohtaan vallitsee negatiivinen asenne ja ympäristötietoisuuden lisääminen voitaisiin nähdä avuksi ongelman ratkaisussa. Kiertotalouden toimintamallien kehittäminen korostuu kierrätysjärjestelmien puutteiden ja markkinahaasteiden vuoksi kestävien pakkausratkaisujen käyttöönotossa.

Avainsanat

Kestävä kehitys, kestävä pakkaus, kestävä elintarvikepakkaus, elintarvikepakkaus, pakkausmateriaalit, kiertotalous, kestävät pakkausmateriaalit, uusiutuvat materiaalit, biohajoava pakkaaminen, kestävä hankinta, hiilineutraali pakkaaminen

Muut tiedot

Tomi Loponen

Sustainable Food Packaging

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2024, 57 pages

Engineering and technology. Degree Programme in Logistics. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The deteriorating state of the Earth's environment and climate has been a globally concerning and debated issue in recent years. The unsustainable use of non-renewable resources and raw materials, combined with corporate practices disregarding circular economy principles, along with people's indifference, modern throwaway culture, and inadequate recycling and waste collection, pose significant problems for the environment and climate. Packaging materials, especially food packaging, are a major part of this issue. The task of this thesis was to conduct research and identify current trends and practices influencing food packaging, as well as the industry's major challenges and areas for development.

The research was conducted as a descriptive literature review, primarily examining the topic from the perspective of sustainable development and circular economy. The subject was approached based on existing research data, aiming to create a comprehensive overview of sustainable development in the food packaging industry. The objective of the research was to gain a clear understanding of the current state and direction of the industry.

The key trends influencing the industry, how these trends affect the sector, and the main challenges in adopting sustainable solutions were identified as the most significant outcomes of the research. The results emphasized the importance of material selection, infrastructure, attitudes, development, and legislation. The findings of the research indicated the current state and challenges of the industry regarding circular economy principles.

The situation regarding sustainable packaging solutions is still perceived as challenging, as the complex issues associated with food packaging cause disagreements between consumers and manufacturers. Demand from consumers for more environmentally friendly packaging materials is common, but doubts arise for companies regarding the protection provided by these materials. There is a negative attitude towards plastic packaging, and increasing environmental awareness could be seen as helpful in solving the problem. The development of circular economy models is emphasized due to the deficiencies in recycling systems and market challenges in the adoption of sustainable packaging solutions.

Keywords/tags

Sustainable Development, Sustainable Packaging, Sustainable Food Packaging, Food Packaging, packaging materials, circular economy, sustainable packaging materials, renewable materials, biodegradable packaging, sustainable sourcing, carbon-neutral packaging.

Miscellaneous

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Tutkimusmenetelmä	7
2.1	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	8
2.2	Aineiston analysointi	9
3	Elintarvikkeiden pakkaaminen	10
3.1	Pakkaukset	11
3.1.1	Pakkaamisen tärkein tehtävä - ruokahävikin vähentäminen	12
3.1.2	Kestävä pakkaaminen	13
3.1.3	Globaalit trendit elintarvikkeiden pakkaamisessa.....	15
3.2	Yleisimmät käytössä olevat materiaalit	16
3.2.1	Muovi	18
3.2.2	Paperi ja kartonki.....	20
3.2.3	Metallit.....	21
3.2.4	Lasi	22
3.2.5	Ympäristöongelmat	22
3.2.6	Terveysvaikutukset	25
3.3	Yleisimpien materiaalien kierrätys.....	27
3.3.1	Muovin kierrätys.....	28
3.3.2	Paperin ja kartongin kierrätys.....	30
3.3.3	Metallin kierrätys.....	32
3.3.4	Lasin kierrätys	32
4	Uudet innovaatiot elintarvikkeiden pakkaamisessa	33
4.1	Uusien materiaalien kehitys.....	33
4.2	Kestävämpi suunnittelu.....	36
5	Haasteet	39
5.1	Kestäviin ratkaisuihin siirtyminen	40
5.2	Pakkausten ja infrastruktuurin suunnittelu	42
5.3	Asenne kestäviä ratkaisuja kohtaan.....	44
6	Yhteenveto	47
6.1	Trendit elintarvikkeiden pakkaamisessa	47
6.2	Trendien vaikutukset.....	48
6.3	Keskeisimmät haasteet	49

7 Pohdinta.....	50
Lähteet	52

Kuviot

Kuvio 1. Kiertotalouden perhosdiagrammi.....	14
Kuvio 2. Pakkausmateriaalien globaali osuus	18
Kuvio 3. Muovipakkausjätteen loppusijoitus.....	29
Kuvio 4. EU maiden pakkausjätteen kierrätysaste prosentteina vuonna 2019.....	44

1 Johdanto

YK ennustaa maapallon väkiluvun kasvavan nykyisestä 8 miljardista 9,7 miljardiin seuraavan 30 vuoden aikana ja 10,4 miljardiin vuoteen 2080 mennessä (Global Issues: Population 2023). Tämä väkiluvun kasvu tulee ennustettavasti lisäämään kansainvälistä ruoantuotantoa 50 %, mikä johtaa suoraan myös elintarvikkeissa käytettävien pakkausmateriaalien kasvavaan tarpeeseen tulevaisuudessa (Beas, Ncube, Ogunmuyiwa, Ude & Zulkifli 2021, 01). Valtavat määrät pakkausmateriaaleja ovat tunnetusti rasite ympäristölle niin raaka-aineiden hankinnan kuin ympäristöön päätyvän jätteen muodossa. Nykyisen maailmantilanteen varjolla kestävän kehityksen mukaiset toimet ovat erittäin ajankohtaisia ja tärkeitä taistelussa ilmaston lämpenemistä ja ympäristön rappeutumista vastaan. Kestävien pakkausratkaisuiden tutkiminen on nykyisten kansainvälisten trendien mukaan yrityksille yksi tärkeimmistä ja samalla ongelmallisimmista osa-alueista.

Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää elintarvikkeiden logistiikassa käytettäviä pakkauskäytäntöjä sekä materiaaleja ja näiden vaikutusta ympäristöön. Lähes jokainen tietää esimerkiksi muovipakkausten maatuvan hyvin hitaasti ja olevan erittäin haitallisia maailman metsille ja merille monista eri syistä, silti nämä pakkaukset ovat vuodesta toiseen edelleen laajamittaisesti käytössä. Tavoitteena on myös tutkia miksi näistä epäkestävästä käytännöistä ei ole kyetty vielä luopumaan. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta opinnäytetyö pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä ovat nykyiset trendit elintarvikkeiden pakkaamisessa?
- Mitkä ovat näiden trendien vaikutukset?
- Mitkä ovat keskeiset haasteet kestävien pakkauskäytäntöjen toteuttamisessa elintarvikkeiden parissa?

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Suomen Pakkausyhdistys ry. Suomen Pakkausyhdistys ry on organisaatio, joka pyrkii parantamaan pakkausalan toimintaedellytyksiä sekä edistää yhteistyötä kaikkien pakkaamiseen liittyvien yritysten, yhteisöjen ja muiden tahojen välillä, sekä tarjota laaja-alaisesti tietoa kaikesta pakkausalalla tapahtuvasta toiminnasta sekä muutoksista. Lisäksi se osallistuu alan lainsäädännön kehittämiseen yhteistyössä poliittisten päättäjien sekä viranomaisien kanssa. (Keitä me edustamme? n.d.)

2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusongelma liittyy hyvin vahvasti kestävän kehityksen periaatteisiin ja globaaliin ympäristövastuullisuuteen. Ongelmana on: Miksi pakkauskäytännöt ovat niin ympäristöä kuormittavia ja ongelmallisia? Työn päätarkoituksena on kartoittaa elintarvikkeissa käytettävien pakkausten nykytilanne ja trendit sekä niistä aiheutuvat seuraukset sekä ongelmat. Tämän pohjalta voidaan tutkia mitkä ovat yleisimmät ongelmakohdat sekä haasteet tilanteen parantamiseksi. Päättökysymyksiksi valikoitui: Mitkä ovat nykyiset trendit pakkausmateriaalien käytössä elintarvikkeiden logistiikassa? Mitkä ovat näiden trendien vaikutukset? Mitkä ovat keskeiset haasteet kestävien pakkauskäytäntöjen toteuttamisessa elintarvikkeiden parissa?

Aiheen valintaan vaikutti suuresti kestävän kehityksen, ympäristöaiheiden sekä ilmastonmuutoksen ajankohtaisuus. Aiheen käsittely on tärkeää niin kuluttajien kuin yritysten näkökulmasta. Aihe on rajattu vielä koskemaan elintarvikkeiden pakkausmateriaaleja sekä siihen liittyviä prosesseja ja teknologioita. Työssä keskitytään enemmän suurimpiin materiaaleihin ja niiden kehitykseen, eikä lähdetä selvittämään jokaisen marginaalisen materiaalin käyttötarkoitusta ja vaikutuksia, koska erilaisia pakkaustarkoitukseen käytettyjä materiaaleja, jotka loppujen lopuksi eroavat hyvin vähän toisistaan on lukemattomia. Tarkastelussa suurimmat materiaalit: muovi, paperi, lasi sekä metalli. Käsittelyn keskiössä materiaaleina ennen kaikkea muovi sekä paperi, koska nämä ovat suurimmat ja ympäristövaikutteeltaan kyseenalaisimmat materiaalit elintarvikkeiden pakkaamisessa. Työssä käsitellään pienemmällä painoarvolla vähemmän käytetympiä ja vähemmän relevantteja materiaaleja kuten lasia ja metalleja.

Työn kohderyhmänä on logistiikanala sekä pakkausala ja näillä aloilla ennen kaikkea elintarvikkeiden parissa toimivat tahot. Tulos on hyödyllinen tavallisille kuluttajille, jotka ovat kiinnostuneet aiheesta ja haluaa parantaa tietämystään ja tämän perusteella muuttaa ostamiskäytöstään. Lisäksi tulos on mahdollisesti myös hyödyllinen pienille yrityksille ja yrittäjille, jotka joutuvat käsittelemään pakkausmateriaaleja tuotteiden kuljettamisessa ja lähettämässä. Kestävän kehityksen kehittäminen ja sen mukaan toimiminen ja tarjoaa hyötyjä yrityksille, hukan ja roskan vähentämisinä, imagon parantamisena sekä vähentää epäkestävien raaka-aineiden hankinnasta aiheutuvaa ympäristön tuhoutumista. Tarkoituksena on edistää kestävän kehityksen mukaista pakkausmateriaalien ja pakkausten käyttöä, tarjota tietoa aiheesta ja alalta sekä ohjata kestävän pakkaamisen kanssa kamppailevia oikeaan suuntaan liiketoimintaa kehittäessä.

2.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetöille ja erilaisille tutkimuksille on tarjolla lukuisia toteutustapoja ja erilaisia rakenteellisia lähestymistapoja, joiden valinta riippuu pitkälti itse tutkimuskohteen luonteesta. Tässä opinnäytetyössä asetettu tavoite on etsiä ratkaisuja suuriin alalla vallitseviin kysymyksiin ja samalla tutkia, kuinka laaja-alaisesti opinnäytetyön aiheesta löytyy luotettavaa tietoa. Tietoa tutkitaan monen yrityksen, tahon, maan, tutkimuksen tai kansainvälisen organisaation tarjoamien tietojen pohjalta. Kirjallisuuskatsaus on tutkimusongelmaan liittyvän kaiken aikaisemman kirjallisuuden tutkimista ja analysoimista, jonka pohjalta tämän opinnäytetyön johtopäätökset lopuksi muodostetaan (Manila 2021). Monipuolisen tiedon hankkimisen pohjalta tämä opinnäytetyö toteutetaan kirjallisuuskatsauksena.

Kirjalliskatsaus jakautuu pääsääntöisesti kolmeen eri päätyyppiin, jotka ovat kuvaileva kirjallisuuskatsaus, systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi. Näistä päätyypeistä kaikista suosituin ja helpoiten toteutettava on kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Kuvailevassa katsauksessa materiaalia voi käyttää paljon väljemmin kriteerein ja sitä ei tarvitse rajata yhtä paljon kuin muissa katsaustyypeissä. Rajoitteita on vähemmän, kunhan aihetta pystytään kuvaamaan tarpeeksi laaja-alaisesti. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on kuitenkin kaksi erilaista lähestymistapaa, narratiivinen sekä integroiva. Narratiivisessa tyylissä, halutaan luoda selkeä narratiivinen jatkumo tapahtumalle ja kuvata aihetta sekä sen historiaa ja kehitystä hyvin lineaarisesti, jotta voidaan luoda selkeä kuva lukijalle. Integroivalla tyylillä on tarkoitus luoda aiheesta paljon monipuolisempi kokonaisuus, joka pureutuu aiheeseen syvällisemmin. (Salminen 2011, 6–9.) Tutkimuksena kuvailevan tutkimuksen tarkoitus on dokumentoida ilmiöiden keskeisiä piirteitä ja luoda tarkkoja kuvauksia tapahtumista (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 134). Tässä opinnäytetyössä pyrimme kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla kokoamaan ja analysoimaan aiheeseen liittyvää tutkimusmateriaalia erilaisista lähteistä, kuten artikkeleista, tutkimuksista, tietokannoista sekä aiheeseen liittyvistä lehdistä sekä kirjallisuudesta. Laaja-alainen tiedonkeruu tarjoaa mahdollisuuden saada syvälinen käsitys tutkimusaiheesta. Tämä opinnäytetyö käsittelee aihetta narratiivisesti ja koittaa näin luoda tilanteesta yksinkertaisen ja selkeän kuvan.

Pääsääntöisesti tutkimusmenetelmät jaetaan määrälliseen tutkimukseen ja laadulliseen tutkimukseen. Laadullinen tutkimus pyrkii selvittämään tutkittavalle aiheelle syitä, näin luomalla teoriaa aiheesta. määrällisessä tutkimuksessa teoria tunnetaan ja sitä testataan käytännön kautta. (Kananen 2017, 44.) Tässä opinnäytetyössä lähdetään selvittämään syitä aiheelle ja luomaan teoriaa, joten tutkimus on laadullista. Tutkimuksessa katsauksen perusta rakentuu aikaisemmin tehtyyn tutkimukseen ja siitä johdetuista teorioista, mikä luo vankkaa pohjaa opinnäytetyön tutkimukselliselle sekä sisällölle. Laadulliselle tutkimukselle on olennaista myös joustavuus mikä helpottaa mahdollisia muutoksia alkuperäiseen suunnitelmaan (Hirsjärvi ym. 2009, 164.) Tutkimuksen tavoitteena on yhdistää eri näkökulmat ja luoda kattava näkemys tutkimuskentästä. Kirjallisuuskatsaus tarjoaa mahdollisuuden arvioida olemassa olevien tutkimusten merkitystä opinnäytetyön tavoitteiden ja kysymysten valossa. Tällainen systemaattinen lähestymistapa mahdollistaa monipuolisen tiedonkäytön ja luo vankan perustan opinnäytetyön pohdinnalle sekä lopullisille johtopäätöksille. Kirjallisuuskatsauksessa työhön käytetty kirjallisuus on koko työn selkäranka. Tämän työn luotettavuuden takaamiseksi tiedonkeruussa on suosittu pääsääntöisesti akateemista materiaalia, alan julkaisuja ja tutkimusartikkeleita. Lähteitä on kerätty monipuolisesti, mutta lähteet on aina arvioitu kriittisesti sekä lähteiden eroavaisuudet on huomioitu työssä ja tuotu tärkeiltä osin esiin. Työssä on myös pyritty käyttämään mahdollisimman ajan tasalla olevaa tietoa ajankohtaisuuden varmistamiseksi.

2.2 Aineiston analysointi

Aineistona toimii kaikki saatavilla oleva sekundääriaineisto eli dokumentoitu tutkimustyö, tilastot ja teoria aiheeseen liittyen. Työssä pyritään käyttämään kansainvälistä materiaalia mahdollisimman paljon. Alan nopean kehityksen vuoksi aineiston ikärajaiksi valittiin 15 vuotta, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Kaikessa aineistossa ja sen analysoimisessa on huomioitu lähdekritiikki, jotta lähteet pysyvät mahdollisimman puolueettomina ja totuudenmukaisina. Lähdekritiikki arvioi kirjoittajan tunnettavuutta, tiedon alkuperää sekä uskottavuutta, puolueellisuutta ja julkaisijan vastuuta sekä arvovaltaa (Hirsjärvi ym. 2009, 113.) Kirjoittajien taustoja sekä ammattitaitoa on pyritty tarkistamaan hakukoneiden tulosten ja julkaisujen tittelien perusteella. Tutkimuksen tekemisen ja lähteiden käsittelyn yhteydessä on noudatettu yleisiä tutkimuseettisiä ohjeita koko katsauksen ajan. Lisäksi opiskelijan eettiset periaatteet on otettu huomioon työn edetessä.

Tutkimustulokset pohjautuvat kaikki aineiston pohjalta kerättyyn tietoon, jonka perusteella omat johtopäätökset on muodostettu. Työn aihepiiri on myös tutkimuseettisen neuvottelukunnan

(TENK) ohjeistusta mukaileva ja työn perimmäisiä tarkoituksia on kestävän kehityksen mukaisten toimien kehittäminen ja tietoisuuden lisääminen aiheesta. Tutkimuksessa ei myöskään eettisistä syistä suoraan mainita nimeltä yrityksiä tai henkilöitä.

Aineisto valittiin tutkimuskysymyksiin perustuen valittuja hakusanoja hyödyntäen. Hakusanoiksi valikoitui: Sustainable Development, Sustainable Packaging, Sustainable Food Packaging, Biodegradable Packaging ja Food Packaging. Aineistoa kerättiin pääsääntöisesti Google Scholarin, Thesuksen sekä Science Directin avulla, mutta myös kirjaston ja tavallisten internetin hakukoneiden avulla. Aineiston suuren määrän takia ensimmäinen vaihe analyysissä tehtiin pelkästään aineiston otsikon ja kappaleiden otsikoinnin perusteella. Jos esimerkiksi tutkimuksen kappaleet eivät suoraan liittyneet mihinkään työn tutkimuskysymyksistä, aineisto hylättiin heti. Hirsjärven ja muiden (2009, 111) mukaan ensimmäisen tiedonhankinnan vaiheen jälkeen tulisi olla kerättynä lista aineistosta, johon tulisi tutustua. Tämän opinnäytetyön ensimmäisen vaiheen listaan kerääntyi lähes 80 erilaista artikkelia, kirjaa tai tutkimusta. Listaan päivitettiin jatkuvasti lisää toisiaan tukevia artikkeleita samalla kun turhat artikkelit poistuivat työn edetessä. Aineiston sisältö analysoitiin pääasiassa narratiivisesti, pyrkien muodostamaan mahdollisimman selkeä vastaus tutkimuskysymyksiin, mutta tilastoja analysoitiin tilastoja kuvaavan analysoinnin menetelmin (Aineiston analyysimenetelmät 2009). Aineistoa analysoitiin systemaattisesti tutkimuskysymysten pohjalta ja aineistosta nostettiin esille tutkimusta hyödyttävät kohdat ja ne kirjattiin ylös. Analysoinnin tulokset kirjattiin taulukkoon, jossa selvennettiin miten aineistosta saatu tieto auttaa vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Taulukointia käytettiin pääasiassa hyödyksi tutkimusaineistosta saadun aiheeseen liittyvän tiedon järjestelyssä ja helpottamaan tiedon yhdistelyä opinnäytetyön kappaleissa. Kaiken tutkitun tiedon ja materiaalin pohjalta koottiin kattava tietoperusta, josta tämän tutkimuksen tulokset ovat johdettu.

3 Elintarvikkeiden pakkaaminen

Elintarvikkeiden pakkaaminen on aina ollut ruoan kuljetuksen ja säilönnän kannalta tärkeä edellytys. Pakkausmateriaalien tiedetään kuitenkin olevan yksi suurista maapallon saastuttajista ja kaatopakkojen täyttäjistä, mikä tekee pakkausalan hyvin ristiriitaisen alan nykyisen maailmantilanteen varjolla. Walsh (2024) ennustaa kansainvälinen pakkausalan on ennustettu kasvavan 1,12

biljoonan yhdysvallan dollarin arvoon vuoteen 2030 mennessä. Yleisesti yli kaksi kolmasosaa kaikesta pakkausmateriaalista käytetään erilaisten elintarvikkeiden ja juomien pakkaamiseen sekä kuljetukseen (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 02).

3.1 Pakkaukset

Pakkausratkaisut ovat aina olleet tuotteiden logistiikan kannalta välttämättömyys. Ilman pakkaamista tuotteiden turvallinen kuljettaminen ja varastointi olisi ymmärrettävästi paljon haastavampaa. Pakkauksen tärkein tehtävä on suojata tuotetta ympäristöltä ja kaikelta ulkopuoliselta vaikutteelta koko logistisen ketjun ajan, mutta myös päinvastoin suojata ympäristöä pakatulta tuotteelta. Pakkauksella on myös tärkeä tehtävä informaation välittämisessä kuluttajalle. Pakkaus sisältää usein käyttäjälle tärkeää tietoa tuotteesta, kuten esimerkiksi kierrätysohjeet, tuotetiedot ja lakisääteiset merkinnät. Jos tuote on avattu, viallinen tai väärennetty, pakkaus välittää tämän tiedon vastaanottajalle hyvin ulkoisen eheyden ja koskemattomuuden kautta. Pakkaus on myös tärkeä yritysten brändäyksen ja markkinoinnin apuväline. (Lehtinen 2021, 14-15.) Kansainväliset suuryhtiöt ovat usein helposti tunnistettavissa heidän käyttämien pakkausten perusteella.

Erilaisia pakkausratkaisuja on ollut käytössä vuosisatojen ajan, ja ne kehittyvät koko ajan maailman muuttuessa. Tuotteen kuljetuksen aikana tuote on osana monia erilaisia pakkauskokonaisuuksia. Primääripakkaus on pakkaus mihin varsinainen tuote on pakattu. Primääripakkaus on siis suorassa kosketuksessa elintarvikkeeseen, mikä tekee tästä pakkauksesta elintarvikkeen laadun kannalta tärkeimmän. Sekundääripakkaus sisältää suuremman erän Primääripakkauksia ja Tertiääripakkaus yhdistää sekundaaripakkaukset yhteen suureen kokonaisuuteen. Joskus kuljetus tai tuotteen esilleano sisältää vielä muitakin erilaisia pakkauksia ja pakkauskokonaisuuksia. (Weetman 2021, 309.) Kuluttajat ostavat kaupasta useimmiten tuotteita Primääripakkauksissa. Kaupat ja muut elintarvikkeiden jälleenmyyjät ostavat maahantuojalta, päävarastolta tai tuottajalta suurempia eriä tuotteita, joten heille kuljetetaan tuotteita sekundääripakkauksissa tai suuremmissa tertiääripakkauksissa perinteisiä logistisia malleja mukaillen, jotta kuljetuskulut pysyvät alhaisina. Pakkausten koko sekä muodot pyrkivät standardisoituun malliin logistiikan helpottamiseksi (Lehtinen 2021, 15).

Perinteisessä lineaarisessa talousmallissa tuotteiden pakkaukset ovat usein hyvin ongelmallisia, mikä vaikuttaa suuresti niistä syntyvän jätteen määrään. Kun tuote pakkauksineen on saapunut

määränpäähänsä kuluttajalle, on pakkaus tässä tuotteen perinteisen logistisen ketjun viimeisessä vaiheessa usein tehnyt tehtävänsä ja näin ollen muuttuu täysin tarpeettomaksi. Tarpeeton pakkaus nähdään jätteenä ja heitetään käytön jälkeen pois tai mahdollisesti kierrätetään.

3.1.1 Pakkaamisen tärkein tehtävä - ruokahävikin vähentäminen

Ruokahävikin vähentäminen globaalisti on yksi ruokapakkauksien tärkeimpiä tehtäviä. Maapallon kokonaisjätteen määrästä melkein puolet on viher- sekä ruokajätettä (Trends in Solid Waste Management 2024). Pakkausratkaisujen kehittyessä ja logistiikan nopeutuessa on mahdollista pienentää syntyvän ruokahävikin määrää, joka vaikuttaa suoraan ruoantuotannon päästöihin ja helpottaa kansainvälistä nälänhätää ongelma-alueilla. Turhaan tuotetusta ruoasta syntyneet päästöt kasvattavat automaattisesti koko elintarviketuotannon ja elintarvikkeidenkuljetuksen logististen ketjujen päästöjä. (Säilä 2017, 10.) Safdien (2023) mukaan jo yli 30 % tämänhetkisestä kansainvälisestä ruoantuotannosta menee hukkaan ja tämä valtava osuus vastaa suoraan suuresta määrästä turhia hiilidioksidipäästöjä sekä vastuutonta raaka-aineiden tuhlausta. Ada, Kazancoglu, Ozbiltekin-Pala & Uzel (2023, 2) puolestaan arvioi, että kokonaisuudessaan turhaan tuotetun ruoan määrä on jopa 40 %. Myös Säilä (2017, 10) esittää, että suomessakin hukkaan menevää ruokaa syntyy vuodessa noin 400 miljoonan kilon edestä. Määrät ovat hälyttäviä ja näin suuri määrä hukkaan heitettyä tuotantoa ei ole kestävä kehityksen mukaista.

Ruoan kuljetuksessa ennen kaikkea tuoreet eläinkunnan tuotteet sekä tuoreet kasvituotteet ovat erittäin herkkiä pilaantumiselle, ilman oikeanlaista pakkausta. Noin 48 miljoonaa ihmistä sairastuu, 1,28 miljoonaa joutuu sairaalahoitoon ja 3000 kuolee epäpuhtaiden, väärin käsiteltyjen, väärin pakattujen tai suoraan väärennettyjen elintarvikkeiden vuoksi. (Achhami, Bhandari, Chhetri, GC, Kandel, Khatri, Modi, Pakka, Parajuli, Shrestha & Timilsina 2021, 2.) Yleinen ruoanturvallisuus onkin suuri kansainvälinen ongelma, johon tulisi ehdottomasti puuttua paremmin. Nykyään elintarvikkeelta odotetaan myös paljon enemmän ja laadun säilyttäminen mahdollisimman hyvänä läpi koko kuljetusketjun on erittäin tärkeää kuluttajille. Oikea koostumus, haluttu kosteus- sekä tuoreustaso on kaikki tärkeitä ominaisuuksia asiakkaille ruoan suhteen. Lisäksi tuotteen pakkaamisessa käytettäviä lisäaineita, kuten pakkauskaasuja halutaan mahdollisimman vähän ja niiden tulisi olla erittäin turvallisia. Elintarvikkeiden pakkauksessa käytettävät säilöntäaineet kuitenkin vaikuttavat nykyään myös pakkauksen ohella oleellisesti kuluttajalle saapuvan elintarvikkeen laatuun. Kuljetettavien elintarvikkeiden ikää pyritään aina pidentämään ja yritetään estää mahdollisimman paljon ruoan

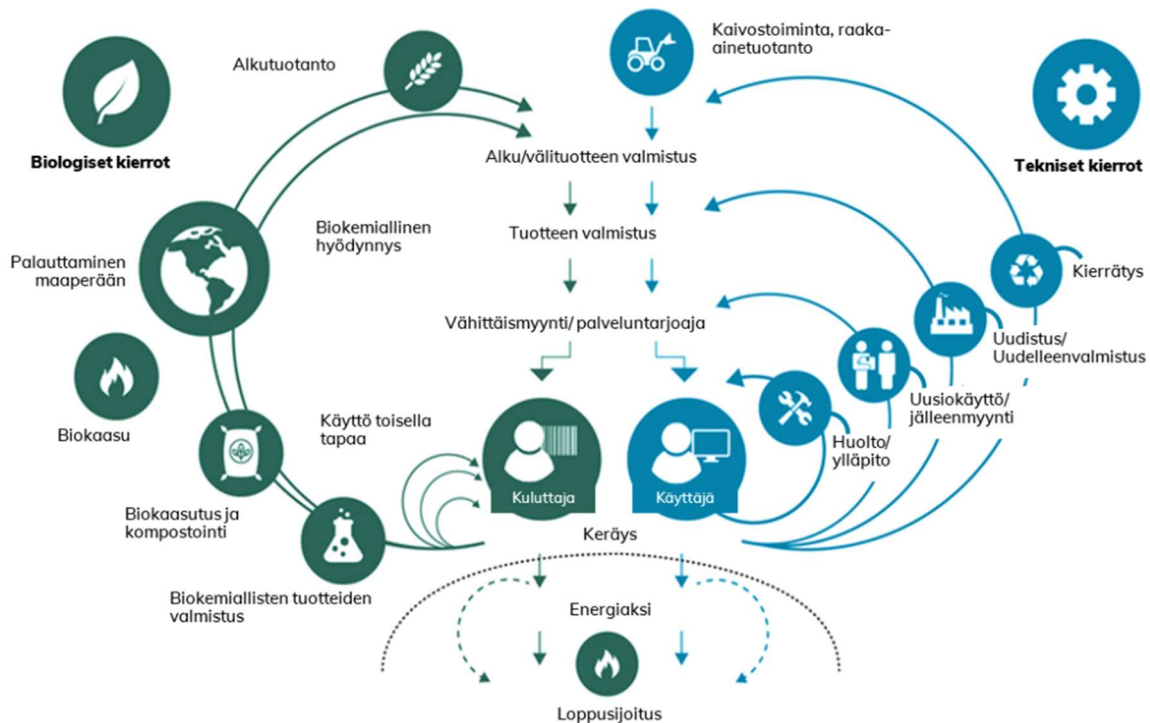
pilaantumista sekä haitallisten mikrobien tai bakteerien päätymistä tuotteeseen, jotta kontaminoitumiselta ja sitä kautta ruokahävikiltä säästyään mahdollisimman paljon. (Emanuel & Sandhu 2019, 13-14). Oikeanlainen pakkaaminen on yksi tärkeimmistä ratkaisuista. Ruokahävikin vähentämisestä syntyvät pakkaamisen hyödyt, kuten turhan ruoantuotannon vähentäminen ja pilaantumisen estäminen, ovat paljon suuremmat kuin sen aiheuttamat negatiiviset ympäristövaikutukset, koska ruokahävikistä syntyvät turhat päästöt ovat niin suuria (Lehtinen 2021, 311.) On siis tärkeä ymmärtää pakkauksen perimmäinen merkitys sekä positiiviset vaikutukset, ennen kuin voidaan lähteä arvioimaan pakkausjätteestä syntyviä negatiivisia puolia.

3.1.2 Kestävä pakkaaminen

Kestävä kehitys on nimensä mukaisesti kehitystä, jonka pohjana on kestävät käytännöt. Se edesauttaa pitämään maapallon hyvässä kunnossa, jotta tulevaisuuden sukupolvet kykenevät nauttimaan elämästään ja täyttämään tarpeensa samalla tavalla kuin tämänhetkinen väestömme. Kehitykseen sisältyy vastuullinen taloudellinen kasvu, sosiaalinen inklusiivisuus ja ympäristönsuojelu, jotta kaikilla olisi mahdollisuus kunnolliseen työhön, laadukkaaseen terveydenhuoltoon ja koulutukseen. Kestämätön kehitys taas johtaa ilmastonmuutokseen, ympäristön osittaiseen tuhoutumiseen, erilaisiin konflikteihin, köyhyyteen, nälkään sekä sosiaaliseen epävakaisuuteen ja eriarvoisuuteen. YK:n Agenda 2030 on kestävän kehityksen ohjelma, joka sitoo jäsenvaltiot saavuttamaan 17 eri kestävän kehityksen mukaista tavoitetta. Tällä hetkellä maailmanlaajuiset konfliktit, ilmastokriisi, huono ekonominen tilanne sekä covid-19 pandemia ovat asettaneet tavoitteiden toteutumisen vaaraan. (What is sustainable development 2023.) Kestävällä kehityksellä tavoitellaan siis maailman kehityksen edistymistä sellaisella tavalla, joka ei johda mittaviin ongelmiin tulevaisuudessa.

Kiertotalous on osa kestävästä kehityksestä ja se tavoittelee vähentämään globaalien ympäristöongelmien pitkäkantoisia vaikutuksia kuten ilmaston lämpenemistä, rajallisten raaka-aineiden holtintonta käyttöä ja ympäristön rappeutumista. Pääpyrkimys kiertotaloudessa on pitää materiaalit jatkuvasti kierrossa ja välttää jätteen syntymistä. Tuotteet ja materiaalit pyritään pitämään kierrossa erilaisin menetelmin: ylläpitäen, kierrättäen, kompostoiden, kunnostaen, uudelleentaluistaen ja uudelleenkäyttäen. (What is Circular Economy n.d.) Kuvio 1:stä nähdään Ellen MacArthur Foundationin luoma kiertotalouden perhosdiagrammi, joka kiteyttää kiertotalouden pääperiaatteen helposti ymmärrettävään kokonaisuuteen. Diagrammista nähdään, että kierto on joko biologista, eli kiertoa jonka pääperiaate on palauttaa raaka-aineet takaisin maaperään tai teknistä kiertoa, jonka

päätavoite on pyrkiä pitämään materiaalit kierrossa mahdollisimman pitkään. Raaka-aineiden ottaminen ympäristöstä sekä siihen liittyvät prosessit, jalostus ja epäkestävä materiaalinhallinta tuottaa lähes puolet maapallon päästöistä ja vastaa lähes kokonaisuudessaan tämänhetkisestä luonnon biodiversiteetin katoamisesta (Archer, Christgen, Gomes, Lag-Brotons, Purnell & Velenturf 2019, 964). Kiertotalous on kestävämpi korvaaja nykyiselle vanhentuneelle lineaariselle talousmalliin perustuvalla järjestelmällä, jossa tuotteet ja sitä kautta raaka-aineet päätyvät elinkaaren päättyessä jätteeksi kaatopaikalle. Kiertotalous on tärkeä konsepti nykyisten kansainvälisten ympäristötavoitteiden toteuttamisen kannalta.



Kuvio 1. Kiertotalouden perhosdiagrammi (Urmas 2019).

Kestävä pakkaaminen on monen erilaisen Kestävän kehityksen ja kiertotalouden periaatteen kohdistaminen pakkaamiseen. Sustainable Packaging Coalition määrittelee kestävä pakkaamisen tärkeisiin osa-alueisiin, jotka tulee ottaa huomioon pakkaamisessa. Pakkaus on suunniteltu järkevästi ja sen valmistuksessa on otettu huomioon muun muassa pakkauksen elinkaari sekä pakkauksen suunnittelussa on pyritty vähentämään turhaa materiaalinkäyttöä ja jätteen määrää. Valmistuk-

sessä on panostettu uusiutuvien materiaalien tai kierrätettyjen materiaalien vastuulliseen käyttöön sekä uusiutuvaan energiaan. pakkauksen uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja kompostoimista on huomioitu suunnittelussa. Lisäksi kestävä pakkaamista suosivien yritysten on mahdollistettava pakkausten uudelleen käyttö sekä investoitava kiertotaloutta tukevaan infrastruktuuriin. (Kachook 2024, 07.) Kestävässä pakkaamisessa on myös monia muita tärkeitä kokonaisuuksia, joihin on panostettava, kuten kilpailukykyinen kustannustehokkuus, pakkauksen turvallinen käyttö ja tutkitut terveysvaikutukset koko elinkaaren aikana niin henkilöille kuin ympäristölle (Martin & Schouten 2012, 146). On tärkeä muistaa, että kestävä pakkaaminen on enemmän lähestymistapa aiheeseen, jossa punnitaan pakkauksen materiaalia, ominaisuuksia ja suunnittelua, eikä käsite jollekin tietylle standardoidulle materiaalille, suunnittelulle tai toimitavalta pakkausosalalla. (Kachook 2024, 07.)

3.1.3 Globaalit trendit elintarvikkeiden pakkaamisessa

Maailmanlaajuinen talous- ja väestönkasvu ovat lisänneet pakattujen elintarvikkeiden kysyntää. Tämä on kasvattanut tarvetta pakkausmateriaaleille ja siten myös kiinteän jätteen määrää. Pakkausjätteet ovat yhä suurempi ympäristöhuolenaihe ja kuluttajat osittain odottavat kestävämpiä ratkaisuja. Tiukat säännökset ovat kieltäneet tiettyjä fossiilisia materiaaleja ja kannustavat kierrätykseen sekä kestäviin vaihtoehtoihin. Monet brändit ja vähittäiskauppa- ja palvelusyritykset koittavat siirtyä pois vaikeasti kierrätettävistä pakkausmateriaaleista kohti kierrätettäviä, kompostoitavia ja biohajoavia vaihtoehtoja. Kestävä pakkaaminen on nousemassa prioriteetiksi sekä yrityksille että kuluttajille. Monet suuret brändit ovat asettaneet kestävyysuunnitelmia liiketoimintaansa sekä pannut alulle globaaleja aloitteita. (Matuana & Stark 2021, 2.) Pakkausten kertakäyttöisyydestä aiheutuvat ympäristöongelmat pakottavat myös lainsäädännöstä vastaavat organisaatiot toimiin ongelmaa ratkaistaessa ja toimintaa ohjattaessa. Lähes jokaisella maalla on omat jäte- ja ympäristölakinsa. Euroopassa EU ohjaa erilaisten direktiivien ja lakien avulla maanosaa koko ajan enemmän kiertotalouden sekä uudelleenkäyttämisen pariin. Suomessa kansallisella tasolla toimintaa ohjataan jätelailla. Pakkausteollisuus harkitsee yhä enemmän kestäviä pakkausratkaisuja hallituksen, asiakkaiden ja median paineen vuoksi. Yleisiä kestävä pakkaamisen trendejä, joita yritetään ohjata ovat muun muassa turhan materiaalin vähentäminen, jätteiden kierrätyksen parantaminen ja kierrätetyn materiaalin osuuden nostaminen pakkausmateriaalissa. (Ojha, Ojha, Sharma & Sihag 2015, 244.)

Kansainvälisistä sopimuksista yksi tunnetuimmista on The New Plastics Economy Global Commitment, mikä on Ellen MacArthur Foundationin ja YK:n ympäristöohjelman luoma sopimus, joka edellyttää allekirjoittajiaan hävittämään turha kertakäyttömuovi pakkauksistaan ja suosimaan uudelleenkäytettäviä pakkauskalleja, pyrkimään luomaan innovaatiota, jotta kaikki käytetty muovi pystytään uudelleenkäyttämään tai kierrättämään helposti ja turvallisesti sekä pyrittävä kierrättämään valmistuksessa mahdollisimman paljon jo kierrossa olevaa muovia. (Butler ym. 2021, 208.) Sopimuksen on allekirjoittanut jo yli 500 kansainvälistä yritystä, brändiä, jälleenmyyjää ja hallitusta ympäri maailmaa ja lukumäärä kasvaa koko ajan (The New Plastics Economy Global Commitment 2023).

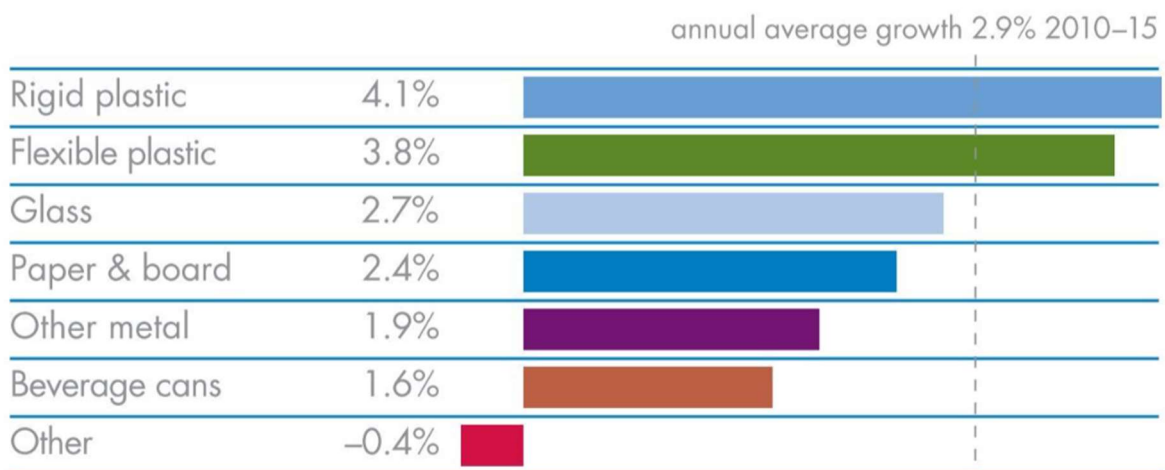
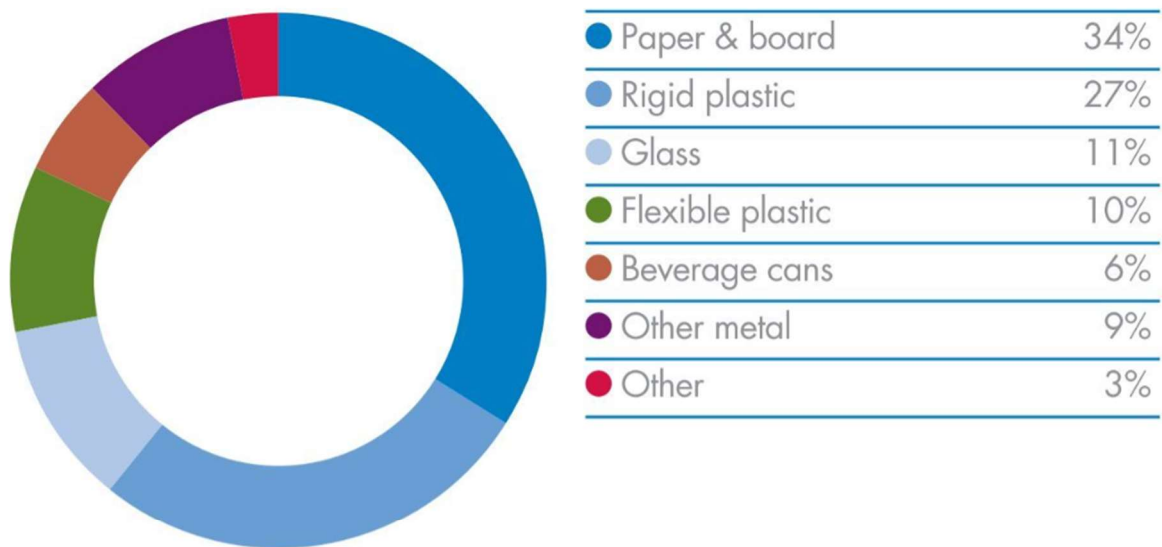
Pakkaamisessa käytettäviin materiaaleihin ja pakkausratkaisuja koskevia suurimpia trendejä ovat muun muassa kierrätys, innovatiivisten uusien materiaalien kehitys sekä kestävämpi suunnittelu. Muita pienempiä trendejä elintarvikkeiden pakkaamisessa ovat pakkausten arviointi kiertotalouden ja bioekonomiaan perustuen sekä pakkausten sertifiointin parannus. (Matuana & Stark 2021, 6.) Kansainväliset megatrendit ohjaavat monia aloja globaalissa mittakaavassa, pakkausala mukaan lukien. Suurimpia elintarvikkeiden pakkaamiseen vaikuttavia globaaleja megatrendejä kestävä kehityksen piiriin kuuluvien trendien lisäksi ovat muun muassa, kehittyneiden maiden demografian muutos ja väestön vanheneminen, kehitysmaiden urbanisoituminen, tuoteturvallisuus, eettisyys sekä etninen moninaisuus. Kaikki tämä vaikuttaa olennaisesti pakkausratkaisuiden kehittämiseen alueittain ja määrittää millaisilla tuotteilla on missäkin maanosassa kysyntää. Vanhenevassa väestönrakenteessa tahdotaan esimerkiksi vähemmän suuria perhepakkauksia ja enemmän helposti avattavia yksinkertaisia ratkaisuja. Monikulttuurisuuden leviäminen nostaa kysyntää monelle etniselle elintarvikkeelle. (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 04.) Moderni liikkuva elämäntapa ja yksinkertaiset niin kutsutut on-the-go pakkaukset tukevat kertakäyttömuovin yleistymistä. Tämä yhdistettynä ennen kaikkea kehitysmaissa vallitsevaan poisheittokulttuuriin luovat yhdessä järjestelmän, joka tuottaa valtavan määrän turhaa pakkausjätettä. (Beas ym. 2021, 4.)

3.2 Yleisimmät käytössä olevat materiaalit

Pakattava elintarvike itsessään määrittää usein käytettävän pakkauksen vaatimukset ja materiaalin. Mitä herkempi tuote on kyseessä, sitä haastavampaa sille on löytää sopiva pakkausratkaisu. Pastat tai jauhot löytyvät kaupoissa usein hyvin hengittävistä pahvikoteloista tai paperipusseista,

kun taas lihat ovat pakattu tiiviisti muoviin ja suojakaasuihin. Monille tulee yllätyksenä, että pakkaukset eivät suojaa tuotetta kaikelta ulkoiselta ärsykkeeltä täydellisesti. Lasi ja metalli ovat hyvin tiiviitä ja suojausominaisuuksiltaan ylivoimaisia, kun taas paperiset ja kartonkiset materiaalit päästävät esimerkiksi kaasuja suhteellisen helposti lävitseen. Materiaalin läpäisevyyteen vaikuttaa monet tekijät ja materiaalien lävitse voi kulkea aineita monella eri tavalla. Materiaalin läpäisevyysominaisuudet tai niin sanotut barrier-ominaisuudet ovat tuoteturvallisuuden kannalta erittäin tärkeitä ominaisuuksia elintarvikkeiden pakkaamisessa. Pakkausmateriaalien kanssa toimivien valmistajien tulee olla erittäin perehtyneitä materiaalien eri ominaisuuksista, jotta tuotteelle pystytään valitsemaan turvallisin ja parasta suojaa tarjoava pakkausratkaisu. Läpäisevyyteen voidaan vaikuttaa materiaalin paksuuden säätelyllä ja tietenkin eri materiaalin valinnalla (Lehtinen 2021, 43). Pilaantumisaika, kuljetusmuoto, säilytyslämpötila, kosteus ja yrityksen omat valinnat kuten brändäys vaikuttavat paljon pakkauksen suunnitteluun ja materiaalinvalintaan. Pakkausmateriaalilla täytyy myös olla oikeat ominaisuudet tuotteen säilöntään ja kuljetukseen. Materiaalin lujuus, uv-säteilyn suojaus, suojaus kosteudelta, materiaalin kemialliset ominaisuudet sekä suojaus kemikaaleja vastaan ovat kaikki tärkeitä pakkausmateriaalia valittaessa. (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03.)

Muovi-, paperi- ja pahvipakkaukset kattavat elintarvikkeissa käytettävissä pakkauksista yli 70 %. Erilaiset metallit ja lasi kattavat lähes kaiken lopun ja muita näiden ulkopuolelle lukeutuvia ratkaisuja on käytössä vain 3 % kaikesta ruoanpakkaukseen käytettävästä materiaalista. (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03.) Elintarvikkeiden pakkaamisessa on yleistä käyttää monia eri materiaaleja yhden pakkauksen valmistamiseen. Kartonkimehupurkkiin on esimerkiksi usein käytetty 75 % kartonkia 20 % muovia ja 5 % alumiinia. (Multimaterial Food Packaging 2021.)



Kuvio 2. Pakkausmateriaalien globaali osuus. (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03).

3.2.1 Muovi

Kuten kuviosta 2 näkyy, noin kolmasosa elintarvikkeiden pakkauksista ovat valmistettu joko taipuisasta tai jäykästä muovista. Muovit ovat myös nopeimmin kasvavia materiaaleja pakkausalaalla. (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03.) Muovit ovat polymeeriketjuista sekä lisäaineista lämmön ja paineen avulla muovattavia materiaaleja. Raaka-aineena muovilla voi olla joko biopohjainen materiaali tai fossiilipohjainen öljy. Lisättävät lisäaineet parantavat muovin haluttuja ominaisuuksia ja helpottavat valmistusprosessia. Erilaisia muoveja on paljon erilaisiin käyttötarkoi-

tuksiin ja ne voidaan jakaa moneen eri osa alueeseen. Yksinkertaisinta on jakaa muovit käytön mukaan. Valtamuovit ovat kaikkein yleisimpiä ja halvimpia kuluttajamuoveja. Tekniset muovit ovat hieman kestävämpiä sekä kalliimpia ja erikoismuovit ovat kaikkein suorituskykyisimmillä ominaisuuksilla varusteltuja sekä hinnaltaan kaikista kalliimpia muoveja. Jokaisesta kategoriasta löytyy ominaisuuksiltaan ja rakenteellisesti erilaisia vaihtoehtoja sekä kertakäyttöön että pidempään käyttöön suunniteltuja materiaaleja. Rakenteellisesti muovin kiteisyys vaikuttaa paljon sen ominaisuuksiin. Amorfiset kiderakenteettomat muovit ovat kovia, läpinäkyviä ja hauraita, jotka kestävät hyvin lämpöä, mutta huonosti kemikaaleja. Kiderakenteelliset ja osakiteiset muovit taas kestävät paremmin kemikaaleja ja eivät ole läpinäkyviä. (Lehtinen 2021, 136-139.) Muovisten elintarvikkeiden pakkausten valmistuksessa käytetään oleellisesti paljon erilaisia kemikaaleja ja lisäaineita, kun halutaan saavuttaa haluttuja ominaisuuksia. Osalla näistä kemikaaleista ja lisäaineista on vaarallisia ominaisuuksia, joiden vaikutteista ei ole kerätty vielä tarpeeksi kattavasti tietoa. Muoveihin päätyy myös tahattomasti lisättyjä aineita, kuten erilaisia hajoamistuotteita, reaktioväliaineita ja muita epäpuhtauksia, joiden vaikutukset ovat vielä osittain tuntemattomia. (Plastic Food Packaging 2021.)

Yleisimmät elintarvikkeiden pakkauksessa käytettävät muovit ovat Polyeteeni (PE), Polypropeeni (PP) sekä polyetylenitereftalaatti (PET). Tuotteen vaatimat suojausominaisuudet vaikuttavat siihen millaista muovia pakkauksessa tulee käyttää. (Lehtinen 2021, 301.) PET muovia käytetään paljon muovipulloissa, kaiken kostean sekä korkean vesipitoisuuden omaavien tuotteiden pakkaamisessa, hyvien nesteitä ja kaasuja suojaavien barrier-ominaisuuksien takia. Tekstiilintuotannossa käytetään myös paljon PET muovia, mikä tekee siitä hyvin monipuolisen vaihtoehdon monella alalla moneen eri käyttötarkoitukseen. PE muovi taas on hyvin vahvaa, joustavaa, vettähylkivää ja suhteellisen läpinäkyvää. Erittäin yksinkertaisen rakenteen ansiosta PE on hyvin halpa vaihtoehto käyttää massatuotannossa. PE muovista voidaan valmistaa tiheydeltään korkeampaa ja vähäisempää versiota, jolla on eri käyttötarkoitukset. Enemmän elastisuutta vaativissa muovituotteissa kuten pusseissa käytetään Low Density Polyetyleneeniä (LDPE). Kovemmissa ja enemmän suojaa tarjoavissa pakkauksissa tai pulloissa High Density Polyetyleneeniä (HDPE). Kaikista kestävin ja kovin elintarvikkeiden pakkauksissa käytettävä muovi on polypropeeni (PP). Polypropeeni kestää hyvin lämpöä ja on erittäin lujaa, joten sitä käytetään usein lämmönkestävyyttä vaativissa pakkauksissa sekä lujemmissa korkeissa. (Plamondon & Sinha 2017, 32-33.) Nykyään parempien ominaisuuksien saamiseksi kehitetään myös paljon monikerroksisia muovikalvoja jotka koostuvat useammasta eri

muovista (Lehtinen 2021, 301). Monikerroksiset muovit vaikeuttavat oleellisesti muovin tehokasta kierrätystä.

Pakkausteollisuus tarvitsee kevyitä materiaaleja vähentääkseen tuotepainoa, kuljetuskustannuksia ja loppuelämän pakkausjätettä. Muovi on erittäin vahvaa painoonsa nähden, mikä johtaa vähäiseen materiaalin tarpeeseen muoviin pakattaessa. Muovinen pakkaus on keskimäärin vain noin 3 % tuotteen kokonaispainosta, jonka ansiosta muovipakkausten kuljettaminen on kustannustehokasta logistiikan kannalta. (Beas ym. 2021, 02.) Muovien prosessointilämpötila on myös muita raaka-aineita matalampi mikä tekee muovin valmistuksesta varsin energiatehokasta (Muovit ja kestävä kehitys n.d). Pakkausteollisuus Ry luokittelee muovit energiatehokkuuden, keveyden sekä ominaisuuksien ja monien käyttötarkoitusten ansiosta kestävä kehityksen edelläkävijäksi pakkausmateriaaleissa (Muovit ja ympäristö n.d).

3.2.2 Paperi ja kartonki

Paperi ja kartonki ovat pohjimmiltaan molemmat sekä biohajoavia että uusiutuvia pakkausmateriaaleja, koska ne koostuvat puuperäisestä selluloosakuiduista. Niitä käytetään usein lisäpakkauksina muoviin pakattujen tuotteiden kanssa, sekä kuivatutuotteissa kuten pastassa, riisissä ja jauhoissa. Paperipakkausten käyttöä nestemäisille ja rasvaisille ruoille voidaan laajentaa kemiallisella käsittelyllä tai pinnoitteella. Kartonkia käytetäänkin paljon myös maitotuotteille. kartonki- ja paperipakkauksilla on kuitenkin melko huonot suojaominaisuudet ja ne tarjoavatkin melko yksinkertaisen suojan elintarvikkeelle, jos ei käytetä minkäänlaisia lisäaineita tai muovilaminointia. (Paper & Board Food Packaging 2021.) Puupohjaisiin pakkaustuotteisiin on yleisesti helpompi tehdä erinäköisiä ehostuksia, kuten painatuksia ja liimauksia, kuin muihin elintarvikepakkauksiin, mikä edesauttaa yrityksiä suunnittelemaan pakkausta brändäyksen ja markkinoinnin kannalta. Pakkausmateriaalina paperivalmisteet kattavat noin kolmanneksen kaikesta elintarvikepakkaamisesta (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03.)

Paperiset tuotteet ovat hyvinkin ekologisia, mikäli materiaalit hankitaan ekologisesti ja valmistuksessa ei käytetä paljoa lisäaineita. Paperisäkkejä on paljon erilaisilla ominaisuuksilla, kuten paksuudella, lujuudella sekä läpäisevyydellä. Paperisten säkkien sisäkerros valellaan usein erilaisilla muoveilla, jotta paperisäkkille saadaan haluttuja ominaisuuksia. Makuja tai hajuja läpäisemätön suoja

sekä vettä tai rasvoja hylkivä kerros paperisäkille saadaan aikaan erilaisilla muoveilla kuten Polyeteeni (PE) ja Polyamidi (PA) päällysteillä. (Lehtinen 2021, 110.) Täytyy kuitenkin aina muistaa, että materiaalien yhdisteleminen vaikeuttaa oleellisesti pakkausten tehokasta kierrätystä.

Kartonki on paperia paksumpaa sekä painavampaa ja koostuu aina useammasta kuitukerroksesta. Kartontia on myös monta erilaista laatua, joilla on kaikilla erilaisia ominaisuuksia ja käyttötarkoituksia. Erilaisia haluttuja ominaisuuksia saadaan lisättyä tai tehostettua lisäämällä eri kemikaaleja, esimerkiksi PE- tai PET- muoveja kartonkiin. Kartongit ovat valmistettu joko tuoreesta tai kierrätetystä puukuidusta. Elintarvikepakkauksissa yleisimmin käytetty taivekartonki on ominaisuuksiltaan hyvin vahva ja tukeva painoonsa nähden, mikä tekee siitä moderneihin pakkauskoneisiin sopivan vaihtoehdon. Lisäksi taivekartongilla on hyvät ekologiset ja kiertotalouden pariin sopivat ominaisuudet. Taivekartongin ulkopinta on usein valkaistua sellua ja sisäpinta kumihierrettä tai puuhioketta. Kartongin sisäpinta voidaan myös laminoida muilla materiaaleilla kuin muovilla haluttujen ominaisuuksien saamiseksi, esimerkiksi alumiinilla (Lehtinen 2021, 80-83.)

Aaltopahvi on kartongista taittamalla valmistettu aaltorakenteinen pakkausmateriaali. Aaltopahvin aaltomainen rakenne tekee siitä erittäin hyvillä ominaisuuksilla varustetun ja erittäin suosituksen pakkausmateriaalin. Aaltomainen rakenne parantaa normaaliin kartonkiin verrattuna pakkauksen jäykkyyttä, pinoamiskestoa, lujuutta, lämmöneristävyttä ja iskunkestävyyttä. Lisäksi aaltopahvikone kuumentaa pinnat tehden pakkauksista lähes aina hygieenisiksi ja steriileiksi. Aaltopahvi koostuu pintakerroksista ja aaltomaisesta välikerroksesta. Pintakerrokset käsitellään usein kemikaaleilla tai muoveilla suojaominaisuuksien parantamiseksi (Lehtinen 2021, 95.)

3.2.3 Metallit

Metalleja, kuten alumiinia ja terästä, käytetään yleisesti elintarvikepakkaamisessa niiden erinomaisten suojaominaisuuksien ja korkean lämpötilankeston vuoksi. Alumiinipakkaukset koostuvat joko puhtaasta alumiinista tai seoksista muiden metallien kanssa, kuten kuparin tai sinkin seoksista, kun taas terästölkit valmistetaan tinapinnoitetusta teräksestä. Tinalevy estää värin ja maun menetystä, mutta liukenee tuotteeseen ajan kuluessa. Suora kosketus metallin ja ruoan välillä voi vahingoittaa pakkauksen eheyttä, joten metallipakkauksia päällystetään usein orgaanisella polymeerillä, kuten lakalla, estääkseen ei-toivotut vuorovaikutukset ja kemiallinen migraatio. (Metal Food Packaging 2021.) EU-säädökset säätelevät metallipakkauksissa käytettyjä polymeeripohjaisia

tiivisteitä hyvin tarkasti. (Wagner 2012.) Metallia käytetään elintarvikkeiden pakkaamisessa noin 15 %. Suuri osa metallista käytetään juomatölkkeihin sekä säilykkeiden pakkaamiseen. (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03.)

3.2.4 Lasi

Lasi on ollut käytössä tuhansia vuosia ruoan säilytyksessä ja kuljetuksessa. Nykyaikaiset lasiset elintarvikepakkaukset käyttävät soodaliasia, joka koostuu hiekasta, soodasta, kalkkikivistä ja metallioksidoista. Lasin korkeat suojausominaisuudet estävät pienempienkin kemikaalien kulkeutumisen ja imeytymisen ruokaan. Lasipurkeissa käytetään lähes aina jostain muusta materiaalista valmistettua korkkia tai kantta. (Glass Food Packaging 2021.) Lasi on ominaisuuksiltaan erinomainen pakkaamiseen ja se tarjoaa yhtä parhaimmista suojista elintarvikkeille. Lasiin ei myöskään yleisesti tarvitse lisätä muita aineita, koska lasi tarjoaa täysin läpäisemättömän suojan. Lisäksi lasin arvokkaan ja esteettisen ulkonäön takia se antaa myös yrityksille hyvän välineen suunnitella tuotteiden brändäystä ja esillepanoa pakkausta hyväksikäyttäen. Lasipakkaukset ovat kuitenkin hyvin painavia muihin pakkauksiin nähden, mikä nostaa pakkauksen hiilijalanjälkeä ja logistisia kustannuksia (Lehtinen 2021, 126) Lasi kattaa vain noin kymmenesosan elintarvikkeissa käytettävästä pakkausmateriaalista (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03.)

3.2.5 Ympäristöongelmat

Pakkauksen valmistuksen ympäristövaikutukset ovat usein hyvin vähäiset, kun otetaan huomioon kaikki muu elintarvikkeen valmistuksessa syntyneet päästöt. Usein vain 2 % luokkaa koko ruoantuotannon päästöistä. (Säilä 2017, 10.) Grönman ja muut Tutkimuksesta (2011, 41) selviää, että pakkausmateriaalin suhde tuotepainoon nähden usein nostaa itse pakkauksen ympäristökuormaa koko elinkaareltä. Joten mitä vähemmän pakkausmateriaali painaa, sitä vähemmän se kuormittaa kokonaisuudessa ympäristöä. Toisaalta Grönman ja muut (2011, 41) myös arvioivat, että pienemmät pakkauskoot aiheuttavat pienempää ruokahävikkiä, mikä mahdollisesti johtaa pienemmän pakkauksen pienempään kokonaisvaikutukseen, kun ruokahävikki otetaan mukaan arviointiin. Tämän takia pienempi pakkaus saatat olla jopa ympäristöystävällisempi kuin isompi, jos sillä välteään poisheitetty turhaan tuotettu ruoka. Jos ongelmaa tarkastellaan pienessä mittakaavassa, niin esimerkiksi jos kinkkupaketista jää yksikin kinkkupala syömättä tai leipäpussista jää yksikin pala leipää syömättä, on ruoan turhasta tuotannosta aiheutunut ylimääräinen energia samaa tasoa kuin

koko pakkauksen valmistuksen, käytön ja jätehuoltoon kulunut energia kokonaisuudessaan. Turhasta ruoantuotannosta aiheutuu hiilidioksidipäästöjen lisäksi vesistöjen rehevöitymistä ja maaperän happamoitumista suuremmissa määrin verrattuna pakkausten valmistamiseen. (Lehtinen 2021, 316-317).

Pakkausten negatiiviset ympäristövaikutukset liittyvät usein pakkausmateriaaleista syntyvään massiiviseen määrään jätettä. Perinteiset jätehuoltotekniikat, kuten jätteen sijoittaminen kaatopaikoille, ovat tehottomia useimpien jätteiden alhaisen biohajoavuuden ja aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen vuoksi. (Beas ym. 2021, 09) Kertakäyttöinen muovi on yksi merkittävimmistä jäteongelmista, joka aiheutti vuonna 2021 450 miljoonan hiilidioksiditonin vastaavan päästöt. Mekaaninen kierrätys voi vähentää näitä päästöjä 30–40 %, mutta vain, jos valmistusprosessi tulee mukaan talkoisiin ja siirtyy vähäpäästöisempiin valmistusmenetelmiin. (Charles & Kimman 2023, 10.) Koska muovi ei maadu kaatopaikoilla, muovin suurin haittapuoli onkin usein puutteellisesta jätehuollosta, kierrätyksestä sekä infrastruktuurista johtuvat ympäristöongelmat (Lehtinen 2021, 135). Lähes puolet pakkausmuovista päätyy kaatopaikalle, kolmasosa päätyy kaatopaikan sijaan ympäristöön, vain murto-osa kierrätetään oikein tai hävitetään polttamalla. (Plamondon & Sinha 2017, 22.) Noin 40 % valmistetusta muovista on kertakäyttöistä pakkausmuovia. Myös noin 8 % tämänhetkisistä öljyvaroista käytetään muovin tuotantoon ja tämän osuuden on ennustettu kasvavan tulevaisuudessa 20 % vuoteen 2050 mennessä (Parker 2018.) Vaikka yritykset ovatkin keskittyneet enemmän ympäristökysymyksiin, kuluttajat ovat tietoisempia ja sääntely on tiukentunut, kertakäyttöisen muovijätteen määrä on silti noussut ennätystasolle (Charles & Kimman 2023, 10). Muovijätettä syntyy kehittyneissä maissa keskimäärin per henkeä kohden enemmän kuin kehitysmaissa, mutta puutteellisen infrastruktuurin ja jätehuollon takia kehitysmaissa 90 % muovijätteestä hävitetään huolimattomasti, jonka takia kehitysmaat vastaavat suurinta osaa maapallon muovijätteen määrästä (Beas ym. 2021, 02).

Ympäristöön päätyvä muovi on suuri ongelma sen pitkän maatumisajan ja arvaamattomien sivuvaikutusten takia. Muovi leviää keveytensä ansiosta myös hyvin helposti. Muovia löytyy jätteen muodossa jo maailman joka kolkasta niin maalta, merestä kuin ilmasta. Muovin valmistuksessa käytettävää Bisphenol A:ta (BPA), joka vaikuttaa elimistön hormonintuotantoon on löydetty pieninä pitoisuuksina ilmasta lähes joka puolella maailmaa. Mereen muovijätettä päätyy arviolta 7-8

miljoonaa tonnia vuosittain. Jotkut arvioivat määrän olevan jopa 2 kertaa suurempi. Tämänhetkisen kehityksen varjolla, vuonna 2050 maapallon merissä on kiloissa punnittuna enemmän muovia kuin kaloja. Muovi sisältää elimistölle myrkyllisiä yhdisteitä, mutta meressä muovi kerää pinnalleen vielä muita myrkyllisiä aineita kuten raskasmetalleja, tuholaiistorjunnassa käytettäviä myrkkyyjä ja jopa radioaktiivista jätettä. Muovi hajoaa pienemmiksi palasiksi meressä nopeasti uv-säteilyn ja kulumisen takia. Linnut ja erikokoiset merenelävät planktonista valaaseen näkevät pienet muovinpalaset ravintona. Kaikki muovijätteen myrkyt siirtyvät näin meressä ravintoketjun mukana aina ihmisten lautaselle saakka. (Plamondon & Sinha 2017, 23-25.)

Muovia paljon ympäristöystävällisempinä pidetyt aaltopahvi ja paperi aiheuttaa myös negatiivisia ympäristövaikutuksia muun muassa ylimääräisen metsien hakkuun, turhan kaatopaikkajätteen sekä sen käsittelystä ja hävittämisestä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen muodossa. Toisaalta Paperiteollisuus kattaa vain 0,8 % maailmanlaajuisista kasvihuonekaasujen päästöistä, mikä on muihin pakkausmateriaaleihin verrattuna vähäistä. (Okafor 2022.) Paperiset pakkausmateriaalit ovat tällä hetkellä ympäristölle muovia ystävällisempiä vaihtoehtoja. Kestävämpi paperipakkaus edellyttää kuitenkin uusien materiaalien ja ympäristöystävällisten pakkausratkaisuiden käyttöä, samalla kun tuotantoa ja kierrätystä kehitetään siihen pisteeseen, ettei pakkaus tuota ympäristölle tai terveydelle minkäänlaista haittaa (Huang 2017, 4).

Metallisten elintarvikepakkausten hävittämisen vaihtoehdot vaihtelevat niiden käyttötarkoituksen mukaan. Joitakin metallipakkauksia voidaan kierrättää uudelleen useita kertoja, mutta ohuita metallikerroksia, joita on esimerkiksi virvoitusjuomatölkeissä, on taloudellisesti ja teknisesti mahdotonta palauttaa kiertoon nykyisin menetelmin. Metallipakkaukset eivät myöskään hajoa biologisesti, toisin kuin alumiini. (Metal Food Packaging 2021.) Lasi ei myöskään koostumuksensa ansiosta juurikaan maadu kaatopaikoilla ja vaikuttaa turhan kaatopaikkajätteen määrään (Glass Food Packaging 2021). Lasin, kuitujen sekä metallien kierrätys on yleisesti muovin kierrätystä monin kerroin tehokkaampaa. Suomessakin lähes kaikki muut materiaalit kierrätetään tehokkaasti, mutta muovista kierrätetään oikein vain neljäsosa (Packaging statistics 2020).

Kaatopaikoille päätyvä jäte sitoo aina itseensä myös lisää työvoimaa, energiaa sekä varoja, mikä nostaa pakkausjätteen negatiivista vaikutusta lisää (Packaging waste 101: the problem). Kaatopaik-

kojen kapasiteetin väheneminen on johtanut jätteen energiaksi muuntamiseen polttamalla vastatakseen kasvaneisiin sekajätteen hävitystarpeisiin. Kuitenkin polttolaitokset vaativat merkittävää alkuinvestointia ja niiden rakentaminen ei ole nopeaa. Jätteenpolttolaitokset myös tuottavat ilmanpäästöjä kuten hiilidioksidia, happamia kaasuja, raskasmetalleja ja muita saasteita sekä pienhiukkasia. (Bugusu & Marsh 2007, 51.)

EU:ssa suoraan pakkaamisesta syntynyttä muovi-, paperi- ja pahvijätettä kertyi vuonna 2021 noin 83 miljoonaa tonnia ja kokonaisuudessaan pakkauksesta syntyvää jätettä lähes 190 kiloa henkilöä kohden. Jätteestä saadaan kuitenkin Euroopassa kokonaisuudessa 80 % takaisin kiertoon sekä 64 % kierrätetystä jätteestä saadaan uuteen materiaalin tuotantoon. (Packaging waste statistics 2023.)

3.2.6 Terveysvaikutukset

Elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevista materiaaleista siirtyy usein kemikaaleja elintarvikkeeseen kemiallisen migraation vaikutuksesta. Monesta eri raaka-aineesta koostuvassa pakkauksessa vain sisimmässä kerroksessa on yleensä havaittavissa kemiallista migraatiota. Kaikkia pakkausmateriaaleista ruokaan siirtyviä kemiallisia yhdisteitä ei vielä tunneta kunnolla tai niistä kerätty tieto ei ole tarpeeksi kattavaa luotettavien johtopäätösten tekemiseen. (Plastic Food Packaging 2021.) Monet eri ominaisuudet vaikuttavat pakkauksesta elintarvikkeen siirtyvän aineen latuun ja määrään, esimerkiksi säilöntäaika, lämpötila sekä elintarvikkeen laatu ja koostumus. Kemikaaleista ja siirtyvistä aineista osa on yhteydessä tunnettuihin taudinaiheuttajiin. Tämä tekee vääränlaisista pakkauksista potentiaalisesti jopa terveydelle vaarallisia. (Elintarvikkepakkaukset ja ihmisten terveys n.d.) Pakkausmateriaalille on asetettava rajoja, jotta elintarvikkepakkauksen sisältö pysyisi aina turvallisena. EU 1935/2004 säädöksen mukaan pakkaus ei saa esimerkiksi aiheuttaa minkäänlaista terveyshaittaa ihmiselle tai vaikuttaa sen sisältöön aiheuttaen huomattavaa muutosta (EU 1935/2004). Elintarvikkeiden pakkaamisessa on siis ensisijaisen tärkeää tuntea pakkattava tuote ja käytettävä pakkausmateriaali sekä sen ominaisuudet perin pohjin, jotta pakkaus säilyy turvallisena koko suunnitellun elinkaaren ajan. EU valvoo myös Euroopan sisällä käytettäviä elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvia materiaaleja sekä määrittää hyväksytyt materiaalit. Suomessa elintarvikelaki varmistaa, että tuotteen kanssa kontaktissa olevat materiaalit pysyvät turvallisina ja että tuottajat tuntevat toimitusketjun seuraavat ja edeltäjät toimijat sekä tekijät perusteellisesti, jotta ihmisten ja ympäristön terveyden turvaamisesta voidaan mennä takuuseen.

Toimintaa valvotaan ruokaviraston toimesta. (Elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvat muovit n.d).

Terveydelle haitallisia yhdisteitä siirtyy elimistöön myös ympäristöön päätyneestä jätteestä. Muovijätteestä hajoaa osia pieneksi mikromuoviksi, joka siirtyy ihmisen elimistöön esimerkiksi ruuan mukana tai hengitysteitse. Tunnetuimmat mikromuovin mukana ihmiskehoon tunkeutuvat myrkyt ovat BPA ja ftalaatit. Molemmat ovat hormonitoimintaa häiritseviä aineita. Elimistön hormonitoiminnan häiriintyminen on erittäin vaarallista kaikille ja voi aiheuttaa vakaviakin seurauksia, mutta suurin vaara tästä aiheutuu ennen kaikkea raskaana oleville naisille sekä pienille lapsille. Altistuminen vaikuttaa keskushermostoon, immuunijärjestelmään ja hormoneita erittävien rauhasien toimintaan. Hormonitoiminnan häiriöt ovat kehitysvaiheessa oleville lapsille erittäin vaarallisia. Oireiden ilmeneminen saattaa tapahtua vasta monien vuosien altistumisen jälkeen mikä vaikeuttaa oireiden tutkimista, mutta niiden on jo todettu aiheuttavan esimerkiksi sisäelinten rappeutumista ja vajaatoimintaa, astmaa, ylipainoa, rintasyöpää, erilaisia allergioita ja kehitysvaikeuksia vastasyntyneillä. Ftalaatteja sekä BPA:ta löytyy jo suurimmasta osasta maapallon väestöstä, mikä kertoo ongelman laajuudesta. (Plamondon & Sinha 2017, 27-30.)

Paperi- ja kartonkipakkauksia käytetään usein elintarvikkeiden pakkaamisessa vähäisempien täyteainesten, pinnoitteiden, biosidien ja synteettisten sidosaineiden läsnäolon vuoksi. Näitä löytyy kartonkipakkauksista kuitenkin vähissä määrin ja aineiden kemiallinen koostumus on usein tuntematon, mikä tekee niiden kemiallisesta turvallisuudesta epäselvää. Kemiallinen migraatio on myös hyvin yleistä paperipohjaisissa pakkausmateriaaleissa. Per- ja polyfluoratut alkylyyhdisteet (PFAS), jota käytetään paperisten pakkausten veden- ja rasvanhylkivyyden parantamisessa ovat luokiteltu terveydelle vaarallisiksi aineiksi voivat siirtyä paperipakkauksesta elintarvikkeeseen. (Paper & Board Food Packaging 2021.)

Metallisissa pakkauksissa metallien ioneja voi siirtyä pakkausmateriaalista ruokaan korkean suolan ja happamuuden vuoksi. Orgaaniset pinnoitteet tölkeissä vähentävät tätä, mutta kemikaaleja kuten oligomeerejä, erilaisia voiteluaineita ja sidosaineita, erityisesti bisfenoli A:ta, on havaittu metallitölkeissä olevissa elintarvikkeissa ja juomissa viime vuosikymmenten aikana. (Metal Food Packaging 2021.) Lasissa taas kemikaalien tai muiden myrkköjen siirtyminen ruokaan ei yleisesti ole huolenaihe lasin hyvien rakenteellisten ominaisuuksien ja olemattomien lisäaineiden vuoksi,

mutta kannet ja sulkimet voivat aiheuttaa kemiallista siirtymistä, mikä vaikuttaa materiaaliin, ruoan koostumukseen, käsittelyyn, säilytysolosuhteisiin sekä terveyteen (Glass Food Packaging 2021).

3.3 Yleisimpien materiaalien kierrätys

Maapallolla kulutetaan 90 Miljardia tonnia raaka-aineita joka vuosi valmistettaessa tuotteita globaaliin kulutukseen, luku tulee nykytrendien varjolla tuplaantumaan vuoteen 2050 mennessä. Tästä valtavasta määrästä raaka-aineita vain alle kymmenesosa käytetään uusien tuotteiden valmistamiseen. (Weetman 2020, 32.) Kierrätystä on tehostettava, jotta valtavilta jätemääriltä vältyttäisiin tulevaisuudessa. Korkeat palautus- ja kierrätysasteet ovat ratkaisevan tärkeitä ympäristöhyötyjen kannalta (Kachook 2024, 13). Kierrätys on prosessi, joka sisältää materiaalien uudelleenprosessoinnin uusiksi tuotteiksi ja materiaalien ohjaamisen pois jätevirrasta. Siihen kuuluu oleellisesti myös kierrätysmateriaalien ja -tuotteiden kerääminen, lajittelu, prosessointi, valmistus sekä myynti. (Bugusu & Marsh 2007, 45.) Kemiallinen turvallisuus on aina suuri kynnyskysymys kierrätettyjen materiaalien käytössä elintarviketuotannossa. Kierrätys toimii aina parhaiten, jos materiaali on puhdasta ja koostuu vain yhdestä materiaalista, jolloin kallista materiaalin erotteluprosessia ei tarvitse. Monimateriaaliset elintarvikepakkaukset ovatkin usein täyttämässä kaatopaikkoja tai poltettu, vaikka kehitystä tälläkin saralla tapahtuu koko ajan. Monimateriaalisista pakkausista ei nykyisin menetelmin saada valmistettua samantasoisia tuotteita tehokkaasti vaan valmistetut tuotteet ovat aina alemman tason tuotteita. (Multimaterial Food Packaging 2021) Kierrätys arvioidaan hieman eri lailla eripuolilla maailmaa, eri maissa ja maanosissa. Esimerkiksi uuden EU direktiivin mukaan Euroopassa, vain uusien tuotteiden valmistukseen tai uudeksi raaka-aineeksi päätyvä kierrätetty jäte lasketaan kierrätetyksi. Esimerkiksi oikein lajiteltu jäte, joka päättyy jätteenpolttoon ei ole EU:n mukaan kierrätettyä, tai ainakaan se ei tilastoissa näy kierrätettynä. Suomessa pantittomien pakkausjätteiden kierrätysaste on noin 66 %. (Vuorela 2022.) Nyrkkisääntönä kierrättämällä säästetään lähes aina raaka-aineita ja energiaa sekä tuotetaan vähemmän päästöjä ja roskaa (Packaging waste 101: the problem).

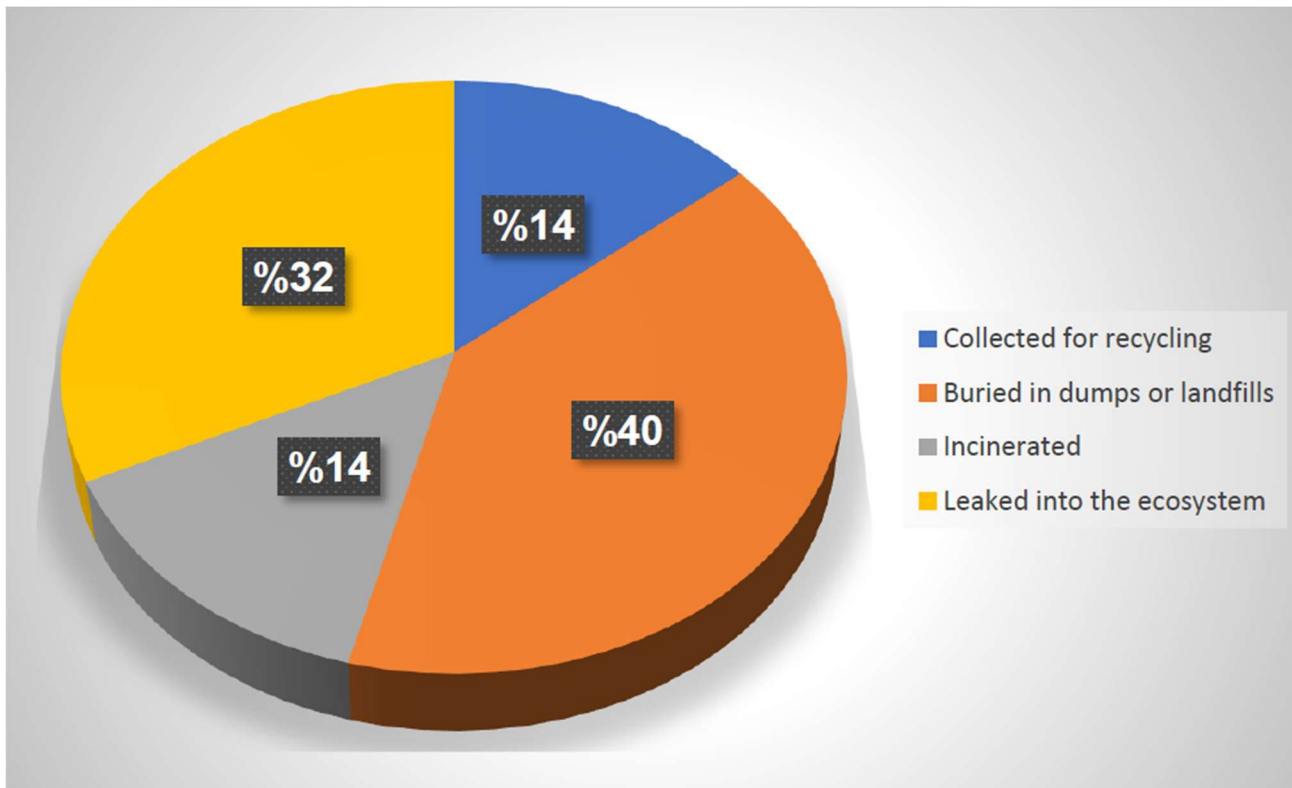
Kompostointi mielletään usein myös kierrätykseksi. Kompostointiprosessi sisältää orgaanisten materiaalien, kuten puutarhajätteen ja ruoantähteiden, säänneltyä aerobista hajoamista. Anaerobisten olosuhteiden välttämiseksi materiaalit on kasattava, mikro-organismien hajoamiseen tarvittava kosteus on huolehdittava ja kompostoitavia jätekasoja on käännettävä ajoittain.

Kompostoinnin tuottama multa vähentää tarvetta keinolannoitteiden käytölle. (Bugusu & Marsh 2007, 45.) Polttolaitokset ovat vaihtoehtoinen hävitysmenetelmä jätteelle, joka ei jostain syystä sovi perinteiseen kierrätykseen. Syy voi olla esimerkiksi kierrätyslaitoksen ylikapasiteetti tai oikean infrastruktuurin puute. Jätteenpolttolaitokset voivat vähentää sekajätteen määrää 70–90 % ja tuottaa polttamisen takia höyryä lämmön tai sähkön tuottamiseksi. (Bugusu & Marsh 2007, 45.) Tällä hetkellä kaikesta maapallon jätteestä noin 70 % päättyy erilaisille kaatopaikoille ja vain alle 20 % joko kierrätetään tai kompostoidaan. Polttoon päättyy hieman yli 10 % jätteestä. (Trends in Solid Waste Management 2024).

3.3.1 Muovin kierrätys

Muovisten elintarvikepakkauksien kierrätys on hyvin suosittu ja käytännöllinen menetelmä vähentää muovisen pakkauksen negatiivisia ympäristövaikutuksia. Muovi sopii pohjimmiltaan erinomaisesti kierrätettäväksi. Kierrätystä rajoittavat kuitenkin materiaalien vähäinen kierrätyspotentiaali, jätehuollon sekä kierrätyksen organisoinnin ongelmat ja kemialliset turvallisuuskysymykset. Monissa maissa on kierrätyslakeja, jotka rajoittavat kierrätetyn materiaalin käyttöä ihmisravinnoksi sopiviin tuotteisiin kierrätetyn muovin potentiaalisesti sisältämien epäpuhtauksien vuoksi. (Plastic Food Packaging 2021.) Pamondon ja Sinhan (2017, 22) mukaan pakkausmateriaalina käytettävästä muovista maailmanlaajuisesti tällä hetkellä vain 14 % päättyy oikeanlaiseen kierrätykseen. Sekä ainostaan 5 % jätemuovista käytetään uusien muovituotteiden valmistukseen (Beas ym. 2021, 4). Kuviosta 3 nähdään, että suurin osa jätteestä päättyy valitettavasti joko ympäristöön tai kaatopaikalle. Pakkausmuovi on pääsääntöisesti joko termoplastista tai lämpökovettuvaa laatua. Termoplastinen on helposti uudelleen muovattavaa, joten sen kierrätys ja uusiokäyttö on helpompaa ja kannattavampaa. Lämpökovettuvan muovin kemialliset sidokset ovat paljon kestävämmät, joten sen käyttö uusien tuotteiden valmistuksessa on useimmissa tapauksissa paljon hankalampaa. Lämpökovettuva muovi päättyykin usein kaatopaikalle. (Plamondon & Sinha 2017, 20.) Kierrätetystä muovista valmistetaan tällä hetkellä lähes aina alemman syklin tuotteita, mutta kehitystä alalla tapahtuu paljon ja uusia innovaatioita ja käyttökohteita kehitetään koko ajan. Fortum on esimerkiksi

kehittänyt kotitalousjätteestä muovigranulaattia, joka sopii erinomaisesti siivouskemikaalipurkkien tuotannossa (Niemelä 2023.)



Kuvio 3. Muovipakkausjätteen loppusijoitus (Beas ym. 2021, 7).

Muoviteollisuudessa kierrätys on uuden muovin valmistamiseen verrattuna pientä. Kertakäyttöisen muovin valmistus neitseellisistä polymeereistä kasvaa viisitoista kertaa nopeampaa kuin kierrätetyistä raaka-aineista valmistettavan muovin kasvu. Kierrätysmuovin käyttö ei tällä hetkellä kasva tarpeeksi nopeasti. Markkinoiden suuntaa voidaan korjata vain vahvalla lakien ohjaamalla sääntelyllä ja taloudellisilla kannustimilla. Petrokemian yritykset panostavat kierrätykseen enemmän vain markkinoilla, jossa kierrätetyn muovin kysyntä on suurempaa sekä taloudelliset tuotot parempia. (Charles & Kimman 2023, 11.) Yritykset eivät halua uhrata tuottoaan kierrätettävyyden parantamiseksi. Borowskin ja muiden (2018, 10) mukaan vakaa ja luotettava sekä laadukkaasti lajiteltujen kierrätettyjen materiaalien tarjonta on merkittävä haaste perinteisten muovijätteiden kierrätykselle. Käytännön vaikeuksia ovat muun muassa muovien erottaminen, laadun tunnistaminen, rajalliset käytössä olevat kierrätysteknologiat, hajoaminen toistuvan käsittelyn jälkeen, alhaisempi massatiheys ja kasvavat kustannukset.

Muovisten elintarvikepakkauksien kierrättämisen pääasialliset menetelmät sisältävät paljon mekaanisia prosesseja, kuten keräämistä, lajittelua, puhdistamista ja jauhamista. Elintarvikkeiden pakkausten käsittelyn yhteydessä tarvitaan myös dekontaminointiprosesseja. Suuret määrät prosesseja käyvät nopeasti kalliiksi. Muovipolymeerit voidaan kierrättää myös kemiallisesti hajottamalla ne pienemmiksi molekyyleiksi. Koska kemiallinen kierrätys tuottaa vaarallisia jätteitä ja kuluttaa paljon energiaa, se ei vielä ole käytännöllistä laajassa mittakaavassa. (Plastic Food Packaging 2021.) Tuotteen uudelleen ekstruusio, eli uudelleen puristus, on yleisin täysin suljetun järjestelmän kierrätystekniikka, jolla voidaan valmistaa uusia tuotteita kierrätetystä muovista. Uudelleen ekstruusiossa kierrätetty muovi puristetaan uudestaan samalla tavalla kuin täysin uusi neitseellinen muovi. Uudelleenpuristamisessa käytetyn muovijätteen täytyy kuitenkin olla laadultaan lähes uudenveroista ja hyvin puhdistettua, mikä tekee uudelleenpuristamisesta loppujen lopuksi varsin kustannustehotonta. (Beas ym. 2021.) Koska muovin kierrätys voi johtaa polymeerin hajoamiseen ja suorituskyvyn heikkenemiseen, tarvitaan suuria määriä lisäaineita sekä uutta puhdasta muovia huonomman laadun korvaamiseksi. PET-juomapullot ovat hyvä esimerkki muovisten elintarvikepakkauksien kierrätyksestä. Kierrätetty muovi on yleisesti sekoitettuna neitseelliseen uuteen muoviin täyttääkseen materiaaliominaisuudet ja kemiallisen turvallisuuden vaatimukset. Muut muoviset elintarvikepakkaukset eivät tällä hetkellä päädy kierrätykseen laajamittaisesti johtuen jätekeräyksen puutteesta, jätteen erotteluun käytettävien järjestelmien puutteesta tai riittämättömistä puhdistusprosesseista. Kierrätetty muovinen elintarvikepakkaus voi olla saastunut muilla kuin elintarvikekelpoisilla muovipolymeereillä sekä saasteilla muista lähteistä, kuten erilaisilla elintarvikkeiden ainesosilla, hajoamistuotteilla ja kemikaaleilla. (Plastic Food Packaging 2021.) Yhteen vetona yhdestä materiaalista valmistetut muovit sopivat parhaiten kierrätykseen. Monikerroksiset useampaa muovia sisältävät muovit soveltuvat kierrätykseen paljon huonommin, vaikka niitä pyritään kehittää helposti kierrätettäviksi. (Lehtinen 2021, 301.) Muovilla on kuitenkin öljypohjaisena raaka-aineena erittäin korkea energiakapasiteetti, mikä tekee muovista energiatehokkaan jätteen energiantuotannossa polttamalla, jos kierrätys ei ole vaihtoehto (Bugusu & Marsh 2007, 45).

3.3.2 Paperin ja kartongin kierrätys

Paperipohjaisten elintarvikepakkauksien kierrätys on hyvin yleistä maailmanlaajuisesti. Noin 70 % paperipohjaisesta pakkausmateriaalista kierrätetään (Matuana & Stark 2021, 2). Kartongista ja pahvista tehdyt elintarvikepakkaukset eivät useinkaan ole kuitenkaan helposti kierrätettävissä uu-

siokäyttöön niissä käytettävien pinnoitteiden, kemiallisten käsittelyjen tai ruokajäämien aiheuttaman saastumisen vuoksi. Kaatopaikalle sijoittaminen ja polttaminen ovat muita hävitysmahdollisuuksia paperisille pakkauksille. Kemikaalit, kuten PFAS, ovat kompostoitavia, mutta voivat silti vaikuttaa negatiivisesti ympäristöön. (Paper & Board Food Packaging 2021.) Jos kartonkipakkauksen painosta yli 50 % on puukuitua, voi sen yleisesti kierrättää kartonkipakkauksena (Lehtinen 2021, 91). Paperisten säkkien kierrätys sekä kompostoiminen on helpompaa, kuin kartongin tai pahvin. Pitkien kuitujen ansiosta paperisäkit soveltuvat paremmin kierrätettyjen tuotteiden valmistukseen. (Lehtinen 2021, 111.)

Paperin ja kartongin kierrätyksessä materiaali lajitellaan, murskataan, puhdistetaan ja valkaistaan. Paperipakkausten kierrätyksessä on tärkeää huolehtia kemiallisesta turvallisuudesta, sillä kierrätetystä paperista ja kartongista valmistetuissa elintarvikepakkauksissa voi olla haitallisia kemikaaleja ja epäpuhtauksia, joita ei ole saatu poistettua kierrätysprosessin aikana. Näitä ovat esimerkiksi mineraaliöljyjen hiilivedyt, bisfenolit ja ftalaatit. Turvallisuuden parantamiseksi, voidaan käyttää elintarvikkeen kanssa suorassa kosketuksessa olevassa osassa pakkausta vain neutraaleja materiaaleja ja aktiivihiltä tai suojaavia kemikaaleja kierrätysmateriaalin pinnassa haitallisen kemiallisen migraation välttämiseksi. Tämä kuitenkin lisää ympäristövaikutuksia ja voi vaikeuttaa kierrätystä. Ongelman ratkaisemiseksi on vältettävä haitallisia kemikaaleja tuotantoprosessin kaikissa vaiheissa ja varmistettava tuotteen laatu. (Paper & Board Food Packaging 2021.) Aaltopahvi on pakkausmateriaaleista kaikkein kierrätetyin ja yleisesti kaikkialla on suhteellisen toimivat kierrätys- ja keräysjärjestelmät pahveille. Kovien kuitujen ansiosta pahvit, ennen kaikkea aaltopahvi ovatkin melko haluttuja raaka-aineita uudelleentaluvalmistuksessa. (Lehtinen 2021, 95-97). Kartonkia voidaan kierrättää jopa seitsemän kertaa ja tämä vähentää valtavasti uusien raaka-aineiden tarvetta ja energian sekä veden käyttöä. Yksi tonni kierrätettyä kartonkia säästää 58 % vettä, 17 kokonaista puuta ja 75 % energiaa verrattuna uuden aaltopahvin valmistukseen. Lisäksi se vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 60 kiloa ja säästää 3,3 kuutiometriä kaatopaikkatilaa. Maailmanlaajuisten paperinkierrätysmarkkinoiden odotetaan kasvavan 45,5 miljardiin dollariin vuoteen 2024 mennessä. Kierrätys luo myös työpaikkoja miljoonille ihmisille. (Okafor 2022.)

3.3.3 Metallin kierrätys

Metallit ovat arvokkaita uusiutumattomia raaka-aineita, joita on läpi historian sulatettu ja hyödynnetty uudelleen monia kertoja. Rakenteellisten ominaisuuksien takia metallien kierrätys ja uudelleenkäyttö on helpompaa ja kustannustehokkaampaa kuin muiden materiaalien. Elintarvikepakkauksen uudelleenkäyttö teräksestä ja alumiinista on olennaista näiden resurssien virtauksen ylläpitämiseksi ja kierrossa pitämiseksi. Monilla mailla on korkeat kierrätysasteet, erityisesti mitä tulee elintarvike- ja juomatölkkiin kierrätykseen. Kierrätysprosessissa alumiinitölkit murskataan, kuumennetaan pinnoitteiden poistamiseksi, sulatetaan ja valetaan uudelleen käytettäväksi. Terästölkit erotellaan ja ne käyvät läpi puhdistus- ja tinanpoistoprosessin ennen sulattamista ja uudelleenvalamista. Kierrätys säästää huomattavan määrän energiaa ja uusia raaka-aineita verrattuna neitseellisten materiaalien tuottamiseen. Organiset pinnoitteet poistetaan kierrätyksessä, minkä vuoksi ne on uudelleen levitettävä pakkaukseen ennen käyttöönottoa. Kemiallinen turvallisuus ei ole merkittävästi heikentynyt käytettäessä kierrätettyä metallia verrattuna uuteen metalliin. (Metal Food Packaging 2021.) Alumiiniin kierrättäminen on erityisen tärkeää, koska uuden alumiinin tuotanto uudesta raaka-aineesta on hyvin energiaintensiivistä kierrätettyyn raaka-aineeseen verrattuna (Lehtinen 2021, 123). Alumiiniset tölkit ovatkin maailman kierrätetyin yksittäinen elintarvikepakkauksen ja Euroopassa tölkkien kierrätysaste on 70 % (Global Metal Packaging Trends and Development 2019, 13.) Metallipakkaukset sopivat ominaisuuksiltaan kiertotalouteen täydellisesti, mutta hinta hillitsee metallien käyttöä suuresti.

3.3.4 Lasin kierrätys

Lasi oikeinkäsiteltynä on kestävä ja vakaa materiaali, mikä tekee siitä sopivan uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen ilman huomattavaa laadun menetystä. Lasipakkausten ja juomapullojen kierrättäminen onkin yleistä ympäri maailmaa. Lasin lajittelu värin ja muiden lasityyppien perusteella, kuten kristallilasin, lasiastioiden tai peilien lajittelu erilleen, voi parantaa kierrätysasteita. Lasin kierrättäminen on silti energiaa vaativa prosessi, joka kuitenkin säästää jopa 25 % energiaa verrattuna uuden lasin valmistukseen. Lasipakkausten lyijypitoisuutta on valvottava, mutta orgaaniset epäpuhtaudet eivät vaikuta yleisesti kierrätetyn lasin turvallisuuteen. Lasin ominaisuudet mahdollistavat moninkertaisen kierrätyksen ja helpottavat puhdistusta, mikä tekee siitä hyvän vaihtoehdon kestävä kehityksen mukaisen elintarvikepakkauksen materiaalina. (Glass Food Packaging 2021.) Pakkauslasin valmistuksessa voitaisiin tällä hetkellä käyttää lähes kokonaan kierrätettyä lasia. Ainoastaan täysin kirkkaan lasin valmistus kierrätyslasista on harvinaista, kierrätyksestä johtuvan

himmennemisen takia. Vihreä, ruskea ja valkoinen lasi voidaan siis kierrättää eriasteisesti syntyneestä lasijätteestä (Lehtinen 2021, 129.)

4 Uudet innovaatiot elintarvikepakkaamisessa

Ympäristöolosuhteisiin positiivisesti vaikuttavien älykkäiden ja modernien materiaalien kehittäminen on ratkaisevan tärkeää pakkausjätteen vähentämisen kannalta. Vuoteen 2050 mennessä biohajoavat elintarvikepakkaukset voivat mahdollisesti vähentää muovipakkausjätettä huomattavat määrät (Bandyopadhyay, Bhat & Sudheer 2023, 11). Tällä hetkellä suurin osa muovijätteestä päätyy kaatopaikoille tai ympäristöön huonon tuotesuunnittelun ja puutteellisen tai huonosti suunnitellun jätteenkäsittelyinfrastruktuurin vuoksi (Packaging Waste 101: The Problem). Kehitystä on tapahduttava, jos ympäristön kannalta ratkaisevia muutoksia halutaan nähdä pian.

4.1 Uusien materiaalien kehitys

Viimeisten 20 vuoden aikana biohajoavat materiaalit elintarvikepakkaamiseen ovat näyttäneet lupaavilta, mutta niiden sovellukset ovat edelleen rajallisia korkeampien kustannusten vuoksi verrattuna esimerkiksi synteettisiin polymeereihin (Rosa & Siracusa 2018, 302.) Globalisaation myötä biologisesti hajoavien muovipakkausten kehitys on keskittynyt elintarvikkeiden laadun ja turvallisuuden parantamiseen pakkaamisen avulla. Näiden materiaalien käyttö vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja jäteongelmia, mikä puolestaan edistää ympäristön kestävyyttä. Pakkauksiin liittyvä tutkimus keskittyy ympäristöystävällisten materiaalien kehittämiseen, jotka toimivat hyvin elintarvikkeiden kanssa parantaen säilyvyyttä. Teknologian kehittyminen on myös tuonut uusia innovaatioita korkean suojakapasiteetin, älykkääseen pakkaamiseen, nanokomposiittiteknikkaan ja nanoteknologiaan perustuvan pakkaamisen alueilla. Pakkaustutkimuksen keskeinen haaste on löytää uusiutuvia ja biohajoavia vaihtoehtoja perinteisille muoveille ja muille pakkausmateriaaleille, jotka voivat vähentää ympäristövaikutuksia. (Adnan ym. 2016, 829-830.) Biomuovi on kuitenkin terminä monikäsitteinen ja sillä voidaan tarkoittaa biopohjaisesta raaka-aineesta valmistettua joko biohajoavaa (PLA, PHA) tai ei-biohajoavaa (bio-PE, bio-PET) muovia. Biomuovi voi myös käsittää fossiilisesta polttoaineesta valmistettua, mutta silti luontoon hajoavaa muovia kuten PCL. (Biomuoviopas 2020, 38.) Biomuovi siis ei ole aina biohajoavaa, eikä se ole aina valmistettu uusiutuvista luonnon varoista, mutta biomuovilla on aina vähintään toinen näistä ominaisuuksista.

Biologisesti hajoavat pakkausmateriaalit, kuten polyhydroksialkanoaatit ja polylaktidit ovat esimerkiksi hyviä kestäviä vaihtoehtoja perinteisille muoveille. Biohajoavia muoveja voidaan valmistaa siis luonnosta suoraan löytyvistä polymeereistä, uusiutuvista luonnonvaroista valmistetuista polymeereistä tai myös synteettisistä uusiutumattomista luonnonvaroista valmistetuista, mutta luontoon luonnollisesti hajoavista polymeereistä. selluloosasta, tärkkelyksestä tai erilaisista proteiineista valmistettuja muovinkorvikkeita kehitetään koko ajan hyvällä menestyksellä. Esimerkiksi kitosaani, yksi maapallon yleisimmistä polysakkarideista, voi korvata perinteiset muovit ympäristöystävällisemmällä vaihtoehdoilla. Biologisesti hajoavat muovimaiset kalvot tai biofilmit voivat jopa parantaa elintarvikkeiden laatua. Biofilmit, jotka koostuvat hydrokolloideista ja lipideistä, säilyttävät elintarvikkeiden tuoksun ja maun paremmin. Nanoteknologia tarjoaa myös lupaavia mahdollisuuksia maatalouden ja elintarvikkeiden pakkaustarpeissa. Biologisesti hajoavien pakkausten antimikrobiset ominaisuudet myös parantavat elintarvikkeiden säilyvyyttä. Esimerkiksi selluloosa-asetattiin ja polyeteeniglykoliin perustuvia kalvoja voidaan käyttää elintarvikkeiden pakkauksina hyvien antimikrobisten ominaisuuksien vuoksi. Nämä uudet materiaalit voivat tarjota paremman suojan elintarvikkeiden pilaantumista vastaan ja pidentää niiden säilyvyyttä. (Achhami ym. 2021, 11-12.) Toisaalta Rosa ja Siracusa (2018) tutkimuksessa todetaan, että biomuovit eivät suinkaan aina ole ominaisuuksiltaan parempia ja, että tutkimusta aiheesta tarvitaan vielä paljon varman tiedon takaamiseksi. Edullisten valmistustekniikoiden puuttuminen muodostaa esteen suurimittaiselle tuotannolle ja käytölle biopohjaisissa muoveissa. Lisäksi alhainen repeytymisvastus ja iskunkestävyys saattavat rajoittaa joidenkin luonnonpohjaisten biomuovien käyttöä pakkaamisessa. (Achhami ym. 2021, 11-12.)

Nanoteknologia auttaa parantamaan luonnonpolymeerien ominaisuuksia suuresti. Esimerkiksi selluloosan nanokuidut tarjoavat mahdollisuuden parantaa biopohjaisten kalvojen mekaanisia ja suojaavia ominaisuuksia. Nämä kuidut tarjoavat paremman jäykkyyden, venymän ja taivutusominaisuudet. Innovatiivinen lähestymistapa selluloosan nanokuitujen käyttöön voi edistää kestävien pakkausmateriaalien kehitystä, jossa yhdistyvät parannetut ominaisuudet ja ympäristönäkökohdat. Nanokuitulähteitä on monia kuten puuvilla, vehnä, bambukasvit, riisi ja muita vastaavia sellurikkaita luonnon kasveja. Selluloosakuiduilla on myös monia muita etuja, kuten alhaiset raaka-ainekustannukset, myrkyttömyys, syötävyys ja biologinen hajoavuus ja niistä valmistettuja kalvoja on jo käytössä elintarvikkeiden pakkaamisessa. (Adnan ym. 2016, 828-829.) Muiden nanopartikkelien lisääminen, kuten esimerkiksi savimineraalien, silikaattien tai piioksidien lisääminen polymeereihin parantaa myös tutkitusti biomuovien mekaanisia ominaisuuksia ja lujuutta samalla tavalla

kuin nanokuidut (Borowski, Klepka, Rydzkowski, Szczypiński, Thakur & Wróblewska-Krepsztul 2018, 9). Hopean nanopartikkelit ehkäisevät bakteerien ja sienten kasvua, kun taas titaanidioksidin nanopartikkelit estävät UV-säteilyä (Hossain, Mahmud & Mobarak 2024, 5.) Nanoteknologia edesauttaa siis kestäväen kehityksen mukaisten pakkausten kehittämisessä suuresti, lisäämällä biomateriaaleja valmistusprosesseihin. Nanoteknologialla voidaan parantaa huonompilaatuisen biomuovin ominaisuuksia ja näin tehdä siitä varteenotettavan vaihtoehdon elintarvikkeen pakkaamisessa. On tärkeää kuitenkin muistaa, että kehitys uusien kestävämpien materiaalien parissa on vielä vasta alussa

Muita mainittavia kiertotalouden periaatteella toimivia kestävämpiä materiaaleja ovat muun muassa keramiikkapohjaiset pakkausmateriaalit. Keramiikka on sopiva materiaali elintarvikepakkauksiin sen kemiallisen inerttisuuden, lämpöstabiilisten ominaisuuksien ja kestävyiden vuoksi. Ne ovat myös hyvin tiiviitä, mikä rajoittaa kosteuden tai kaasun siirtymistä tuotteeseen ja pidentää helposti pilaantuvien elintarvikkeiden säilyvyyttä. Myös erilaisia komposiitteja käytetään yhä enenevässä määrin biomateriaaleina elintarvikepakkauksissa ainutlaatuisen ominaisuuksien vuoksi. Komposiitit koostuvat biohajoavista polymeerimatriiseista, luonnonkuiduista tai nanomateriaaleista, jotka luovat kestäviä, kevyitä ja hyvin suojaavia rakenteita. Ne ovat ympäristöystävällisiä ja tarjoavat parempia esteominaisuuksia kuin perinteiset pakkausmateriaalit. Komposiiteilla on kuitenkin haasteita kierrätyksessä ja lämmönkestävyydessä, mikä vaikuttaa niiden käyttöön. Myös erilaisilla metalleilla, kuiduilla sekä jopa syötävillä päällysteaineilla on omat paikkansa uusien kestävämpien pakkausmateriaalien kehityksessä, mutta kehitys on ollut verrattain vähäistä näiden osalta. (Hossain ym. 2024, 3-4.) Paperipohjaisella pakkaamisella on myös suuret odotukset tulevaisuudessa, koska se pystyy täyttämään loppukäyttäjien ja brändin omistajien kestävyysvaatimukset tarjoamalla kierrätettäviä ja uusiutuvia ratkaisuja monenlaisiin pakkaustarpeisiin. Paperipakkaus kasvattaa suosiotaan, koska se täyttää myös useita muita vaatimuksia kuten hyvän suorituskyvyn sekä helpon kierrätettävyyden ja se on uusiutuva raaka-aine. Tulevaisuuden mahdollisuuksiin kuuluvat esimerkiksi joustavat pakkauspaperit ja ohuemmat paperipussit, jotka tulevat korvaamaan perinteisen kartongin. (Paper based packaging trends to 2019 2015, 55-56.)

Kaikkien uusien kestävien pakkausmateriaalien ja ennen kaikkea biomuovien tulisi pyrkiä olla mahdollisimman biohajoavia ja niiden täytyisi matkia mahdollisimman hyvin muuta biomassaa, jotta

ne sopisivat mahdollisimman hyvin kompostiin tai jätevesijärjestelmiin. Tämä avaa taas uusia menetelmiä myös jätteen käsittelyssä ja teollisuudessa. (Borowski ym. 2018, 9.) Biohajoavuus ja kompostoitavuus ovat vaihtelevia riippuen ajasta ja olosuhteista, joten niiden kehityksessä on aina otettava huomioon nämä tekijät. Vaikka biohajoaviksi merkityt muovit eivät aina hajoa luonnossa, muovien siirtyminen fossiilisista raaka-aineista uusiutuviin on ympäristön kannalta kannattavaa. Materiaalivalinnassa on kuitenkin aina otettava huomioon kokonaisuus ja valittava paras vaihtoehto kuhunkin käyttötarkoitukseen ympäristövaikutusten kannalta. (Biomuoviopas 2020, 39). Stora Enso uskoo vahvasti esimerkiksi muotoon puristetun sellun ja puupohjaisten vaahtojen tulevaisuuden kasvavaan kysyntään pakkausalalla. Lisäksi tulevaisuudessa pakkaukset muuttuvat monipuolisemmiksi ja yrityksen arvoihin sopivammiksi, korostaen toimivuutta ja keskittyen tuotteen palvelemiseen parhaalla mahdollisella tavalla. (Hyytiäinen 2023.)

Uusia biomuoveja siis kehitetään biohajoavuutta ja teollisia sovelluksia varten, mutta niiden sekoitettu rakenne nostaa kustannuksia. Lisätutkimus ja kehitys on ehdotonta polymeerien ominaisuuksien parantamiseksi ja tuotantokustannusten alentamiseksi. Erilaiset biomateriaalityypit sekä kehittyvä teknologia tarjoavat varmasti ainutlaatuisia mahdollisuuksia tulevaisuudessa. (Barletta & Cicci 2019, 241). Metalliseokset tuovat kestävyttä, komposiitit onnistuvat yhdistelemään materiaaleja helposti, ruokien säilyvyyttä tehostavat keraamiset ratkaisut ja biohajoavat polymeerit vähentävät muovisaastetta. Nanoteknologia parantaa biomateriaalien mekaanista lujuutta, esteominaisuuksia sekä antibakteerisia ominaisuuksia. Biomateriaalien ja nanoteknologian integrointi tehostaa kestävien elintarvikepakkausten tehokkuutta ja avaa uusia mahdollisuuksia ekologisille lähestymistavoille. (Hossain ym. 2024, 4.) Näitä uusia ratkaisuja yhdistelemällä ja kehittämällä saadaan kehitettyä kiertotalouden ja kestävä kehityksen mukaisia pakkausmateriaaleja sekä ratkaisuja.

4.2 Kestävämpi suunnittelu

Suurin osa muovijätteestä päättyy kaatopaikoille tai ympäristöön huonon tuotesuunnittelun ja puutteellisen tai huonosti suunnitellun infrastruktuurin vuoksi (Packaging Waste 101: The Problem). Huono suunnittelu on yksi pääongelma pakkausjätteiden aiheuttamassa ympäristöongelmassa. Tuotteen suunnitteluvaihe vaikuttaa merkittävästi tuotteen ympäristöprofiiliin ja suunnitteluvaihe on vaikutuksiltaan merkittävin tekijä, kun pyritään saavuttamaan koko elinkaaren kestävyys mahdollisimman pienin taloudellisin kustannuksin. Kestävä kehityksen suunnittelu ja

siihen liittyvät periaatteet, kuten ekosuunnittelu, tuovat kestävyysperiaatteet mukaan jo tuotteen suunnitteluvaiheessa. (Hapuwatte & Jawahir 2019, 13.) Yleisesti pakkausta suunniteltaessa voidaan hyödyntää viiden E:n periaatetta ja katsoa prosessia ekologian, ergonomian, ekonomian, esteettisyyden ja eettisyyden näkökulmista (Lehtinen 2021, 31). Kestävän pakkaamisen suunnittelu- prosessissa määritellään ongelma, kerätään tarvittava tieto, asetetaan onnistumisen kriteerit ja pyritään vähentämään epävarmuutta. Suunnittelumenetelmässä otetaan huomioon raaka-aineet, haluttavat menetelmät ja pakkausten halutut ominaisuudet, kuten jäykkyys ja kestävyys. Yksinkertainen suunnittelumenetelmä auttaa valitsemaan parhaiten sopivan tavan käsitellä tuotepakkauksen vaatimuksia ja vähentää epävarmuutta. (Adnan, Davoudpour, Dungani, Fazita, Haafiz, Hossain, Khalil, Paridah, Sarker, Saurabh & Syakir 2016, 832.) Larsen, Møller, Pettersen ja Svanes (2010) mukaan kestävässä suunnittelussa ei kuitenkaan aina katsota suunnittelua tarpeeksi laajana kokonaisuutena. Kestävien pakkausratkaisujen suunnittelussa tulisi käyttää kokonaisuuteen tähtäävää holistista suunnittelumetodia. Metodi koostuu menetelmistä, joilla luonnehditaan pakkausjärjestelmien tärkeimpiin vaatimuksiin liittyviä ominaisuuksia, jotka on jaettu viiteen luokkaan: ympäristösuorituskyky, kokonaisjakelukustannukset, tuotteen laadun säilyttäminen, käyttäjäystävällisyys sekä brändäys ja kuluttajamarkkinoiden hyväksyntä. (Larsen ym. 2010, 165.) Suunnittelussa tulee siis ottaa kokonaisuus aina mukaan ja katsoa ongelmaa tarpeeksi kaukaa. Elintarvikepakkaukset vaativat myös korkeampaa laatua ja turvallisuutta kuin muut pakkaukset.

Koko elinkaaren arviointi on myös hyvin tärkeää kestävämmässä suunnittelussa. Oli kyse sitten kestävien materiaalien suunnittelusta tai kierrätystehokkuuden parantamisesta, onnistunut suunnittelu edellyttää yhteistyötä tiedemiesten, suunnittelijoiden ja insinöörien välillä, jotta voidaan käsitellä olemassa olevia pakkausongelmia ja kehittää tehokkaita valmistus- sekä kierrätysprosesseja. Pakkausten suunnittelussa pakkauksen ominaisuuksien maksimoimiseksi, on hyvin tärkeää, että suunnittelija tietää tarkalleen mitä pakkaus tulee sisältämään. Suunnittelussa materiaalinvalinta ja muotoilu tulisi aina optimoida jokaiselle tuotteelle erikseen, jotta päästään mahdollisimman parhaaseen lopputulokseen. Onnistunut pakkaaminen vaatii oikean materiaalin ja suunnittelun valitsemista tuotteen ominaisuuksien, markkinointitarpeiden, ympäristö- ja jätehallintaongelmien sekä kustannusten täyttämiseksi. Näiden tekijöiden tasapainottaminen vaatii ainutlaatuista analyysia jokaiselle tuotteelle, ottaen huomioon tekijät kuten pakkausominaisuudet, ruoan tyyppin, markkinat, säilyvyysajat, ympäristöolosuhteet, loppukäyttö, hävittäminen ja kokonaiskustannukset. Tuotteen ominaisuudet ovat erittäin tärkeitä pakkaussuunnittelussa ja -

kehityksessä, koska ne vaikuttavat fyysisiin, kemiallisiin, biokemiallisiin ja mikrobiologisiin ominaisuuksiin, ja sitä kautta koko pakkauksen turvallisuuteen. Oikean pakkausmateriaalin valitseminen on elintärkeää ruokatuotteissa, koska jokaisella materiaalilla on omat ainutlaatuiset ominaisuutensa. (Bugusu & Marsh 2007, 51-53.) Tuotteen ja pakkauksen ominaisuuksien on siis kohdattava parhaan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Lisäksi ei voida myöskään unohtaa asiakkaan näkökulmaa sekä odotuksia. Adan ja muiden (2023, 10) tutkimuksesta selviää, että kuluttajat pitävät tärkeänä ominaisuutena tunnistaa tuote pakkauksen perusteella ja että valmistuksessa käytetään lujuja ja kestäviä materiaaleja tuotteen pakkaamisessa.

Pakkausten kierrätettävyyttä kyetään parantamaan materiaalinvalinnan suunnittelulla. Pakkausmateriaalin tulisi olla helposti tunnistettavissa ja käytetyn materiaalin merkittynä. Materiaalinvalinnassa tulisi välttää yhdistelmä materiaaleja ja suosia vain yhdestä raaka-aineesta koostuvia pakkauskokonaisuuksia. Jos pakkaus yhdistelee materiaaleja, ne tulisi tässä tapauksessa olla helposti erotettavissa ja erikseen lajiteltavissa. (Lehtinen 2021, 122). Pakkausten varustaminen elinkaaren loppuvaiheen ohjeilla sekä kierrätysohjeilla antaa kuluttajille läpinäkyvyyttä ja auttaa jätteen käsittelyssä kuluttajan näkökulmasta (Kachook 2024, 12). Materiaalinvalinta vaikuttaa suuresti pakkauksen kierrätettävyyteen ja luotuun ympäristökuormaan. Yksi tärkeimpiä kehityskohtia kohti kestävämpää pakkaamista on pakkauksen monien hyötyjen maksimointi ja haitallisten vaikutusten minimointi (Martin & Schouten 2012, 145). Käytettävyyden ja helposti uusiutuvien ominaisuuksien merkitys korostuu ympäristövaikutusten minimoimisessa. Ympäristölle haitallisten vaikutusten minimoimiseksi materiaalin vähennysperiaate pyrkii vähentämään elintarvikepakkausten valmistusprosesseissa ja tuotteissa käytettävien materiaalien tai haitallisten aineiden määrää minimiin. Vähentämisperiaate on keino vähentää näin jätteen määrää ja myrkyllisyyttä muuttamalla tuotteiden suunnittelua ja käyttötapoja. Vähennysperiaatteeseen kuuluu vähemmän pakkausmateriaalin käytön lisäksi oleellisesti myös kestävämpien materiaalien valinta ja tuotteiden tehostettu uudelleenkäyttö. Esimerkkejä vähentämisestä ovat kevyempien minimalististen pakkausmateriaalien käyttö, kestävien tuotteiden ostaminen ja myrkyttömien tuotteiden valitseminen. Tällä tavoin voimme säästää luonnonvaroja, suojella ympäristöä ja vähentää kasvihuonekaasujen muodostumista. (Bugusu & Marsh 2007, 44-45.) Materiaalin vähentäminen pakkauksissa tulee kuitenkin aina suunnitella hyvin tarkasti, jotta pakkauksen ominaisuudet ja lujuus eivät kärsi liikaa. Kehityksessä tulee aina mennä tuote edellä ja pitää tuotteen vaatimat ominaisuudet ja pakkauksen perimmäinen tarkoitus ruokahävikin vähentäjänä mukana suunnittelussa. Myös pakkausten täydellinen uudelleen-

käyttö vähentää ymmärrettävästi jätteen määrää ja alentaa pakkauskustannuksia. Kuitenkin uudelleenkäytetty pakkausmateriaali saattaa olla saastunutta ja sitä ei usein käytetä ensisijaisena pakkausmateriaalina tuotteen primääripakkauksessa tai suorassa kosketuksessa elintarvikkeen kanssa. (Beas ym. 2021, 8-9.)

Pakkauksen uudelleenkäytettävyyden suunnittelussa tarvitaan kiertotalouden lähestymistapaa koko tuotteen elinkaaren ajan, vahvoja materiaaleja ja myös hyvin suunniteltua infrastruktuuria. Suunnittelun on ymmärrettävästi otettava huomioon kierrätysinfrastruktuuri ja -teknologia, sillä kierrätys on kiertotalouden viimeinen vaihe. Kestävän ja toimivan kierrätyksen takaamiseksi tarvitaan aina asianmukaisia tiloja ja infrastruktuuria. Koko valtion tasolla infrastruktuurin tulisi olla tukemassa kestävämpää järjestelmää tie- ja sähköverkoista lähtien. Innovaatiot ovat keskeisiä kiertotaloudessa ja sen kehittämisessä, tutkijoiden sekä harjoittajien on luotava uusia ideoita ja tiekarttoja. Pakkausteknologioiden kehitys vaikuttaa suoraan pakkausten ympäristökuormaan, mikä korostaa ekologisen pakkaamisen ja sen suunnittelun tärkeyttä. Kiertotalouden saavuttamiseksi elintarvikepakkauksissa tulisi keskittyä kierrätettävien ja kestävien materiaalien käyttöön sekä suunnitteluun kierrätettävyyden ja kestävyuden näkökulmasta. (Ada ym. 2023, 3). Koska ruokahävikki vastaa suuresta osasta ruoantuotannon negatiivisesta ympäristövaikutuksesta on pakkauksen suunnittelussa siltikin tähdättävä ensisijaisesti mahdollisimman pieneen hävikin määrään (Grönman, Katajuuri, Koivupuro, Nurmi, Silvenius, Soukka & Virtanen 2011, 41).

5 Haasteet

Matuana ja Stark (2021) mukaan pääsääntöisesti kuluttajien kysyntä ja lainsäädäntö ajavat kestävänpakkaamisen trendiä eteenpäin. Puupohjainen paperi ja biomuovit ovat kärjessä kasvattamassa markkinaosuuttaan. Esteitä on vielä paljon, mutta kiertotalouden materiaalit tulevat yleisty-mään, mikä lisää niiden hyväksyttävyyttä. Kierrätyksen kehittyminen, innovatiiviset materiaalit, kestävä suunnittelu ja sertifikaatit tukevat markkinoiden hyväksyntää ja ohjaa kehitystä. (Matuana & Starks 2021, 7.)

Kierrätys alentaa usein laatua sekä on uuden tuottamiseen ja käyttämiseen verrattuna hankalampaa. Biomuovien hinta taas on onnistunut teknologian myötä laskemaan samalla kuin öljyn hinnan nousun takia raakaöljypohjaiset neitsytmuovit ovat kallistuneet kaventaen kestävien materiaalien ja kestävämmien materiaalien hintakuilua (Adnan ym. 2016, 824.) Biopohjaisten ja biohajoavien

tuotteiden saralla tapahtuu kehitystä koko ajan, mutta silti biomuovin tuotanto on vain 0,4 % koko alan tuotannosta (Biomuovit n.d.) Biomateriaalien käyttö kestävässä elintarvikepakkauksratkaisuissa on kuitenkin kasvattanut merkittävästi tutkimusta ja innovatiiviset pakkauksratkaisut sekä biomuovin käyttö ovat keskeisiä tekijöitä ympäristövaikutusten vähentämisessä. Kiinnostus maatalouden ja elintarvikkeiden jätemateriaalien uudelleenkäyttöön on kasvattanut merkittävästi biohajojien materiaalien markkinoita viime aikoina, erityisesti pakkausosalalla. Globaalina bioplastiikkamarkkinoiden odotetaan kasvavan voimakkaasti, saavuttaen 2,87 miljardia dollaria vuonna 2025. (Hossain ym. 2024, 10.)

Tura & Turkcu (2023) analyysi korostaa kestävänsä pakkaamisen ongelmia taloudellisella, rakenteellisella, psykologisella ja käyttäytymisen tasolla, jotka haittaavat kestävämpään pakkaamiseen siirtymistä. Taloudelliset haasteet johtuvat suurista investoinneista ja toimintakustannuksista teknologisten edistysaskelten vuoksi. Rakenteelliset ongelmat johtuvat standardien puutteesta, mikä vaikuttaa tuottajien kykyyn arvioida kestävyyttä sekä tehdä oikeita päätöksiä. Psykologiset jännitteet sisältävät poliittisia ja taloudellisia epävarmuuksia kehittyvässä teollisuudessa. Jatkuvat muutokset lainsäädännössä tekevät muutokset yritysten kannalta haasteellisiksi. Käyttäytymisongelmat liittyvät pääsääntöisesti kasvavaan koulutustarpeeseen yrittäjien ja kuluttajien ohjaamiseksi ja valistamiseksi. Lisäksi eri tahojen erilaiset näkemykset oikeanlaisista toimista hankaloittaa asiaa vain lisää. Näiden jännitteiden hallitsemiseksi yritykset käyttävät erilaisia strategioita. Taloudellisesti he usein hyväksyvät toiminnalliset muutokset ja hakevat tämän jälkeen hallituksen tai valtion tukea. Rakenteellisesti yritykset usein liittyvät alan järjestöihin korjataksaan standardien puutteita. Käyttäytymisen osalta yritykset panostavat koulutukseen ja tutkimukseen, asettaen ympäristönäkökohdat etusijalle taloudellisiin nähden. Nämä strategiat pyrkivät navigoimaan kestävänsä pakkaustuotannon monimutkaisuudessa ja helpottamaan siirtymistä kestävämpiin käytäntöihin. (Tura & Turkcu 2024, 415-418.)

5.1 Kestäviin ratkaisuihin siirtyminen

Hinta ohjaa vielä käyttämään raakaa materiaalia kierrätetyn sijaan ja suosii halvempia ratkaisuja kestävien ja ympäristöystävällisten ratkaisujen sijaan. Lasi materiaalina on paras valinta sen yliverstaisten ominaisuuksien vuoksi, mutta sen paino sekä hinta ohjaa lasiin pakattujen elintarvikkeiden siirtymistä muovisiin pakkauksratkaisuihin. (Bugusu & Marsh 2007, 52.) Arranz, Herbes, Camara

Hurtado, Krauter, Marcos, Mielinger, Poças, Ruiz de Maya & Weinrich (2024, 9) tekemän tutkimuksen mukaan kustannuksilla on enemmän painoarvoa yritysten päätöksentekoprosessissa kestävämpien toimenpiteiden osalta suuresti vaihtelevien pakkauskustannusten ja uusien laitteistoinvestointien suurien kiinteiden kustannusten vuoksi. Elintarviketeollisuus yritykset haluavat olla täysin varmoja ratkaisuisista ja odottavat ennen suurten investointien mukana tuomia riskejä. Päätöksentekoprosessit ovat usein myös huonosti järjesteltyjä sekä aikaa vieviä. (Arranz ym. 2024, 9.)

Yritykset voivat vähentää pakkausjätettä käyttämällä enemmän kierrätettäviä materiaaleja, osallistumalla kansainvälisiin ohjelmiin, jotka vähentävät muovin käyttöä ja jätettä, standardisoimalla kierrätystarroja, tunnistamalla kohtia, joissa muovin käyttöä tulisi vähentää tai poistaa kokonaan, kehittämällä luovia pakkausratkaisuja, parantamalla kierrätysinfrastruktuuria ja tekemällä yhteistyötä toimittajien kanssa. (Packaging waste 101: the solutions.) Biomateriaalien käyttö kestävässä elintarvikepakkauksissa kohtaa haasteita kustannustehokkuuden tasapainottamisessa. Biohajoavat metallit, keramiikka, komposiitit ja polymeerit näyttävät lupaavilta, mutta kaupallinen skaalautuvuus ja kustannukset ovat merkittäviä esteitä. Nanoteknologia voi parantaa esteominaisuuksia, antimikrobista toimintaa ja säilyvyysaikaa, mutta sen käyttö edellyttää tiukkoja turvallisuustutkimuksia ja säätelyä. Saavuttaakseen täyden potentiaalinsa tarvitaan tehokasta infrastruktuuria keräykseen ja kierrätykseen, kuluttajien koulutusta ja prosessointiteknologioita jätteistä johdettujen biomateriaalien osalta. Teollisuuden, tutkimusorganisaatioiden ja hallitusten välisen yhteistyön merkitys on ratkaiseva biomateriaalien innovaatioiden ja standardoinnin kannalta kestävässä elintarvikepakkauksissa. (Hossain ym. 2024, 11-12.)

Tura & Turkcu (2023) tutkimuksen mukaan pakkausjätteen keräämisen ja hallinnan parantamiseksi hallituksen tuki on olennaista. Tähän kuuluu paremman infrastruktuurin kehittäminen, kestävien pakkausten tuotannon sekä asianmukaisen hävittämisen tukeminen, säädösten noudattamisen valvominen sekä selkeämpien pakkausmerkintöjen ja standardien asettaminen. Biopohjaisten muovien käytön määrääminen tietyille tuotteille sekä yhteistyö järjestöjen ja teollisuusliittojen kanssa voi myös helpottaa muutoksen jännitteitä. Lisäksi kommunikaation parantaminen, elinkaarivaihtelun tekeminen, toimitusketjun läpinäkyvyyden lisääminen, sertifiointien hankkiminen ja asiakasneuvontapalvelujen tarjoaminen voivat lisätä luottamusta ja edistää kestävämpää pakkaus-
tuotteiden käyttöä ja hävittämistä. (Tura & Turkcu 2023, 421.)

Adan ja muiden (2023) tekemässä tutkimuksessa todetaan, että kuluttajat arvostavat yhä enemmän kestävyttä ja ympäristöystävällisiä tuotteita. Kierrätysmallit ovat nousussa tietoisuuden lisääntyessä. Tutkimus osoittaa, että tuotteiden kohtuuhintaisuus on keskeistä kestävien, ympäristöystävällisten ja kestävien tuotteiden edistämisessä. Pakkauksen tyyppi, tarvittavat vahvuusominaisuudet ja tekniset vaatimukset vaihtelevat sen mukaan, mihin tuotetta käytetään, mikä tekee asiakasodotuksista erityisen tärkeitä ruokatuotteiden kohdalla. (Ada ym. 2023, 7-9.)

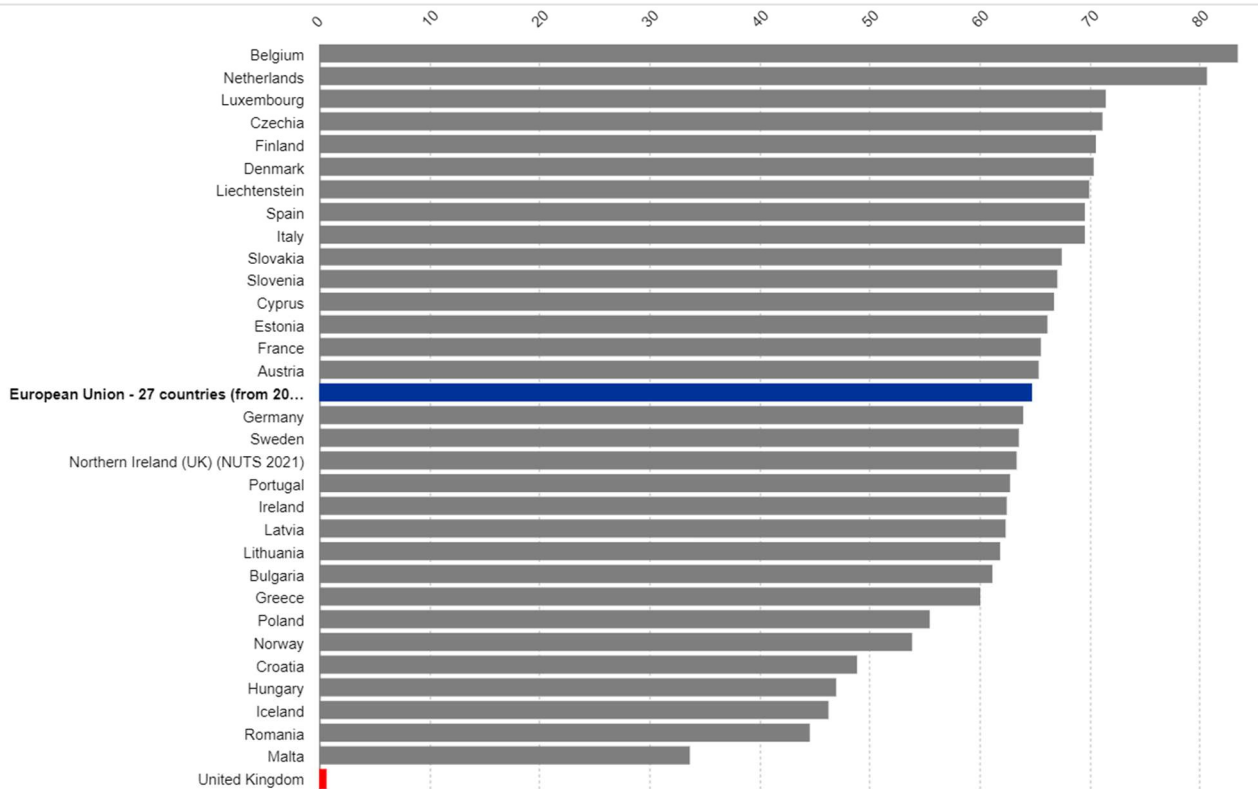
5.2 Pakkausten ja infrastruktuurin suunnittelu

Soinin, Tapiolan ja Varhon (2023, 3) mukaan kestävään elintarvikepakkaamiseen siirtyminen edellyttää muutoksia kaikissa eri elintarviketuotannon kokonaisuuksissa, tuotannossa, kuljetuksessa, pakkaamisessa sekä kierrätyksessä ja jätehuollossa. Muutos vaatii eri sektoreiden ja toimijoiden yhteistyötä. Jokaisella järjestelmällä on kuitenkin omat teknologiset, tieteelliset ja poliittiset säännökset, mikä vaikeuttaa yhteistyön luomista järjestelmien välillä. (Soini ym. 2023, 3.) Boz, Korhonen ja Sand (2020) ehdottavat tutkimuksessaan, että yritysten tulisi omaksua yhtenäinen määritelmä kestävydestä koko kansainvälisellä pakkausalalla. Yhteiset pelisäännöt ja standardit alalla ehdottomasti helpottaisi kestävien ratkaisujen pariin siirtymisessä sekä kokonaisvaltaisessa implementoinnissa.

Eri elintarvikkeet vaativat aina erilaista suojaa erilaisilla ominaisuuksilla. Pakkauksia on hyvin hankala standardoida, koska elintarvikkeiden kirjo on nykyään suuri ja eri materiaaleja hyvin paljon, joten alalla on käytössä paljon eri tasoisia ja laatuksia materiaaleja. Tiedon kerääminen ja tapaus-ten vertailu keskenään on hankalaa, koska pakattavat tuotteet ovat usein erilaisia. Elinkaariarviointi on yksi tärkein työkalu pakkausten ympäristövaikutuksen hahmottamisessa, koska se kattaa myös pakkausmateriaalin käytön jälkeen jätteenä. (Lehtinen 2021, 319.) Useimmat yksityiskoh- taista suunnittelua varten tarkoitetut työkalut perustuvatkin elinkaariarviointiin, mutta se on rajoit- tettu vain ympäristöön ja sisältää epävarmuuksia johtuen muun muassa epätarkoista mittauksista ja liiallisesta yksinkertaistamisesta. Suunnittelijoiden tulisi saada selkeää tietoa siitä, miten tietty- jen tuotteiden kestävyys otetaan huomioon ja miten suunnittelupäätökset vaikuttavat siihen. Vaikka tuotteen kestävyttä käsitteleviä mittareita, kuten tuotteen kestävyysindeksi, on olemassa, ne eivät keskity suunnitteluun, eivätkä ole suunnittelijoille oleellisia. Kestävän kehityksen suunnit- telussa tarvitaan lisää menetelmiä, jotka voivat ottaa huomioon tuotteen koko elinkaaren vaiku-

tukset, sekä suunnittelutukea tarjoavia työkaluja, jotka mahdollistavat optimisointia ja muokkaamista eri suunnitteluvaiheissa. (Hapuwatte & Jawahir 2019, 13.) Pakkauksen tehtävän täyttymisestä aiheutuva hävikin estäminen tulisi myös ottaa mukaan elinkaariarviointiin ja ympäristösuorituskyvyn arviointiin, koska hävikin estämisellä on onnistuttu välttymään valtavalla määrällä negatiivisia ympäristövaikutteita ja se on pakkauksen perimmäinen tarkoitus (Lehtinen 2021, 319).

Tarvitaan myös kestävämpi jätehuoltojärjestelmä, joka hallitsee jätemäärää ja sen syntymistä hallitulla tavalla ilman yhteiskunnan sekä ympäristön vaarantamista (Beas ym. 2021, 04). Pakkauksista syntyvän jätteen minimointi vaatii huolellista materiaalivalintaa, edistävää lainsäädäntöä ja ympäristövaikutusten arviointeja. Teollisuuden, hallituksen ja kuluttajien tietoinen yhteistyö edistävät parannuksia. (Bugusu & Marsh 2007, 54.) Soini ja muut ovat todenneet, että kestävien elintarvikepakkausten kehittämisessä nimenomaan pakkausalalla nähdään olevan keskeinen rooli. Jotta kierrättäminen olisi helpompaa, alan toimijat voisivat esimerkiksi standardisoida pakkausmateriaaleja ja sisällyttää selkeät kierrätysohjeet pakkauksiin. Pakkausten standardointi on kuitenkin osoittautunut haasteelliseksi, monien materiaalien ja eri järjestelmien takia. Ruoka- ja pakkausteollisuuksien tulisi kuitenkin tehdä tiiviisti yhteistyötä arvoketjun eri vaiheissa ruoka- ja pakkausjätteen vähentämiseksi. Kestävien periaatteiden mukaan toimivien pakkausyritysten tulisi tukea lajittelua ja uudelleen käsittelyinfrastruktuurin kasvua, kuten kierrätys- ja kompostointilaitoksia. Kierrätyksen saatavuuden laajentaminen ja kuluttajien kouluttaminen ovat ratkaisevan tärkeitä pakkausten palauttamiseksi kiertoon. Nykyiset palautusinfrastruktuurit kohtaavat haasteita monimateriaalisten tai monimutkaisten pakkausten lajittelussa ja arvon hyödyntämisessä. Pakkausarvoketjun on tehtävä yhteistyötä kierrätys- ja kompostointiteollisuuden kanssa ymmärtääkseen heidän ongelmakohtansa ja investoidakseen uusiin lajittelu- sekä kierrätysteknologioihin. Investointeja tarvitaan kriittisesti ennen kaikkea köyhemmissä maissa, jossa jätehuolto ja kierrätys ovat erittäin puutteellisia. (Kachook 2024, 13.) Köyhimpien maiden jätteenkeräys aste on vain 39 %, kun rikkaimmilla valtioilla se voi olla 96 % luokkaa (Trends in Solid Waste Management 2024). Hyvä kierrätysaste ei ole itsestäänselvyys rikkaampien maiden parissakaan ja vaihtelu voi olla hyvinkin suurta kuten kuvioista 4 voidaan todeta. Lisäksi hallituksen ja politiikan parissa toimivilta tahoilta odotetaan edistyksellisiä, kilpailukykyisiä ja ekologisesti parempia ratkaisuja ja päätöksiä, jotta kiertotalouden toteuttaminen saadaan tavalliselle kuluttajalle helpommaksi. Epäkestävien materiaalien verottaminen, ympäristösertifikaatit, selkeät pakkaustiedot, tuki uusille kestäville yrityksille, suorat kierrätyskannustimet sekä lisäkustannukset sekajätteelle ovat esimerkiksi mahdollisia poliittisia keinoja. (Soini ym. 2023, 5-6.)



Kuvio 4. EU maiden pakkausjätteen kierrätysaste prosentteina vuonna 2019 (Eurostat Data browser 2024).

5.3 Asenne kestäviä ratkaisuja kohtaan

Kuluttajien, yritysten ja lainsäätäjien käsitykset sekä tavoitteet eivät aina kohtaa kestävien elintarvikkeiden pakkausratkaisujen parissa. Yhdistyneissä kuningaskunnissa Chartered Institute of Marketing tekemän tutkimuksen mukaan 88 % vastanneista oli sitä mieltä, että heidän ostoksissansa oli käytetty turhan paljon pakkausmateriaaleja. Lisäksi noin kolmasosan mielestä liiallinen ja selkeästi turhan pakkausmateriaalin käyttö vaikuttaa negatiivisesti ostospäätökseen ja heikentää valmistajan imagoa. Toisen Trivium packagin tekemän kyselyn mukaan 74 % vastanneista on valmis maksamaan enemmän tukeakseen kestävämpiä pakkausratkaisuja ja 60 % välttää ostamasta tuotteita, joissa on käytetty haitallisia pakkausmateriaaleja (Butler, Carvill & Evans 2021, 207-208.) Adan ja muiden (2023, 7) mukaan myös muut vihreää kulutusta koskevat tutkimukset viittaavat siihen, että kuluttajat ovat halukkaita käyttämään kestävämpiä ratkaisuja ja muuttamaan ostotottumuksiaan, jos vain tilaisuuksia ilmaantuu, kuten erilaisia kestävämpiä vaihtoehtoja, joiden kustannukset ovat sopivat. Kestävämpien ja ympäristöystävällisempien pakkausratkaisujen kehittämiseen löytyy siis selkeää tukea ja mielenkiintoa kuluttajien puolelta hyvinkin paljon ja kestävä

ratkaisut selkeästi näyttävät vaikuttavan kuluttajien ostokäyttäytymiseen. Kuluttajien voima ei yksinään riitä ajamaan ruokapakkausten muutosta eteenpäin, mutta heidän panoksensa on ehdottoman tärkeä muutoksen tukemiseksi yhdessä muiden toimijoiden kanssa (Soini ym. 2023, 11).

Butlerin ja muiden (2021, 209) mukaan 93 % suurimmista kansainvälisistä pakkausmateriaalien valmistajista kokee kestävien pakkasratkaisujen käyttöönoton jollain tapaa haasteellisena. Valmistajien ongelmat kestävämpien ratkaisujen käyttöönotossa ja osa kuluttajista, jotka eivät tahdo maksaa ylimääräisiä kustannuksia, jotka syntyvät kestävämmistä ratkaisuista, luovat vääjäämättä ongelmia kestävä kehityksen käyttöönotossa elintarvikealalla. 38 % jälleenmyyjistä eivät kykene hoitamaan kestävämmän kehityksen muutoksesta aiheutuvaa kuormaa. Butler ja muut (2021, 209) korostavat, että yksi suurimmista ongelmista on, että yritykset eivät halua vaihtaa tuotteen hyvänlaatuista suojausta tarjoavaa pakkausta heikompiin ja vähemmän suojaavaan pakkaukseen, joka noudattaa kestävä kehityksen periaatteita paremmin. Koska pakkauksen perimmäinen tarkoitus on suojata elintarviketta kuljetuksen aikana, sekä vähentää ruokahävikin määrää, on yritysten suhtautuminen ongelmaan täysin looginen. 81 % suurista valmistajista kokee laadun ja paremman suojauksen tuotteelleen olevan kestävyttä tärkeämpi vaihtoehto. (Butler ym. 2021, 209.) Eri maat ja niiden hallitukset edistävät kierrätysstandardeja ja rajoittavat epäkestävien pakkausmateriaalien käyttöä ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Esimerkiksi Kiinan sitoutuminen säävuttaa hiilineutraalisuus vuoteen 2060 mennessä on keskeinen tekijä pakkausten ympäristövaikutusten vähentämisessä. Kuitenkin kannustimien ja sääntelytoimien tasapainottaminen pysyy haastavana. (Chu & Miguel n.d, 2) Arranzin ja muiden (2024, 9) tutkimuksessa selvisi, että yritykset ovat yleensä halukkaita muuttamaan pakkausmenetelmiään, mutta eivät johdonmukaisesti noudata kehotusta ympäristöystävällisemmän pakkaamisen käyttöön ottamiseksi, päätöksenteossa kulut vaikuttavat enemmän. Jos valtiot haluavat lainsäädännöllä vaikuttaa enemmän yritysten päätöksentekoon pakkasratkaisujen valinnassa, tulisi yritykset mahdollisesti ottaa keskusteluun enemmän mukaan, jotta ongelmat saataisiin ratkaistua.

Pakkaukset päätyvät osin luontoon kuluttajien asenteen ja käyttäytymisen takia. Käytön jälkeen pakkausta ei kierrätetä tai laiteta jäteastiaan vaan heitetään ajattelematta luontoon. Tutkittua dataa sekä tutkimusta pakkausten ympäristövaikutuksista ei tarjota tarpeeksi kuluttajille kuin ei myöskään ruoanvalmistajille. Lisäksi julkinen keskustelu aiheesta unohtaa aina pakkauksen perim-

mäisen tarkoituksen sekä keskittyä pelkästään syntyvän jätteen määrään, ei ruokahävikin vähentämisestä syntyvään positiiviseen vaikutukseen. Mielenpitoet ja tunteet ohjaavat muutosta ja voivat pahimmillaan johtaa vain suurempiin ongelmiin. (Lehtinen 2021, 312-313.) Akenji & Bengtsson (2010) tutkimuksessa korostetaan kuluttajien koulutuksen ja asenteen muuttamisen tärkeyttä, mikäli halutaan saavuttaa parempia tuloksia tulevaisuudessa kestävyiden osalla. Lisäksi lainsäädännössä ja standardoinnissa tulisi myös ottaa huomioon kuluttajien asenteen muuttamisen ja kouluttamisen tärkeys. Asenteiden muutoksen, oikeanlaisen lainsäädännön ja standardien lisäksi vielä toimiva ja kestävä kehitys tukeva infrastruktuuri on kehitettävä, jotta kiertotalous saadaan toimimaan oikein (Akenji & Bengtsson 2010, 43.) Kun kaikki nämä tärkeät kulmakivet saadaan korjattua, ei kestävä kehitys toiminnalle pakkausmateriaalien ja muunkaan jätteen osalta ole enää ylityspääsemättömiä esteitä. Myös Boz, Korhonen ja Sand (2020) painottavat tutkimuksessaan, että kestävä pakkaamisen omaksuminen riippuu asiakasviestinnästä. Kestävyyden viestimiseksi kuluttajille voidaan käyttää strategioita, kuten innovatiivista pakkaussuunnittelua, kestävyyskriteerien määrittelyä, kattavia elinkaariarvioita, kestävyystietojen yhdistämistä älypuhelin- ja mobiiliteknologiaan, positiivisia vaikutuksia tuottavan käyttäytymisen tukemista sekä yleisten merkintöjen tai tunnusten suunnittelua uudelleen käytettävien ja kierrätettävien pakkausten tunnistamiseksi. Kuluttajia voi myös opettaa tunnistamaan kestävä pakkausratkaisut. Elintarvikepakkausyritykset eivät siltikään kykene kehittämään kestäviä ratkaisuja pelkästään asiakaspalautteen perusteella, koska asiakkaat eivät aina tee kestäviä ratkaisuja. Päättäjien ja johtajien on otettava aloite edistääkseen kestävä pakkaamista. Heidän on suoritettava perusteellisia testejä kerätyn asiakaspalautteen lisäksi tämän saavuttamiseksi. Tämän seurauksena yritykset pystyvät omaksumaan asiakkaiden toiveet ja luomaan samalla taloudellisen perusteen kestävien pakkaustekniikoiden käytölle. (Boz, Korhonen & Sand 2020)

Viherpesu tai greenwashing on nykyinen ilmiö monilla eri aloilla, joka aiheuttaa paljon keskustelua eri alojen tutkijoiden keskuudessa. Viherpesulle ei ole virallista termiä tai selitystä, mutta yksinkertaisesti se tarkoittaa yritysten tahallista kuluttajien, viranomaisten tai muiden asiakkaiden harhaanjohtamista, jotta voidaan vaikuttaa toimien olevan vihreämpiä ja kestävämpiä, kuin mitä ne todellisuudessa ovat. Sustainable packing coalition määrittelee viherpesun: tarkkojen ympäristötietojen käyttäminen epätarkan ympäristövaikutustarinan kertomiseen (Greenwashing n.d). Sitä voidaan havaita monin eri tavoin, esimerkiksi harhaanjohtavien ympäristömerkintöjen käytöstä tuotteissa ja yritysten kestävyys selvityksissä. Viherpesun tunnistaminen on haastavaa kuluttajille ja viranomaisille, vaikka heillä olisi asiantuntemusta tai tietoa aiheesta, ja sillä saadaan kuluttajat

tekemään kestävämpiä päätöksiä suoranaisten valheiden avulla. (Da Luz Soares, De Freitas Netto, Ribeiro & Sobral 2020, 10.) Greenwashing on valitettavan ikävä ilmiö, jolla heikennetään kuluttajien luottamusta yrityksiin ja saadaan aikaan enemmän epätietoa kuluttajien keskuudessa.

Pakkausala on monimutkainen ala ja kaiken kehityksen ja tutkimuksen muodostaminen kuluttajille ja pakkausmateriaaleja käyttäville yksinkertaistettuun muotoon on myös erittäin haasteellista (Lehtinen 2021, 313.) Soinin ja muiden (2023, 9) mukaan on kuitenkin selvää, että elintarvikepakkausten tulevaisuuteen vaikuttavat erilaiset näkemykset, kuten kierrätys, biohajoavat materiaalit ja uudelleenkäytettävät tai kokonaan pakkaamattomat ratkaisut. Yksinkertaisimmat pienen mitta-kaavan ratkaisut ovat kuitenkin usein hyvin simppleitä. Pienyritykset voivat vähentää pakkausjätettä käyttämällä kierrätettäviä tai biohajoavia pakkausvaihtoehtoja, suunnittelemalla tuotteille minimaalisen pakkaamisen kuitenkin muistamalla oikean suojauksen, tekemällä yhteistyötä kestävien toimittajien kanssa, tarjoamalla mahdollisuuksien salliessa pakkaamattomia vaihtoehtoja ja kierrättämällä ja käsittelemällä jätteensä oikein. Yksilöt voivat parantaa pakkausten kierrätystasetta tarkistamalla materiaalin ja sen kierrätettävyyden. Muita tapoja vähentää pakkausjätettä ovat ostaminen suurissa erissä, kunhan suurten erien ostaminen ei kasvata hävikin määrää, kierrätyskassien käyttäminen, irtonaisten- ja kierrätettyjen tuotteiden ostaminen, jos mahdollista sekä suosia kotiruokaa.

6 Yhteenveto

6.1 Trendit elintarvikkeiden pakkaamisessa

Tutkimuksessa todettiin, että globaalit megatrendit ohjaavat oleellisesti koko maailmantaloutta eteenpäin, myös elintarvikkeiden pakkaamista ja siihen liittyviä aloja. Ilmaston lämpeneminen sekä jätemäärien kasvaminen on nostanut kestävä kehityksen ja kiertotalouden sekä niihin liittyvät trendit oleellisiksi vetureiksi elintarvikepakkaamisen kehityksessä. Kierrätettävyys, ekologinen suunnittelu, pakkausten uudelleenkäyttö, uusien materiaalien kehitys, sekä kestävämmän pakkaamisen periaatteet ovat suurimpia ympäristöongelmiin ja kiertotalouteen suoraan vaikuttavia trendejä elintarvikkeiden pakkaamisessa. Myös alueelliset trendit, kuten väestönrakenteen muutos ja monikulttuurisuuden kasvu vaikuttavat elintarvikepakkaamiseen ja ennen kaikkea suosittuihin

tuotteisiin. Tuoteturvallisuus sekä ruokahävikin vähentäminen ovat myös aina olleet elintarvikkeiden pakkaamisessa läsnä vahvasti ja on yhä yksi tärkeimmistä vaikuttajista pakkausalalla. (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03.)

Yleisimmät käytössä olevat elintarvikepakkausmateriaalit ovat monessa tutkimuksessa jakautuneet pääosin muoviin, paperiin, metalliin ja lasiin. Erilaisia muovipakkauksia on hieman yli kolmasosa, paperipohjaisia pakkauksia on myös hieman yli kolmasosa. Loput ovat muita materiaaleja, joista suurimmat ovat metallit sekä lasi. (Consumer packaging report 2011/2012 2012, 03.) Pakattava elintarvike, kustannustehokkuus, paino ja pakkauksen tarjoama suoja vaikuttaa suuresti materiaalinvalintaan (Lehtinen 2021, 43). Tutkimuksessa selvisi, että ympäristökysymykset ovat vielä tällä hetkellä toissijaisia aiheita suurimmalle osalle elintarvikepakkaamisen parissa toimiville yrityksille (Arranz ym. 2024, 9). Iso osa pakkausmuovista on kertakäyttöistä laatua mikä kasvattaa jätteen määrää. Kertakäyttöisen pakkausmuovin määrä on vielä kasvussa mikä on ympäristön kannalta huono asia. (Charles & Kimman 2023, 10). Uusia kestävämpiä materiaaleja elintarvikepakkauksien käyttöön kehitetään kuitenkin koko ajan, joista lupaavimmat ovat nanokuiduilla ehostetut biomuovit sekä erilaiset luonnonmateriaaleista valmistetut ratkaisut. (Adnan ym. 2016, 829-830.) Kehitys on vielä vasta alussa, ja markkinat pienet, mutta kasvua ennustetaan tapahtuvan varsinkin biomuovien osalta tulevaisuudessa (Matuana & Starks 2021, 7).

6.2 Trendien vaikutukset

Tutkimuksen aikana selvisi, että nykyisillä käytetyimmillä elintarvikepakkausmateriaaleilla on kaikilla omat negatiiviset ympäristövaikutuksensa. Muovit eivät maadu biologisesti ja päätyvät suurimmalta osin ympäristöön, jossa ne aiheuttavat tuhoa ympäristölle ja terveyshaittoja eläimille sekä ihmisille. Bisfenoli A ja Ftalaatit ovat muun muassa tutkitusti ihmiskehölle haitallisia aineita, joita molempia siirtyy synteettisistä polymeereistä ihmiskehoon. (Plamondon & Sinha 2017, 27-30.) Paperipohjaiset ratkaisut aiheuttavat metsien katoa sekä turhaa kaatopaikkajätettä (Okafor 2022). Paremmin kiertotalouteen sopivat lasi- ja metalliratkaisut eivät hintansa takia saa tukea suuremmin osin yrityksiltä. Yleisimmissä pakkausmateriaaleissa tapahtuu myös kemiallisen migraation takia pakkausmateriaaleissa käytettyjen lisäaineiden siirtymistä elintarvikkeeseen, joka voi myös aiheuttaa terveysongelmia ihmisillä (Plastic Food Packaging 2021). Globaalit megatrendit kuten kierrätyksen tehostaminen, materiaalien uudelleenkäyttö ja ruokaturvallisuuden parantaminen pyrkivät vaikuttamaan ennen kaikkea näihin ympäristö- ja terveysongelmiin.

Pakkauksien valmistukseen käytetty energia ja hiilidioksidipäästöt ovat kuitenkin ruuanvalmistukseen ja kuljetukseen verrattuna hyvin vähäiset (Säilä 2017, 10.) Pakkauksen päätehtävä on kuljettaa ruoka turvallisesti kuluttajille ja estää ruokahävikin syntyminen. Jos pakkauksen laadusta ruveetaan tinkimään, saattaa ruokahävikin määrä kasvaa. Ruokahävikki ja turhaan tuotettu ruoka vastaa huomattavasti suuremmasta osasta päästöjä, kuin pakkauksen valmistamisesta, kuljettamisesta ja oikeaoppisesta hävittämisestä syntyy. (Grönman ym. 2011, 41)

6.3 Keskeisimmät haasteet

Elintarvikkeiden pakkaamisen siirtyminen kestävämpään kiertotalouden malliin on hyvin haasteellista. Tutkimuksessa selvisi, että haasteet alkavat jo suunnittelupöydältä ja ovat mukana pakkauksen koko elinkaaren aikana, mikä korostaa elinkaariajattelun tärkeyttä pakkausmateriaaleja suunniteltaessa. Kuluttajilta saadut tutkimukset näyttävät, että kestävämmille ratkaisulle on kysyntää ja ympäristökysymykset vaikuttavat kulutus päätöksiin (Ada ym. 2023, 7). Lainsäädännöllä pyritään ajamaan alan toimijoita kestävämpiin ratkaisuihin. suurin osa yrityksistä kokee kuitenkin kestävämmät ratkaisut kalliimmiksi ja huonompilaatuisiksi eivätkä halua luopua halvemmista ja parempaa suojaa antavista pakkausmateriaaleista muihin ratkaisuihin pelkästään kestävyuden varjolla (Butler ym. 2021, 209). Kierrätetyt materiaalit ovat usein huonompilaatuisia ja joutuvat käymään läpi monivaiheisen kierrätysprosessin, mikä nostaa monen materiaalin kohdalla hintaa, jos halutaan neitseellisen materiaalin laatuista kierrätysmateriaalia. (Plastic Food Packaging 2021.) Pakkausten täydellinen uusiokäyttö ei usein toimi elintarvikkeiden kohdalla kontaminoitumisvaaran takia, joten materiaalit täytyy usein laittaa takaisin raaka-aineeksi. Kontaminoitumisen takia kierrätetystä elintarvikkepakkausjätteestä valmistetaan useimmiten alemman syklin tuotteita. (Beas ym. 2021, 4). Kierrätetyn materiaalin markkinat eivät ole vielä tarpeeksi suuret ja kysyntä on usein hyvin alhaista. Ekologiset ratkaisut eivät ole vielä myöskään aivan halutulla tasolla suuremmassa mittakaavassa käyttöön, mutta tulevaisuudessa on odotettava kasvua sekä kehitystä. Kalliit investoinnit kestävämpien ratkaisujen käyttöönotossa on myös suuri este varsinkin pienemmille yrityksille. (Charles & Kimman 2023, 11.)

Suurena ongelmana on myös infrastruktuurin puutos. Kehittyneissä maissa jätehuolto sekä kierrätys hoidetaan suhteellisen hyvin, mutta kehitysmaissa tilanne on hälyttävä. Kehitysmaat vastaavat suurimmasta osasta ympäristöön päätyvän jätteen määrästä. (Beas ym. 2021, 02). Kierrätyslaitosten ja jätejärjestelmien rakentaminen on kallista ja kehitysmailla puuttuu toimivan järjestelmän

rakentamiseen vaadittava pääoma. Paikallisen lainsäädännön ja kansainvälisten järjestöjen ohjaaminen on tärkeässä roolissa infrastruktuurin rakentamisessa ja sitä ei voi vierittää yritysten harjoittajille, vaikka yhteistyö alan yritysten kanssa onkin ehdottoman tärkeää. Ihmisten vähäinen tietämys ja huono asenne on myös nähty kohtuullisena haasteena kestävässä pakkaamisessa. Jos kuluttajia ei olla valistettu kestävien pakkausten tunnistamisessa ja pakkausmerkinnöissä on oikeanlainen lajittelu hankalaa. (Lehtinen 2021, 312-313.) Ongelmaa vaikeuttaa pakkausalan standardisoinnin puute. Elintarvikkeiden monipuolisuuden takia pakkausratkaisujen ja menetelmien standardointi on hyvin hankalaa, koska elintarvikkeet suunnitellaan aina elintarvikkekohtaisesti ruokahävikin välttämiseksi. (Lehtinen 2021, 319.)

7 Pohdinta

Kuten jo tutkimusta aloittaessani arvelin, tilanne kestävien pakkausratkaisujen osalta on vielä tällä hetkellä hyvin haasteellinen. Elintarvikkeiden pakkausten muutokseen liittyvät ongelmat ovat hyvin monimutkaisia ja vaikeasti ratkaistavia. Tukea muutokselle löytyy kuluttajien puolesta, mutta yrittäjien sekä suuryritysten osalta siitä ei haluta maksaa, mikä tekee ongelmista hyvin kahtiajakautuneen kuluttajien ja valmistajien näkökulmista. Usein kuitenkin unohdetaan elintarvikkeiden pakkaamisen perimmäinen merkitys, mikä on vähentää ruokahävikkiä. Turha ruoantuotanto, ilman oikeanlaista pakkausta, aiheuttaa suuret päästöt ja paljon hukkaa täysin turhaan. Ilman moderneja pakkausmateriaaleja elintarviketuotannossa syntyisi valtava määrä ylimääräisiä päästöjä, kun ruokahävikin määrä räjähtäisi uudelle tasolle. Voidaan siis päätellä, että pakkausten valmistajat ovat hyvin tietoisia siitä, että kestävämmät ja ekologisemmat pakkausmateriaalit eivät aina tarjoa tuotteelle parasta mahdollista suojaa, mutta kaikki kuluttajat eivät tätä välttämättä hahmota, jonka takia ihmisten asenne ennen kaikkea muovisia pakkauksia kohtaan on hyvinkin negatiivinen. Parempien ekologisempien pakkausratkaisuiden haluaminen kuluttajilta on hyvä asia, mutta pakkausjätteen saaminen takaisin kiertoon ja materiaalit uudelleen käyttöön on vähintäänkin yhtä tärkeää pakkausalan kuin uusien materiaalien kehitys.

Ihmisten välinpitämättömyys ja asenne ovat yksi suurimmista jätteen tuottajista, puutteellisten jätteenkäsittely- ja kierrätysjärjestelmien lisäksi. Ihmisten asennetta ja tietämystä tulisi ehdottomasti lisätä tulevaisuudessa, jotta yksi suuri osa ongelmasta saataisiin poistettua. Ympäristöoppia, vastuullista kulutusta ja kierrätystä voisi esimerkiksi opettaa koulussa tai työpaikoilla, jotta asian tärkeys saataisiin tavallisten kuluttajien tietoon paremmin. Muovien monipuoliset ominaisuudet ja

käyttökohteet sekä kustannustehokkuus tekevät niistä vaikeasti korvattavan vaihtoehdon elintarvikkeiden pakkaamisessa. Kehitys on ainoa oikea vaihtoehto ja sitä tapahtuukin alalla koko ajan, mutta huonot markkinat esimerkiksi kierrätetyille materiaaleille eivät houkuttele suuria investointeja. Kierrätettyjen materiaalien markkinat eivät houkuttele elintarvikepakkausten valmistajia huomion laadun ja mahdollisten epäpuhtauksien takia, mikä alleviivaa kehitystarvetta tälläkin osalla, jotta kiertotaloudellinen toimintamalli saavutettaisiin. On hyvin huolestuttavaa, että yritysten kapitalistisen talousjärjestelmän mukainen voittojen maksimointi täytyy tehdä tavalla, joka aiheuttaa pysyvää tuhoa maapallolle. Koska valitettavasti kehitysmaat ovat tärkeässä asemassa jäteongelmien ratkaisemisessa, tulisi kehitykseen panostaa sielläkin esimerkiksi kansainvälisten järjestöjen ja tukien avulla.

Tutkimus on suoritettu kirjallisuuskatsauksena, joten tutkimuksen merkitys on hyvin vähäinen niin toimeksiantajalle kuin alalle. Tulokset ovat kuitenkin hyödyllisiä samojen kysymysten parissa tekemisissä oleville yrittäjille tai muille tahoille. Kirjallisuuskatsaukseen perustuvien tutkimustulosten reliabiliteetti ja validiteetti perustuu aina lähteiden luotettavuuteen, jonka vuoksi sen arvioiminen on hankalaa. Lähteet ovat olleet pääsääntöisesti luotettavia ja lähteitä on arvioitu aina lähdekriittisestä näkökulmasta, lisäksi useat tulokset ovat vahvistettu usean lähteen kautta, mikä tekee tuloksista suhteellisen luotettavia ja kuvaavia. Osa työssä käytetyistä lähteistä on kuitenkin ollut hieman ristiriitaisia, mikä kertoo, että tieteellistä tutkimusta on liian vähän monella eri saralla, niin uusien materiaalien kehittämisestä kuin kaikista ympäristövaikutuksista. Esimerkiksi käytettävien materiaalien määrät ja jätemäärät ovat hyvin laajasti tutkittuja tietoja, ja monet eri lähteet ovat tästä samaa mieltä, mutta jätteen vaikutuksista ympäristöön ja ihmiskehoon on vielä niin vähän tutkimusta, että on vaikea määrittää niiden osuutta kokonaisuudessa, kun arvioidaan pakkauksen ympäristövaikutuksia. Lisäksi uusien materiaalien hyötyjä ja haittoja käsittelevät tutkimukset olivat hieman ristiriitaisia keskenään, osassa tutkimuksissa väitettiin biomateriaalien parantavan pakkauksen suojaominaisuuksia, osassa tutkimuksissa tultiin päinvastaiseen tulokseen. Uusien kestävien materiaalien kehitystä tulisi ehdottomasti tutkia enemmän ja arvioinnissa tulisi aina ottaa huomioon moni muuttuja ja tutkia asiaa mahdollisimman monesta eri näkökulmasta varmuuden takaamiseksi.

Lähteet

- Achhami, A. Bhandari, S. Chhetri, P. Bahadur, D. Kandel, D. Khatri, S. Modi, B. Pakka, S. Parajuli, N. Shrestha, P. Timilsina, H. 2021. Current trends of food analysis, safety, and packaging. International journal of food science. Viitattu 29.2.2024. <https://downloads.hindawi.com/journals/ijfs/2021/9924667.pdf>
- Ada, E. Kazancoglu, Y. Ozbiltekin-Pala, M. Uzel, R.A. 2023. in the nexus of sustainability, circular economy and food industry: Circular food package design. Journal of Cleaner Production Volume 415 2023.
- Adnan, A. S. Davoudpour, Y. Dungani, R. Fazita, M.R.N. Haafiz, M.K.M. Hossain, S. Khalil, H.P.S.A. Paridah, M.T. Sarker, M.Z.I. Saurabh, C.K. Syakir, M. 2016. A review on nanocellulosic fibres as new material for sustainable packaging: Process and applications. Renewable & Sustainable Energy Reviews 64. Viitattu 29.2.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116303045#preview-section-cited-by>
- Aineiston analyysimenetelmät. 2009. Jyväskylän yliopisto. Koppa. Viitattu 25.1.2024. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmät>
- Akenji, L. Bengtsson, M. 2010. Is the Customer Really King? Stakeholder analysis for sustainable consumption and production using the example of the packaging value chain. Sustainable Consumption and Production in the Asia-Pacific Region: Effective Responses in a Resource Constrained World. Viitattu 18.3.2024. <https://www.jstor.org/stable/resrep00868.11?seq=1>
- Archer, S. Christgen, B. Gomes, H. Lag-Brotons, A. Purnell, P. Velenturf, A. 2019. Circular economy and the matter of integrated resources. Science of the Total Environment vol. 689 (2019).
- Arranz, E. Herbes, C. Camara Hurtado, R. Krauter, V. Marcos, B. Mielinger, E. Poças, F. Ruiz de Maya, S. Weinrich, R. 2024. Decision-making processes on sustainable packaging options in the European food sector. Journal of Cleaner Production 434. ScienceDirect. Viitattu 26.3.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623040763>
- Bandyopadhyay, S. Bhat, R. Sudheer, S. 2023. Sustainable polysaccharide and protein hydrogel-based packaging materials for food products: A review. International Journal of Biological Macromolecules 248. Viitattu 15.3.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014181302302740X?via%3Dihub>
- Barletta, M. Cicci, A. 2019. Catalysis, Green Chemistry and Sustainable Energy 179 New Technologies for Novel Business Opportunities. Elsevier.
- Beas, I. Ncube, L. Ogunmuyiwa, E. Ude, A. Zulkifli, R. 2021. An Overview of PlasticWaste Generation and Management in Food Packaging Industries. Recycling 2021. MDPI.
- Biomuoviopas. 2020. Muoviteollisuus ry, Muovipoli, NPC. Alan toimijoiden yhteinen opas biomuoveista.

Biomuovit. N.d. Muoviteollisuus Ry. Viitattu 12.3.2024. <https://www.plastics.fi/bio/>

Borowski, G. Klepka, T. Rydzkowski, T. Szczypiński, M. Thakur, V. Wróblewska-Krepsztul, J. 2018. Recent progress in biodegradable polymers and nanocomposite-based packaging materials for sustainable environment. International Journal of Polymer Analysis and Characterization. Viitattu 29.2.2024. https://www.researchgate.net/publication/324553072_Recent_progress_in_biodegradable_polymers_and_nanocomposite-based_packaging_materials_for_sustainable_environment

Boz, Z. Korhonen, V. Sand, C. 2020. Consumer Considerations for the Implementation of Sustainable Packaging: A Review. MDPI. Viitattu 18.3.2024. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2192>

Bugusu, B. Marsh, K. 2007. Food Packaging? Roles, Materials, and Environmental Issues. Journal of Food Science 72. Viitattu 7.3.2024. https://www.researchgate.net/publication/5850700_Food_PackagingRoles_Materials_and_Environmental_Issues

Butler, G. Carvill, M. Evans, G. 2021. Sustainable Marketing – How to drive profits with purpose. Bloomsbury publishing.

Charles, D. Kimman, L. 2023. Plastic Waste Makers Index 2023. Minderoo Foundation. Viitattu 12.3.2024. <https://cdn.minderoo.org/content/uploads/2023/02/04205527/Plastic-Waste-Makers-Index-2023.pdf>

Chu, B. Miguel, D. N.d. Sustainability in Packaging: A Pedersen & Partners Market Sector Report. Pedersen & Partners Executive Search. Viitattu 19.3.2024. https://www.pedersenandpartners.com/sites/default/files/press-releases/Sustainability%20in%20Packaging_FIN.pdf

Consumer packaging report 2011/2012. 2012. Packaging unwrapped. Rexam.

Da Luz Soares, G. De Freitas Netto, S. Ribeiro, A. Sobral, M. 2020. Concepts and forms of greenwashing: a systematic review. Environmental Sciences Europe volume 32. Viitattu. 4.3.2024. <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-020-0300-3>

Elintarvikepakkaukset ja ihmisten terveys - Fact Sheet. N.d. Food Packaging Forum. Viitattu 7.2.2024. <https://www.foodpackagingforum.org/fpf-2016/wp-content/uploads/2019/11/FPF-Fact-Sheet-A4-Finnish.pdf>

Elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvat muovit. N.d. Muoviteollisuus Ry. Internetartikkeli. Viitattu 12.3.2024. <https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit/elintarvikemuovit/>

Emanuel, N. Sandhu, H. 2019. Journal of Thin Films, Coating Science Technology and Application Volume 6 issue 3. Food packaging development: Recent perspective.

EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EY) N:o 1935/2004. 2004. Euroopan unionin virallinen lehti. Viitattu 7.2.2024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004R1935>

Eurostat Data browser. 2023. Recycling rates of packaging waste for monitoring compliance with policy targets, by type of packaging. Viitattu 20.4.2024. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waspacr/default/bar?lang=en

Glass Food Packaging. 2021. Food Packaging Forum. Viitattu 6.3.2024. https://www.food-packagingforum.org/fpf-2016/wp-content/uploads/2021/06/FPF_Factsheet_Glass_v1.pdf

Global Issues: Population. 2023. YK viralliset sivut. Viitattu 6.2.2024. <https://www.un.org/en/global-issues/population>

Global Metal Packaging Trends and Development. 2019. Smithers Pira. Viitattu 19.3.2024. <https://www.cantechthegrandtour.com/wp-content/uploads/Smithers-Pira.pdf>

Greenwashing. N.d. Sustainable Packaging Coalition. Viitattu 12.3.2024. https://sustainable-packaging.org/wp-content/uploads/2023/06/Public_SPC-Position-Statement_Greenwashing.pdf

Grönman, K. Katajuuri, J. Koivupuro, H. Nurmi, P. Silvenius, F. Soukka, R. Virtanen, Y. 2011. MTT Raportti 14 Elintarvikkeiden pakkausvaihtoehtojen ympäristövaikutukset. MTT Jokioinen. Viitattu 15.3.2024. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti14a.pdf>

Hapuwatte, B. Jawahir, I. 2019. A total life cycle approach for developing predictive design methodologies to optimize product performance. Procedia Manufacturing vol 33. Viitattu 7.2.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919304780>

Hirsjärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Tammi.

Hossain, N. Mahmud, Z. Mobarak, H. 2024. Emerging trends in biomaterials for sustainable food packaging: A comprehensive review. Heliyon 10 2024. CelPress. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024001531>

Huang, J. 2017. Sustainable Development of Green Paper Packaging. Canadian Center of Science and Education. Viitattu 19.3.2024. <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/ep/article/view/67060>

Hyytiäinen, I. 2023. Millainen on tulevaisuuden pakkaus, Stora Enson Samuli Savo? Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy verkkojulkaisu. Viitattu 7.3.2024. <https://verkkolehti.rinkiin.fi/millainen-on-tulevaisuuden-pakkaus-stora-enson-samuli-savo>

Kachook, O. 2024. Definition of Sustainable Packaging. Sustainable Packaging Coalition. Viitattu 24.1.2024. https://sustainablepackaging.org/wp-content/uploads/2024/01/SPC_Definition-of-Sust-Packaging_Landscape.pdf

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 234. Suomen yliopistopaino.

Keitä me edustamme? N.d. Suomen Pakkausyhdistys. Viitattu 26.3.2024. <https://www.pakkaus.com/suomen-pakkausyhdistys/keta-me-edustamme/>

- Larsen, H. Møller, H. Pettersen, M. Svanes, E. 2010. Sustainable packaging design: A holistic methodology for packaging design. Packaging Technology and Science 23. Wiley InterScience. Viitattu 19.3.2024. https://www.researchgate.net/publication/230285434_Sustainable_packaging_design_A_holistic_methodology_for_packaging_design
- Lehtinen, L. 2021. Kestävä pakkaus. Suomen pakkausyhdistys ry.
- Mannila, M. 2021. Kirjallisuuskatsaus opinnäytetyön muotona. Viitattu 25.1.2024. <https://energia.vamk.fi/osaaminen/kirjallisuuskatsaus-opinnaytetyon-muotona/>
- Martin, D. Schouten, J. 2012. Sustainable marketing. Pearson Education.
- Matuana, L. Stark, N. 2021. Trends in sustainable biobased packaging materials: a mini review. Materials Today Sustainability 15. Elsevier. Viitattu 19.3.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589234721000257?via%3Dihub>
- Metal Food Packaging. 2021. Food Packaging Forum. Viitattu 5.3.2024. https://www.food-packagingforum.org/fpf-2016/wp-content/uploads/2021/06/FPF_Factsheet_Metal_v1.pdf
- Muovi ja ympäristö. N.d. Muoviteollisuus Ry. Internetartikkeli. Viitattu 12.3.2024. https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit_ja_ymparisto/
- Muovit ja kestävä kehitys. N.d. Muoviteollisuus Ry. Internetartikkeli. Viitattu 12.3.2024. https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit_ja_ymparisto/kestava_kehitys/
- Niemelä, V. 2023. Tulevaisuuden muovipakkaus: Bernerillä panostetaan kierrätysmuoviin. Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy verkkojulkaisu. Viitattu 7.3.2024. <https://verkkolehti.rinkiin.fi/tulevaisuuden-muovipakkaus-bernerilla-panostetaan-kierratysmuoviin>
- Ojha, A. Ojha, S. Sharma, A. Sihag, M. 2015. Food packaging – materials and sustainability-A review. Agricultural Reviews 36. ResearchGate. Viitattu 19.3.2024. https://www.researchgate.net/publication/282512049_Food_packaging_-_materials_and_sustainability-A_review
- Okafor, J. 2022. Environmental Impact Of Cardboard. Viitattu 23.1.2024. <https://www.trvst.world/environment/environmental-impact-of-cardboard/>
- Packaging statistics. 2020. Rinki Oy. Viitattu 27.3.2024. <https://rinkiin.fi/en/about-rinki/packaging-statistics/>
- Packaging Waste 101: The Problem. Supply Chain Solutions Center. Verkkartikkeli. Viitattu 12.3.2024. <https://supplychain.edf.org/resources/sustainability-101-packaging-waste-the-problem/>
- Packaging waste 101: the solutions. Supply Chain Solutions Center. Verkkartikkeli. Viitattu 12.3.2024. <https://supplychain.edf.org/resources/sustainability-101-packaging-waste-solutions/>

Packaging waste statistics. 2023. Eurostat. Viitattu 24.1.2024. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Packaging_waste_statistics

Paper based packaging trends to 2019. 2015. Smihers Pira. Smithers information Ltd. Viitattu 19.3.2024. <https://www.fordaq.com/newsletter/119939/Asia%20Pulp%20&%20Paper%20-%20Rapport%20Smithers%20Pira%20Paper-based%20Packaging%20Trends%20to%202019.pdf>

Paper & Board Food Packaging. 2021. Food Packaging Forum. Viitattu 4.3.2024. https://www.foodpackagingforum.org/fpf-2016/wp-content/uploads/2021/06/FPF_Factsheet_Paper_Board_v1.pdf

Parker, L. 2018. Fast facts about plastic pollution. National geographic. Viitattu 23.1.2024. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/plastics-facts-infographics-ocean-pollution>

Plamondon, C. Sinha, J. 2017. Life Without Plastic. Page Street Publishing.

Plastic Food Packaging. 2021. Food Packaging Forum. Viitattu 9.2.2024. https://www.foodpackagingforum.org/fpf-2016/wp-content/uploads/2021/06/FPF_Factsheet_Plastic_v1.pdf

Rosa, M. Siracusa, V. 2018. Sustainable Packaging. Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry. Viitattu 18.3.2024. https://www.researchgate.net/publication/322808541_Sustainable_Packaging

Safdie, C. 2023. Global food waste in 2024. Greenly. Viitattu 1.2.2024. <https://greenly.earth/en-us/blog/ecology-news/global-food-waste-in-2022>

Salminen, Ari. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus. Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopisto.

Soini, K. Tapiola, T. Varho, V. 2023. Exploring visions and vision clusters of sustainable food packaging - The case of Finland. Futures 149 (2023). Viitattu 13.3.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328723000617?via%3Dihub>

Säilä, A. 2017. Pakkaus. Pakkaus on välttämätön hyvä, ei välttämätön paha. Suomen pakkausyhdistys. Kajaani 17.1.2017

The New Plastics Economy Global Commitment. 2023. YK viralliset sivut. Viitattu 6.2.2024. <https://www.unep.org/new-plastics-economy-global-commitment>

Trends in Solid Waste Management. 2024. WHAT A WASTE 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. The World Bank. Viitattu 19.3.2024. https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html

Tuomi, J, Sarajärvi, A. 2011. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Tammi.

Tura, N. Turkcu, D. 2023. The dark side of sustainable packaging: Battling with sustainability tensions. Sustainable Production and Consumption 40. Viitattu 15.3.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235255092300163X?via%3Dihub>

Urmas, I. 2019. Kuinka kiertotalouteen siirrytään: mitä tapahtuu seuraavaksi, kiertojen sulkemisen mekanismit ja kukkulalle kipuaminen. Viitattu 20.4.2024. <https://www.ethica.fi/kuinka-kiertotalouteen-siirrytaan-mita-tapahtuu-seuraavaksi-kiertojen-sulkemisen-mekanismit-ja-kukkulalle-ki-puaminen/>

Vuorela, J. 2022. Tärkeä luku: Pakkausjätteen kierrätysaste ei romahtanut, vaikka laskentatapa tiukkeni. Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy verkkojulkaisu. Viitattu 7.3.2024. <https://verkko-lehti.rinkiin.fi/pakkausjate-kierratysaste>

Vuori, J. N.d. Tutkimusetiikka ihmistieteissä. Tietoarkisto. Viitattu 28.1.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusetiikka/tutkimusetiikka-ihmistieteissa/>

Wagner, C. Metal Food Packaging. 2012. Food Packaging Forum. Viitattu 5.3.2024. <https://www.foodpackagingforum.org/food-packaging-health/food-packaging-materials/metal>

Walsh, S. 2024. The Future of Packaging: Long-term Strategic Forecasts to 2030. Smithers. Viitattu 23.1.2024. <https://www.smithers.com/Services/market-reports/packaging/packaging-long-term-strategic-forecasts-to-2028>

Weetman, C. 2021. A circular economy handbook: how to build a more resilient, competitive and sustainable business.

What is Circular Economy? N.d. Ellen MacArthur Foundation. Viitattu 6.2.2024. <https://www.ellen-macarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

What is Sustainable Development? 2023. YK Viralliset sivut. Viitattu 6.2.2024. https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2023/08/SustDev_Explainer.pdf