

MEKAANISESTI KIERRÄTETTYJEN MUOVIPAKKAUSTEN KÄYTTÖKOHTEITA

Case: Kiemura-projekti

Tiivistelmä

Tekijä(t) Tennilä, Amanda	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 21 sivua	Valmistumisaika Syksy 2019
Työn nimi Mekaanisesti kierrätettyjen muovipakkausten käyttökohteita Case: Kiemura-projekti		
Tutkinto Polymeeri- ja kuitutekniikan insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Työssä käytiin läpi mekaanisen kierrätyksen pääperiaate ja työvaiheet sekä erilaisia pakkausmuovijätteitä. Esitellään sovelluksia ja tuotteita, joissa käytetään uusiomuovia ja pohditaan mahdollisia sovelluksia, joissa sitä voisi käyttää. Työn tarkoituksena oli pohtia uusiomuovin käyttökohteita kasvavan muovijättemäärän takia sekä tiukentuneiden muovipakkausten kierrätystavoitteiden takia. Opinnäytetyö on tutkimuksellinen, missä on käytetty laadullisia menetelmiä.</p> <p>Työ tehtiin osana Kiemura-projektia, joka on Lahden ammattikorkeakoulun, Helsingin yliopiston ja Muovipoli Oy:n kanssa toteutettu yhteistyö. Projektilla pyritään esimerkiksi parantamaan materiaalikierrätystä.</p> <p>Mahdollisia käyttökohteita uusiomuoveille löytyi. Käyttökohteita löytyi sovelluksista, joissa uusiomuovia ei vielä ole käytössä sekä sovelluksista, joissa käytetään jo uusiomuovia. Sovellukset, joissa uusiomuovi on jo käytössä, on vielä hyvin paikallisessa käytössä ja niitä voisi kokeilla myös Suomessa. Uusiomuovin tuotantoa ja sen kehittämistä kannattaa siis jatkaa, koska käyttökohteita löytyy ja keksitään lisää.</p>		
Asiasanat muovijäte, mekaaninen kierrätys, uusiomuovi		

Abstract

Author(s) Tennilä, Amanda	Type of publication Bachelor's thesis	Published Autumn 2019
	Number of pages 21 pages	
Title of publication End uses for mechanically recycled plastic packaging Case: Project Kiemura		
Name of Degree Bachelor's thesis in polymer and fiber technology		
Abstract <p>This thesis presents the main principles of mechanical recycling, along with different types of plastic packaging. Different applications and products that use recyclate are presented, as well as some new application ideas for recyclates. The purpose of this study was to find new ideas for the application of recyclates to decrease the amount of waste plastic and because of the tightened recycling targets for plastic packaging.</p> <p>This thesis was made as a part of a project called Kiemura. The project is executed with Lahti University of Applied Sciences, Helsinki University and Muovipoli Oy. One of the goals of this project is to improve material recycling.</p> <p>Applications where recyclates could be used were found, both new applications and applications that already use recyclate. There are small-scale, local examples of applications using recyclates, which could be tried elsewhere, for example in Finland. Production of recyclate and developing the production process is worthwhile because recyclates are already used for various applications and more are being.</p>		
Keywords waste plastic, mechanical recycling, recyclate		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KIERRÄTYSTAVOITTEET	2
2.1	Uudet tavoitteet ja toimenpiteet.....	2
2.2	Vanhoja tavoitteita ja toimenpiteitä	3
3	MUOVIJÄTE	5
3.1	Muovijäte ja sen kierrätys	5
3.2	Pakkausjäte	5
3.2.1	Elintarvikepakkaukset	7
3.2.2	Monikalvopakkaukset	7
3.2.3	Maatalouden pakkaukset.....	8
4	MEKAANINEN KIERRÄTYS	11
4.1	Kierrätysprosessi	11
4.2	Saasteet	11
4.3	Murskausprosessi.....	12
4.4	Pesuprosessi.....	12
5	UUSIOMUOVI JA SEN KÄTTÖKOHTEET	13
5.1	Uusiomuovi.....	13
5.2	Nykyiset käyttökohteet.....	13
5.3	Mahdolliset käyttökohteet	14
6	YHTEENVETO	15
	LÄHTEET	17

1 JOHDANTO

Muovin vuotuiset tuotantomäärät kasvavat joka vuosi, minkä mukana myös muovijätteen määrä kasvaa. Vuonna 2016 tuli voimaan asetus, joka kieltää orgaanisen jätteen, mukaan lukien muovin, viennin kaatopaikoille. Euroopasta on viety paljon muovijätettä muun muassa Kiinaan kierrätettäväksi, mutta Kiina on kieltäytynyt sen vastaanottamisesta vuodesta 2018. On täytynyt keksiä vaihtoehtoisia tapoja käsitellä muovijätettä Euroopan sisäpuolella. Kierrätys, uusiokäyttö ja etenkin poltto energiahyötykäyttöön ovat yleisiä tapoja käsitellä muovijätettä. Vaikka polttamalla muovijätteestä saadaan talteen siihen sitoutunut energiaa, menee silti hyvä materiaali hukkaan yleensä hyvin lyhyen käytön jälkeen, kuten erilaiset pakkaukset. Kierrättämällä materiaali saataisiin takaisin kiertoon, mutta muovin kierrätys on kuitenkin ollut suhteellisen vähäistä ja prosessi vaatii jatkuvasti kehitystä, jotta siitä tulee tehokkaampaa ja kannattavampaa. Kierrätyksellä materiaalin arvo ei mene hukkaan, joten kierrätykseen liittyvän tekniikan kehittäminen on kannattavaa.

Tämän työn toimeksiantaja on Kiemura-projekti, joka on toteutettu yhteistyössä Lahden ammattikorkeakoulun, Helsingin yliopiston ja Muovipoli Oy:n kanssa. Yksi Kiemuran tavoitteista on tehostaa muovien materiaali kierrätystä. Tiukennettujen muovipakkausten kierrätysasteiden saavuttamiseksi tarvitaan uusia ratkaisuja, jotka samalla synnyttävät uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Projektissa rakennetaan muovien käsittely- ja kierrätyslinjasto, jolla voidaan testata kierrätysmuovia, etenkin polttoon päätyvää muovia, ja sen soveltuvuutta esimerkiksi uusiogranulaattiin. Polttoon päätyy esimerkiksi likaiset elintarvikemuovipakkaukset, monikalvopakkaukset ja maatalouden pakkausmuovit.

Tässä työssä käydään läpi mekaanista kierrätystä ja muovijätettä, keskittyen pakkausjätteeseen. Alussa esitetään EU:n tavoitteita ja toimenpiteitä, jotka ovat vaikuttaneet esimerkiksi Kiemura-projekti syntymiseen. Mekaanisen kierrätysprosessin perusidea, mitä tehdään ja minkälaiselle materiaalille, sekä pesu- ja rouhintaprosessin vaiheet esitellään. Lopussa pohditaan, mihin uusiomuovia voi käyttää.

2 KIERRÄTYSTAVOITTEET

2.1 Uudet tavoitteet ja toimenpiteet

Muovin tuotanto on lisääntynyt 1,5 miljoonasta tonnista 322 miljoonaan tonniin vuodesta 1950 vuoteen 2015. Valtavasti lisääntyneen muovin tuotannon seurauksena myös muovijätteen määrä on lisääntynyt. (Euroopan parlamentti 2018a.) Kiinan kieltäytyminen EU-maiden muovijätteistä vuonna 2018 lisää entisestään tarvetta toimenpiteille, jotka auttavat muovijätteen vähentämisessä (Matikainen & Uosukainen 2018). Tässä luvussa on esitetty muovijätteen vähentämiseksi EU:n toimenpiteitä ja tavoitteita, jotka on esitetty 2018.

Vuoteen 2025 mennessä 50 % muovipakkausjätteestä tulisi kierrättää ja vuoteen 2030 mennessä vastaava luku on 55 % (Euroopan parlamentti 2018b).

Vuoteen 2030 mennessä kaatopaikoille ei enää oteta vastaan muoveja ja että muovijätteet on käsiteltävä jäsenmaissa direktiivin 2008/98/EY säännösten mukaisesti (Euroopan parlamentti 2018c).

Vuoteen 2030 mennessä kaikki unionin markkinoille saatetut muovipakkaukset voidaan käyttää uudelleen tai kierrättää kustannustehokkaalla tavalla.

Arvioidaan sääntelyyn liittyviä tai taloudellisia kannustimia, joilla voitaisiin lisätä kierrätettyjen materiaalien käyttöä.

Laaditaan laatustandardit lajitellulle muovijätteelle ja kierrätetyille muoveille yhteistyössä Euroopan standardikomitean kanssa.

Ympäristömerkki ja ympäristöä säästävät julkiset hankinnat: luodaan lisäkannustimia kierrätettyjen muovien käytölle, myös kehittämällä tarkoituksen mukaisia todentamismenetelmiä.

Annetaan uudet ohjeet jätteiden erilliskeräyksestä ja lajittelusta.

Kannustetaan ottamaan käyttöön hyvin suunnitellut laajennetun tuottajavastuun järjestelmät ja/tai panttijärjestelmät.

Tavoitteena on, että vuoteen 2025 mennessä kymmenen miljoonaa tonnia kierrätettyjä muoveja päätyy uusiin tuotteisiin EU:n markkinoilla. (Euroopan komissio 2018.)

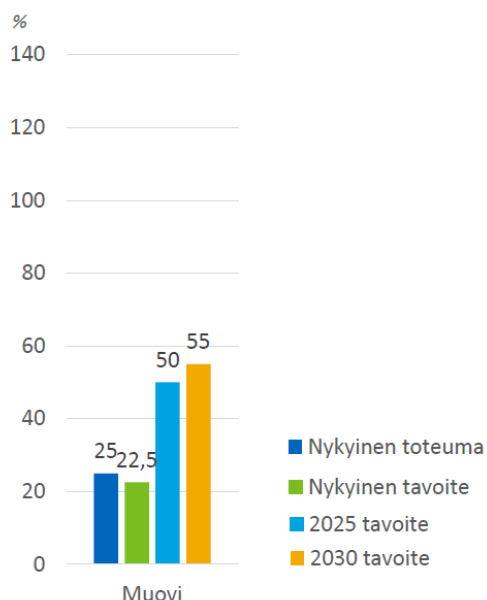
Kierrätettyjen raaka-aineiden käytön edistämiseksi voidaan tarvita kierrätysmateriaalilisäitä koskevia pakollisia sääntöjä, koska kierrätettävien materiaalien markkinat eivät vielä toimi. Kehotetaan komissiota harkitsemaan EU:n markkinoille saatettujen

tiettyjen muovituotteiden kierrätettyä sisältöä koskevien vähimmäisvaatimusten käyttöönottoa elintarvikkeiden turvallisuusvaatimuksia noudattaen.

Kehotetaan jäsenvaltioita harkitsemaan alennetun arvonlisäveron käyttöönottoa tuotteille, jotka sisältävät kierrätysmateriaaleja. (Euroopan parlamentti 2018c.)

EU:n vuoden 2018 jätedirektiivissä esitetään, että kierrätystä lisätään ja erilliskeräystä tehostetaan. Kierrätykseen tarkoitettua erilliskerätyn jätteen poltto ja sijoitus kaatopaikalle tulee olemaan kiellettyä. Viimeistään vuoden 2024 kaikkien pakkausten tulee kuulua tuottajavastuun piiriin. (Blauberg 2018, 4.) Kuviossa 1 on esitetty muovipakkausjätteen kierrätystavoitteet eri vuosille sekä sen toteutuminen vuonna 2016.

Pakkausjätteiden kierrätystavoitteet ja nykyinen toteuma (2016)



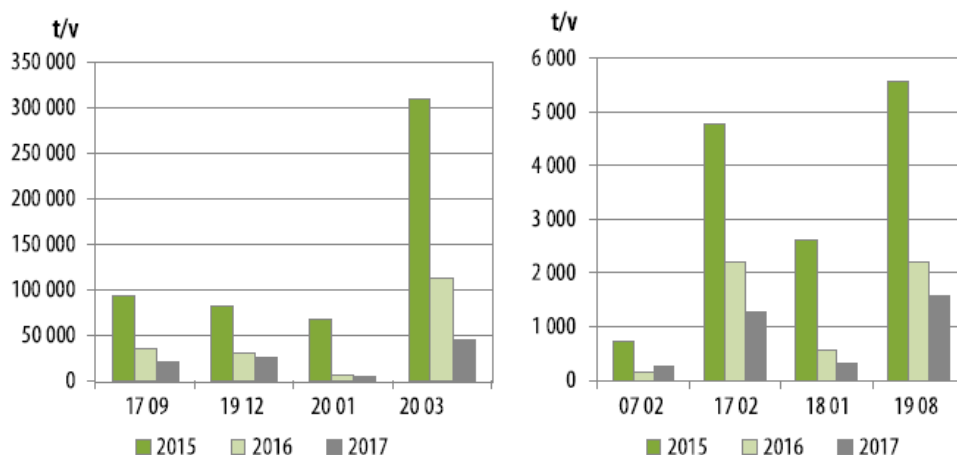
Kuvio 1. Pakkausjätteen kierrätystavoitteet ja toteutuminen vuonna 2016 (mukailtu Blauberg 2018, 9)

2.2 Vanhoja tavoitteita ja toimenpiteitä

Tässä luvussa on esitetty EU:n toimenpiteitä, joita on laitettu käyntiin vuosina 2015 - 2017.

Vuonna 2013 hyväksyttiin asetus, joka rajoittaa orgaanisen jätteen viennin kaatopaikoille. Asetus tuli voimaan vuoden 2016 alussa. Kaatopaikan sijaan orgaaninen jäte tulisi ensisijaisesti käyttää uudelleen materiaalina ja sen jälkeen vasta hyödyntää energiana.

(Korhonen, Pitkänen & Niemistö 2018, 14.) EU:n sitoutuminen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen toimi tämän asetuksen pohjana (Takala 2017). Kuvassa 1 esitetään joidenkin verollisten jätteiden sijoittamista kaatopaikoille vuosina 2015 - 2017. Esimerkiksi muovin vienti kaatopaikoille on laskenut selvästi, kuten oikeanpuoleisen diagrammin sarjasta 17 02 käy ilmi.



X-akselin selitykset:

- 07 02 muovien, kumin ja synteettisten kuitujen valmistuksessa, sekoituksessa, jakelussa ja käytössä syntyvät jätteet (voi sisältää PVC-muovia)
- 17 02 puu, lasi ja muovit (voi sisältää PVC-muovia)
- 17 09 muut rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet
- 18 01 synnytyslaitoksissa, taudinmäärityksessä, sairaanhoidossa tai sairauksien ennaltaehkäisyssä syntyvät jätteet
- 19 08 jätevedenpuhdistamoissa syntyvät jätteet, joita ei ole mainittu muualla (muilla koodeilla)
- 19 12 jätteiden mekaanisessa käsittelyssä (kuten lajittelussa, murskaamisessa, paalauksessa ja pelletoinnissa) syntyvät jätteet
- 20 01 yksilöidyt jätelajit (lukuun ottamatta nimikeryhmää 15 01) (voi sisältää PVC-muovia)
- 20 03 muut yhdyskuntajätteet (esimerkiksi sekalaiset yhdyskuntajätteet, katujen tai viemäreiden puhdistuksessa syntyvät jätteet, sakokaivolietteet ja suurikokoiset esineet)

Kuva 1. Verollisten jätteiden sijoittaminen kaatopaikoille vuosina 2015-2017 (Korhonen ym. 2018, 25)

Muita EU:n toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

Laaditaan laatustandardeja uusioraaka-aineille (erityisesti muoveille).

Laaditaan strategia muoveista kiertotaloudessa.

Toteutetaan erityistoimia merien roskaantumisen vähentämiseksi. (Euroopan komissio 2015.)

3 MUOVIJÄTE

3.1 Muovijäte ja sen kierrätys

Muovijätteen koko vaihtelee suurista kanistereista mikroskooppisen pieniin muovihiukksiin, jotka on heitetty pois ja saastuttavat ympäristöä (Le Guern 2019). Yleensä kierrätettävän muovijätteen alkuperästä ei tiedetä paljoa, kuten:

- Kuinka monta kertaa materiaali on uudelleenprosessoitu?
- Kuinka paljon se on jo lämpöhajonnut?
- Onko siinä vain yhtä vai useampaa materiaalia?
- Onko se saastunutta?
- Mikä sen käyttötarkoitus alun perin on ollut?
- Onko esimerkiksi sää vioittanut sitä?

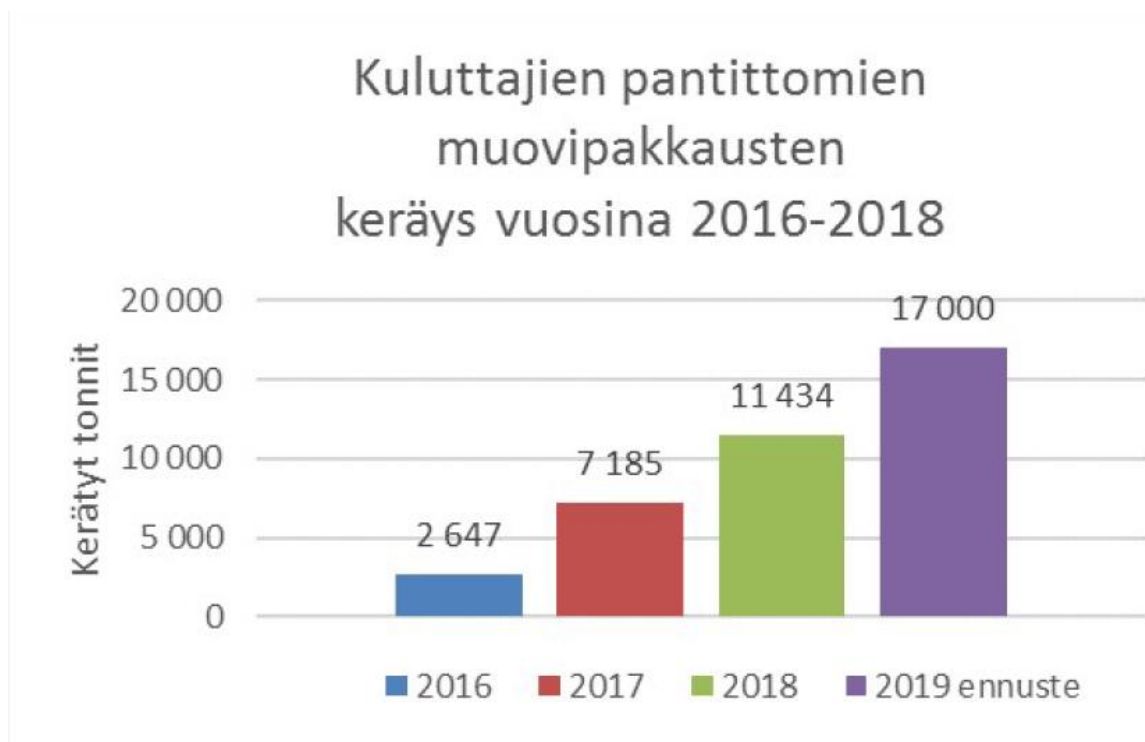
Tällaiset tekijät saattavat vaikuttaa valmistettavaan uusiomuoviin, jonka ominaisuudet voivat poiketa varsin paljon vastaavasta neitsytmuovista. Esimerkiksi muovin altistuminen hapettaville-, mekaanisille- tai lämpöhajoamisprosesseille saattaa muuttaa muovin tunnusomaisia piirteitä. (Goodship 2007, 46.)

Suomessa syntyy vuodessa arviolta 200 000 tonnia muovijätettä, josta yli puolet on pakkauksista (Wiik 2019). Muovijätteessä on kymmeniä eri muovilaatuja, jotka ovat yleensä sekaisin muun jätteen kanssa. Jätemuovia kierrätetään Suomessa vuosittain noin 30 000 tonnia ja 20 000-30 000 tonnia menee energiahyötykäyttöön, joten kaatopaikalle päätyy 100 000 tonnia jätemuovia. (Järvinen 2008, 158.) Muovin kaatopaikkakiellon takia kaatopaikoille päätyy nykyään huomattavasti vähemmän muovia.

3.2 Pakkausjäte

Erillinen kuluttajien pantittomien muovipakkausten keräys aloitettiin vuonna 2016. Kuvassa 2 on vuosien 2016-2018 ja ennuste vuodelle 2019 kuluttajamuovipakkausten keräysmääristä. (Soini 2019a.) Arvion mukaan vuonna 2021 pakkausmuovia kerätään 25 000 tonnia ja määrä kasvaa 40 000 tonniin vuosiin 2024-2025 mennessä (Soini 2019b). Jos vuoden 2018 lukemaan lisätään palautetut pantilliset pakkaukset, kerättiin Suomessa 40 000 tonnia muovipakkauksia. Vuonna 2016 muovipakkauksia palautettiin puoli kiloa Suomalaista kohden ja vuonna 2018 lukema oli kaksi kiloa. (Soini 2019a.) Vuonna 2016, Euroopassa kerättiin käsittelyä varten 16,7Mt muovipakkausjätettä. Tästä määrästä 40,8 % kierrätettiin, 38,8 % käytettiin energiana ja 20,4 % päätyi kaatopaikalle. EU:n tavoite on, että jäsenvaltiot kierrättävät 22,5 % pakkausjätteestään. (Plastics Europe

2018a, 37-39.) Suomessa noin 24 % muovipakkauksista kierrätetään (Ympäristöministeriö 2018).



Kuva 2 Kuluttajamuovipakkausten keräys (Soini 2019a)

Suomessa pystytään kierrättämään jätemuovia uudeksi raaka-aineeksi noin 20 000 tonnia vuodessa. Kierrätystä rajoittavat esimerkiksi uusiomuovin markkinoiden rajallisuus, prosessointikustannukset ja -haasteet sekä muovin ominaisuuksien muuttuminen. (Järvinen 2000, 102.) Vuonna 2018 Fortum ilmoitti avaavansa muovijalostamossaan uuden käsittelylinjan, jonka ansiosta jalostamon käsittelykapasiteetti nousee 30 000 tonniin vuodessa. Muovijalostamolle kerätään pakkausmuovijätettä sekä kuluttajilta että teollisuudesta koko Suomesta. Jalostamo käsitteli kuluttajien muovipakkausjätettä vuonna 2017 noin 6000 tonnia. (Hakola 2018a.) Kaikki keräyslaatikoihin laitettut muovipakkaukset viedään Fortumin laitokseen Riihimäelle lajiteltavaksi. Tästä jätteestä osa lajitellaan ja osa poltetaan. (Ympäristöministeriö 2018.)

Suomessa tuottajan vastuulle kuuluu pakkausmuovin keräyksen järjestäminen. Esimerkiksi hammasharjaa ei saa tähän keräykseen laittaa, vaan se päättyy useimmiten sekajätteen mukana polttoon, koska muille muoveille ei toistaiseksi ole pakkausmuovien kaltaista järjestelmää. (Raunio 2019.)

3.2.1 Elintarvikepakkaukset

Elintarvikepakkaukset vähentävät ruokahävikkiä huomattavasti. Kehitysmaissa elintarvikehävikistä 40 % syntyy alkutuotannon jälkeen ja jopa 50 % elintarvikkeista pilaantuu ennen kuljetusta. Huono pakkaaminen on suuri syy hävikin syntymiseen. Euroopassa vain 3 % elintarvikkeista pilaantuu ennen kuljetusta. Oikean pakkauksen valitseminen pitää elintarvikkeet puhtaana, pidempään tuoreena ja voi tuplata myyntiajan. (Plastics Europe 2013, 6-7.) Muovipakkaukset ovat myös kevyempiä kuin vaihtoehtoiset pakkausmateriaalit, joten ne muun muassa myös säästävät energiaa ja vähentävät hiilidioksidi päästöjä (Plastics Europe 2016, 2).

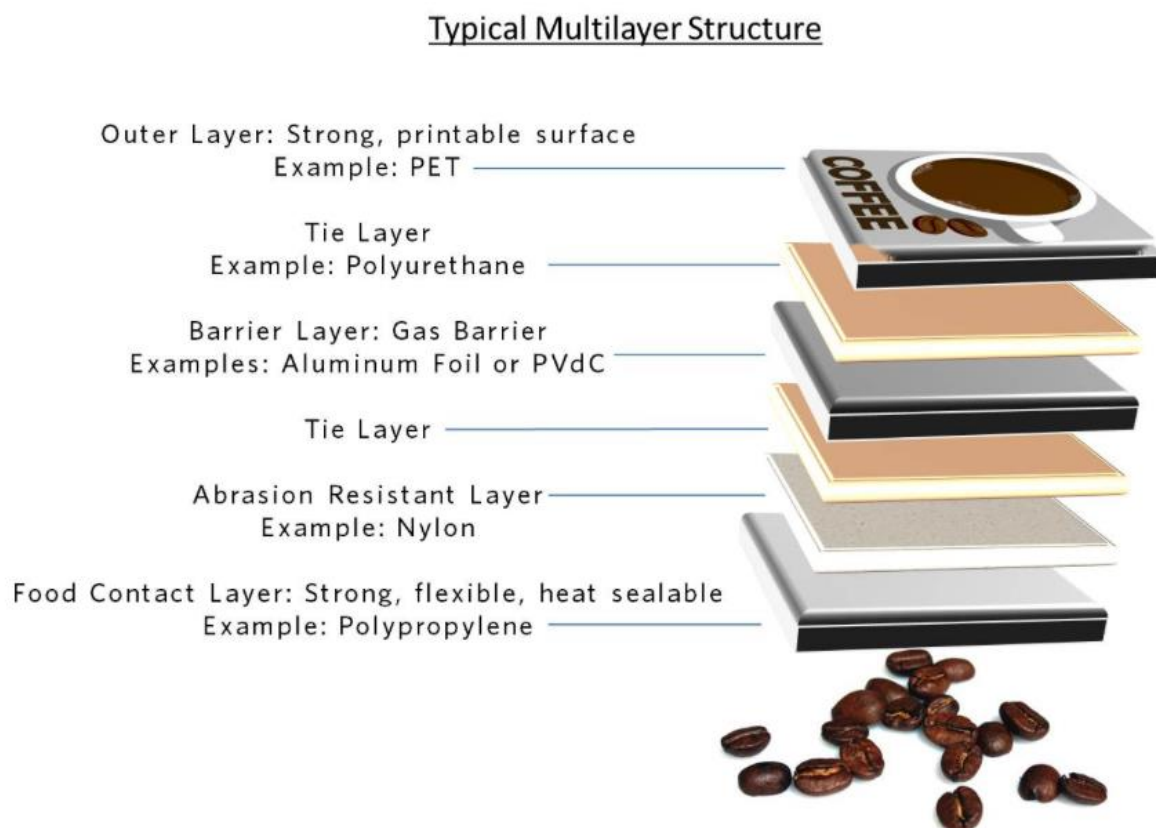
Elintarvikepakkauksia valmistetaan esimerkiksi polyeteenistä (PE) ja polypropeenista (PP) ja erilaisia juomapulloja voidaan valmistaa esimerkiksi polyetyleenitereftalaatista (PET) (Plastics Europe 2018b, 3). Elintarvikkeita voidaan pakata monikalvopakkauksiin, jotta pakkauksen sisälle saadaan luotua muunneltu ilmakehä, jossa elintarvike säilyy pidempään ilman lisäaineita (Plastics Europe 2013, 7). Elintarvikkeiden kanssa kontaktissa olevien muovien tulee olla hyväksytyjä EU:ssa. Tuotteen tulee myös olla valmistettu elintarvikekontaktiin. Ei riitä, että käytetty materiaali on sallittu elintarvikekontaktissa, jos alkuperäinen käyttötarkoitus tuotteelle on eri. (Muoviteollisuus Ry 2019a.)

Pakkaukset voidaan kierrättää, mutta ennen keräysastiaan viemistä, tulisi pakkaukset putsata. Putsaaminen ehkäisee, että ruuanjämät ei ala haisemaan tai kerää bakteereita. Pakkaukset voi huuhtaista tai pyyhkiä puhtaaksi, mutta sen enempää ei kannata pestä. Tämän takia hyvin likaiset pakkaukset kannattaa heittää sekajätteeseen. (YLE 2019.)

3.2.2 Monikalvopakkaukset

Monikalvopakkauksissa yhdistetään eri materiaaleja kerroksittain yhdeksi levyksi, jotta saadaan teknisesti käytännöllinen materiaali. Eri muovityypeillä on eri tarkoitukset monikalvopakkauksissa, kuten polyeteeni sekä polypropeeni toimivat tiivisteinä, josta happi ei pääse läpi. Polyeteenin voi tämän lisäksi pakastaa ja polypropeenin kuumentaa. Polyamidi (PA) tuo materiaaliin kestävyyttä, kaasujen läpäisemättömyyttä sekä puhkaisu-lujuutta. (Ragaert 2017,5.) Usein erilaiset materiaalit tarttuvat toisiinsa huonosti, minkä takia kerrosrakenne voi purkautua ja heikentää mekaanisia ominaisuuksia. Tartunnan parantamiseksi käytetään erilaisia sidoskerroksia, jotka valitaan liitettävien materiaalien mukaan. (Polymer properties database 2019.) Kuvassa 2 on esitetty tyypillinen rakenne monikalvopakkaukselle. Uloimpana on vahva kerros, jolle voi tulostaa, kuten PET. Kaasuesteenä toimii alumiinifolio tai PVdC ja hankauksen kestoaa parantaa polyamidi. Sisimpänä on elintarvikekontaktissa oleva kerros, jonka tulee olla kestävä, joustava sekä

lämpösinetöitävä, kuten polypropeeni. Uloimman kerroksen ja kaasunesto kerroksien jälkeen tulee sidoskerrokset, jotka voivat olla esimerkiksi polyuretaania (PU). (Ragaert 2017,5.)



Kuva 3 Tyypillisen monikalvopakkauksen rakenne (Ragaert 2017,5)

Monikalvopakkausten kerroksellisuus aiheuttaa sen kierrätyksessä hankaluuksia, esimerkiksi lähi-infrapunaspektroskopiolla (NIR) tunnistettaessa tunnistetaan vain yksi kerros, jolloin pakkaus lajitellaan väärin. Väärin lajiteltuna monikalvopakkaus alentaa kierrätettävän muovin laatua. Uudemmat lajitteluvälineet pystyvät tunnistamaan monikalvoraakenteen. Vaikka monikalvopakkaukset pystytään erottamaan muista muovivirroista, ei eri kerroksia pystytä erottamaan toisistaan. Pakkaukset voidaan mekaanisesti kierrättää, jolloin siitä syntyy monimutkainen sekoittumaton seos. Syntyvän seoksen koostumusta on vaikea ennalta arvata. (Ragaert 2017, 10-13.) Mekaaninen kierrätys ei kuitenkaan ole sovelia kierrätysmetodi monikalvopakkauksille (BASF 2019).

3.2.3 Maatalouden pakkaukset

Suomessa on arvioitu syntyvän noin 12 000 tonnia maatalouden muovijätettä vuodessa. Siihen kuuluu muun muassa pyöröpaalimuovia, aumamuovia sekä lannoitesäkkejä.

Muovin menekkiä pyritään minimoimaan, sillä se on suuri kustannuserä. (Rantala & Viljakainen 2010, 27 & 53.)

Maatalouden muovijäte voidaan jakaa kahteen ryhmään: pakkausmuoveihin ja ei-pakkausmuoveihin. Pakkausmuovit kuuluvat lakisääteiseen tuottajavastuun piiriin eli niiden valmistajat, pakkaajat ja maahantuojat vastaavat niiden kierrätyksestä. Maataloudessa pakkausmuoveja ovat esimerkiksi lannoitesäkit. Ei-pakkausmuoveja ryhmään kuuluu tiloilla pakatut muovituotteet, kuten käärintä- ja aumamuovit. Ei-pakkausmuoveilla ei tällä hetkellä ole kierrätykseen toimivaa järjestelmää. (Erälinna & Järvenpää 2019, 3-4.)

Maatalouden lannoitesäkkejä on kierrätetty Suomessa jo 1975 alkaen. 4H-yhdistys ottaa ilmaiseksi vastaan lannoite- ja siemensäkkejä, sekä pieniä 25kg:n säkkejä, että suursäkkejä. Vuonna 2018 keräykseen palautettiin säkkejä 655 700 kiloa, joka vastaa 70 % maa- ja metsätiloille toimitetuista säkeistä. (4H 2019.) Vuonna 2018 järjestetyillä maatalousmuovijätteen keräysviikolla Salossa ja Forssassa kerättiin myös pakkausmuovia, esimerkiksi huudeltuja muovikanistereita ja puhtaita lannoite- ja siemensäkkejä, jotka eivät kelvannut 4H-yhdistyksen keräykseen (Erälinna 2018).

Maataloudessa käytetään vähemmän eri muovilaatua kuluttajapakkauksiin verrattuna, minkä takia maatalousmuovien lajittelu on helpompaa. Lajittelua vaikeuttaa kuitenkin se, että sama tuote ei välttämättä ole valmistettu aina samasta muovilaadusta. Myös merkinät käytetystä muovilaadusta ovat puutteellisia. Yleisimmin käytetty muovilaatu on polyeteeni, josta valmistetaan muun muassa kalvoja. (Erälinna & Järvenpää 2019, 4-5.)

Maatalousmuovien likaisuus aiheuttaa hankaluuksia sen kierrättämisessä. Syntypaikkalajittelussa onkin tärkeää, että muovissa on mahdollisimman vähän maa-ainesta, multaa tai muuta orgaanista likaa. Lajittelun jälkeen on tärkeää varastoida muovit niin, että ne ei kastu tai likaannu. (Erälinna & Järvenpää 2019, 8-9.)

Yleinen tapa hävittää muovijäte maataloilla on ollut avopoltto. Erälinnan ja Järvenpään hankkeessa tehtiin vuonna 2018 kysely maatalousmuovien kierrätystottumuksista. Vastanneista maaseutuyrittäjistä lähes viidennes sanoi polttavansa muovit tilalla. Avopolttoa käytetään siis edelleen, vaikka vuonna 2016 kunnallinen jätehuoltomääräys kielsi muovijätteen polton kattiloissa ja avotulella. Poltto-olosuhteita ei saada kattiloissa tai avopoltossa sellaisiksi, että muovi palaisi kunnolla, jolloin polttamisessa syntyy myrkyllisiä yhdisteitä. (Erälinna & Järvenpää 2019, 6 & 9.)

Suomessa on yksi valtakunnallinen, Fortum Waste Solutions Oy, ja useita paikallisia maatalousmuovijätteen kerääjiä. Fortum Waste Solutions Oy hakee melkein kaikki tilan maataloudenmuovijätteet, myös pakkausmuovit. Maatalousmuovit viedään yleensä

energiajätteeksi jäteasemille, jolloin tuoja maksaa jäteasemakohtaisen energiamaksun. Fortum Waste Solutions Oy hakee muovijätteet noutopalveluna tiloilta ja veloittaa siitä pannon ja lajitteluasteen perusteella. (Erälinna & Järvenpää 2019, 11.) Maailman markkinahinnat vaikuttavat muovijätteen vastaanoton ja keräyksen kannattavuuteen. Keräyksen kustannuksia saadaan kuitenkin pienennettyä, kun muovin keräys yhdistetään muiden materiaalien keräykseen. (Rantala & Viljakainen 2010, 53.)

4 MEKAANINEN KIIERRÄTYS

4.1 Kierrätysprosessi

Mekaaninen kierrätys on yleisimmin käytetty kierrätys metodi (Goodship 2007, 45). Mekaanisella kierrätyksellä tarkoitetaan muovijätteen mekaanista prosessointia, esimerkiksi murskaamisen, silppuamisen ja sulatuksen avulla, takaisin muovituotteiksi. Prosessissa materiaalin kemiallinen rakenne pysyy lähes samana. Mekaaninen kierrätys on sopiva menetelmä, kun muovijäte on puhdasta tai se on helposti puhdistettavissa. (Villanueva & Eder 2014, 54.) Vain kestopuovut soveltuvat tällaiseen kierrätysprosessiin, jossa materiaali sulatetaan ja prosessoidaan uudeksi tuotteeksi esimerkiksi ruiskuvalulla tai ekstruusiolla (Plastics Recyclers Europe 2012, 10). Yli 90 % Suomessa käytetyistä muoveista on kestopuoveja (Järvinen 2000, 102).

Eri kestopuovut sekoittuvat huonosti keskenään tai ne eivät muuten ole keskenään yhteensopivia. Eri polymeerien seoksilla voi tämän takia olla huonommat mekaaniset ominaisuudet kuin vain yhtä polymeeriä sisältävällä kestopuovilla, minkä takia uusiomuovi voi olla epäsooivaa moniin sovelluksiin. Mekaaninen kierrätys on yleisesti siis toteuttamiskelpoinen vain homogeenisille polymeerivirroille tai määritellyille polymeerisekoituksille, jotka voidaan tehokkaasti erotella omiksi virroikseen. (Plastics Recyclers Europe 2012, 10.)

Mekaanisen kierrätyksen tehokkuus vaihtelee, mutta keskimäärin 60 % voidaan jalostaa takaisin raaka-aineeksi ja loput 40 % päätyy energia hyötykäyttöön, muille teollisuudenaloille hyötykäyttöön tai kaatopaikalle. Kierrätyslinjojen tehokkuus paranee, jos muovijätteen keräys ja lajittelu paranevat. (Mudgal, Lyons & Kong 2013, 18.)

4.2 Saasteet

Muovijätteessä olevat saasteet voivat heikentää mekaanisia ominaisuuksia, jos niitä päätyy uudelleen prosessoituun muoviin. Erilaisia saasteita voivat olla esimerkiksi maali, etiketit, pinnoitteet, pöly, puu, metalli, liima jäämät ja muste. Metallit saattavat myös vahingoittaa prosessointi koneistoja, jos niitä ei saada poistettua jätteestä. (Goodship 2007, 49.)

Osa saasteista voidaan poistaa muovisulasta suodattimen avulla, jos saasteet eivät sula sulatusprosessin aikana. Tätä menetelmää voidaan käyttää ekstruudereissa ja ruiskuvalu-koneissa. Suodattimet tulee vaihtaa säännöllisin väliajoin, jotta ne eivät tukkeudu. Vaihtoväli riippuu saasteiden määrästä. On tärkeää, että suodattimen vaihtamisen tarpeesta indikoi valvontajärjestelmä, jotta suodatin ei pääse missään vaiheessa tukkeutumaan. Jos

saasteet sulavat prosessoinnin aikana, ne sekoittuvat sulaan massaan, eikä niitä pystytä enää poistamaan. Saasteet saattavat jäädä näkyviksi. (Goodship 2007, 50-51.)

4.3 Murskausprosessi

Muovin murskaimilla on suuri rooli kierrätyslinjastoissa, sillä murskattua jätettä on esimerkiksi helpompi käsitellä. Muovin murskaimet on suunniteltu murskaamaan erilaisia muoveja, minkä takia muun muassa niiden nopeudet, vääntömomentti ja terien koko vaihtelee. Murskaimien hevosvoima vaihtelee yleensä 50hv – 1250hv välillä, ja niiden tuottaman murskan kokoa ja muotoa voi säätää. Jotta muovimurskasta tulee mahdollisimman laadukasta, on tärkeätä valita omiin tarpeisiin oikeanlainen murskain. (Compactor Management Company 2018.) Murskaus suoritetaan yleensä ennen pesua, sillä kokonaisten muovikapaleiden pesu sekä sisä- että ulkopuolelta on haastavampaa kuin muovipalasten pesu (Eskelinen, Haavisto, Salmenperä & Dahlbo 2016, 21).

4.4 Pesuprosessi

Jotta saadaan aikaan laadukasta uusiomuovia, tulee muovijäte puhdistaa hyvin. Mahdolliset epäpuhtaudet vaikuttavat muovin ulkonäköön sekä alentavat sen fyysisiä ja kemiallisia ominaisuuksia. Muovin puhdistusta voi tapahtua myös muissa mekaanisen kierrätyksen vaiheissa kuin vain pesussa, kuten märkäröuhinnassa ja muovinerottelussa kellutustankissa. (Eskelinen ym. 2016, 21.) Pesussa poistetaan muovin absorboimaa öljyä, liuottimia, maaleja, rasvaisia ruoka-aineita ja pesuaineita. Vaadittavan pesun tehokkuuteen vaikuttaa muovi laatu, sillä eri muovit absorboivat aineita eri tavalla. Pesu tapahtuu yleensä vedellä, joka voi olla kylmää tai kuumaa, ja jossa voi olla pesuainetta. (Villanueva & Eder 2014, 52.) Pesuvedessä voidaan käyttää myös alkalia, jonka määrä riippuu poistettavien liimojen ja etikettien määrästä. Vaikka pesuvesi voi olla myös kylmää, on se usein 88°C. Yleensä pesu kestää 5-20 minuuttia. (Eskelinen ym. 2016, 21.) Riippuen asiakkaan määräyksestä, jätemuovia ei aina tarvitse pestä. Pesun jälkeen muovi voidaan huuhdella ja kuivata. (Villanueva & Eder 2014, 52.) Muovijätteen pesu nostaa sen puhtautta ja saattaa parantaa muiden prosessien tehokkuutta, kuten lajittelun (Goodship 2007, 55).

5 UUSIOMUOVI JA SEN KÄTTÖKOHTEET

5.1 Uusiomuovi

Uusiomuovi tarkoittaa kierrätetystä muoviraaka-aineesta valmistettua muovia (Muoviteollisuus Ry 2019b). Suomessa pitäisi olla kysyntää uusiomuoville, sillä muovialan yrityksiä on noin 600. L&T Muoviportin tuotantopäällikkö Mikko Mäenpää toteaa artikkelissa Muovi murskautuu uudeksi raaka-aineeksi, että heidän priimatuotteensa on neitsyt raaka-ainetta kolmanneksen halvempia. Priimalla tarkoitetaan kierrätettyä materiaalia, jonka käsittelytavat sekä lisäaineistus, on tiedossa. Materiaalin alhainen hinta on siis ekologisuuden ohella syy, miksi uusiomuovia halutaan käyttää. (Brink 2017.) Uusiomuovin kysyntä Euroopassa on vain 6 % kaikesta muovin kysynnästä (Ympäristöministeriö 2018).

Uusiomuovin väri voi olla syy, miksi se ei sovi tiettyihin sovelluksiin. Jos kierrätysvaiheessa erivärisiä muoveja ei erotella toisistaan, vaan kaikki sulatetaan keskenään, syntyy eri kierrätyseriästä varsin eriväristä uusiomuovia. Tällöin uusiomuovin väri voi siis vaihdella päivästä toiseen. Musta pigmentti peittää hyvin muut värit sekä mahdolliset saasteet alleen, joten muovin värjäminen mustaksi on yksi vaihtoehto taata tasaisen väristä uusiomuovia. (Goodship 2007, 22.)

5.2 Nykyiset käyttökohteet

Uusiomuovia voidaan käyttää useissa eri sovelluksissa, poisluettuna ruokakontakti- sekä lääketieteelliset tuotteet. Uusiomuovi on hyvä esimerkiksi jätesäkkien valmistukseen. Jätesäkit valmistetaan lähinnä LDPE:stä (matalatiheys polyeteeni), ja ne voi olla valmistettu kokonaan uusiomuovista. Tuotteet, jotka on valmistettu kokonaan uusiomuovista, ovat kuitenkin harvinaisia. Ostoskassit sisältävät myös usein uusiomuovia. (Goodship 2007, 23.) Uusiomuovia voidaan käyttää laajasti eri sovelluksissa. LDPE:stä voidaan valmistaa muun muassa säkkejä ja erilaisia kalvoja esimerkiksi maatalouden käyttöön. HDPE:stä voidaan valmistaa esimerkiksi putkia, lavoja, ämpäreitä sekä pesuainepulloja. Polypropyleniä käytetään paljon samoissa sovelluksissa kuin HDPE:tä ja sen lisäksi huonekaluissa ja auton osissa. PET:iä käytetään esimerkiksi pakkauksissa ja kalvoissa. (Mudgal ym. 2013, 30.) Suomessa erilliskerätyt muovipakkaukset käytetään kotimaassa raaka-aineena muun muassa PET-pulloihin, muovikasseihin, jätesäkkeihin ja muoviputkiin (Ympäristöministeriö 2018).

Fortum valmistaa teollisuuden ja kaupan sekä kuluttajamuovipakkauksista CIRCO-kierrätysprofiileja ja -muovia. CIRCO voi korvata osittain tai kokonaan neitsyt raaka-aineen. CIRCO-granulaatit sopivat esimerkiksi HDPE- ja PP-putkiin, LDPE-kalvoihin sekä PP

ruiskuvaluun. (Fortum 2019a.) CIRCO-profiilit sopivat muun muassa korvaamaan puuta ja betonia. Niitä voi työstää monipuolisesti, ja ne ovat helppohoitoisia sekä hygieenisiä. Ne kestävät myös kosteutta eikä niitä tarvitse maalata. Ominaisuuksiensa ansiosta CIRCO-profiilit sopivat hyvin esimerkiksi viher- ja ulkorakentamiseen, kuten puistokalusteiksi, melusteiksi ja terassien alusrakenteiksi. (Fortum 2019b.)

Fortum CIRCO -uusiomuovia käytetään myös ESSI-kiertokasseissa ja Orthex Groupin tuotteissa. ESSI-Kiertokassien materiaalista yli 90 % on kierrätysmuovia ja vähintään 45 % on Fortumin CIRCO-uusiomuovia. Vaikka uusiomuovin osuus onkin ESSI-kasseissa suuri, kestävät ne yhtä hyvin kuin normaalit muovikassit. ESSI-kasseja on saatavilla esimerkiksi K-ryhmän liikkeissä. (Kiesrtokassi.fi 2019.) Vuonna 2017 Orthex Group alkoi valmistaa kukkaruukkuja, saaveja, ämpäreitä ja säilytyslaatikoita, jotka ovat 100 % kuluttaja kierrätysmuovista. Orthexin tavoite on, että kaikki heidän valmistamat kukkaruukut ja parvekelaatikot ovat valmistettu uusiomuovista vuoteen 2020 mennessä. (Orthex Group 2019.)

Isot kansainväliset yritykset, kuten Adidas ja IKEA, ovat hyödyntäneet uusiomuovia tuotteissaan. Adidas on tuottanut kenkämalliston, jossa on käytetty meristä kerättyä muovia (Hakola 2018b). IKEA käyttää kierrätettyjä PET-pulloja kahdessa keittiöovi mallissa (Ikea 2019).

5.3 Mahdolliset käyttökohteet

Uusiomuovista voidaan valmistaa hyvin laajasti eri tuotteita paitsi ruokakontakti- ja lääketieteen tuotteita, kuten edellä mainittu, kunhan materiaali on laadultaan sovellukseen sopivaa.

Eskelinen ym. (2016, 32-36) esittelee raportissaan mahdollisia käyttökohteita uusiomuoveille. Maarakentamisessa uusiomuovia voisi käyttää geosynteettinä. Geosynteetit ovat maa- ja vesirakentamisessa käytettyjä tuotteita, jotka on valmistettu polymeereistä. Geosynteetejä ovat esimerkiksi maanrakennuskankaat ja lujiteverkot, joita käytetään maainesten erotteluun ja maan kantavuuden parantamiseen. Uusiomuovia käytetään paljon jo ulkokohteissa. Saksassa junakiskojen ratapölkkyissä käytetään uusiomuovia, 65-85 % ratapölkystä on kierrätys HDPE:ta. Asfaltin korvaamiseen on ollut suunnitteilla kierrätysmuoviteitä, joista ollaan oltu kiinnostuneita Hollannissa. Erilaisiin ulkokalusteisiin, leikki-puistojen välineisiin, minigolfratoihin ja aallonmurtajiin käytetään myös uusiomuovia. Ulko- mailla uusiomuovia käytetään paljon myös autoteollisuudessa sekä sisä- että ulko-osien valmistukseen. Myös Suomen autoteollisuus on kiinnostunut käyttämään uusiomuovia tuotannossaan, kunhan materiaali on riittävän laadukasta.

6 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli pohtia mahdollisia käyttökohteita uusiomuoville kasvavan muovijäte määrän vähentämiseksi. Mahdollisia sovelluksia löytyi useampia. EU:n asettamilla toimenpiteillä on mielestäni suuri vaikutus, jotta uusiomuoville avautuu vielä laajemmat käyttömahdollisuudet ja markkinat.

Uskon, että EU:n muovi strategiassa esitetyt erilaiset kannustimet nostavat uusiomuovin kysyntää, esimerkiksi ympäristömerkkien kehittäminen, alennettu arvonlisävero ja laatustandardien kehittäminen uusiomuoville. Myös tavoite saada kaikki pakkaukset kierrätettäviksi tai uudelleen käytettäviksi vuoteen 2030 mennessä voisi samalla nostaa uusiomateriaalin kysyntää, sillä pakkaukset on paremmin suunniteltu kierrätystä varten, jolloin siitä tehtävä uusiomateriaalikin on oletettavasti laadukkaampaa. Myös kierrätysmateriaalin määrä kasvaa tavoitteen myötä. Strategiassa kannustetaan myös panttijärjestelmän hyödyntämistä. Panttijärjestelmällä saataisiin kerättyä tiettyä muovilajia, jolloin muut muovilajit eivät heikentäisi uusiomuovin laatua ja tiedettäisiin tarkemmin, mitä se sisältää. Esimerkiksi PET-pullojen panttijärjestelmällä saadaan niin laadukasta usioraaka-ainetta, että siitä voidaan valmistaa uusia juomapulloja. Laatustandardien kehittäminen kierrätetyille muoveille lisäisi luotettavuutta uusiomuovin ominaisuuksista sekä laadusta ja sen tasaisuudesta. Hyvä laatuinen uusiomuovi on monipuolinen materiaali, jonka potentiaali saattaa jäädä monilta tuottajilta hyödyntämättä juurikin laatustandardien puutteen vuoksi. Standardien kehittäminen olisikin mielestäni tärkeää.

Edellä mainittuja mahdollisia uusiomuovin käyttökohteita, joita on toteutettu muualla maailmassa, voisi ottaa käyttöön myös Suomessa. Esimerkiksi junaraiteiden ratapölyt, jossa esteettisyys ei ole välttämättä niin tärkeä, voisi olla hyvä uusiomuovin kohde Suomessakin. Maarakennus, jossa materiaalin esteettisyys ei ainakaan ole oleellista, on myös hyvä kohde käyttää uusiomuovia. Tällöin saattaa herätä huoli, että vapautuuko esimerkiksi lujiteverkosta mikromuovia tai muita haitallisia aineita maaperään. Suomen autoteollisuus oli esittänyt mielenkiintoa uusiomuovin käytölle, kunhan se on riittävän laadukasta. Uskon, että monilla muillakin teollisuudenaloilla ajatellaan samoin.

Uusiomuovin laatuun ja kierrätyksen sulavaan sujumiseen vaikuttaa paljon keräyksen ja lajittelun laatu. Kuluttajien valistus lajittelusta ja sen tärkeydestä voisi parantaa kierrätysprosessia ja laatua. Muovilaatujen merkinnät saattavat olla puutteellisia, mikä vaikeuttaa oikeaa lajittelua. Myös mekaanisen kierrätysprosessin jatkuva kehittäminen eteenpäin on tärkeää.

Uusiomuovin laatu on jo kehittynyt ja uusia käyttökohteita sille syntyy lisää. Siksi muovijätteen vähentämiseksi kierrätys uusiomuoviksi on kannattava prosessi kehittää.

LÄHTEET

- 4H 2019. Reilu Teko -lannoitesäkkikeräys viljelijöille. [viitattu 5.10.2019]. Saatavissa: <https://4h.fi/4h-jarjestona-2/osallistu-ymparistotekoon/lannoitesakkikerays-viljelijoille/>
- BASF 2019. Multilayer packaging: innovative and sustainable. [viitattu 20.8.2019]. Saatavissa: <https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2019/07/p-19-262.html>
- Blauberg, T.R. 2018. Jätedirektiivien muutokset – uudet vaatimukset tuottajille. Ympäristöministeriö. [viitattu 25.6.2019]. Saatavissa: https://asiakas.kotisivukone.com/files/tuottajayhteiso.julkaisee.fi/3_Tarja-Riitta_Blauberg.pdf
- Brink, P. 2017. Muovi murskautuu uudeksi raaka-aineeksi. L&T. [viitattu 30.9.2019]. Saatavissa: <https://lassikko.lt.fi/muovi-murskautuu-uudeksi-raaka-aineeksi>
- Compactor Management Company 2018. All about plastic shredders: From applications to advantages. [viitattu 20.8.2019]. Saatavissa: <https://www.norcalcompactors.net/all-about-plastic-shredders-from-applications-to-advantages/>
- Erälinna, L. 2018. Maatalousmuovijätteen kierrätysviikko Salossa ja Forssassa syksyllä 2018. Maatalousmuovijäte.fi. [viitattu 5.10.2019]. Saatavissa: <http://maatalousmuovijate.fi/2018/10/maatalousmuovijatteen-keraysviikko-salossa-ja-forssassa-syksylla-2018/>
- Erälinna, L. & Järvenpää, A.M. 2019 Maatalousmuovijätteen keräys ja kierrätys Haasteet ja mahdollisuudet. Turun yliopiston Brahea-keskus. [viitattu 21.6.2019]. Saatavissa: https://issuu.com/limuke.raportti/docs/limuke_final-eng
- Eskelinen, H., Haavisto, T., Salmenperä, H. & Dahlbo, H. 2016. Muovien kierrätyksen tilanne ja haasteet. CLIC Innovation Report. [viitattu 20.6.2019]. Saatavilla: <http://www.syke.fi/download/noname/%7B5903968F-2B4E-4BEA-BC45-099C7D210D36%7D/117935>
- Euroopan komissio 2015. Kierto kuntoon – Kiertotaloutta koskeva EU:n toimintasuunnitelma. [viitattu 10.9.2019]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=COM:2015:0614:FIN>
- Euroopan komissio 2018. EU:n strategia muoveista kiertotaloudessa. [viitattu 11.9.2019]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:52018DC0028>
- Euroopan parlamentti 2018a. Muovijäte ja kierrätys EU:ssa. [viitattu 10.9.2019]. Saatavissa: <http://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/priorities/kiertotalous/20181212STO21610/muovijate-ja-kierratys-eu-ssa>

Euroopan parlamentti 2018b. Kiertotalouspaketti: EU:n uudet tavoitteet kierrätykselle. [viitattu 12.9.2019]. Saatavissa: <http://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20170120STO59356/kiertotalouspaketti-eu-n-uudet-tavoitteet-kierratykselle>

Euroopan parlamentti 2018c. Hyväksytyt tekstit. [viitattu 11.9.2019]. Saatavissa: http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2018-0352_FI.html

Fortum 2019a. Kierrätysmuovi ja siitä valmistetut tuotteet. [viitattu 20.9.2019]. Saatavissa: <https://www.fortum.fi/yrityksille-ja-yhteisoiille/kierratys-ja-jatepalvelut/kierratystuotteet/kierratysmuovi-ja-siita-valmistetut-tuotteet>

Fortum 2019b. Esittelemme kierrätysmuovista valmistettuja Fortum Circo-profiileja Viherpäivillä 14.-15.2. [viitattu 20.9.2019]. Saatavissa: <https://www.fortum.fi/media/2018/02/esittelemme-kierratysmuovista-valmistettuja-fortum-circo-profiileja-viherpaivilla-14-152>

Goodship, V. 2007. Introduction to plastics recycling. 2. Painos. Smithers Rapra Publishing.

Hakola, E. 2018a. Fortum kolminkertaistaa uusiomuovin käsittelykapasiteettinsa – ”Suomen ratkaisuille maailmanlaajuista kysyntää”. Talouselämä. [viitattu 27.6.2019]. Saatavilla: <https://www.talouselama.fi/uutiset/fortum-kolminkertaistaa-uusiomuovin-kasittelykapasiteettinsa-suomen-ratkaisuille-maailmanlaajuista-kysyntaa/81780735-2edf-32c3-b5fc-fb22c31d01ef>

Hakola, E. 2018b. Adidas, Coca-Cola, Ikea – Suuret globaalit toimijat ovat heränneet kierrätysmuovin käyttöön. Talouselämä. [viitattu 6.10.2019]. Saatavissa: <https://www.talouselama.fi/uutiset/adidas-coca-cola-ikea-suuret-globaalit-toimijat-ovat-heranneet-kierratysmuovin-kayttoon/3c239c42-0f0f-3995-8ca8-139b2a3e84ed>

Ikea 2019. Muovipullot saapuivat keittiöön. [viitattu 6.10.2019]. Saatavissa: <https://www.ikea.com/fi/fi/this-is-ikea/design/muovipullot-saapuivat-keittioeoen-pubda9167b9>

Järvinen, P. 2000. Muovin suomalainen käsikirja. Muovifakta Oy. Porvoo: WS Bookwell.

Järvinen, P. 2008. Uusi muovitieto. Muovifakta Oy. Porvoo: WS Bookwell.

Kiertokassi.fi 2019. ESSIn tarina. [viitattu 6.10.2019]. Saatavissa: <https://www.kiertokassi.fi/artikkeli/kuka-ihmeen-essi/>

Korhonen, M.R., Pitkänen, K. & Niemistö, J. 2018. Selvitys orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon vaikutuksista. Ympäristöministeriö. [viitattu 25.6.2019]. Saatavissa:

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160946/SY_03_3018_Orgaanisen_jatteen_kaatopaikkakielto.pdf

Le Guern, C. 2019. When the mermaids cry: the great plastic tide. [viitattu 29.6.2019]. Saatavissa: <http://plastic-pollution.org/>

Matikinen, J. & Uosukainen, S. 2018. Osa sinunkin muovijätteistäsi on saattanut matkata toiselle puolelle maapalloa- Kiina pysäytti muovirallin Euroopasta. [viitattu 2.10.2019]. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-10229737>

Mudgal, S., Lyons, L. & Kong, M.A. 2013. Study on an increased mechanical recycling target for pastics. Final report, Plastics Recyclers Europe. [viitattu 21.6.2019]. Saatavissa: https://www.plasticsrecyclers.eu/sites/default/files/Study%20on%20an%20increased%20mechanical%20recycling%20target%20for%20plastics_BIOIS.pdf

Muoviteollisuus Ry 2019a. Elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvat muovit. [viitattu 28.9.2019]. Saatavissa: <https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit/elintarvikemuovit>

Muoviteollisuus Ry 2019b. Muovisanastoa. [viitattu 2.9.2019]. Saatavissa: <https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/sanasto/>

Orthex Group 2019. Kuluttajien kierrättämä uusiomuovi käyttöön Lohjan tehtaalla. [viitattu 24.9.2019]. Saatavissa: <https://www.orthexgroup.fi/inspiroidu/orthex---ekokem-yhteisty>

Plastics Europe 2018a. Plastics – the facts 2018. [viitattu 26.6.2019]. Saatavissa: https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf

Plastics Europe 2018b. Annual Review 2017-2018. [viitattu 26.6.2019]. Saatavilla: <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/498-plasticseurope-annual-review-2017-2018>

Plastics Europe 2013. Muovipakkaus: Luotu suojaksi. [viitattu 26.6.2019]. Saatavissa: https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/julkaisukirjasto/muut_julkaisut/

Plastics Europe 2016. The unknown life of plastics. [viitattu 27.6.2019]. Saatavilla: <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/92-unknown-life-plastics>

Plastics Recyclers Europe 2012. How to boost plastics recycling and increase resource efficiency?. [viitattu 27.6.2019]. Saatavissa: <https://www.plasticsrecyclers.eu/sites/default/files/2018-05/PRE%20Strategy%20Paper%202012.pdf>

Polymer properties database 2019. Adhesive resins and tie layers. [viitattu 21.8.2019]. Saatavissa: <http://polymerdatabase.com/Films/Tie%20Layers.html>

Ragaert, K. 2017. Recycling of multilayer packaging foils. [viitattu 20.8.2019]. Saatavissa: https://www.easyfairs.com/fileadmin/groups/6/EMPACK_BE_2017/Kim_Ragaert.pdf

Rantala, T. & Viljakainen, A.L. 2010. Esiselvitys maa- ja hevostalouden sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuuksista Pohjois-Savossa. Savonia ammattikorkeakoulu. [viitattu 20.6.2019]. Saatavilla: https://portal.savonia.fi/img/amk/sisalto/teknologia_ja_ymparisto/ymparistotekniikka/HEINAPAALI_Esiselvitysraportti_1.pdf

Raunio, H. 2019. Ämpäriinjonottajien luvattu maa näyttää mallia – EU-säädökset kirittävät muovin kierrätystä. [viitattu 27.6.2019]. Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2019/03/25/amparinjonottajien-luvattu-maa-nayttaa-mallia-eu-saadokset-kirittavat-muovin>

Soini, V. 2019a. Ennakkotietoa vuoden 2018 muovipakkausten kierrätyksestä: Kotitalouksien muovipakkausten kierrätys kasvoi 59%. Suomen Uusiomuovi Oy. [viitattu 27.9.2019]. Saatavissa: https://www.uusiomuovi.fi/fin/suomen_uusiomuovi/ajankohtaista/2019/03/ennakkotietoa-vuoden-2018-muovipakkausten-kierratyksesta-kotitalouksien-muovipakkausten-kierratys-kasvoi-59

Soini, V. 2019b. Kilpailutus: kuluttajien muovipakkausten kierrätyspalvelu 1.1.2021 alkaen. Suomen Uusiomuovi Oy. [viitattu 27.9.2019]. Saatavissa: http://www.uusiomuovi.fi/fin/suomen_uusiomuovi/ajankohtaista/2019/06/kilpailutus-kuluttajien-muovipakkausten-kierratyspalvelu-1-1-2021-alkaen/

Takala, J. 2017. Orgaanisten jätteiden kaatopaikkakielto koskee myös orgaanista muovia. L&T. [viitattu 30.9.2019]. Saatavissa: <https://lassikko.lt.fi/orgaanisten-jatteiden-kaatopaikkakielto-koskee-myos-orgaanista-muovia>

Villanueva, A. & Eder, P. 2014. End-of-waste criteria for waste plastic for conversion. JRC Technical reports, Europea Comission.

Wiik, C. 2019. Ratkaisuja muovin kierrätykseen. Jäteplus. [viitattu 5.9.2019]. Saatavissa: <http://www.jateplus.fi/jateplus-22014/ratkaisuja-muovin-kierratykseen/>

YLE 2019. Saako mustaa muovia laittaa kierrätykseen ja miksi muovin polttaminen on niin huono asia? Useimmin kysyttyä muovin lajittelusta. [viitattu 30.6.2019]. Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2019/03/25/saako-mustaa-muovia-laittaa-keraykseen-ja-miksi-muovin-polttaminen-on-niin>

Ympäristöministeriö 2018. Kysymyksiä ja vastauksia muoveista. [viitattu 24.9.2019]. Saatavissa: https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Muovit/Kysymyksiä_ja_vastauksia_muoveista