



Mariam Meseh

# Astiavaihtoehtojen ja materiaalien kiertotalous ja vastuullisuus tapah- tumissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

13.5.2024

## Tiivistelmä

Tekijä(t):	Mariam Meseh
Otsikko:	Astiavaihtoehtojen ja materiaalien kiertotalous ja vastuullisuus tapahtumissa
Sivumäärä:	36 sivua
Aika:	13.5.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Bio- ja kemiantekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Kemiantekniikka
Ohjaaja(t):	Yliopettaja Riitta Lehtinen

---

Tapahtumissa, festivaaleilla ja muissa tilaisuuksissa käytetään erilaisia astiavaihtoehtoja, jotka vaihtelevat kertakäyttöisten ja uudelleenkäytettävien välillä. Astioiden valintaan vaikuttavat tapahtuman luonne, tila ja osallistujamäärä.

Kertakäyttöastioita valmistetaan pääasiassa erilaisista muoveista. Biomuovit, jotka on valmistettu uusiutuvista raaka-aineista ja hajoavat biologisesti paremmin kuin perinteiset muovit, tarjoavat ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon kertakäyttöisille astioille. Lisäksi uudelleenkäytettävät astiat, kuten lasi ja metalliastiat, ovat kestäviä vaihtoehtoja, jotka vähentävät jätteen määrää ja edistävät resurssitehokkuutta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, miten eri astianvaihtoehdot vaikuttavat ympäristöön ja osallistujien käyttäytymiseen tapahtumissa. Työssä analysoidaan eri materiaalien ympäristövaikutuksia ja verrataan kertakäyttöisten ja uudelleenkäytettävien astioiden käyttöä tapahtuman jätteen määrän ja laadun näkökulmasta.

Työn analyysin perusteella suositellaan ensisijaisesti kestäviä, pestäviä astioita, jotka vähentävät jätteen määrää ja ovat ympäristön kannalta kestäviä valintoja. Jos tapahtuman luonne ei tue kestoastioiden käyttöä, suositellaan biomuoveista tai kartongista valmistettuja kertakäyttöastioita. Nämä materiaalit hajoavat ympäristössä nopeammin kuin perinteiset muovit ja ovat siten ympäristöystävällisempi vaihtoehto.

Hanke tukee Espoon kaupungin "Kaikki muovi kiertää" -hanketta ja on osa Smart & Clean -säätien laajempaa toimintaa. Opinnäytetyön tulokset antavat arvokasta tietoa siitä, miten astiavalinnat voivat edistää kestävä kehitystä ja resurssitehokkuutta suurissa yleisötapahtumissa.

Avainsanat: biomuovit, kertakäyttöiset astiat, uudelleenkäytettävät astiat

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author(s): Mariam Meseh  
Title: Circular Economy and Sustainability of Tableware Options and Materials in Events  
Number of Pages: 36 pages  
Date: 13 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Biotechnology and Chemical Engineering  
Specialisation option: Chemical Engineering  
Instructor(s): Riitta Lehtinen, Senior Teacher

---

At events, festivals, and other gatherings, a variety of tableware options are used, ranging between disposable and reusable. The selection of dishes is influenced by the nature of the event, the venue, and the number of participants.

Disposable tableware is primarily made from various plastics. Bioplastics, which are made from renewable raw materials and biodegrade better than traditional plastics, offer a more environmentally friendly option for disposable tableware. In addition, reusable tableware, such as glass and metal, are durable alternatives that reduce waste and promote resource efficiency.

The purpose of the thesis was to investigate how different tableware options affect the environment and participant behavior at events. The thesis analyzes the environmental impacts of different materials and compares the use of disposable and reusable tableware, from the perspective of the quantity and quality of event waste.

On the basis of the analysis, the thesis primarily recommends durable, washable tableware that reduces the amount of waste and are sustainable alternatives for the environment. If the nature of the event does not support the use of durable tableware, disposable tableware made of bioplastics or cardboard are recommended. These materials decompose faster in the environment than traditional plastics and are therefore a more environmentally friendly option.

The project that commissioned this thesis supports the City of Espoo's "All Plastic Recycles" initiative and is part of the broader activities of the Smart & Clean Foundation. The results of the thesis provide valuable information on how tableware choices can promote sustainable development and resource efficiency at large public events.

Keywords: bioplastics, disposable tableware, reusable tableware

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Astioiden käyttö tapahtumissa ja kiertotalous	2
2.1	Kiertotalous Suomessa	5
2.2	Kertakäyttöiset astiat	5
2.3	Uudelleenkäytettävät astiat	7
3	Materiaalivaihtoehdot	8
3.1	Muovit	8
3.1.2	Biopohjaiset ja biohajoavat muovit	11
3.1.3	Kompostoituvat muovit	13
3.2	Kartonki	14
3.3	Lasi	15
3.4	Metallit	17
3.5	Monikerrosmateriaalit	19
4	Materiaalien kierrätys	19
4.1	Muovien kierrätys	21
4.2	Kartongin kierrätys	22
4.3	Lasin kierrätys	23
4.4	Metallien kierrätys	25
4.5	Monikerrosmateriaalin kierrätys	26
5	Lainsäädäntö	27
6	Tulokset	29
7	Yhteenveto	32
8	Lähteet	33

# 1 Johdanto

Opinnäytetyö käsittelee astiavaihtoehtojen ja materiaalien kiertotaloutta ja vastuullisuutta tapahtumissa. Tapahtumissa on perinteisesti luotettu kertakäyttöisiin astioihin ja pakkausmateriaaleihin, joiden ympäristövaikutukset ovat merkittäviä. Kiertotalouden periaatteiden mukaiset toimintatavat tarjoavat mahdollisuuksia näiden vaikutusten vähentämiseen. Tässä työssä pyritään tunnistamaan ja arvioimaan erilaisia kestäviä materiaalivaihtoehtoja, jotka voivat korvata perinteiset kertakäyttötuotteet ja edistää tapahtumateollisuuden ympäristövastuullisuutta.

Hyvällä suunnittelulla ja ympäristönäkökohtien huomioimisella voidaan vähentää haittoja. Kun tapahtuma järjestetään ympäristötietoisesti, se ei ainoastaan paranna tapahtuman julkisuuskuvaa, vaan myös tarjoaa kävijöille miellyttävämmän ympäristön nauttia tapahtumasta.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka erilaisia astioita voidaan kierrättää ja uusiokäyttää, sekä määrittää, mitkä materiaalit ja toimintatavat ovat kestäviä ja vastuullisia tapahtumien kontekstissa. Myös tutkitaan eri materiaalivaihtoehtojen, kuten fossiilisten, biohajoavien, komposiittien ja pahvin, uusiokäyttöä ja kierrätettävyyttä. Lisäksi pyritään arvioimaan näiden vaihtoehtojen ympäristövaikutuksia ja löytämään tutkimuksiin perustuvaa näyttöä, joka tukee kestävämpiä materiaalivalintoja ja toimintatapoja.

Työssä tarkastellaan yleisimmin käytettyjä astiavaihtoehtoja ja materiaaleja, niiden kierrätettävyyttä ja uusiokäyttömahdollisuuksia sekä erityisesti niiden soveltuvuutta tapahtumien tarpeisiin. Tutkimus pyrkii tarjoamaan tapahtumajärjestäjille konkreettisia suosituksia, joilla he voivat parantaa toimintansa vastuullisuutta ja vähentää tapahtumiensa ympäristövaikutuksia.

## 2 Astioiden käyttö tapahtumissa ja kiertotalous

Tapahtumat piristävät kaupungin ilmapiiriä ja tarjoavat asukkaille mukavaa vaihtelua arkeen. On tärkeää, että tapahtumia järjestetään kaupunkilaisten nautintoa varten, mutta samalla tulee huolehtia ympäristön suojelemisesta. Tällaiset tapahtumat voivat kuitenkin kuormittaa ympäristöä monella tapaa, esimerkiksi lisääntyneen jätteen, suuremman energiankulutuksen, alueen roskaantumisen, maaperän kulutuksen, melun ja lisääntyneen liikenteen muodossa. Helsingin rakennusviraston mukaan suuren tapahtuman, jossa on 50 000 kävijää, ruoka- ja juomatarjoilu voi tuottaa kuudesta kahteentoista kuorma-autollista jätettä. [1, s. 6.]

Astiavalinta on merkittävä tekijä tapahtumien ympäristövaikutuksissa ja kustannustehokkuudessa. Kertakäyttöiset muovi- ja pahviastiat tarjoavat nopean ratkaisun ruoan tarjoiluun suurille joukoille, mutta ne tuottavat paljon jätettä ja raskaita ympäristöä. Kestävämmät, uudelleenkäytettävät astiat kuten lasi ja metalli vaativat enemmän resursseja, kuten pesua ja kuljetusta, mutta ovat ekologisempia. Uudet innovaatiot, kuten biohajoavat tai kompostoituvat astiat, tarjoavat näiden kahden vaihtoehdon välimuodon: ne hajoavat luonnossa ja vähentävät jäännösjätteen määrää. [1, s. 12.]

Tapahtuman järjestäjien tulee pyrkiä vähentämään jätettä ensisijaisesti suosimalla kestoastioita. Jos uudelleenkäyttö ei ole mahdollista, on tärkeää, että käytetty materiaali on kierrätyskelpoista. Lisäksi tapahtuma-alueelle tulee sijoittaa riittävästi siistejä ja hyvin huollettuja jätteidenkeräyspisteitä. Kuvan 1 selittämä ruoan ja juomien tarjoilu tuottaa tyypillisesti eniten jätettä tapahtumissa, jopa 50–110 grammaa per osallistuja tapahtuman luonteen, kävijämäärän ja keston mukaan. [1, s. 12.]

Kävijämäärä	Jättemäärä (kg)	Jättemäärä (m <sup>3</sup> )
100	5 – 11	0,2 – 0,4
1000	50 – 110	2 – 4
10 000	500 – 1100	20 – 40
100 000	5000 – 11 000	200 – 400

Kuva 1. Jättemäärät kävijämäärien mukaan [1, s. 13].

Helsingin kaupunki rakennusviraston tiedon perusteella tapahtumien aikana syntyvä jäte koostuu pääasiassa 53 %:sta biojätettä, 36 %:sta sekajätettä ja 11 %:sta keräyskartonkia ja pahvia. Kun tapahtumassa tarjoillaan ruokaa, on erityisen tärkeää panostaa suurimpien jätelajien, kuten pahvin, biojätteen ja energia- tehokkaasti hyödynnettävän jätteen, tehokkaaseen lajitteluun ja kierrätykseen. Mikäli yksittäinen jätelaji ylittää tapahtumassa 50 kg:n rajan, se tulee kerätä ja käsitellä asianmukaisesti ympäristövaikutusten minimoimiseksi. [1, s.13.]

### Kiertotalous

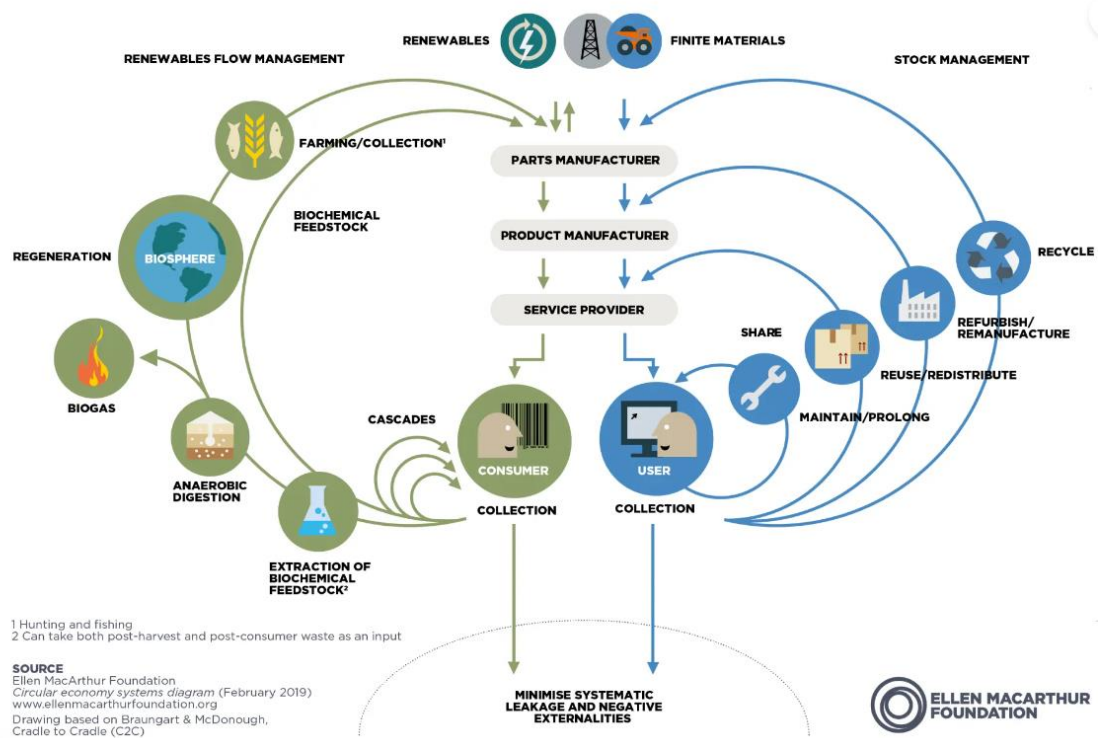
Kiertotalous on innovatiivinen järjestelmä, jonka tarkoituksena on jätteen eliminointi ja luonnon uusiutumiskyvyn edistäminen. Tämä järjestelmä pyrkii pidentämään tuotteiden ja materiaalien elinkaarta useiden keinojen kautta: huolto, uudelleenkäyttö, kunnostus, uudelleenvalmistus, kierrätys ja kompostointi. Kiertotalouden keskeinen tavoite on vastata ilmastonmuutokseen ja muihin maailmanlaajuisiin haasteisiin, kuten biologisen monimuotoisuuden vähenemiseen, jätteongelmiin ja ympäristön saastumiseen. Lisäksi se pyrkii irrottamaan taloudellisen kasvun riippuvuuden rajallisista luonnonvaroista, edistäen näin kestävästä kehitystä. [2, s. 5.]

Ellen MacArthurin säätiön (kuva 2) mukaan kiertotalous perustuu kolmeen periaatteeseen:

1. Energiankäytön monipuolisuutta ja uusiutuvuutta tuotantoprosesseissa sekä tuotteiden uudelleenkäytössä. Tämä lähestymistapa vähentää riippuvuutta

yksittäisistä resursseista, mikä lisää koko järjestelmän joustavuutta ja kestävyyttä. [2, s. 5.]

2. Kiertotalous pitää materiaalit ja tuotteet jatkuvassa käytössä useissa muodoissa. Tässä järjestelmässä materiaalit jaetaan kahteen luokkaan: bioperäisiin raaka-aineisiin, jotka seuraavat biologista kiertoa, ja neitseellisiin materiaaleihin, jotka osallistuvat tekniseen kiertoon. Tämä lähestymistapa edistää resurssien jatkuvaa ja tehokasta käyttöä. [2, s. 7.]
3. Jätteen ja päästöjen minimoimiseen tähtäävä suunnittelu on keskeistä kiertotaloudessa, jossa jätettä ei synny lainkaan. Tuotteet ja aineet on suunniteltu niin, että ne voidaan hyödyntää uudelleen poistamalla jätteen käsitteen kokonaan. [2, s. 7.]



Kuva 2. Ellen MacArthurin säätiön mukainen kuva kiertotaloudesta [2, s. 6].

## 2.1 Kiertotalous Suomessa

Suomessa kiertotalouden edistämiseen on kiinnitetty huomiota useilla tasoilla. Vuonna 2016 Sitra, Suomen itsenäisyyden juhlarahasto, julkaisi maailman ensimmäisen kiertotalouden tiekartan. Tämä tiekartta korostaa yksilöiden ja yritysten roolia, uudenlaisten kumppanuuksien merkitystä, asenteiden ja toimintatapojen muutosta sekä toimintaympäristön kehittämistä kiertotalouden näkökulmasta. [3.]

Lisäksi Suomen hallitusohjelma tunnistaa maan roolin kiertotalouden kärki-maana edistettäväksi. Hallituksen strategisessa ohjelmassa on asetettu tavoite muuttaa kiertotalous Suomen talouden uudeksi perustaksi vuoteen 2035 mennessä. Ohjelma sisältää konkreettisia tavoitteita ja mittareita, jotka tukevat kiertotalouden kehittämistä ja systeemisen muutoksen toteutumista. [3.]

Eriyisen merkittävänä askeleena Suomi on maailman ensimmäisenä valtiona asettanut rajan luonnonvarojen absoluuttiselle käytölle. Kiertotalousohjelman mukaisesti vuonna 2035 primääriraaka-aineiden kotimainen kokonaiskulutus ei saa ylittää vuoden 2015 tasoa. Lisäksi resurssituottavuuden on tarkoitus kaksinkertaistua vuodesta 2015 vuoteen 2035, ja materiaalien kiertotalousasteen on määrä kaksinkertaistua samassa ajanjaksossa. Kiertotalouden kehitystä seurataan käyttäen erilaisia indikaattoreita, joiden tuottamisesta vastaa osittain Tilastokeskus kiertotalousliiketoiminnan indikaattoreiden osalta. [3.]

## 2.2 Kertakäyttöiset astiat

Kertakäyttöastiat ovat nykypäivän nopein ja helpoin keino ruokailuun, mutta ne tuovat mukanaan sekä etuja että haasteita. Niiden käytännöllisyydestä ja elintarviketurvallisuutta parantavista ominaisuuksista huolimatta niiden ympäristövaikutukset ovat herättäneet keskustelua ja johtaneet biohajoavien ja kompostoitavien vaihtoehtojen kehittämiseen. [4.]

Uudelleenkäytettäviin astioihin verrattuna kertakäyttöastiat poistavat rikkoutumisen riskin ja säästävät puhdistusaikaa. Yksi suurimmista eduista on niiden kyky

tarjota parempi elintarviketurvallisuus, sillä ne eliminoidaan käytön jälkeen vähentäen tehottoman pesun jälkeen jäävien taudinaiheuttajien riskiä. Kuitenkin haasteet, kuten niiden rajalliset kierrätysmahdollisuudet ja ympäristövaikutukset, ovat ajaneet tarvetta etsiä kestävämpiä ratkaisuja. [4.]



Kuva 3. Eri kertakäyttöiset astiat [4].

Biohajoavia ja kompostoitavia kertakäyttövälineitä valmistetaan monenlaisista materiaaleista, kuten kuvassa 3. PLA, eli polyaktidi joka valmistetaan maissi-tärkkelystä, kartonki, puu, sokeriruoko, palmun lehti, Chinet-selluloosamassa ja bambu ovat esimerkkejä materiaaleista, joista voidaan valmistaa ympäristöystävällisempiä kertakäyttöisiä astioita. Nämä materiaalit tarjoavat kestävämmän vaihtoehdon, sillä monet niistä hajoavat luonnossa tai voidaan kompostoida, mikä vähentää niiden pitkäaikaista vaikutusta ympäristöön. [4.]

Puusta ja bambusta valmistetut astiat ovat sekä biohajoavia että kompostoitavia, ja niiden valmistuksessa käytetään usein uusiutuvia resursseja. Samoin sokeriruosta ja palmun lehdistä valmistetut astiat ovat kestäviä ja estetiikan lisäksi ne tarjoavat ympäristöä säästävän vaihtoehdon. Sokeriruoko on nopeasti

uusiutuva raaka-aine, ja palmun lehdet ovat sivutuote, jonka hyödyntäminen ei edellytä lisäpuun kaatamista. [4.]

Kartonki on toinen yleinen materiaali, jota käytetään laajalti kertakäyttöastioissa. Vaikka se ei välttämättä ole yhtä kestävä kuin muoviset tai vaahtomuoviset vaihtoehdot, se on kevyt ja usein kierrätettävää. Kartongista valmistetut astiat voidaan päällystää esimerkiksi vesipohjaisella komposiittilakkauksella, joka tekee niistä kestävämpiä ja öljynkestäviä. Tämä tekee niistä sopivan vaihtoehdon esimerkiksi rasvaisille ruoille. [4.]

Muoviset ja vaahtomuoviset astiat, vaikka niiden käytännöllisyys on kiistatonta, aiheuttavat huomattavia ympäristöhaasteita. Niiden kierrätysaste on alhainen, ja ne voivat kestää ympäristössä satoja vuosia hajotakseen. Lisäksi ne eivät ole yhtä ympäristöystävällisiä kuin monet muut materiaalit. [4.]

### 2.3 Uudelleenkäytettävät astiat

Uudelleenkäytettävien astioiden rooli kiertotaloudessa on merkittävä, sillä ne vähentävät jätteen määrää ja lisäävät resurssitehokkuutta. Tavoitteena on pitää astiat käytössä mahdollisimman pitkään kunnostuksen, korjauksen ja uudelleenkäytön avulla, mikä on linjassa Suomen kiertotalouden strategian kanssa. [5.]

Astioiden pitkäikäisyyden ja uudelleenkäytön edistäminen alkaa jo suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi ekosuunnittelusääntely voi kannustaa valmistajia ottamaan huomioon tuotteiden korjattavuuden ja varaosien saatavuuden. Tämä tarkoittaa, että kuluttajille tarjotaan mahdollisuus korjata tai päivittää tuotteensa uuden ostamisen sijaan, mikä pidentää tuotteiden elinkaarta. [5.]

Uudelleenkäyttö tarkoittaa tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen alkupe räiseen tarkoitukseen. Uudelleenkäytön valmistelu, kuten tuotteen puhdistaminen tai korjaaminen, mahdollistaa sen, että tuote voi jatkaa käyttöä ilman lisäkäsittelyä. Tämä prosessi edellyttää, että käytöstä poistettuja tuotteita ei käsitellä jätteenä, vaan resurssina, joka odottaa uudelleenkäyttöä. [5.]

Valmistajien velvollisuutena on varmistaa, että tuotteet ovat kestäviä ja niiden materiaalit ovat uudelleenkäytettäviä. Lisäksi tuotteisiin tulee merkitä selkeästi niiden ominaisuudet ja käsittelyohjeet, jotka ohjaavat kuluttajia lajittelemaan ja huoltamaan tuotteita oikein. Tällä tavoin astiat voidaan palauttaa käyttöön uudelleenkäyttöä varten tai ohjata oikeaoppisesti kierrätykseen. [5.]

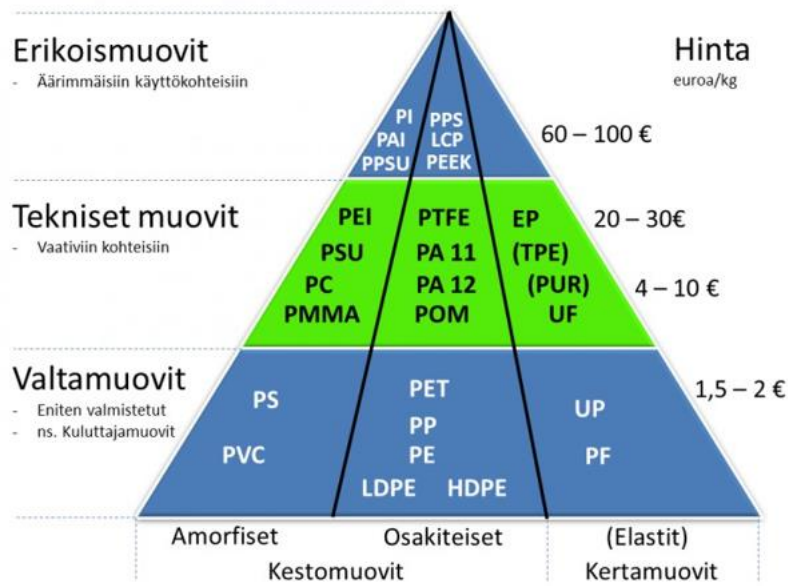
Jätteen kerääjillä, kuten kunnilla ja tuottajilla, on velvollisuus tarjota uudelleen­käytön valmistelua harjoittaville yrityksille pääsy soveltuvaan jätteeseen, jotta materiaalit saadaan tehokkaasti takaisin kiertoon [5.] Jätelain (646/2011) mukaan erilliskerättyä jätettä, kuten käytöstä poistettuja astioita, ei tule toimittaa polttoon tai kaatopaikalle, mikäli uudelleen­käyttö tai kierrätys on mahdollista. [6.]

Näiden toimien kautta uudelleen­käytettävät astiat edistävät kiertotalouden periaatteita, vähentävät ympäristövaikutuksia ja tukevat kestäväää kulutusta. Tämä ei ainoastaan pidennä astioiden käyttöikää, vaan myös säästää luonnonvaroja ja edistää ympäristön hyvinvointia. [5.]

### **3 Materiaalivaihtoehdot**

#### **3.1 Muovit**

Muoveja luokitellaan kolmeen pääluokkaan: valtamuovit, tekniset muovit ja erikoismuovit. Nämä jaetaan edelleen kestormuoveihin ja kertamuoveihin, mikä riippuu niiden käyttäytymisestä prosessoinnin aikana (kuva 4). Kertamuovit eivät muovaudu uudelleen kerran annetun muodon jälkeen, toisin kuin kestormuovit, joita voidaan sulattaa ja muotoilla uudelleen. Kestomuovit luokitellaan lisäksi amorfeihin, jotka ovat läpinäkyviä, ja osakiteisiin, jotka eivät ole läpinäkyviä. Elastiset muovit, jotka muistuttavat ominaisuuksiltaan kumeja, kuuluvat myös tähän jaotteluun. [7.]



Kuva 4. Muovien luokitus [7].

Muovit ovat erittäin monipuolisia ja niiden ominaisuudet vaihtelevat suuresti: jotkin kestävät korkeita lämpötiloja, toiset johtavat tehokkaasti sähköä, ja jotkut ovat erittäin vastustuskykyisiä syövyttävälle kemikaaleille. Nämä ominaisuudet tekevät muoveista erinomaisen valinnan erilaisten astioiden ja pakkausten valmistukseen. [7.] Kuvassa 5 on esitetty yleisempiä pakkausmuovimateriaaleja ja niiden ominaisuuksia.

MATERIAALI-MERKINTÄ	NIMI	YLEISET OMINAISUUDET	ESIMERKKEJÄ KÄYTTÖKOhteista JA LAJITTELUSTA
	Polyeteeni-tereftalaatti	Kirkas, kova, kemikaaleja kestävä	Virvoitusjuoma- ym. pullot. Pantilliset pullot kauppojen automaateihin. Muut muovinkeräykseen.
	Polyeteeni high-density	Samea tai värillinen, joustava, vahamainen pinta	Mehupullot, virvoitusjuomakorit.
	Polyvinyyl-kloridi	Erittäin monimuotoinen ja -piirteinen	Putket, letkut, rakennusmateriaalit. Harvoin pakkausmateriaalia
	Polyeteeni low-density	Pehmeä, joustava, vahamainen pinta	Muovikassit, pussit, kalvot. Muovinkeräykseen
	Polypropeeni	Jäykkä, sitkeä, hyvin monikäyttöinen	Narut, rasiat, kalvot, pehmusteet. Muovinkeräykseen
	Polystyreeni	Lasin kirkas tai värjätty, hauras, vaahdotettu (EPS)	Rasiat, purkit, pehmusteet. Muovinkeräykseen
	Muut	Kaikkien ylläolevien yhdistelmät ja muut materiaalit	Jos yli puolet pakkauksesta on muovia laita muovinkeräykseen.

Kuva 5. Pakkausmuovimateriaalien merkinnät, ominaisuudet, käyttö- ja hyötykäyttöesimerkkejä [8.]

Astioiden valmistuksessa käytettävät muovit ovat joko biohajoavia tai biopohjaisia. Biohajoavat muovit hajoavat luonnollisesti biologisissa prosesseissa, ja niiden raaka-aineena voi olla sekä uusiutuvia että fossiilisia lähteitä [7.]

### 3.1.1 Biomuovit

Biomuovit voidaan luokitella raaka-aineen alkuperän ja niiden luontoon hajoavuuden perusteella. Perusteena käytetään, ovatko muovit fossiilista tai biopohjaista alkuperää sekä sitä, hajoavatko ne luonnossa. Tämän takia termi "biomuovi" ei ole täysin yksiselitteinen. Biomuoveiksi nimetään biopohjaiset ei-biohajoavat muovit, biopohjaiset biohajoavat muovit sekä fossiiliset biohajoavat muovit. Fossiiliset ei-biohajoavat muovit eivät kuulu tämän luokittelun piiriin, kuten on esitetty kuvassa 6. [9, s. 9.]

<b>BIPOHJAISET</b> ei-biohajoavat muovit	<b>BIPOHJAISET</b> biohajoavat muovit
drop-in-biomuovit (esim. <b>bio-PE, bio-PET</b> ) uudet biomuovit	esim. <b>PLA, PHA</b>
<b>FOSSIILISET</b> ei-biohajoavat muovit	<b>FOSSIILISET</b> biohajoavat muovit
ns. perinteiset muovit esim. <b>PE, PP, PA</b>	esim. <b>PBAT, PCL</b>

Kuva 6. Muovien luokittelu niiden alkuperän ja biohajoavuuden mukaan [9, s. 9].

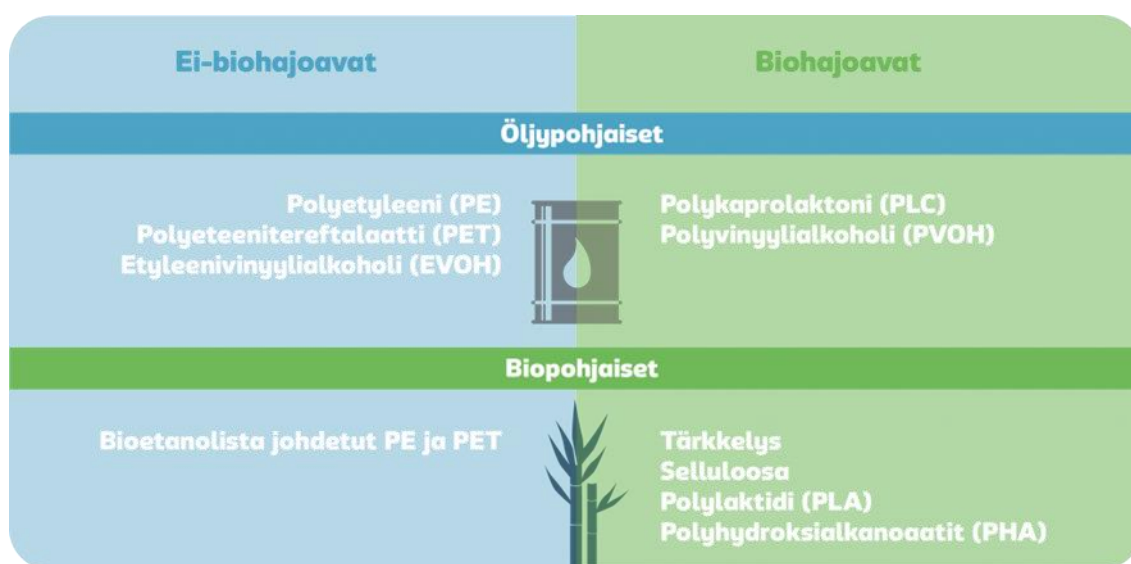
Muovien raaka-aineet voidaan jakaa kahteen pääryhmään: fossiilisiin ja biopohjaisiin. Fossiiliset muovit valmistetaan yleensä öljypohjaisista materiaaleista, kun taas biopohjaiset muovit tuotetaan uusiutuvista, biologisista lähteistä. Biopohjaisia muoveja on historiallisesti valmistettu nopeakasvuisista kasveista, jotka ovat runsaasti hiilihydraatteja sisältäviä, kuten sokeriruoko ja maissi. Kuitenkin vuosikymmenien saatossa on siirrytty pois syötävien kasvien käytöstä biomuovien valmistuksessa. Uudempia lähestymistapoja ovat muovien valmistaminen selluloosasta, ruoantuotannon sivutuotteista ja rehukasveista. Nykyaikaisissa menetelmissä suositaan biopohjaisten muovien raaka-aineina innovatiivisempia lähteitä, kuten leviä, hiilidioksidia ja metaania, mikä heijastaa kestävän kehityksen tavoitteita materiaalituotannossa. [9, s. 9–10.]

### 3.1.2 Biopohjaiset ja biohajoavat muovit

Elintarvikepakkausten ja astioiden materiaaleille asetetaan tiukat vaatimukset turvallisuuden, toiminnallisuuden ja kustannustehokkuuden näkökulmasta. Yleisesti käytetyt synteettiset muovit, jotka ovat peräisin öljystä, ovat suosittuja niiden monipuolisten ominaisuuksien ansiosta. [10.]

Muovit ovat muokattavissa monenlaisiin muotoihin ja tyypeihin: ne voivat olla joustavia tai kovia, ja niistä voidaan valmistaa esimerkiksi astioita, pusseja, pulloja ja pinnoitteita. Muovit ovat keveitä, helposti painettavia, ja usein läpinäkyviä. Ne tarjoavat myös hyviä suojaominaisuuksia, kuten veden- ja hapenkestävyyttä. Kuitenkin muovien haittapuolia ovat niiden pitkä hajoamisaika ja ympäristöön kohdistuvat vaikutukset, kuten vesistöjen saastuminen mikromuoveilla ja muilla jätteillä. [10.]

Tämän ongelman ratkaisemiseksi kehitetään uusia materiaaleja, jotka perustuvat uusiutuviin ja biohajoaviin raaka-aineisiin. Biopohjaiset muovit valmistetaan uusiutuvista, biologisista lähteistä, kun taas biohajoavat muovit hajoavat biologisesti hiilidioksidiksi ja vedeksi. On tärkeää ymmärtää, että biopohjaisuus ei automaattisesti tarkoita biohajoavuutta. [10.]



Kuva 7. Muovit lajiteltu biohajoaviin ja ei-biohajoaviin [10].

Perinteiset öljypohjaiset muovit, kuten polyetyyleeni (PE) ja polyetyleenitereftalaatti (PET), ovat yleisessä käytössä esimerkiksi kaupan kasseina ja juomapulloina. Vaikka nämä materiaalit ovat tehokkaita käytössä, ne eivät hajoa luonnossa helposti. Jotkut öljypohjaiset muovit, kuten polyvinyylialkoholi (PVOH), ovat kuitenkin biohajoavia ja sopivat esimerkiksi kompostoitavien jättepussien raaka-aineiksi, kuten kuvassa 7 on esitetty. [10.]

Biopohjaiset muovit, kuten bioetanolista jalostettu polyetyyleeni, ovat yhä yleisempiä. Esimerkiksi Suomessa maitotölkkien korkeissa käytetään jo bio-PE:tä, ja bio-PET on alkanut yleistyä virvoitusjuomapulloissa. Nämä materiaalit voidaan kierrättää samalla tavalla kuin niiden öljypohjaiset vastineet, eivätkä ne hajoa kompostoidessa. [10.]

Sekä biopohjaisia että biohajoavia ovat myös luonnonpolymeerit, kuten tärkkelyksestä ja selluloosasta valmistetut muovit sekä maitohapon polymeeri (PLA) ja mikrobien tuottamat polyhydroksialkanoaatit (PHA). Nämä materiaalit soveltuvat monenlaisten elintarvikkeiden pakkaamiseen ja ovat osa laajempaa kehitystä kohti ympäristöystävällisempiä pakkausratkaisuja. [10.]

### 3.1.3 Kompostoituvat muovit

Kompostoituvien muovien määritelmä perustuu tiukkoihin standardeihin, jotka varmistavat niiden turvallisen hajoamisen ja ympäristövaikutukset. Teollisen kompostoinnin osalta standardi EN 13432 määrittelee, että muovi on biohajoava, eli sen sisältämästä hiilestä vähintään 90 % tulee muuttua hiilidioksidiksi tietyssä ajassa. Tämän lisäksi, muovin on hajottava fyysisesti niin, että vähintään 90 % materiaalista on alle kahden millimetrin kokoisia paloja määrättyssä ajassa. Materiaali ei saa sisältää ekotoksisia aineita, eivätkä raskasmetallien pitoisuudet saa ylittää tiukkoja raja-arvoja, jotta se ei vahingoita kompostin laatua tai kompostointiprosessia. [9, s. 23.]

On tärkeää huomata, että vaikka tuote täyttää EN 13432- standardin vaatimukset, se ei automaattisesti tarkoita, että muovi olisi turvallinen käyttää astioissa. Astioiden käyttöä varten alhaisemmat lämpötilat voivat pidentää hajoamisprosessia merkittävästi verrattuna teollisuuskompostiin, jossa on korkeammat lämpötilat ja hallitummat olosuhteet. Tämä voi tarkoittaa, että teollisesti kompostoituvaksi hyväksytty muovi ei välttämättä hajoa kotioiloissa tai sen kompostointi kestää huomattavasti kauemmin. [9, s. 23.]

Lisäksi on huomionarvoista, että vaikka biopohjaiset muovit ovat usein kompostoituvia, niiden energiaa ei juurikaan saada talteen kompostointiprosessissa.

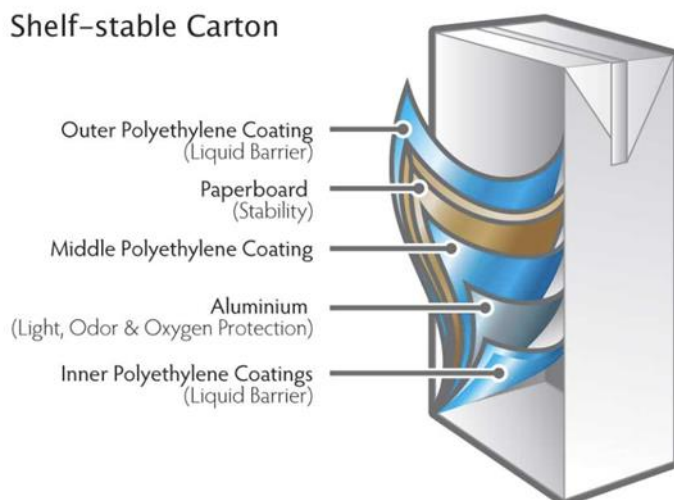
Sen sijaan poltettaessa nämä materiaalit katsotaan hiilineutraaliksi, sillä ne vapauttavat ilmakehään vain kasvien kasvun aikana sitomaa hiilidioksidia. Tämä erottaa ne fossiilipohjaisista muoveista, jotka lisäävät ilmakehän hiilikuormaa. [9, s. 23.]

### 3.2 Kartonki

Kartongin, paperin ja pahvin valmistus perustuu sellun eli puun käyttöön. Kartongin ominaisuuksia, kuten paksuutta ja jäykkyyttä, määritellään neliömassalla, joka kertoo, kuinka monta grammaa kartonki painaa neliometriä kohden.

Yleensä kartonkia valmistetaan 125–600 g neliometriä kohti. Kartonki eroaa paperista useamman kerroksen rakenteensa ansiosta, mikä tekee siitä kestävämpää ja antaa paremmat painatusominaisuudet erilaisten päällystyskäsittelyiden avulla. [11.]

Sisäpakkaukartongit jaetaan useisiin tyyppeihin riippuen niiden käyttötarkoituksesta ja materiaalin laadusta. Taivekartongit, joista monet tuotepakkaukset valmistetaan, koostuvat yleensä kolmesta kerroksesta: päällimmäisenä ja pohjimmalsena kerroksena on valkaistua sellua ja keskellä mekaanista sellua. Usein kartongin pinnat ovat savipäällystettyjä, mikä parantaa painojälkeä. Vaikka kartonki itsessään ei ole vedenpitävä ja voi ajan mittaan päästää läpi rasvaa, sitä voidaan käsitellä pinnoitteilla, jotka pitävät nesteet sisällä. Esimerkiksi monissa mehutölkeissä käytetään alumiinipinnoitetta, kun taas maitotölkeissä on ohut polyeteenimuovikerros. Nesteiden pakkaukset valmistetaan yleensä sellukartongista, joka on laminoitu estämään nesteen vuotaminen (kuva 8). [12.]



Kuva 8. Kartonkipakkaus, joka sisältää 74 % kartonkia, 22 % polyeteeniä ja 4 % alumiinia, on suunniteltu säilyttämään nesteitä huoneenlämmössä [12].

### 3.3 Lasi

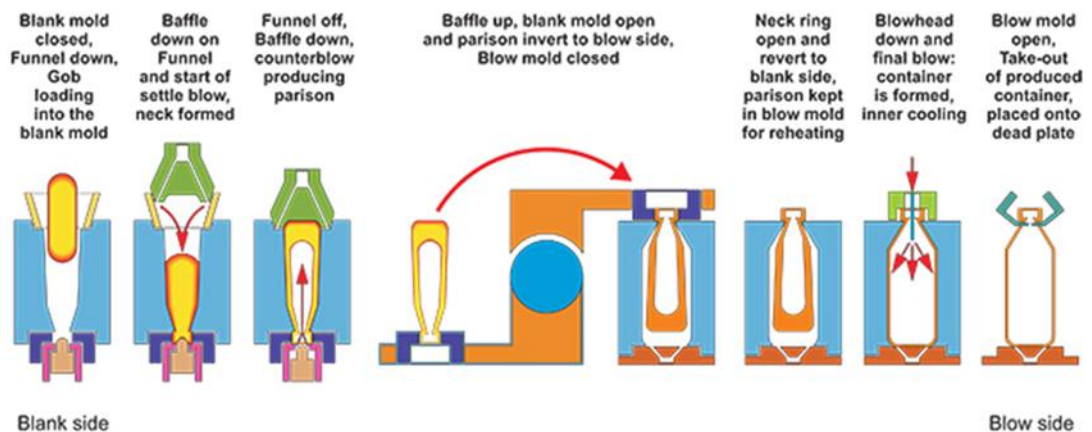
Lasi on yksi ihmiskunnan vanhimmista pakkausmateriaaleista, ellei vanhin. Tämä epäorgaaninen materiaali on yleensä läpinäkyvää tai läpikuultavaa, kovaa, haurasta ja niin tiivistä, että se ei läpäise kaasuja, liuoksia tai liuottimia. Jos lasi ei olisi raskasta, helposti särkyvää ja suhteellisen kallista, se olisi paras ja suosituin pakkausmateriaali. Lasipakkauksia käytetään kuitenkin laajasti astioiden, juoma-, elintarvike- ja lääketeollisuudessa, koska sen tiiveys ja inerttiys ovat arvokkaita ominaisuuksia. [13.]

Pakkauslasin valmistus alkaa luonnon raaka-aineiden, kuten hiekan, kalkin, soodan, maasälvän, magnesiumoksidin ja pienessä määrin kaliumoksidin sekoittamisesta. Nämä aineet sulatetaan yhdessä korkeassa lämpötilassa sulatusuunissa, jossa lasimassa saavuttaa tasaisen ja homogeenisen koostumuksen.

Kun lasimassa on sulanut kunnolla, seuraava vaihe on lasin muotoilu. Tämä tehdään joko paineilman avulla, kuten kuvassa 9, tai yhdistämällä puristin ja paineilma, kuten kuvassa 10, jolloin saadaan aikaan aikaan haluttu muoto. Muotoilun

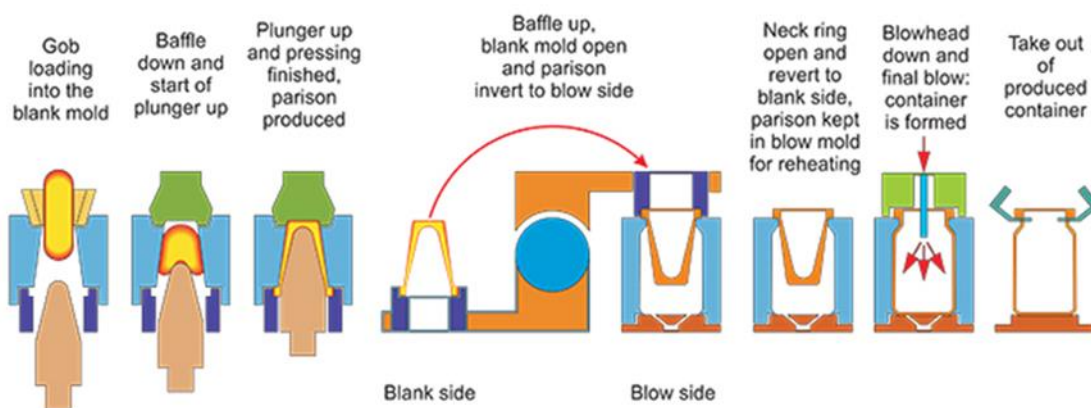
jälkeen lasiesine jäähdytetään hitaasti, mikä on tärkeää lasin rakenteen vakauden ja kestävyuden kannalta. [14.]

Jäähdytyksen jälkeen lasi käy läpi viimeistelyvaiheet, joissa mahdolliset epäta-saisuudet hiotaan pois ja lasin pinta saadaan sileäksi. Tämä varmistaa, että val-mis pakkauslasi täyttää käyttötarkoitukseensa liittyvät vaatimukset ja standardit. [13.]



Kuva 9. Lasipullon valmistus paineilmaa hyödyntäen [14].

Lasimassan muotoilua paineilmalla hyödynnetään yleisesti pienen suuaukon omaavissa lasipakkauksissa. [14.]



Kuva 10. Lasiastian valmistusprosessi hyödyntäen puristinta ja paineilmaa [14].

Lasiastioita valmistettaessa lasimassa muotoillaan ensin käyttäen puristinta ja paineilmaa, mikä on yleinen tapa tehdä suurempia suuaukkoja omaavia astioita. Muotoilun jälkeen valetut ja jäähtyneet lasiastiat kuumennetaan toistamiseen yli 800 asteen Celsius-lämpötilassa. Tämä lämpökäsittely, jota kutsutaan hehkutukseksi, auttaa lievittämään lasin sisäisiä jännityksiä, mikä parantaa astioiden kestävyttä. [14.]

Kestävyys edelleen parantamiseksi lasiastiat voidaan pinnoittaa materiaaleilla kuten polyeteenillä tai tinaoksidilla. Tämä pinnoitus lisää astioiden käytön kestävyttä ja tekee niistä soveltuvampia pitkäaikaiseen käyttöön. [14.]

Lasi on luonnostaan väritöntä, mutta värimuunnoksia voidaan luoda lisäämällä erilaisia aineita lasimassaan. Ruskea lasi syntyy, kun lasimassaan lisätään hiiltä. Vihreän lasin saavuttamiseksi massaan sekoitetaan kromia ja rautaa. Nämä kolme väriä – väritön, ruskea ja vihreä – ovat pakkauslasin yleisimpiä väri vaihtoehtoja. [13.]

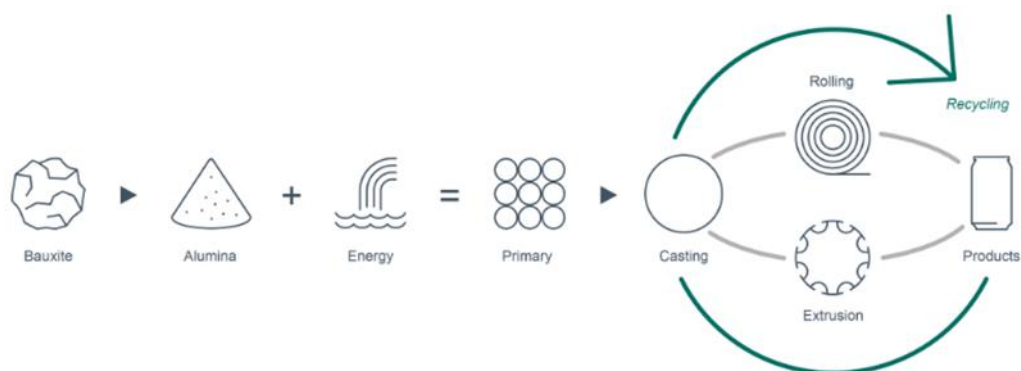
### 3.4 Metallit

Metallien kasvava tarve yhteiskunnassa korostaa kestävän käytön ja kierrätyksen merkitystä. Teräs ja alumiini, suosituimmat metallipakkausmateriaalit, tarjoavat tuotteille erinomaista suojaa muovattavuutensa ja uudelleenkäytettävyytensä ansiosta. Terästä käytetään laajasti säilykepurkeissa, kun taas alumiini on

yleinen valinta virvoitusjuomapurkkien ja folioiden valmistuksessa sen keveyden, joustavuuden ja korroosiokestävyyden vuoksi. Suomessa yli 90 % metallipakkauksista on elintarvikealalla, pääosin juomatölkeissä ja eläinruokapurkeissa, mikä osoittaa niiden merkityksen ja kierrätyksen potentiaalin. [13.]

Vaikka metallipakkausten valmistus kuluttaa paljon energiaa, niiden käytöllä on merkittäviä ekologisia etuja. Metallit eivät ole uusiutuvia luonnonvaroja, mutta niiden erinomainen kierrätettävyys tarkoittaa, että kuluttajien toimilla on suuri merkitys niiden ekologisessa hyödyntämisessä. Kierrättämällä metallipakkauksia voidaan vähentää uuden metallin louhinnan ja jalostamisen tarvetta, mikä säästää luonnonvaroja ja pienentää ympäristövaikutuksia. [13.]

Teräksen valmistukseen Suomessa käytetään erityisesti happipuhalluskonvertteri- ja valokaariuunimenetelmiä. Happipuhalluskonvertterimenetelmä soveltuu hyvin raudan jalostamiseen teräkseksi pääasiassa rautamalmista ja hiilestä, kun taas valokaariuuni hyödyntää suurelta osin kierrätettyä terästä. Tämä menetelmä on ympäristöystävällinen, sillä se vähentää uusien luonnonvarojen louhinnan tarvetta ja tuotannon hiilijalanjälkeä. [15.]



Kuva 11. Alumiinin tuotantoketju [16].

Alumiinin tuotanto alkaa sen raaka-aineesta, bauksiitista, joka sisältää 15–25 prosenttia alumiinia, kuten kuvassa 11 esitetään. Bauksiittia löytyy eniten päi-

väntasaajan ympärillä olevalta vyömäiseltä alueelta. Maailmanlaajuisesti tunnetut bauksiittivarannot, noin 29 miljardia tonnia, riittäisivät nykyisellä louhintatasolla yli sadan vuoden ajaksi. [16.]

### 3.5 Monikerrosmateriaalit

Monikerrosmateriaalit ovat materiaaleja, jotka koostuvat useista eri kerroksista, jopa 11 kerrosta ja jokaisella kerroksella on omat erityisominaisuutensa. Ne ovat erityisen hyödyllisiä sovelluksissa, joissa tarvitaan useita teknisiä ominaisuuksia yhdessä tuotteessa. Tyypillisesti nämä kerrokset ovat hyvin ohuita, mikä mahdollistaa materiaalin keveyden ja raaka-aineiden säästön. [17.]

Monikerrosmateriaalien yleinen esimerkki on elintarvikepakkaukset, joissa yhdistyvät pahvi ja muovinen kalvo. Pahvi tarjoaa tukevuutta ja muovi suojaa elintarvikkeita kosteudelta ja ilmalta, mikä edistää tuotteen säilyvyyttä. Esimerkiksi PET/PE-yhdistelmässä PET tarjoaa hyvän vesi- ja kaasutiiveyden, kun taas PE parantaa tiivistymistä ja soveltuu käytettäväksi myös matalissa lämpötiloissa. Tällaiset pakkaukset ovat erityisen tärkeitä ruokahävikin vähentämisessä, sillä ne säilyttävät elintarvikkeet tuoreina pidempään. [17.]

## 4 Materiaalien kierrätys

EU:n asettamat astiajätteiden kierrätystavoitteet vuoteen 2025 mennessä, kuten kuvassa 12 esitetään, ovat osa pyrkimystä vähentää jätteiden määrää ja lisätä materiaalien uudelleenkäyttöä, mikä tukee kestävästä kehityksestä. Tavoitteet on asetettu eri materiaalityypeille erikseen, mikä heijastaa niiden kierrätyksen vaikeusastetta ja ympäristövaikutuksia. [18.]

Muoviastijätteen kierrätystavoite on vähintään 50 painoprosenttia, mikä kuvastaa haasteita muovin kierrätyksessä mutta myös sen ympäristövaikutusten merkittävyyttä. [18.]

Puuastianjätteen tavoite on asetettu alhaisemmaksi, 25 prosenttiin, mikä voi heijastella puun biologista hajoavuutta ja mahdollisesti jo olemassa olevaa tehokasta käyttöä energiantuotannossa. [18.]

Metalliastian jätteille, kuten rauta- ja alumiinimetalleille, asetetut tavoitteet ovat korkeammat, 70 prosenttia, mikä korostaa metallien korkeaa kierrätyspotentiaalia ja niiden kykyä säilyttää ominaisuutensa kierrätyksen jälkeen. [18.]

Samoin lasiastian jätteen tavoite on 70 prosenttia, mikä heijastaa lasin hyvää kierrätettävyyttä ja sitä, että kierrätetty lasi voi korvata uuden materiaalin tuotannossa tehokkaasti. [18.]

Korkein kierrätystavoite, 75 prosenttia, on asetettu paperi- ja kartonkipakkausjätteelle, mikä kertoo tämän materiaalin suhteellisen helposta kierrätyksestä ja laajasta hyödyntämisestä. Tämä tavoite kannustaa teollisuutta ja kuluttajia lajittelemaan ja kierrättämään näitä materiaaleja entistä tehokkaammin. [18.]

<b>Pakkausmateriaali</b>	<b>Kierrätystavoite 2025 alkaen</b>	<b>Kierrätystavoite 2030 alkaen</b>
Muovi	50 %	55 %
Puu	25 %	30 %
Rautametalli	70 %	80 %
Alumiinimetalli	70 %	80 %
Lasi	70 %	75 %
Paperi ja kartonki	75 %	85 %

Kuva 12. Suomen uusi pakkausasetus tähtää EU:n kierrätysnormien saavuttamiseen [19].

## 4.1 Muovien kierrätys

Muovien kierrätystekniikat voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: mekaaninen ja kemiallinen kierrätys. Kummankin menetelmän kehityksessä on otettu huomioon eri muovityyppien erityisvaatimukset, jotta kierrätysprosessit olisivat mahdollisimman tehokkaita. [9.]

Mekaaninen kierrätys on tehokas tapa käsitellä erityisesti biomuoveja. Tässä yhteydessä kehittynein teknologia on NIR (Near Infrared) -tunnistusmenetelmä, joka mahdollistaa biomuovien tarkan erottelun. Teknologia sopii erinomaisesti niin sanotuille drop-in-biomuoveille, jotka kemiallisilta ominaisuuksiltaan vastaavat perinteisiä fossiiliperäisiä muoveja ja jotka voidaan näin ollen ohjata tavallisiin kierrätysprosesseihin. [9.]

Kemiallinen kierrätys mahdollistaa muovien käsittelyn molekyylitasolla, mikä sallii muovimateriaalien hajottamisen ja uudelleenjalostamisen uusiksi tuotteiksi. Tämä menetelmä on olennainen erityisesti monimutkaisten, vaikeasti kierrätettävien muovien, kuten monikerroksisten pakkausmateriaalien, käsittelyssä. Kemiallinen kierrätys tarjoaa myös mahdollisuuden kaikenlaisten biomuovien käsittelyyn, vaikka teknologia onkin vielä kehitysvaiheessa. Tämän kierrätystavan odotetaan olevan lupaava tulevaisuuden teknologia, erityisesti kun biomuovien käyttömäärät kasvavat ja mahdollistavat myös pienempien muovien tehokkaan kierrätyksen. [9.]

Biohajoavat muovit, kuten biojätepuskit, ovat tärkeässä roolissa biojätteen käsittelyssä, sillä ne mahdollistavat biojätteen hygieenisen keräilyn, mikä vähentää biojätteen päätyä sekajätteeseen ja parantaa sekajätteestä saatavan energian talteenottoa. Joissakin käsittelylaitoksissa nämä biohajoavat pussit voivat kuitenkin aiheuttaa ongelmia, koska ne eivät ehdi hajota laitoksen nopeassa kompostointiprosessissa, joten ne on poistettava erikseen. [9.]

Muovien kierrätyksen taloudellinen kannattavuus riippuu muovin määrästä: suuret muovierät ovat usein taloudellisesti kannattavia kierrättää. Esimerkiksi biopohjainen, mutta ei-biohajoava polyeteenifuranoaatti (PEF) ohjataan yleensä

energiahyötykäyttöön, kun taas biopohjaiset biohajoavat muovit eivät yleensä sovellu mekaaniseen kierrätykseen. [9.]

## 4.2 Kartongin kierrätys

Kartongin kierrättäminen on yleinen käytäntö. Kotitalouksissa käytettävät erilaiset kartonkipakkaukset ja astiat, jonka voidaan toimittaa kartonkipakkausten keräykseen. Keräykseen kelpaavat kartonki-, paperi- ja pahvipakkaukset. Kartonkiastiat, joissa on erilaisia pinnoitteita, soveltuvat myös kierrätettäviksi kartonkipakkauskeräyksessä. Tunnistettavat pakkaukset on merkitty seuraavilla koodilla: PAP 21 (kartonki), PAP 22 (paperi), PAP 20 (aaltopahvi), C/PAP 81 (kartonki ja muovi) sekä C/PAP 84 (aseptiset pakkaukset – kartonki, muovi ja alumiini). [20.]

Kartonki saapuu kierrätykseen, kuten kuvassa 13 mainitaan, sen kuidut erotetaan toisistaan sekä mahdollisista pinnoitteista. Nämä kierrätetyt kartongit sidotaan paaleiksi, jotka sitten lähetetään raaka-aineena kartonkitehtaille. Tehtaassa kartonkikuitu laitetaan suureen pesukoneeseen, eli pulpperiin, missä kuidut irrotetaan toisistaan ja pinnoitteista. Pinnoitteet voidaan polttaa lämmön ja energian tuottamiseksi, tai osa niistä voidaan kierrättää raaka-aineena uusiin tuotteisiin. Kierrätetystä kartonkikuidusta valmistetaan muun muassa aaltopahvin raaka-aineita, paperirullien hylsyjä, kirjekuoria, laminaattipapereita, ja osa kuidusta käytetään uusien astioiden ja kartonkipakkausten valmistukseen. [20.]



Kuva 13. Havainnekuva prosessista, jossa kartonki kierrätetään ja mitä kussakin vaiheessa tapahtuu [20].

### 4.3 Lasin kierrätys

Lasi ei hajoa luonnossa, joten sen vaikutukset ympäristöön ovat pitkäaikaisia. Kuitenkin lasi on täysin kierrätettävissä, ja uusiokäytössä lasipakkauksia voi valmistaa käyttämällä jopa 95 % kierrätyslasiä ilman, että materiaalin laatu heikkenee. Kierrätyslasiin käyttö lasipakkausten valmistuksessa vähentää merkittävästi tarvetta uusien raaka-aineiden, kuten kalkkikiven, kvartsihiekan ja soodan, käyttöön ja alentaa sulatusenergian tarvetta 2,5–12,5 %. Pakkauslasiin kierrätyksessä lasin väri on ainoa merkittävä rajoittava tekijä. [21.]

Suomessa lasipakkausten kierrätys toteutetaan kolmella eri menetelmällä. Pantilliset lasipullot palautetaan kuluttajien toimesta Suomen Palautuspakkaus Oy:n hallinnoimiin keräyspisteisiin. Pantittomille lasipulloille ja -purkeille on varattu yleiset keräysastiat, joihin ne voi jättää. Lääketeollisuuden lasijäte, joka vaatii

erityiskäsittelyä, kerätään erikseen sairaalalasin, mikä varmistaa, että lääketieteellisesti käytetty lasi käsitellään turvallisesti ja asianmukaisesti. Tämä järjestely tehostaa kierrätysprosesseja ja tukee ympäristön suojelua kattavamman jätehuollon kautta. [21.]

Kerätyt lasipakkaukset kuljetetaan käsittelylaitoksiin, missä ne murskataan pieniksi palasiksi, puhdistetaan huolella ja lajitellaan väreittäin. Tämä prosessi takaa kierrätysmateriaalin korkean laadun ja tehokkuuden. Koska Suomessa ei valmisteta uutta pakkauslasia, murskattu lasi siirretään muihin Euroopan maihin. Siellä se päätyy käyttöön uusien lasituotteiden, kuten lasipakkausten, lasivillan eristeisiin ja vaahtolasin valmistuksessa. Vaahtolasi on kevyt ja huokoinen materiaali, joka soveltuu monenlaisiin rakennussovelluksiin. Tämä järjestelmä tukee lasin kierron tehokkuutta ja kestävyttä ympäri Eurooppaa.

Koko kierrätysprosessi havainnollistetaan kuvassa 14, joka esittää lasin matkaa keräyksestä aina uudelleenjalostukseen asti. [22.]



Kuva 14. Pakkauslasin kiertokulku kierrätyksessä uusiokäyttöön [23].

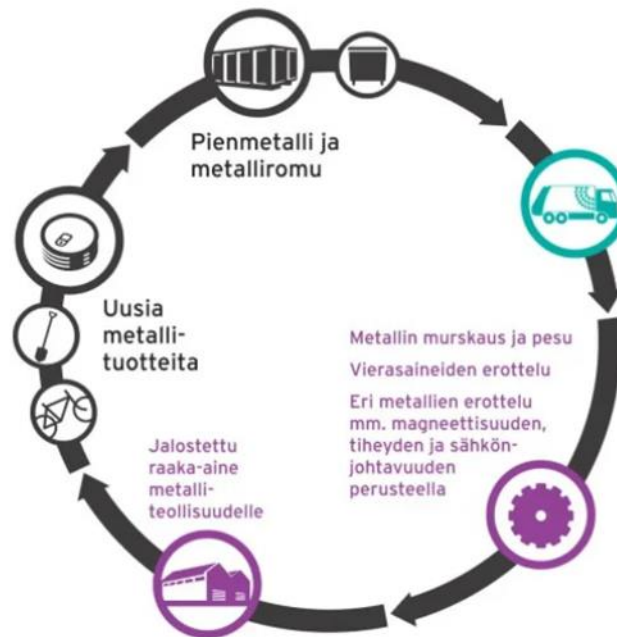
Väärin kierrätetyt lasiesineet, kuten juomalasit, peililasit, ikkunalasit ja Pyrex-tyyppiset erikoislasit, voivat heikentää pantittomien lasipakkausten kierrätyksen

tehokkuutta. Näiden tuotteiden koostumus ja ominaisuudet eroavat pakkauslasista, minkä vuoksi niiden yhteiskierrätys on mahdotonta ja voi häiritä pakkauslasin kierrätysprosessia. Sekoitettuina pakkauslasiin, erilaisten lasityyppien läsnäolo voi alentaa kierrätetyn lasin laatua ja rajoittaa sen uudelleenkäyttöä. Tehokkaan ja ympäristöystävällisen lasipakkausten kierrätyksen varmistamiseksi on ensiarvoisen tärkeää huolehtia oikeaoppisesta lajittelusta. [22.]

#### 4.4 Metallien kierrätys

Alumiini on erittäin hyvä kierrätysmateriaali, sillä sen käsittely ja uudelleenmuotoilu uusiksi tuotteiksi on helppoa. Tämä tekee siitä arvokkaan resurssin, vaikka sen valmistuskustannukset ovat korkeat. Suomessa yli 90 % käytössä olevista metallipakkauksista on elintarvikkeiden pakkauksia, ja näistä valtaosa on juomatölkkejä ja eläinruokapurkkeja. Toisaalta teräspurkkien kierrätysaste on alhainen, sillä kuluttajat heittävät pois 34 % käytetyistä teräsurkeista sen sijaan, että kierrättäisivät ne. Tehokkaampi kierrätys voisi merkittävästi vähentää energiankulutusta, sillä metallin uudelleen käyttö kuluttaa huomattavasti vähemmän energiaa kuin uuden metallin tuottaminen. Täten parantamalla kierrätysprosesseja ja kuluttajatietsuutta voitaisiin saavuttaa merkittäviä ympäristöhyötyjä. [13.]

Valmistettaessa uusia tölkkejä maaperästä louhitusta materiaalista, prosessi kuluttaa huomattavasti energiaa ja tuottaa merkittäviä hiilidioksidipäästöjä. Verrattuna tähän, kierrätysmateriaalista valmistetut tölkit ovat huomattavasti ympäristöystävällisempi vaihtoehto. Kierrätysmateriaalista valmistettu tölkki tarvitsee vain noin 5 % alkuperäisen valmistusprosessin vaatimasta energiasta ja tuottaa 85 % vähemmän hiilidioksidipäästöjä. Tämä osoittaa, kuinka merkittäviä ympäristöhyötyjä voidaan saavuttaa suosimalla kierrätettyjä materiaaleja uusien tuotteiden valmistuksessa. [23].



Kuva 15. Metallin kierrätysprosessi [24.]

Kuvassa 15 on esitetty metallien kierrätysprosessi, ensin metallit murskataan ja puhdistetaan, minkä jälkeen niistä poistetaan kaikki muut materiaalit. Eri metallit erotellaan toisistaan käyttäen hyväksi niiden magneettisuutta, tiheyttä ja sähköjohtavuutta. Tämä mahdollistaa metallien tehokkaan uudelleen käytön ja edistää ympäristön suojelua vähentämällä tarvetta uusien raaka-aineiden louhinnalle. [24.]

#### 4.5 Monikerrosmateriaalin kierrätys

Monikerrosmateriaalien kierrättäminen on haastavaa, sillä eri materiaalien erottaminen toisistaan voi vaatia monimutkaisia prosesseja. Tämän vuoksi kehitetään jatkuvasti uusia teknologioita, jotka mahdollistavat tehokkaamman ja ympäristöystävällisemmän kierrätyksen. Esimerkiksi kehittyneet kierrätystekniikat pyrkivät parantamaan monikerrosmateriaalien uudelleen käytettävyyttä muuntamalla ne uudelleen käytettäviksi polymeereiksi. [18.]

## 5 Lainsäädäntö

Suomessa tuottajavastuulainsäädäntö velvoittaa tuotteiden eli astioiden pakkaajia, maahantuojia ja verkkokauppoja huolehtimaan markkinoille tuomiensa tuotteiden jätehuollosta ja kattamaan siitä aiheutuvat kustannukset. Laki kohdistuu niihin yrityksiin, joiden vuotuinen liikevaihto ylittää miljoona euroa. Tämä säädös varmistaa, että yritykset ottavat vastuun tuotteidensa koko elinkaaresta, edistäen kestävästä kehitystä ja ympäristönsuojelua. Lainsäädäntö myös kannustaa yrityksiä kehittämään ympäristöystävällisempiä astiamateriaaleja ja kierrätysmenetelmiä, mikä vähentää jätteen määrää ja vaikutuksia luontoon. Tällainen vastuun jakautuminen tehostaa jätehuollon hallintaa ja edistää resurssitehokkuutta. [25.]

Vaatus, että kertakäyttöisten muovi- tai osittain muovisten juomapakkausten korkkien on pysyttävä kiinnitettynä pakkaukseen koko sen suunnitellun käyttöajan, on otettu käyttöön ympäristön suojelun ja muovijätteen vähentämisen edistämiseksi. Tämä sääntely perustuu EU:n kertakäyttöisiä muovituotteita koskevaan SUP-direktiiviin ja on implementoitu Suomessa pakkaus- ja pakkausjäteasetuksen, nro 1321/2022, kautta. [26.]

EU:ssa ei ole erityistä lainsäädäntöä, joka määrittäisi tarkasti metallien, kuten ruostumattoman teräksen tai alumiinin, koostumuksen ja niistä siirtyvien aineiden määrän. On olemassa yleisiä vaatimuksia, jotka koskevat näitä materiaaleja, kun niitä käytetään elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevina materiaaleina. EU:n kehysasetus 1935/2004 säätelee kaikkia elintarvikekontaktimateriaaleja ja varmistaa, että ne eivät vapauta myrkyllisiä aineita elintarvikkeisiin sellaisia määriä, jotka voisivat vaarantaa ihmisten terveyden tai muuttaa elintarvikkeiden koostumusta tavalla, joka olisi haitallista kuluttajille. [6.]

Ruostumattoman teräksen osalta, vaikka tarkkaa materiaali-kohtaista lainsäädäntöä ei olekaan, on suositeltavaa käyttää tiettyjä terässeoksia, kuten American Iron and Steel Institute eli AISI 200, 300 tai 400-sarjoja, jotka ovat yleisesti

hyväksytyjä niiden kestävyys- ja turvallisuuden vuoksi. Nämä terässeokset on suunniteltu kestäväksi korroosiota ja ovat turvallisia elintarvikekäytössä. [6.]

Toisaalta alumiinille, jota myös käytetään laajalti elintarviketeollisuudessa, on olemassa standardi EN 602:2007. Tämä standardi määrittelee, miten alumiinia tulisi käyttää elintarvikekontaktimateriaalina, erityisesti miten alumiinin siirtymiä elintarvikkeisiin voidaan hallita, jotta varmistetaan sen turvallinen käyttö. [27.]

Suomessa tai EU:n tasolla ei ole erityistä lainsäädäntöä, joka kattaisi monikerrosmateriaalit, EU:n muoviasetus 10/2011 säätelee monikerrosmuovimateriaalien käyttöä pakkausmateriaaleina, mutta vain osittain. Asetuksen soveltaminen rajoittuu nimenomaan pakkauksissa käytettävän muovikerroksen osalta, ja siinä keskitytään tämän kerroksen raja-arvoihin. Ruokaviraston ohjeistuksen mukaan monikerrosmuovimateriaaleista tehdyissä pakkauksissa tulee lisäksi ilmoittaa selkeästi, mitä muovityyppejä eri kerroksissa on käytetty. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka asetuksella on tietty soveltamisala, monikerrosmateriaalien kokonaisvaltainen sääntely on vielä puutteellista, ja pakkausmerkinnät ovat keskeinen keino informoida kuluttajia käytetyistä materiaaleista. [6].

EU:n ympäristöpolitiikka, joka keskittyy erityisesti jätehuoltoon, on tärkeä osa Suomen ympäristönsuojelulainsäädäntöä. Kestävän kehityksen edistäminen on jätelainsäädännön päämäärä, ja se pyrkii tähän tavoitteeseen ohjaamalla luonnonvarojen kestävä käyttöä ja vähentämällä jätteiden ympäristölle, ihmisille ja eläimille aiheuttamia riskejä.

Järjestettäessä tapahtumia on tärkeää ottaa huomioon monia lainsäädännöllisiä vaatimuksia. Tapahtuman järjestäjien on noudatettava useita lakeja ja määräyksiä, joita ovat muun muassa jätelaki, ympäristönsuojelulaki, terveysuojelulaki sekä alueelliset jätehuoltomääräykset. Näiden säädösten tarkoituksena on varmistaa, että tapahtumien järjestelyt tukevat kestävä kehitystä ja minimoidaan haitalliset ympäristövaikutukset. [6.]

## 6 Tulokset

Opinnäytetyössä syvennyttiin erilaisten astiamateriaalien ominaisuuksiin, valmistusmenetelmiin ja kierrätysmahdollisuuksiin. Tutkimuksen aikana opittiin ymmärtämään, miten eri materiaaleja voidaan hyödyntää niiden ominaisuuksien mukaisesti astioiden valmistuksessa. Astiamateriaalin valinnassa on tärkeää ottaa huomioon tuotteen tarpeet, kustannustehokkuus, käyttöikä ja kierrätysoptiot. Lisäksi on huomioitava lainsäädännölliset vaatimukset, jotka koskevat materiaalien käyttöä erityisesti elintarvikekontaktissa.

Elintarviketurvallisuuden näkökulmasta on keskeistä ymmärtää materiaalien käyttötarkoitukset ja rajoitukset. Esimerkiksi polystyreeni (PS) ei sovellu öljypohjaisten tuotteiden tarjoiluun, koska se vääristyy niiden vaikutuksesta. Kertakäyttöiset polystyreeniastiat on tarkoitettu ensisijaisesti kylmille tai haaleille vesipitoisille juomille. Öljypohjaisten tuotteiden tarjoiluun tulee valita kemiallisesti kestäviä ja haitallisiin reaktioihin reagoimattomia materiaaleja, kuten lasia ja metalleja. [28.]

Helsingin kaupungin rakennusviraston suosituksessa (kuva 16) esitetään, että tapahtumien järjestäjien tulisi ensisijaisesti suosia kestäviä ratkaisuja. Pestävät kestoastiat, uudelleenkäytettävät ja pantilliset vaihtoehdot ovat ensisijaisia.

Mikäli nämä eivät ole käytettävissä, suositellaan ympäristöystävällisiä kertakäyttöastioita, kuten syötäviä tai kompostoituvia tuotteita, ja niiden oikeaoppista kierrätystä ja hyötykäyttöä korostetaan. [1, s. 15.]

Vaihtoehdot:	1	2	3	4	5
<i>x = käytetään</i> <i>(x) = kerätään, jos jätettä syntyy yli 50 kg tapahtumassa</i>	Pestävät kesto-astiat	Syötävät kertakäyttöastiat	Maatuvat kertakäyttöastiat	Kierrätettävät kartonkiset kertakäyttöastiat	Poltettavat kertakäyttöastiat
<b>Astiat:</b> ● astioiden pesu	x				
● puiset ruokailuvälineet	x	x	x	x	x
● muoviset ruokailuvälineet					x
<b>Jätehuolto:</b> ● sekajätekeräys	x	x	x	x	x
● kartonkikeräys				(x)	
● biojätekeräys	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
● pahvinkeräys	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
● energijätekeräys					(x)

Kuva 16. Astioiden jätehuolto: valintavaihtoehdot ja suositukset [1, s.15].

Muoviset astiat ovat suosittuja tapahtumissa niiden keveyden ja kestävyiden ansiosta. Ne ovat vesitiiviitä ja soveltuvat monenlaisten ruokien ja juomien tarjoiluun, mutta eivät ole ihanteellisia öljyisille ruoille, jotka voivat aiheuttaa muovin värjäytymistä tai heikentymistä. Taloudellisesti muovit ovat edullisia massatuotannossa. Kuitenkin ympäristön kannalta muovit ovat haastavia, sillä ne eivät hajoa luonnossa ja voivat aiheuttaa merkittävää pitkäaikaista saastumista. Muovien kierrätys on mahdollista, mutta se vaatii kattavan ja tehokkaan jätehuoltojärjestelmän. [7.]

Biomuovit tarjoavat kestävämmän vaihtoehdon perinteisille muoveille, sillä ne valmistetaan uusiutuvista raaka-aineista ja ovat usein paremmin biohajoavia. Tämä vähentää niiden ympäristövaikutuksia. Biomuovit voivat kuitenkin olla kalliimpia tuottaa ja niiden saatavuus voi olla rajallisempi, mikä tekee niistä taloudellisesti vähemmän houkuttelevan vaihtoehdon suurille tapahtumille. [1.]

Lasisten astioiden käyttö tapahtumissa liittyy usein niiden esteettisyyteen ja uudelleenkäytettävyyteen. Lasi on 100-prosenttisesti kierrätettävä materiaali ja erinomainen valinta kuumille juomille, kuten teelle tai kahville, koska se ei muuta juoman makua eikä vapauta kemikaaleja kuumennettaessa. [29.] Lasisten astioiden haasteena on kuitenkin niiden painavuus ja rikkoutumisriski, mikä

voi aiheuttaa logistisia haasteita ja lisätä kustannuksia tapahtuman järjestämisessä. Näiden ominaisuuksien vuoksi lasi vaatii huolellista käsittelyä ja suunniteltua kuljetusta, mikä voi olla hankalaa suurissa ja vilkkaissa tapahtumissa. [1.]

Metalliastiat, kuten alumiiniset kertakäyttöastiat, ovat kevyitä ja erittäin kestäviä, mikä tekee niistä käteviä tapahtumissa. Alumiini on 100-prosenttisesti kierrätettävä materiaali, ja sen kierrättäminen säästää merkittävästi energiaa alkuperäiseen tuotantoon verrattuna, mikä tekee siitä ympäristöystävällisen vaihtoehdon. [30.]

Kartonki on biohajoava ja usein kierrätettävä materiaali, joka on ympäristöystävällinen valinta kertakäyttöisille astioille. [1.] Se sopii erityisesti kuivien ja kevyiden ruokien, kuten leipien ja keksien, tarjoiluun. Kartongin haasteena on sen rajoitettu kestävyys kosteutta ja rasvaa sisältäville tuotteille, mikä voi rajoittaa sen käyttöä joissain tapahtumatilanteissa.

Monikerrosmateriaaleista valmistetut astiat tarjoavat erinomaista tiivyyttä ja kestävyttä. Ne voivat kuitenkin olla haastavia kierrättää, sillä niiden monikerroksinen rakenne voi sisältää eri materiaaleja, jotka on vaikea erottaa toisistaan kierrätyksen yhteydessä. Tämä voi tehdä niistä vähemmän ympäristöystävällisen vaihtoehdon. [31.]

Eri materiaalien hyötykäyttö on monimuotoinen prosessi, joka edistää kestävästä kehitystä ja vähentää kaatopaikalle päätyvän jätteen määrää. Biojätteistä valmistetaan kompostointiprosessin kautta multaa, jota käytetään maanparannukseen ja puutarhanhoitoon. Keräyskartongista ja pahvista voidaan valmistaa uusia pakkauksia ja muita kartonkituotteita, kuten hylsyjä. Sanomalehti-, vessa- ja talouspaperit syntyvät kierrätetystä paperista, mikä säästää luonnonvaroja. Keräyslasi sulatetaan uudelleen ja siitä valmistetaan uutta lasia tai lasivillaa, jota käytetään eristeinä rakennusteollisuudessa. Metallijätteet sulatetaan ja hyödynnetään uusiometallina, mikä vähentää tarvetta louhia uusia raaka-aineita. Energiajäte puolestaan poltetaan energiantuotannossa, jolloin siitä saadaan hyödynnettyä sekä lämpöä että sähköä. [1, s.20.]

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön analyysin mukaan suositellaan ensisijaisesti ympäristön kannalta kestäviä, pestäviä astioita, kuten lasi- ja metalliastioita, jotka vähentävät jätteen määrää tapahtumissa. Kestävät astiat ovat ensisijainen valinta, kun tapahtuman luonne ja infrastruktuuri mahdollistavat niiden käytön ja uudelleenpuhdistamisen, tukien näin kierrätysprosesseja ja resurssitehokkuutta. Sitä vastoin tilanteissa, joissa kestoastioiden käyttö ei ole mahdollista, olisi suosittava biomuoveista tai kartongista valmistettuja kertakäyttöastioita. Nämä materiaalit haajoavat ympäristössä nopeammin kuin perinteiset muoviset kertakäyttöastiat ja edustavat näin ollen ympäristöystävällisempää vaihtoehtoa. Lisäksi lainsäädäntö, kuten Suomen jätelaki, tukee tällaisten materiaalien käyttöä vaatimalla jätteen vähentämistä ja kierrätystä. Näiden käytäntöjen noudattaminen osoittaa vastuullisuutta ja auttaa edistämään kestävästä kehityksestä erityisesti suurissa yleisötapahtumissa, korostaen tapahtumajärjestäjien velvollisuutta huomioida ympäristövaikutukset kaikissa päätöksissään.

## 8 Lähteet

- 1 Yleisötapahtumien ympäristöehdot. 2002. Helsingin rakennusvirasto. Verkkoaineisto. <<https://www.hel.fi/hel2/hkr/ehdot/Yleisotapahtumienymparistoehdot.pdf> >. Luettu 12.4.2024.
- 2 Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition. 2015. Verkkoaineisto. Ellen MacArthur Foundation. <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition> >. Luettu 13.4.2024.
- 3 Kiertotalous. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. < <https://stat.fi/tup/kiertotalous/index.html> >. Luettu 14.4.2024
- 4 Kertakäyttöiset astiat: osto-opas. Verkkoaineisto. Monouso Blog. <<https://blog.monouso.fi/kertakayttoiset-astiat-osto-opas/>>. Luettu 13.4.2024.
- 5 Tuotteen käytön sääntely. Verkkoaineisto. Kiertotalous-Suomi. <<https://www.kiertotaloussuomi.fi/tuotteen-kaytto>>. Luettu 16.04.2024.
- 6 Jätelaki. 2011. 646/17.6.2011.
- 7 Muovien luokitus. Verkkoaineisto. Muoviteollisuus ry. <[https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit/muovien\\_luokitus/](https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit/muovien_luokitus/)>. Luettu 15.4.2024.
- 8 Muovien materiaalimerkit. 2022. Verkkoaineisto. Suomen Uusiomuovi Oy. <<https://uusiomuovi.fi/pakkaus-kiertaa/muovit-ja-ymparisto/>>. päivitetty 27.09.2022. Luettu 16.4.2024.

- 9 Biomuoviopas. 2020. Verkkoaineisto. Muoviteollisuus ry. <<https://www.plastics.fi/fin/mu>>. päivitetty 24.11.2020. Luettu 20.4.2024.
- 10 Mikkonen, Kirsi. 2017. Biopohjainen ja biohajoava muovi – eivät tarkoita samaa. Verkkoaineisto. Pakkauslehti. <<https://pakkaus.com/biopohjainen-ja-biohajoava-muovi-eivat-tarkoita-samaa/>>. Päivitetty 7.9.2017. Luettu 25.4.2024.
- 11 Mistä tätä kartonkia oikein tulee. Verkkoaineisto. Papermark. <<https://papermark.fi/2022/03/31/mista-tata-kartonkia-oikein-tulee/>>. Luettu 24.4.2024.
- 12 Carton Council. Verkkoaineisto. Recycle Cartons. Shelf-stable (aseptic) cartons. <<https://www.recyclecartons.ca/cartons-101/>>. Luettu 27.5.2024
- 13 Friström-Koponen, Kukka. 2017. Pakkaussuunnittelu ja ekologisuus. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 14 Glass bottle manufacturing process. Verkkoaineisto. Qorpack Oy. <<https://www.qorpack.com/pages/glassbottlemanufacturingprocess>>. Luettu 25.4.2024.
- 15 Peltokorpi, Terhi. 2023. Värimetallien erottelumenetelmät. Insinöörityö. Centria-Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 16 Alumiinin elinkaari. 2021. Verkkoaineisto. Hydro. <<https://www.hydro.com/fi-FI/aluminium/tietoja-alumiinista/alumiinin-elinkaari/>>. Päivitetty 11.11.2021. Luettu 15.4.2024
- 17 Multilayer packaging: innovative and sustainable. 2019. Verkkoaineisto. BASF. <<https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2019/07/p-19-262.html>>. Päivitetty 6.9.2019. Luettu 20.4.2024

- 18 Jätteet ja kierrätys. Verkkoaineisto. Kiertotalous-Suomi. <<https://kiertotaloussuomi.fi/tieto/>>. Luettu 27.5.2024
- 19 Pakkausten kierrätystä kiritetään, näin löydät lajitteluohjeet ja lähimmät kierrätyspisteet. Verkkoaineisto. ELY-keskus. <<https://www.ely-keskus.fi>>. Päivitetty 15.12.2021. Luettu 25.4.2024.
- 20 Kartonki ja pahvi. Verkkoaineisto. HSY. <<https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/lajittelu/kartonki-ja-pahvi/>>. Päivitetty 29.4.2024. Luettu 30.4.2024.
- 21 Lasipakkaukset. Verkkoaineisto. Suomen Pakkaustuottajat Oy. <<https://suomenpakkaustuottajat.fi/mita-kierratamme/lasipakkaukset/>>. Luettu 19.4.2024.
- 22 Lasi. Verkkoaineisto. HSY. <<https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/lajittelu/lasi/>>. Päivitetty 29.4.2024. Luettu 30.4.2024.
- 23 Lahtinen, Jenni. Tölkkien kierrättäminen on arkipäivän ympäristöteko. Verkkoaineisto. Nokianpanimo. <<https://nokianpanimo.fi/tolkkien-kierrattaminen-on-arkipaivan-ymparistoteko/>>. Luettu 27.4.2024.
- 24 Metallit. Verkkoaineisto. HSY. <<https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/lajittelu/metalli/>>. Päivitetty 29.4.2024. Luettu 30.4.2024.
- 25 Pakkausten tuottajavastuu Suomessa. Verkkoaineisto. Suomen Pakkaustuottajat ry. <<https://suomenpakkaustuottajat.fi/tuottajavastuu/pakkausten-tuottajavastuu/>>. Luettu 30. 4.2024
- 26 Muovit elintarvikekontaktimateriaalina. 2023. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/pakkaukset-ja-kontaktimateriaalit/kysyttya-kontaktimateriaaleista/muovit/>>. Päivitetty 5.9.2023. Luettu 22.4.2024.

- 27 Metallit elintarvikekontaktimateriaalina. 2023. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/pakkaukset-ja-kontaktimateriaalit/kysyttya-kontaktimateriaaleista/metallit/>>. Päivitetty 5.9.2023. Luettu 22.4.2024.
- 28 Kontaktimateriaalien käyttö. 2023. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi>>. Päivitetty 5.9.2023. Luettu 23.4.2024.
- 29 Lasin kierrätettävyys. 2023. Verkkoaineisto. Puteli. <<https://puteli.fi/lasin-kierratettavyys/>> Päivitetty 30.11.2023. Luettu 3.5.2024.
- 30 Alumiini materiaalina. Verkkoaineisto. Valmistajat.fi. <<https://valmistajat.fi/materiaalit/alumiini-ja-alumiiniseokset>>. Luettu 5.5.2024.
- 31 Santahuhta, Venla. 2022. Elintarvikepakkausvaihtoehtojen edut ja haitat: Monikerros- ja monomateriaalipakkaus. Kandidaatintyö. Tampereen yliopisto.