

**MUOVIN ERILLISKERÄYKSEN VAIKUTUS
SEKAJÄTTEEN TILAVUUTEEN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Forssa, Kestävän kehityksen koulutusohjelma

Syksy, 2019

Jere Hänninen

Koulutus
Kampus

Tekijä	Jere Hänninen	Vuosi 2019
Työn nimi	Muovin erilliskeräyksen vaikutus sekajätteen tilavuuteen	
Työn ohjaaja	Tero Ahvenharju	

TIIVISTELMÄ

Pääkaupunkiseudun uusien jätehuoltomääräysten astuessa voimaan 1.1.2021 muovin erilliskeräys muuttuu pakolliseksi yli viiden huoneiston kiinteistöissä. Työn tarkoituksena oli selvittää vaikuttaako muovin erilliskeräys sekajätteen tilavuuteen sekä erilliskerättävän muovin asukas- ja huoneistokohtainen määrä litroissa. Tilaajalle kehitettiin myös laskentakaava, jonka avulla voidaan optimoida kiinteistöjen jätetyhjennyksiä. Tämän opinnäytetyön tilaaja oli Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut (HSY).

Tutkimus suoritettiin mittaamalla kiinteistöjen muovi- ja sekajäteastioiden täyttöasteita, joiden avulla laskettiin asukas- ja huoneistokohtaisesti syntyviä jätemääriä. Mittaamalla sekajättemääriä sekä kiinteistöissä, joissa on muovinkeräys, että kiinteistöissä, joissa ei ole muovinkeräystä ja vertailemalla tuloksia keskenään saatiin selville, vaikuttaako muovin erilliskeräys sekajätteen tilavuuteen.

Tuloksista selvisi, että muovia kerättiin keskimäärin 9 litraa viikossa asukasta kohden. Määrä vaihtelee kiinteistön koosta riippuen, sillä alle 10 huoneiston kiinteistöissä muovia kerättiin 17 litraa asukasta kohden ja yli 30 huoneiston kiinteistöissä vain 6 litraa asukasta kohden. Sekajätettä syntyi kiinteistöissä, joissa on muovinkeräys noin 30–53 litraa ja kiinteistöissä, joissa ei ole muovinkeräystä noin 41–68 litraa asukasta kohden viikossa, joten tutkimuksen tulosten mukaan muovin erilliskeräys vähentää sekajätteen määrää noin 9–15 viikossa asukasta kohden. Tuloksissa keskityttiin asukaskohtaisiin tuloksiin, sillä huoneistokohtaisiin tuloksiin vaikutti paljon se, kuinka suuri osa kunkin kiinteistön huoneistoista oli tosiasia-
assa asutettuna.

Avainsanat Pakkausmuovi, muovinkeräys, sekajäte, tilavuus, jätehuolto

Sivut 38 sivua, joista liitteitä 0 sivua

Sustainable development
Forssa

Author	Jere Hänninen	Year 2019
Subject	The effect of collecting plastic packaging waste to the volume of mixed waste	
Supervisor	Tero Ahvenharju	

ABSTRACT

According to the new waste management regulations that will come to force in 2021, the collection of plastic packaging waste becomes mandatory in the residential properties of more than five apartments. In this thesis, the potential effect of the collection of plastic packaging waste in residential properties on the volume of mixed waste, was explored. The amount of plastic packaging waste (liters) collected from residential properties per resident and apartment, was also investigated. In addition, a formula for the calculation was developed to help the commissioner of the thesis, HSY (Helsinki Region Environmental Services Authority), in optimizing the emptying of the waste containers.

Information was acquired by measuring the filling of the plastic packaging and mixed waste containers. By comparing the volume (per resident) of mixed waste from the properties which collect plastic packaging waste with the volume of mixed waste from the ones which do not collect plastic packaging waste, it was possible to draw conclusions, whether the separate collection affects the volume of the mixed waste.

According to the results, on average, 9 liters of plastic packaging waste was collected per resident; the amount depending on the size of the property. In the properties of less than 10 apartments, the plastic collected was 17 liters per resident whereas in the properties with over 30 apartments the volume was 6 liters per resident. The volumes for mixed waste in the properties from which plastic packaging waste was collected separately, were 30–53 liters per resident and for the properties not collecting plastic packaging waste, 41–68 liters per resident. In conclusion, the separate collection of plastic waste in properties reduces the amount of mixed waste about 9–15 liters per resident.

Keywords Plastic packaging waste, mixed waste, volume, waste management
Pages 38 pages including appendices 0 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	JÄTEHUOLTO PÄÄKAUPUNKISEUDULLA.....	2
2.1	Helsingin Seudun ympäristöpalvelut	2
2.2	Jätehuoltomääräykset.....	2
2.3	Jättemäärät pääkaupunkiseudulla	3
3	MUOVIN OMINAISUUDET JA KIERRÄTYS.....	5
3.1	Muovilaadut ja materiaalimerkinnot	5
3.2	Muovin valmistus	7
3.3	Muovien hyvät ja huonot puolet	8
3.3.1	Hyödyt	8
3.3.2	Haitat	9
3.4	Biomuovit	9
3.5	Muoviteollisuus maailmalla	10
3.6	Muoviteollisuus Suomessa	10
3.7	Muovin kierrätys maailmalla.....	11
3.8	Muovin kierrätys Suomessa	12
3.9	Muovipakkausten kiertokulku ja jatkokäsittely	14
3.9.1	Muovin kierrätyksen hyödyt.....	15
3.9.2	Muovin kierrätyksen haasteet.....	16
3.10	Muovin osuus sekajätteestä	17
3.11	Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset	18
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	18
4.1	Muoviastioiden mittaukset	19
4.2	Sekajäteastioiden mittaukset.....	20
4.3	Laskentakategoriat ja vertailuryhmät	22
4.4	Mittaustavat ja välineet	22
4.5	Mittausten validiteetti ja reliabiliteetti	24
4.6	Laskukaavat	24
5	TULOKSET	25
5.1	Erilliskerätyn muovin asukas ja huoneistokohtainen määrä	25
5.2	Vertailuryhmä A: Sekajätteen asukas ja huoneistokohtainen määrä kiinteistöissä, joissa ei ole muovinkeräystä.....	26
5.3	Vertailuryhmä B: Sekajätteen asukas ja huoneistokohtainen määrä kiinteistöissä, joissa on muovinkeräys.....	26
5.4	Muovin erilliskeräyksen vaikutus sekajätteen tilavuuteen.....	27
5.5	Miten optimoida jätejakeen tyhjennysväli ja astiamäärä?	29
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	30
6.1	Tulosten analysointi	30
6.2	Tulosten hyödyntäminen	32

7	POHDINTAA	32
7.1	Opinnäytetyön onnistumisen arviointi	33
	LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

Pääkaupunkiseudun jätehuolto on uudistumassa. Uusien jätehuoltomääräysten mukaan kaikkien jätejakeiden keräys muuttuu pakolliseksi yli viiden huoneiston kiinteistöissä. Tätä ennen huoneistorajat olivat biojätteen ja kartongin osalta 10 ja lasin ja metallin 20 huoneistoa. Uutena jätejakeena mukaan tulee muovi, jonka keräys aloitettiin kokeellisena vuonna 2016. Muovin keräys on tähän asti ollut vapaaehtoista. Uudet jätehuoltomääräykset astuvat voimaan siirtymäjakson jälkeen 1.1.2021.

Uudistuvat jätehuoltomääräykset muuttavat kiinteistöjen astiatarvetta ja usein kiinteistöjen jätehuoneissa on tilaa vain rajallisesti. Lisäksi optimoimattomat jätetyhjennykset lisäävät jäteyhtiöiden päästöjä sekä kuluja. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kiinteistöissä erilliskerättävän muovin määrä, ja vaikuttaako muovin erilliskeräys sekajätteen määrään. Lisäksi suunniteltiin laskentakaava, jolla voidaan helpottaa jäteastioiden määrän sekä jätetyhjennysten optimointia.

Selvitykset tehtiin mittaamalla kiinteistöissä syntyviä muovi- ja sekajättemääriä. Muovimittaukset tehtiin kiertämällä muovinkeräysauton mukana ja sekajättemittaukset tehtiin itsenäisesti satunnaisesti valituissa kiinteistöissä. Teoriaosuudessa käsitellään pääkaupunkiseudun jätehuoltoa yleisesti ja tutustutaan muovin ominaisuuksiin, valmistukseen, kierrätykseen sekä hyötyihin ja haittoihin.

2 JÄTEHUOLTO PÄÄKAUPUNKISEUDULLA

Tässä luvussa esitellään lyhyesti työn tilaajana toimiva Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Luvussa esitellään myös pääkaupunkiseudun jätehuoltomääräykset sekä syntyvät jätemäärät ja niiden jatkokäsittelytavat.

2.1 Helsingin Seudun ympäristöpalvelut

Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut, jäljempänä HSY, on kuntayhtymä, joka järjestää asuinkiinteistöjen ja julkishallinnon jätehuollon pääkaupunkiseudulla, sekä tuottaa tietoa ympäristöstä ja valistaa asukkaita toimimaan paremman ympäristön puolesta. HSY myös toimittaa juomavettä yli miljoonalle asukkaalle pääkaupunkiseudulla, puhdistaa asukkaiden sekä teollisuuden jätevedet ja rakentaa ja kunnostaa vesi- ja viemäriverkostoa. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019a)

Vuonna 2018 HSY:n toimintatuotot olivat 368,7 miljoonaa euroa, joista 259,5 miljoonaa oli vesihuollon ja 99,3 miljoonaa oli jätehuollon myyntituottoja. Loput tuotot tulivat ympäristötiedon kulujen kattamiseksi jäsenkunnilta ja muista tuotoista. Investointeja oli 177,7 miljoonaa euroa, joista 15,3 miljoonaa euroa oli jätehuollon investointeja. Henkilöstöä vuonna 2018 oli 764, joista 127 työskenteli jätehuollon parissa. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019a)

2.2 Jätehuoltomääräykset

Pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen yleiset jätehuoltomääräykset valmistelee ja antaa HSY. Niiden tarkoitus on ohjata jätehuoltoa viihtyisän ja puhtaan asuin- ja työympäristön suuntaan. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2015, s. 3)

Jätehuoltomääräykset uudistuivat 1.3.2019. Edeltävissä jätehuoltomääräyksissä (taulukko 1, s. 3) sekajäte oli kerättävä aina, biojäte ja kartonki sekä pahvi oli kerättävä, jos kiinteistössä oli vähintään 10 huoneistoa tai jos jätettä syntyi yli 50 kg viikossa. Lasi sekä metalli oli kerättävä, jos kiinteistössä oli vähintään 20 huoneistoa tai jätettä syntyi yli 50 kg viikossa. Paperi kerättiin jätelain 49 ja 50 § mukaisesti ja muovin kerääminen oli vapaaehtoista. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019b)

Taulukko 1: vanhat jätehuoltomääräykset

Jätelaji	Asuinkiinteistöt	Muut kiinteistöt
Sekajäte	Aina	Aina
Biojäte	Vähintään 10 huoneistoa	50 kg/viikko
kartonki ja pahvi	Vähintään 10 huoneistoa	50 kg/viikko
Lasi	Vähintään 20 huoneistoa	50 kg/viikko
Metalli	Vähintään 20 huoneistoa	50 kg viikko
Paperi	Jätelain mukaisesti	Jätelain mukaisesti
Muovipakkaukset	Vapaaehtoinen	

Uudistetuilla jätehuoltomääräyksillä (taulukko 2) on tarkoitus vastata EU:n ja Suomen kierrätystavoitteisiin sekä ottaa kokemukset ja palaute huomioon (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019a). Näkyvimmit muutokset uusissa jätehuoltomääräyksissä on muovinkeräyksen muuttuminen pakolliseksi vähintään viiden huoneiston taloyhtiöissä ja biojätteen, lasi- ja kartonkipakkausten ja pienmetallin kerääminen taloyhtiöistä, joissa on vähintään viisi huoneistoa. Muita kiinteistöjä koskevat painorajat pienenevät 50 kilogrammasta 25 kilogrammaan viikossa. Muovipakkauksilla määrä on 15 kg/viikko. Nämä muutokset tulevat voimaan erillisen aikataulun mukaisesti 1.1.2021. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019b)

Taulukko 2: Uudet jätehuoltomääräykset

Jätelaji	Asuinkiinteistöt	Muut kiinteistöt
Sekajäte	Aina	Aina
Biojäte	Vähintään 5 huoneistoa	25 kg/viikko
Kartonki ja pahvi	Vähintään 5 huoneistoa	25 kg/viikko
Lasi	Vähintään 5 huoneistoa	25 kg/viikko
Metalli	Vähintään 5 huoneistoa	25 kg/viikko
Paperi	Jätelain mukaisesti	Jätelain mukaisesti
Muovipakkaukset	Vähintään 5 huoneistoa	15 kg/viikko

2.3 Jättemäärät pääkaupunkiseudulla

HSY tyhjensi vuonna 2018 noin 8,9 miljoonaa jätteastiaa, joista kertyi eri jättejakeita noin 385 000 tonnia (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019c). Suurimmat jättejakeet olivat sekajäte (188 595 tonnia), sako- ja umpikaivoliete (137 727 tonnia) ja biojäte (40 037 tonnia). Sekajättemäärät ovat viime vuosina (2013–2018) pysyneet suunnilleen samoina, noin 190 000 tonnia. Muovinkeräys aloitettiin kokeellisena vuonna 2016, jolloin muovia kerättiin 1895 tonnia ja vuonna 2018 määrä oli kasvanut 2 444 tonniin (Taulukko 3, s. 4).

Sekajäte, sairaalasekajäte ja jätevedenpuhdistuksesta syntyvä välppäjäte viedään poltettavaksi Vantaan energian jätevoimalaan, jossa sitä hyödynnetään kaukolämmön ja sähkön tuotannossa. Sako- ja umpikaivoliete viedään lokajätteiden vastaanottoasemien kautta jätevedenpuhdistamoille. Biojäte toimitetaan biojätteen käsittelylaitokseen, jossa siitä valmistetaan biokaasua ja kompostia. Muovipakkaukset toimitetaan Fortumin muovinjalostamoon, jossa muovista jalostetaan granulaatteja eli rakeita muovituoteteollisuuden käyttöön. Kartonki viedään kartonkitehtaille, joissa kartonkikuitu ja muovi- tai alumiinipinnoite erotellaan. Pinnoitteet hyödynnetään energiana tai materiaalina, kartonkikuidusta valmistetaan hylsykartonkia tai uusien kartonkipakkausten materiaalia. Lasista valmistetaan uusia lasipakkauksia ja metalliteollisuus valmistaa kierrätetystä metallista uusia metallituotteita. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2018a, 2018b, 2018e, 2018f, 2018g, 2018h; Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019d, s. 15)

Energiajätteen keräys lopetettiin 2016, ja sen tilalla aloitettiin muovipakkausten keräys. Energiajätteen keräys ei myöskään ole tarpeellista Vantaan jätevoimalan valmistuttua. Ennen jätevoimalaa energiajäte toimitettiin lahden kaasutuslaitokseen, jossa se muutettiin energiaksi. (Green energy, 2019; Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2018i)

Taulukko 3: Eri jätelajien vuotuisesti kerätyt määrät tonneissa. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019e, s. 5)

	2014	2015	2016	2017	2018
Sekajäte	189 445	190 195	190 955	192 792	188 595
sako- ja umpikaivoliete			16 234	64 773	137 727
Biojäte	38 949	36 682	38 217	38 582	40 037
Kartonki		373	3 067	6 609	6 524
Lasi		2 573	2 968	3 288	3 597
Sairaalasekajäte		2 939	2 817	2 768	2 506
Muovipakkaukset			1 895	1 560	2 444
Metalli		1 044	1 299	1 508	1 580
Muut	9 635	7 310	3 350	1 928	2 043
Välppäjäte		923	1 041	902	872
Pahvi		842	952	810	979
Sairaalan biojäte, makki		199	187	213	190
Energiajäte		5 346	1 169	3	2
Yhteensä	238 029	241 116	260 802	313 808	385 053

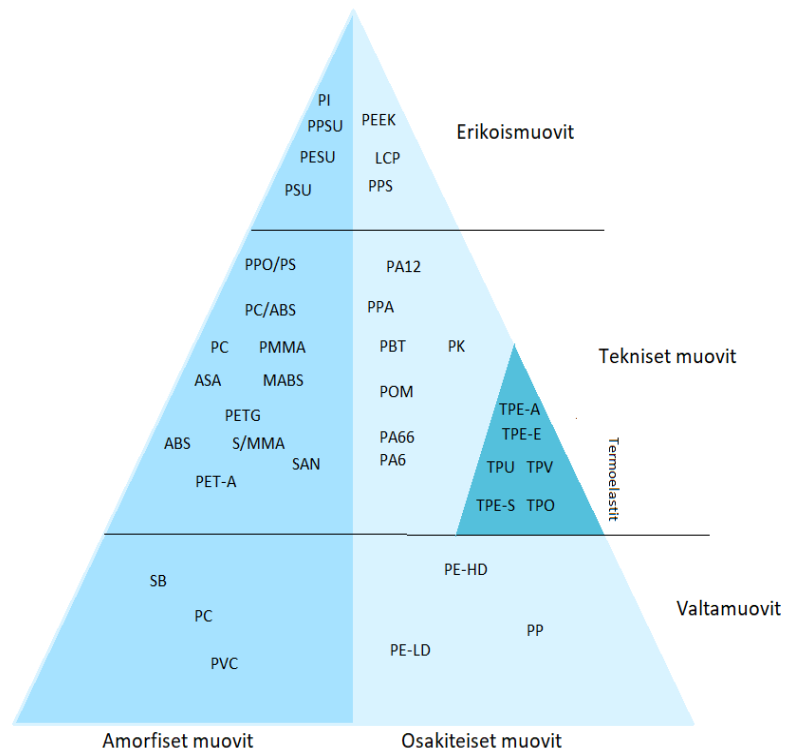
3 MUOVIN OMINAISUUDET JA KIERRÄTYS

Muovi on monipuolinen materiaali, jota hyödynnetään useimmilla yhteiskunnan osa-alueilla. Muovilla on myös huonot puolensa. Tässä luvussa tutustutaan eri muovilaatuihin sekä niiden valmistustapoihin ja muoviteollisuuteen sekä muovin kierrätykseen.

3.1 Muovilaadut ja materiaalimerkinnät

Muovit voidaan jaotella kesto- ja kertamuoveihin sekä elasteihin. Kestomuovit voidaan sulattaa ja jäähdyttää uuteen muotoon, kun taas kertamuoveja ei voida sulattaa ilman rakenteen hajoamista. Kun kertamuovit saavat kerran muotonsa, niitä ei voida enää uusiokäyttää. Elastit ovat oma polymeeriryhmänsä, niitä yhdistää erittäin suuri kimmoisuus. Elastit voidaan jakaa kumeihin ja termoelasteihin. Kumi on uudelleenkäyttöominaisuksiltaan kertamuovin ja termoelastit kestumuovin kaltaisia. (Järvinen, 2017, s. 10)

Kestomuovit jakautuvat osakiteisiin ja amorfisiin muoveihin riippuen siitä, muodostuuko muovin jäähtyessä sulasta kiinteäksi sen molekyyileissä kiteitä vai ei. Tämä jako vaikuttaa myös muovin ulkonäköön: Amorfiset muovit voivat olla läpinäkyviä, osakiteiset sen sijaan eivät voi olla läpinäkyviä (Muoviteollisuus RY, n.d.a). Kestomuovit voidaan jakaa myös markkinoiden, hinnan ja suorituskyvyn mukaan kolmeen ryhmään: Valtamuoveihin, teknisiin muoveihin ja erikoismuoveihin. (kuva 1, s. 6)



Kuva 1: Kestomuovit voidaan jakaa eri ryhmiin (Järvinen, 2017, s. 11)

Valtamuovit ovat eniten valmistettavia kuluttajamuoveja, teknisiä muoveja käytetään vaativiin kohteisiin ja erikoismuoveja äärimmäisiin käyttökohteisiin. Hintatasoltaan muovit vaihtelevat valtamuovien 1,5 – 2 €/kg, teknisten muovien 4 – 30 €/kg aina erikoismuovien 60 – 100 €/kg asti. (Muoviteollisuus RY, n.d.a.)

Selvästi suurin osa kuluttajamuovijätteestä on pakkausmuovia, johtuen pakkausmuovin yleisyydestä ja lyhytikäisyydestä. Muut muovituotteet, kuten rakennus- ja autoteollisuuden muovit ja esimerkiksi lelut ovat selvästi pitkäikäisempiä. Yleisimmät pakkausmuovilaadut ovat HDPE, LDPE, PP ja PET. Nämä laadut ovat myös yleisimpiä kuluttajamuovijätteen joukossa. (Ragaert, Delva, & Van Geem, 2017, s. 3)

Muovipakkaukset on usein merkitty materiaalimerkillä (kuva 2, s. 7), josta ilmenee, mistä muovilaadusta pakkaus on valmistettu. Esimerkiksi materiaalimerkki 05 tarkoittaa, että pakkaus on valmistettu polypropeenista (PP). Materiaalimerkintä 07 on muut-kategoria. Se tarkoittaa, että pakkaus on valmistettu jostain vähemmän yleisestä muovilaadusta tai muovilaatujen yhdistelmästä.

MATERIAALI-MERKINTÄ	NIMI	YLEISET OMINAISUUDET	ESIMERKKEJÄ KÄYTTÖKOHTEISTA JA LAJITTELUSTA
	Polyeteeni-tereftalaatti	Kirkas, kova, kemikaaleja kestävä	Virvoitusjuoma- ym. pullot. Pantilliset pullot kauppojen automaateihin. Muut muovipakkauskeräykseen.
	Polyeteeni high-density	Samea tai värillinen, joustava, vahamainen pinta	Mehupullot, virvoitusjuomakorit. Muovipakkauskeräykseen.
	Polyvinyyli-kloridi	Erittäin monimuotoinen ja -piirteinen	Harvoin pakkausmateriaalia. EI muovipakkauskeräykseen
	Polyeteeni low-density	Pehmeä, joustava, vahamainen pinta	Muovikassit, pussit, kalvot. Muovipakkauskeräykseen
	Polypropeeni	Jäykkä, sitkeä, hyvin monikäyttöinen	Narut, rasiat, kalvot, pehmusteet. Muovipakkauskeräykseen
	Polystyreeni	Lasin kirkas tai värjätty, hauras, vaahdotettu (EPS)	Rasiat, purkit, pehmusteet Muovipakkauskeräykseen
	Muut	Kaikkien ylläolevien yhdistelmät	Rasiat, kannet, pussit.

Kuva 2: Muovien materiaalimerkinnot (Suomen uusiomuovi, n.d.)

3.2 Muovin valmistus

Muovit valmistetaan pääosin polttoaineiden tuotannosta ylijäävistä hiilivetyvirroista. Muoveja voidaan valmistaa myös esimerkiksi biologisista prosesseista saatavista hiilivedyistä. Nämä muovit voivat olla joko perinteisiä vastaavia tai biohajoavia. Öljy ei siis ole välttämätöntä muovin valmistuksessa, vaan yhteinen tekijä kaikille muoveille ovat polymeeriketjut, jotka muodostuvat pienistä molekyyleistä, eli monomeereistä. (Muoviteollisuus RY, n.d.b; Hahladakis & Iacovidou, 2018, s. 3)

Muovista valmistettavan lopputuotteen ominaisuudet riippuvat siitä, mistä monomeereistä polymeeriketjut muodostuvat, kuinka ketjut yhdistyvät toisiinsa ja monomeereihin lisättävistä lisä-, lujite- tai täyteaineista. Esimerkiksi kertamuoveissa polymeeriketjut yhdistyvät toisiinsa ristisidoksilla, mikä estää kertamuovien uudelleenkäytön. Kestomuovien polymeeriketjut sen sijaan yhdistyvät kemikaalien avulla, joka mahdollistaa uusioikäytön. (Hahladakis & Iacovidou, 2018, s. 3)

Erilaisia muovien päätuotantomenetelmiä on seitsemän. Esimerkiksi ekstruusio on menetelmä, jossa kuuma muovi työnnetään suulakkeen läpi. Muoviputket ja erilaiset profiilit valmistetaan ekstruusiolla. Muovipussit valmistetaan puhalluskalvoekstruusiolla, jossa sula muovi puristetaan renkaan muotoisen suuttimen läpi. Muovipullot ja säiliöt valmistetaan puhallusmuovauksella, jossa muoviaihiö kuumennetaan ja suljetaan muottiin, jonka jälkeen sula muovi puhalletaan muotin reunoille. Muita muovin tuotantomenetelmiä ovat kalanterointi, rotaatiovalu, ruiskuvalu ja tyhjiömuovaus. (Muoviteollisuus RY, n.d.c)

3.3 Muovien hyvät ja huonot puolet

Muovien kierrättäminen ja kierrättämisen kehittäminen on erityisen tärkeää sekä luonnonvarojen rajallisuuden, kiertotalouden edistämisen, että muovien vaarallisuuden takia. Muovi on ominaisuuksiensa vuoksi erittäin hyödyllinen, mutta myös vaarallinen materiaali, jos se päättyy roskaamisen ja muun huolimattoman toiminnan takia saastuttamaan luontoa ja erityisesti meriä. (Dahlbo, Poliakova, Mylläri, Sahimaa & Anderson, 2017, ss. 1—2; Hahladakis & Iacovidou, 2018, s. 2)

Euroopan komission (2018a) mukaan muovi on tärkeä materiaali taloudellemme ja moderni yhteiskuntamme ei pyörisi ilman muovia. Muovin varjopuolena on kuitenkin sen haitat ympäristölle ja terveydelle.

3.3.1 Hyödyt

Muovi on pakkausmateriaaliksi erityisen sopiva, koska se on kevyt, monipuolisesti muotoiltava, tiivis ja veden- ja iskunkestävä, joten muovipakkaukset eivät mene rikki esimerkiksi tiputettaessa, kuten lasi. Muovi sopii hyvin teollisuuden automaatiolinjastoille. Muovi on hygieeninen ja turvallinen elintarvikkeiden pakkausmateriaali, ja siihen on helppo tulostaa pakkauksiin vaadittavat tuotetiedot. Muovi on myös varastoinnin ja kuljetuksen kannalta hyvä pakkausmateriaali: keveys, muotoiltavuus ja tiiviys auttavat optimoimaan varastointi- ja kuljetusprosesseja, mikä vähentää päästöjä. Muovi on materiaalina äänetön, se ei kilise ja kolise, mikä vähentää melua tuotannossa ja kuljetuksessa. (Muoviteollisuus RY, n.d.d; Plastics Europe, 2019)

Muoviteollisuus on kehittynyt niin kuin muutkin teollisuuden alat, ja kehityksen myötä muovituotteet ovat keventyneet ja muuttuneet kestävimiksi. Esimerkiksi kymmenen viime vuoden aikana muovipakkaukset ovat keventyneet 28 %. (Muoviteollisuus RY, n.d.a)

3.3.2 Haitat

Huolimattomuuden takia muovia on päätynyt meriin arviolta 150 miljoonaa tonnia, ja määrä kasvaa vuosittain maailmanlaajuisesti noin kahdeksalla miljoonalla tonnilla (Milios, Esmailzadeh Davani & Yu, 2018a, s. 2). Myös Euroopan komission (2018b) arvion mukaan tämä määrä on 5–13 miljoonaa tonnia vuodessa. Euroopassa vastaava luku on 150 000–500 000 tonnia, mikä vastaa määrältään noin 66 000 roska-autollista muovia (Euroopan komissio, 2018b).

Muovin valmistuksessa käytetään pääasiassa raakaöljyä, joka on fossiilinen polttoaineena sekä haitallinen ympäristölle että uusiutumaton. Muovin ominaisuuksien takia sen hajoaminen on hidasta, minkä takia luontoon ja meriin päätyessään sen hajoaminen voi kestää yli sata vuotta. Muovin hajoamisprosessin aikana se hajoaa pienempiin osiin, mikromuoveihin. Merenelävät nielevät helposti mikromuovia, ja muovia kertyy ravintoketjua pitkin aina isompiin eläimiin, lopulta myös ihmisiin. Toisaalta muovin ominaisuuksien ansiosta sitä on mahdollista uusiokäyttää useita kertoja, joten kierrättämällä muovin aiheuttamat ympäristöhaitat saadaan poistettua ja hyötyjä moninkertaistettua. (Milios ym., 2018a, s. 2)

3.4 Biomuovit

Biomuovien valmistuksesta on todisteita yli 3 000 vuoden takaa. Silloin hyödynnettiin puun kuoren alta löytyviä kerria lacca-hyönteisten koteloita. Materiaali tunnetaan nykyään nimellä kotelolakka ja sitä käytetään vieläkin esimerkiksi puuesineiden viimeistelyssä, lääkepillereiden pinnoituksessa, kynsilakoissa ja sitrushedelmien kiillotuksessa. (Järvinen, 2017, s. 100)

Biomuovia on hyödynnetty teollisuudessa 1840-luvulta lähtien, kun vanhimpiin luonnosta saataviin elasteihin kuuluvaa luonnonkumia, eli gutta-perkkaa, ryhdyttiin hyödyntymään renkaiden ja vedenkestävien vaatteiden valmistuksessa. Sen jälkeen kehitettiin selluloosajohdannaiset (nitroselluloosa, selluloidi, selluloosa-asetaatti ja sellofaani). Esimerkiksi Ford käytti soijapohjaisia korirakenteita 1940-luvulla. Nylonin ja Kevlarin kehittänyt DuPont kehitti yhden tunnetuimmista biohajoavista muoveista, polylaktidin (PLA), vuonna 1932. Kiinnostus biomuoveihin hiipui 1950-luvulla mutta heräsi uudelleen 1980-luvulle tultaessa. Nykyään biomuovien osuus kaikista muoveista on 2 % (vuonna 2016), mutta biomuovien markkinat kasvavat enemmän kuin fossiilisten muovien. Biomuovien markkinoiden arvioidaan kasvavan noin 20 % vuodessa vuosina 2017–2025. Vuonna 2021 biomuovien valmistusmäärän arvioidaan olevan noin 1,3 miljoonaa tonnia. Biomuovien arvioidaan voivan teknisesti pystyä korvaamaan 90 % fossiilista muoveista. (Järvinen, 2017, s. 105)

Biomuovit voidaan jakaa kahteen ryhmään: biopohjaisiin ja biohajoaviin muoveihin. Biopohjaiset muovit ovat biologista alkuperää olevista raaka-aineista valmistettuja muoveja ja biohajoavat muovit ovat valmistettu materiaalista, joka hajoaa biologisen prosessin kautta vedeksi ja hiilidioksidiksi. Biopohjaiset muovit voidaan kierrättää, kuten fossiilisetkin muovit ja biohajoavat muovit hajoavat olosuhteissa, jossa vallitsee oikeat olosuhteet niiden hajoamiselle. Usein puhutaan vain biomuoveista, ja kuluttajalle, kuin myös asiantuntijoille, päättäjille sekä toimittajille jää epäselväksi, minkä tyyppinen biomuovi on kyseessä ja kuinka se hajoaa. Vielä epäselvemmäksi asian tekee se, että on olemassa myös öljypohjaisia biohajoavia muoveja, jotka ovat biohajoavia ja kompostoitavia. Biopohjaisilla muoveilla on kuitenkin samoja ongelmia kuin fossiilisten aineiden pohjalta tehdyillä muoveilla. Vaikka biomuovit valmistetaankin biopohjaisista materiaaleista, ne eivät maadu samalla tavalla, vaan käyttäytyvät kuten fossiiliset muovitkin: luontoon joutuessaan hajoaminen on todella hidasta ja lopulta biomuovit päätyvät mereen. (Suomen pakkausyhdistys, 2017; Muoviteollisuus RY, n.d.e)

3.5 Muoviteollisuus maailmalla

Vuosien 1964 - 2014 aikana maailmanlaajuinen muovintuotanto on 20-kertaistunut 15 miljoonasta tonnista 311 miljoonaan tonniin. Tuotannon kasvu on hiipumaan päin, mutta tuotannon kasvun arvioidaan kuitenkin jopa nelinkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä. Euroopassa muoviteollisuus työllistää noin 1,5 miljoonaa ihmistä lähes 60 000 yrityksessä niiden tuotannon ollessa 64,4 miljoonaa tonnia ja liikevaihdon noin 340 miljardia euroa. Muoviteollisuus on arvoltaan 7. suurin teollisuudenala Euroopassa, samaa mittaluokkaa lääketeollisuuden ja kemianteollisuuden kanssa. (Plastics Europe, 2018, s. 12; Milios ym., 2018b, s. 1; Dahlbo ym., 2018, s. 2)

Aasia on Kiinan johdolla suurin muovintuottaja (50,1 %). Eurooppa on toiseksi suurin (18,5 %) ja Pohjois-Amerikka kolmas (17,7 %). (Plastics Europe, 2018, s. 19)

Muoviteollisuuden kokonaiskysyntä Euroopassa vuonna 2017 oli 51,2 miljoonaa tonnia. Suurin muoviteollisuuden osa-alue on pakkausteollisuus 39,7 % osuudella. Muita osa-alueita ovat rakentaminen (19,8 %), Autoteollisuus (10,1 %), Elektroniikka (6,2 %), vapaa-aika ja urheilu (4,1 %), maa-talous (3,4 %) ja muut (16,7 %). (Plastics Europe, 2018, s. 24)

3.6 Muoviteollisuus Suomessa

Muoviteollisuus RY:n (2016) mukaan Suomessa oli vuonna 2015 muovituotteita valmistavia yrityksiä 530, joista muovipakkausalalla toimii noin 200. Näissä yrityksissä työskenteli noin 12 000 ihmistä. Näiden yritysten

jalostusarvo, eli tuotannosta saatujen tuottojen ja toiminnasta aiheutuneiden kustannusten erotus, oli noin miljardi euroa, joka on koko teollisuuden jalostusarvosta 3,2 %. Muovin tuotanto oli Suomessa vuonna 2013 noin 600 000 tonnia, noin prosentti koko Euroopan tuotannosta. (Dahlbo, Poliakova, Mylläri, Sahimaa & Anderson, 2017, s. 2)

Suomalaiset muovialan yritykset hankkivat eri muoveja noin 600 000 tonnia vuodessa. Isoin osa muovista (40 %) menee pakkausteollisuuteen, jossa on runsaasti eri ala- ja tuoteryhmiä. Muovia käytetään paljon myös esimerkiksi elektroniikan ja ajoneuvojen komponenteissa. Lähes joka alalla käytetään muovia tai siitä tehtyjä tuotteita. (Järvinen, 2017, s. 14)

Valtamuovit polyeteeni PE, polypropeeni PP, polystyreeni PS ja polyvinyylikloridi PVC käsittävät noin 80 % muovien kokonaiskäytöstä Suomessa. PVC:tä lukuun ottamatta edellä mainittuja valtamuoveja valmistetaan Suomessa. Teknisten ja erikoismuovien osalta Suomi on suurelta osin tuonnin varassa. (Muoviteollisuus RY, n.d.b)

Muovien valmistus Suomessa on korkealla tasolla. Perinteisten perheyri-tysten lisäksi Suomessa on kansainvälisesti tunnettuja muoviyrityksiä. Suomen korkeasta kustannustasosta huolimatta suomalaiset yritykset menestyvät teknisen osaamisen, markkinointiosaamisen ja laadukkaiden tuotteiden ansiosta. Uusia innovaatioita, kuten äly- ja biomuovi, kehitetään ja käytetään. Muovien valmistuksen lisäksi myös muovien kierrätys on ollut merkittävä kasvun ala Suomessa 2010-luvulla. (Järvinen, 2017, s. 15–16)

3.7 Muovin kierrätys maailmalla

Plastics European (2018, s. 32–37) mukaan vuonna 2016 Euroopassa kerättiin 16,7 miljoonaa tonnia kuluttajamuovipakkauksia, josta 40,8 % kierrätettiin uusiokäyttöön, 38,8 % poltettiin energiaksi ja 20,4 % haudattiin kaatopaikoille. Kuluttajamuovipakkausten uusiokäyttö- ja energianhyödyntämisasteet ovat lähes tuplaantuneet viimeisen kymmenen vuoden aikana, ja kaatopaikkakäsittelyaste on pienentynyt noin puolella. Vastaavat luekmat kaikelle muovijätteelle, jota syntyi 27,1 miljoonaa tonnia, olivat 31,1 % uusiokäyttöön, 41,6 % energiaksi ja 27,3 % kaatopaikalle. Tämä tarkoittaa, että vuosittain 8 miljoonaa tonnia muovia päättyy yhä kaatopaikalle Euroopassa, mikä vastaa noin 100 miljoonaa öljytynnyriä.

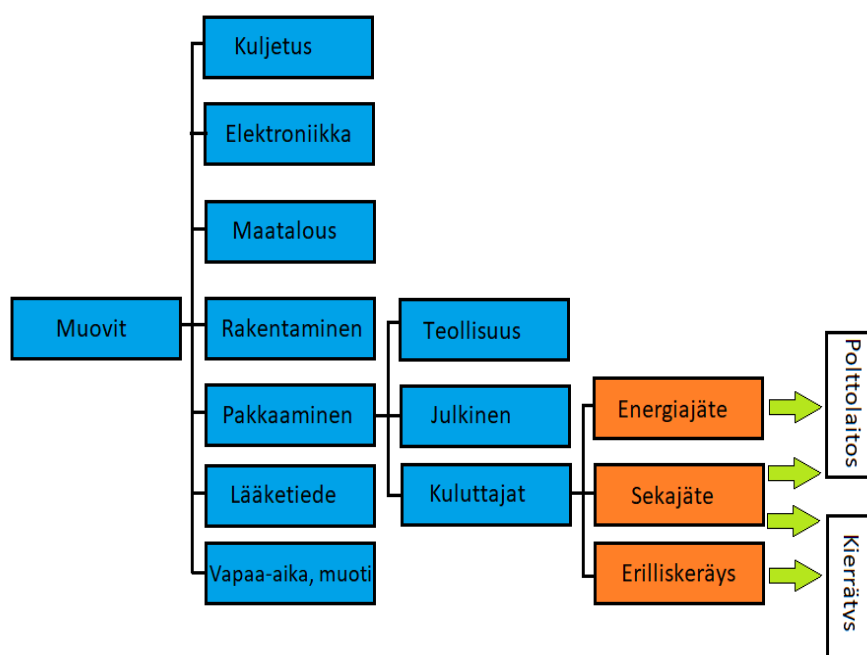
Muovipakkausten kierrätysastetta on saatu nostettua Euroopassa esimerkiksi kieltämällä orgaanisen jätteen kaatopaikkakäsittely monissa Euroopan maissa, lisäämällä pakkausten tuottajavastuuta ja asettamalla suurempia kierrätystavoitteita (Ragaert, ym., 2017, s. 4). EU:n muovipakkausten kierrätysastetavoite vuodelle 2025 on 50 % ja 55 % vuodelle 2030 (Eurolex, 2018).

Maailmanlaajuisesti noin 14 % muovipakkauksista kerätään ja kierrätyksen ja muiden käsittelyprosessien jälkeen jäljelle jää vielä vähemmän (Dahlbo ym., 2017, s. 2). Ragaert, ym. (2017, s. 5) mukaan vuosittain maailmanlaajuisesti 150 miljoonaa tonnia muovijätettä päätyy kaatopaikalle, mikä vastaa melkein puolta vuosittain tuotetusta muovista. Muovin kierrätysaste on alhaisempi, kuin monien muiden jakeiden. EU:ssa on ymmärretty muovin kierrättämisen tärkeys, joten direktiivejä sekä tavoitteita, joilla kehitetään muovin kierrätystä, on laadittu. (Milios ym., 2018a, s. 4)

Ruotsissa, Tanskassa ja Norjassa muovin kierrätysaste on korkea, noin 35-40% siihen nähden, ettei em. maissa ole lakivelvoitteita muovin kierrättämiseksi. (Milios, ym., 2018b, s. 3) Ruotsissa pakkausmuovijätettä voi viedä ekopisteille, joita on noin 6 000. Jätehuoltoyritykset keräävät pakkausmuovia myös suoraan kotitalouksista. Muovipulloja voi palauttaa kauppoihin. Pakkausmuovin keräyksellä on Ruotsissa tuottajavastuu. Keräämisen jälkeen pakkausmuovi kuljetetaan aluksi lajittelupisteeseen, jossa se lajitellaan karkeasti ja paalataan, jonka jälkeen paalattu pakkausmuovi kuljetetaan laitokseen, jossa se lajitellaan tarkemmin ja käsitellään edelleen. Swerec AB on Ruotsin suurin muovinkierrätysyritys. Swerec vastaanottaa 53 000 tonnia muovijätettä vuosittain, joka on 50 % Ruotsissa kerätystä muovijätteestä. Loput viedään Saksaan käsiteltäväksi, koska Swerec ei pysty käsittelemään enempää. (Milios ym., 2018a, s. 4–5)

3.8 Muovin kierrätys Suomessa

Suomessa kuluttajat kierrättävät muovipakkaukset kotonaan joko muovijakeena, energiajakeena, jonka keräys on tosin suuresta osaa suomea lopetettu, tai sekajätteenä (Kuva 3, s. 13). On tärkeää muistaa, että Suomessa muovinkeräykseen soveltuu vain pakkausmuovijäte. Muovipakkaukset kuuluvat tuottajavastuun alle, joten suurilla yrityksillä, jotka pakkaavat tai maahantuovat muoviin pakattuja tuotteita suomeen, on velvollisuus järjestää pakkausjätteensä keräys ja vastata kustannuksista (Rinki, n.d.). Energiajäte ja sekajäte poltetaan jätevoimalassa lämmöksi ja sähköksi. Osa sekajätteestä lajitellaan lajittelulaitoksissa, joten osa sekajätteen päätyvästä pakkausmuovista päätyy kierrätykseen (Dahlbo ym., 2017, s. 3; Päijät-Hämeen jätehuolto, n.d.). Kiinteistöissä erilliskerätty muovijäte kierrätetään. Kuluttajien on myös vuodesta 2016 asti ollut mahdollista viedä pakkausmuovi rinki-ekopisteisiin, joita on Suomessa yli 600 (Rinki, 2019). Muut muovit kuin muovipakkaukset, kuten lelut ja kastelukannut, lajitellaan sekajäteastiaan, myös PVC-muovipakkaukset lajitellaan sekajätteen (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2018d). Tosin esimerkiksi Rosk'n Roll on aloittanut myös kovan muovin keräyksen jätteenmillaan (Rosk'n Roll, 2019).



Kuva 3: Muovin erilaiset tuottajaryhmät. Tämä opinnäytetyö keskittyy kuluttajien kierrätyskäyttämiseen pakkausmuovin osalta. (Dahlbo 2017, s. 2)

Plastics European (2018, s. 39) mukaan muovipakkausten kierrätysaste Suomessa oli vuonna 2016 noin 25 %, mikä on kaukana EU:n keskiarvosta 40,8% ja vuoden 2025 EU:n tavoitteesta, joka on 50 %. Suomen uusio-muovi Oy:n (2019) mukaan muovipakkausten keräys oli kuitenkin vuonna 2016 vasta alkutekijöissään, ja muovipakkausten keräysmäärät ovat olleet jyrkässä nousussa vuosina 2016—2018, sillä muovipakkausten keräysmäärät ovat nousseet 2647 tonnista 11 434 tonniin. Vuonna 2019 määrän uskotaan kasvavan yli 20 000 tonniin. (Tekniikka ja talous, 2019.)

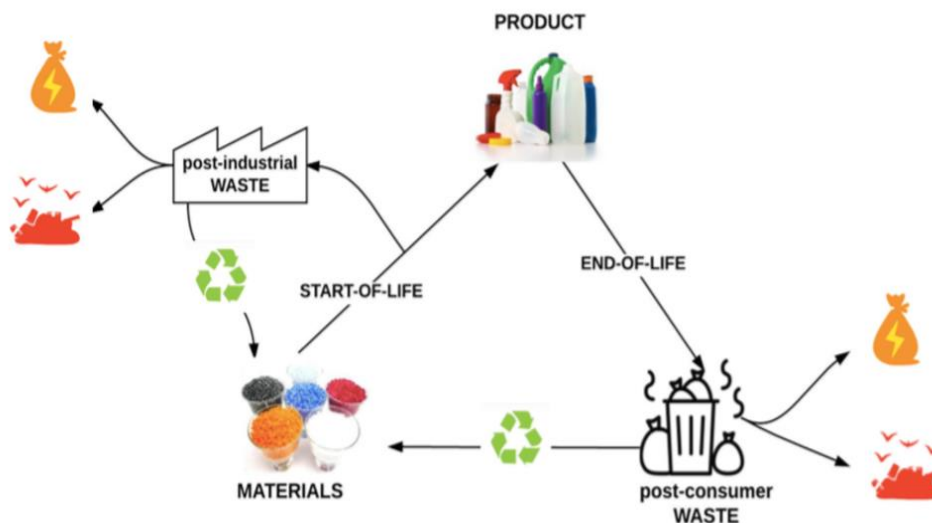
Muovipakkausten erilliskeräys kotitalouksissa aloitettiin monissa eri kunnissa ja kaupungeissa vuoden 2019 alussa: Esimerkiksi Porissa energijätteen keräys muuttui muovipakkausten keräykseksi yli 9 huoneiston kiinteistöissä ja Pirkanmaan jätehuolto aloitti noin 70 kiinteistön muovipakkausten keräyskokeilun (Porin seudun jäteneuvonta, 2019; Pirkanmaan jätehuolto, 2019). HSY aloitti muovipakkausten keräyskokeilun vuonna 2016 noin 3200 kiinteistössä, jonka jälkeen kaikki halukkaat kiinteistöt saivat vapaaehtoisesti aloittaa muovinkeräyksen (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2018c). HSY:n uusien jätehuoltomääräysten mukaisesti muovinkeräys tulee siirtymäjakson jälkeen pakolliseksi kaikille yli 5 huoneiston kiinteistöille vuoden 2021 alusta lähtien (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2019b).

Muovipakkauksissa ei välttämättä ole materiaalimerkintää, koska se ei ole pakollinen, joten joskus saattaa olla hankalaa olla varma, sopiiko pakkaus

muovinkeräykseen. Lajittelun halutaan kuitenkin olevan helppoa kuluttajille, joten jos pakkaus on muovia tai näyttää muovilta, voi sen laittaa muovinkeräykseen. Muovin jatkojalostuksessa eri muovilaadut erotellaan kierrätykseen kelpaaviin ja kelpaamattomiin. Keräykseen laitettu muovipakkaus menee kuitenkin aina hyötykäyttöön, sillä kierrätykseen kelpaamattomat muovit hyödynnetään energiana. (Koistinen, 2019; Suomen uusio-muovi, n.d.)

3.9 Muovipakkausten kiertokulku ja jatkokäsittely

Muovipakkausten matka alkaa tehtaista, joista muovipakkaukseen pakatut tuottett lähtevät kauppojen kautta kuluttajalle. Teollisuuden hylkymuovi kierrätetään muovinjalostamoille tai polttoon. Kuluttaja kierrättää muovipakkauksen joko muovin erilliskeräykseen, jolloin muovipakkaus jatkaa matkaa jalostuslaitokseen, tai laittaa muovin sekajätteeseen, jolloin muovi päättyy polttoon tai joissain maissa kaatopaikalle. Muovijalostamot valmistavat muovista uusia tuotteita, kuten rakennusmateriaalina toimivaa profiilia, tai uutta muoviraaka-ainetta teollisuuden käyttöön. Kiertotalouden mallin mukaisesti olisi ideaalia, jos muovi kiertäisi mahdollisimman pitkään kehää teollisuudelta kuluttajalle, kuluttajalta jalostamolle ja jalostamolta teollisuudelle. (Kuva 4)



Kuva 4: Muovipakkausten kiertokulku. (Ragaert ym., 2017, s. 3)

Muovipakkausten jatkokäsittelyssä materiaalit erotellaan joko mekaanisesti, jolloin pakkausmuovista valmistetaan granulaatteja tai kemiallisesti, jolloin muovi pilkotaan takaisin monomeereiksi. (Ragaert ym., 2017, s. 2)

Suomessa kaikki kotitalouksien erilliskerätyt muovipakkaukset sekä maatalouden, kaupan ja teollisuuden hylkymuovijätteet käsitellään Fortumin Riihimäen muovinjalostuslaitoksessa. Eri muovilaadut, kuten PP, PE, PET ja sekalaadut erotellaan mekaanisesti infrapunasensoreiden ja tekoälyn avulla, jonka jälkeen muovit murskataan pienemmiksi ja pestään. Pesun

jälkeen muovimurske rumpu- ja lämpökuivataan. Lopuksi muovimurske sulatetaan ja rakeistetaan granulaateiksi. Kierrätykseen kelpaamattomat muovit hyödynnetään energiana. (Fortum, 2017)

Granulaateista voidaan valmistaa teollisuuden käyttöön eri vakiomuovilaa-tuja, kuten PP, HDPE ja LDPE. Granulaateista voidaan valmistaa myös ra-kennusmateriaalina toimivaa profiilia. (Fortum, 2019)

Fortumin muovinkäsittelylaitoksen kapasiteetti on noin 30 000 tonnia. Vuonna 2018 laitoksessa käsiteltiin arviolta noin 10 000 tonnia muovia, ja määrä nousee vuosittain. Määrä saattaa nousta 30 000 tonniin jopa vii-dessä vuodessa. (Talouselämä, 2018)

3.9.1 Muovin kierrätyksen hyödyt

Talouselämän (2018) artikkelin mukaan muovin uudelleenvalmistus kier-rätysmuovista on ympäristöystävällisempää neitseellisiin raaka-aineisiin verrattuna, sillä yksi kilogramma kierrätysmuovia aiheuttaa noin 1,5 kilo-grammaa pienemmät hiilidioksidipäästöt, kuin neitseellisistä raaka-ai-neista valmistettu vastaava tuote. Artikkelin mukaan globaalisti kierrätys-muovilla voitaisiin vähentää lähes 500 miljoonan tonnin ilmastopäästöt, mutta tällä hetkellä ollaan kaukana tästä luvusta, sillä jokaisella muovin käyttösyklillä menetetään 75 % materiaaliarvosta. Euroopan komissio (2018b, s. 3) arvioi, että muovintuotanto ja muovin polttaminen aiheutta-vat maailmanlaajuisesti vuosittain 400 miljoonan tonnin hiilidioksidipääs-töt, joten vain täydellisellä muovin kiertotalouteen perustuvalla tuotan-nolla, voitaisiin päästä em. suuruisiin vähennyksiin. Komission mukaan energiahyödyt, jotka syntyisivät kierrättämällä globaalisti kaikki muovijäte, vastaisivat vuosittain noin 550 miljardia litraa öljyä ja miljoonan muoviton-nin kierrättäminen vastaa hyödyltään miljoonan auton hiilidioksidipääs-töjä.

Euroopan komission (2013) lainaaman tutkimuksen mukaan muovituote, jonka valmistuksessa käytetään 85 % kierrätysmuovia ja 15 % neitseellistä muovia tuottaa 24 % suuremman hiilijalanjäljen, kuin vastaava muovi-tuote, jonka valmistuksessa käytetään 100 % kierrätysmuovia. The asso-ciation of plastic recyclersin (2018, s. 43) teettämän tutkimuksen mukaan kierrätysmuovi vähentää energiankulutusta yli 80 % ja päästöjä noin 70 % verrattuna neitseelliseen raaka-aineeseen.

Fortumin (2019) mukaan kierrätysmuovista valmistettu raaka-aine on sekä energiatehokkaampaa että edullisempaa valmistaa, kuin neitseellinen raaka-aine. Fortum Circo-muovigranulaatin valmistus vie 15 % energiasta, jonka uuden muovin valmistus vaatii (Fortum Circo, n.d.).

3.9.2 Muovin kierrätyksen haasteet

Milios ym. (2018b, s. 8) pohjoismaiden muovinkierrätystä arvioivan tutkimuksen mukaan muovin kierrätysasteen kasvu riippuu kierrätysmuovin kysynnän kasvusta ja tarvitsee toimivia markkinoita kierrätysmuoville. Kierrätysmuovin kysyntää ja markkinoita hidastaa erityisesti sen tarjonnan puute, hinta, alkuperän jäljitettävyyden vaikeus ja joidenkin muovilaatujen ja niiden yhdisteiden uudelleenikäytön vaikeus. Kuluttajilta ei myöskään synny suurta kysyntää kierrätysmuovista tehdyille tuotteille. Kierrätysmuovin arvoketjun eri osapuolten välisen yhteistyön kehittäminen edistäisi toimivien markkinoiden syntymistä. Ratkaisuksi tutkimuksessa tarjotaan kierrätystekniikoiden kehittämistä ja sen rahoittamista, verohelpoituksia kierrätysmuoville ja siitä tehdyille tuotteille. Radikaalimmaksi ratkaisuksi ehdotetaan pakkausmuovin polttokieltoa. Myös Euroopan komission (2018b, s. 2) mukaan kysynnän puute ja matalat myyntihinnat vaikeuttavat kierrätysmuoviteollisuutta, eikä uusia investointeja uskalleta tehdä, kun varmuutta niiden kannattavuudesta ei ole. Euroopassa kierrätysmuovin kysyntä on 6 % muovin kokonaiskysynnästä.

Dahlbo ym. (2017, s. 3 - 4) mukaan muovipakkausten uusiokäyttömahdollisuuksia vaikeuttaa se, että muovilaatuja ja niiden sekoituksia on niin monia. Lisäksi muovien ominaisuudet saattavat muuttua niiden käytön ja kierrätysprosessin aikana niiden altistuessa esimerkiksi auringonvalolle, lämmölle, kylmyydelle ja hapelle.

Eri muovilaadut ovat kierrätysominaisuuksiltaan hyvin erilaisia. Esimerkiksi LDPE-muovin jalostettavuus muuttuu vasta 40 ekstruusioprosessin jälkeen, kun taas HDPE-muovin jalostettavuus kärsii jo kahden ekstruusion jälkeen. Toisaalta HDPE kestää paljon paremmin lämpöä, kuin LDPE. (Dahlbo, ym., s. 4)

Ragaert ym. (2017, s. 2; s. 9—11) mukaan muovipakkaukset altistuvat kiertokulkunsa aikana sitä hajottaville voimille, kuten lämmölle, hapelle, valolle, säteilylle ja mekaaniselle rasitukselle, jotka muuttavat muovin kemiallista koostumusta ja siten vaikeuttavat sen uusiokäyttöä. Kuluttajien käytönjälkeiset muovipakkaukset ovat lisäksi vaikea materiaalivirta, koska kotitalouksissa syntynyt muovijäte ei ole tasalaatuista ja siinä saattaa olla esimerkiksi ruoan- ja paperinjämiä sekä muita jätteitä. Vertailun vuoksi teollisuuden muovijäte on uusiokäytön kannalta helpompi materiaali, koska sen alkuperä tiedetään ja se on puhdasta sekä tasalaatuista.

Muovituotteen suunnittelulla voidaan vaikuttaa suuresti sen kierrätettävyyteen. On tärkeää tietää eri muovilaatujen hyvät ja huonot puolet ja käyttää ominaisuuksia hyväkseen tuotesuunnittelussa. (Ragaert ym., 2017, s. 16) Yhteistyö muovipakkausten suunnittelun, lajittelun ja uudelleenkäytötekniikoiden kehittämiseksi on tärkeää kierrätyksen kehittämisen kan-

nalta. Ei ole toivottavaa, että tuotantoketjun eri kohdissa tehdään itsenäisesti parannuksia muovin kierrätettävyyteen, sillä tällöin muut tuotantoketjun osat eivät pysy perässä. (Hahladakis & Iacovidou, 2018, s. 6)

Kierrätysmuovin kemiallisella erottelulla voidaan kiertää monia mekaanisen erottelun vaikeuksia. Kemiallisella erottelulla on kuitenkin omat haasteensa, kuten hinta, monimutkaisuus sekä kokemuksen ja tutkimuksen puute. (Ragaert ym., 2017, s. 31)

Euroopan komission (2018a) tavoitteena on parantaa muovituotteiden suunnittelua ja tuotantoa, sekä nostaa muovipakkausten kierrätysastetta ja erityisesti kierrätysmuovin laatua. Kierrätysmuovin määrän ja laadun kehittäminen edistää sen kysyntää markkinoilla, ja siten edistää kiertotaloutta. Milios ym. (2018a, s. 7 - 8) laatiman tulevaisuusennusteen mukaan kierrätysmuovin määrää ja laatua edistäviä toimenpiteitä tukemalla kasvaa samalla myös kierrätysmuovin kysyntä markkinoilla. Tämä johtaa kierteseen, joka ruokkii kierrätysmuovin määrää, laatua ja kysyntää entisestään. Edistäviä toimenpiteitä olisivat esimerkiksi kierrätysmuovin viennin rajoittaminen tai kieltäminen ja muovin polton kieltäminen tai rajoittaminen.

3.10 Muovin osuus sekajätteestä

Helsingin Seudun Ympäristöpalveluiden (2019f) pääkaupunkiseudun sekajätteen koostumusta selvittäneessä tutkimuksessa tutkittiin muun muassa muovin osuutta sekajätteestä.

Tutkimuksessa selvisi, että muovipakkauksia on sekajätteen joukossa keskimäärin 17,5 kg asukasta kohden vuodessa. Tämä vastaa 11,2 % koko sekajätteen määrästä. Osuus on ilmaistu painoprosentteina, joten tilavuusprosentteina muovia on kevyenä materiaalina sekajätteen joukossa vielä enemmän, tosin sitä ei tutkimuksessa tutkittu. Eniten muovipakkauksia oli pienissä kiinteistöissä, joissa muovin erilliskeräys ei yleensä ole, ja vähiten suurissa kiinteistöissä, joissa osassa muovin erilliskeräys jo on. Verrattuna vuoden 2015 tehtyyn vastaavaan tutkimukseen, muovipakkausten määrä sekajätteestä on laskenut 25,5 kilosta 17,5 kiloon asukasta kohden vuodessa. Muutos on merkittävä. (Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut, 2019f, s. 20)

Muovipakkausten määrän muutoksesta sekajätteessä voidaan päätellä, että ihmiset ovat aloittaneet ahkerasti kierrättämään muovipakkauksia, mutta toisaalta varaa parantaa on vielä paljon. Myös kuluttajien ostovalinnat sekä muovipakkausten keventyminen voivat vaikuttaa muovin määrään sekajätteessä.

3.11 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää, kuinka paljon tilavuudessa mitattuna muovia erilliskerätään huoneistoa ja henkilöä kohden ja vaikuttaako muovin erilliskeräys kiinteistössä sekajätteen tilavuuteen. Nämä kysymykset ovat tärkeitä siksi, että muovinkeräyksen aloittaessaan kiinteistön on tärkeää tietää, minkä kokoiset muovinkeräysastiat ja tyhjennysvälit ovat sopivat kullekin kiinteistölle ja muuttuuko sekajäteastioiden tarve muovinkeräyksen takia. On tärkeää optimoida astioiden määrä usein ahtaiksi käyvissä jätekatoksissa. Sitran (2017) mukaan tyhjennysten optimointi myös vähentää kiinteistöjen jätemaksuja sekä jäteyhtiöiden kuluja ja päästöjä.

Tämän opinnäytetyön **tutkimusongelmaksi** määritettiin:

Vaikuttaako muovin erilliskeräys kiinteistössä sekajätteen tilavuuteen?

Tutkimusongelmaa avataan ja selvitetään **tutkimuskysymyksillä**:

1. Kuinka paljon muovia erilliskerätään huoneistoa/asukasta kohden?
2. Kuinka paljon sekajätettä syntyy huoneistoa/asukasta kohden kiinteistöissä, joissa on muovinkeräys?
3. Kuinka paljon sekajätettä syntyy huoneistoa/asukasta kohden kiinteistöissä, joissa ei ole muovinkeräystä?
4. Miten sekajätteen määrä muuttuu, kun kiinteistössä aloitetaan muovin erilliskeräys?
5. Miten optimoida jätėjakeen tyhjennysväli ja astiamäärä?

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Opinnäytetyön aineisto kerättiin sekä kiertämällä muovinkeräysauton mukana mittaamassa muoviastioiden täyttöasteita ennen tyhjennystä että kiertämällä satunnaisissa kiinteistöissä mittaamassa sekajäteastioiden täyttöasteita tyhjennyspäivää edeltävänä päivänä. Kaikki mittaukset tehtiin Vantaalla.

Muoviastioiden mittaukset toteutettiin neljässä päivässä 3.12.–4.12.2018 ja 25.3.–26.3.2019. Sekajäteastioiden mittaukset toteutettiin kuuden päivän aikana 9.4.–11.4.2019 ja 15.4.–17.4.2019.

4.1 Muoviastioiden mittaukset

Muovimittauksia tehtiin neljän päivän aikana yhteensä 518 kiinteistössä. Asukas ja huoneistokohtaiset muovimäärät laskettiin kuitenkin vain 420 kiinteistöstä, koska osasta mittauskiinteistöjä ei saatu asukastietoja. Mittaukset toteutettiin kiertämällä muovinkeräysauton mukana. Mittaukset jakautuivat kahdelle mittausviikolle kahteen piiriin. Yhden piirin mittauksiin kului yksi päivä. Molemmilla viikoilla oli alun perin tarkoitus kiertää samoissa kiinteistöissä, mutta mittauksen välisen pitkän aikavälin takia piirit olivat muuttuneet siten, että kiinteistöjä oli tullut lisää (kuva 5 ja kuva 6). Joissain kiinteistöissä siis tehtiin mittaus molemmilla mittausviikoilla, ja joissain vain toisella mittausviikolla. Jokaista mittauksia kuitenkin käsiteltiin omana itsenäisenä mittauksenaan, eikä samassa kiinteistössä tehtyjä mittauksia vertailtu keskenään.



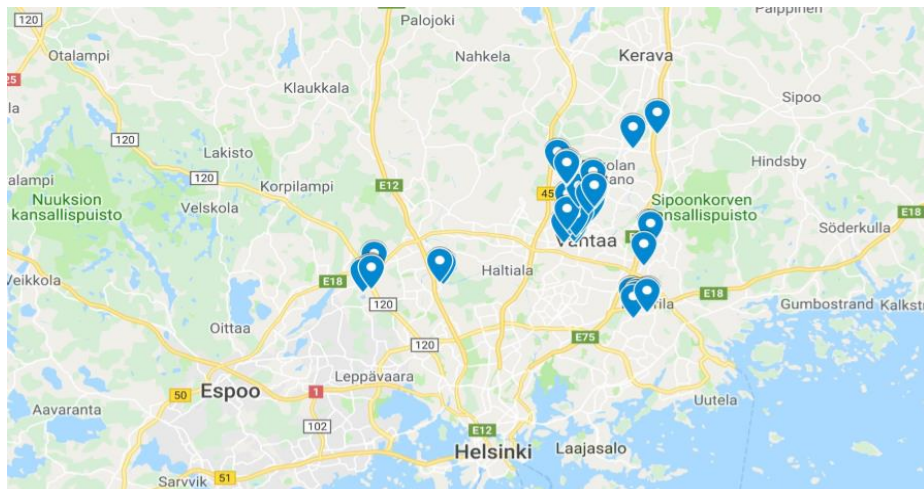
Kuva 5: muovimittaukset, viikko 1. Mittausviikolla 1 tehtiin 181 mittauksia.



Kuva 6: Muovimittaukset, viikko 2. Mittausviikolla 2 tehtiin 337 mittauksia.

4.2 Sekajäteastioiden mittaukset

Sekajäteastioiden mittaukset toteutettiin kahden viikon aikana. Kummallakin mittausviikolla oli kolme mittauspäivää. Kiinteistöissä käytiin mittaamassa kunkin kiinteistön tyhjennyspäivää edeltävänä päivänä. Kiinteistöjä oli yhteensä 197. Molemmilla mittausviikoilla oli tarkoitus käydä samoissa kiinteistöissä, mutta toiselle mittausviikolle lisättiin hieman mittauskohteita, koska ensimmäisellä mittausviikolla huomattiin ajan riittävän lisämittauksiin. Toisella mittausviikolla tyhjennyspäivät aikaistuivat yhdellä päivällä pääsiäisen takia, joten myös mittaukset tehtiin päivää aiemmin. Tämä otettiin huomioon tuloksia laskettaessa. (kuva 7, 8, 9, s. 21, 10, s. 21)



Kuva 7: Sekajättemittaukset viikko 1, ei muovinkeräystä.



Kuva 8: Sekajättemittaukset viikko 1, muovinkeräys.



Kuva 9: Sekajättemittaukset viikko 2, ei muovinkeräystä.



Kuva 10: Sekajättemittaukset viikko 2, muovinkeräys.

Sekajättemittaukset tehtiin itsenäisesti kiertämällä. Sekajättemittaukset tehtiin itsenäisesti erityisesti siksi, että mittaukset olisivat olleet normaalissa piirijossa suuri hidaste ja mittaukset haluttiin tehdä huolellisesti. Mittauskiinteistöt valittiin etukäteen ja kiinteistöiksi valittiin sekä kerrostaloja, rivitaloja että omakotitaloja. Mittauskiinteistöiksi valittiin kiinteistöjä, joissa sekajäteasteioiden tyhjennysväli on yksi viikko. Monissa isoimmissa kiinteistöissä tyhjennysväli on kaksi tai kolme kertaa viikossa, ja etukäteen pääteltiin, että tällaisissa kiinteistöissä astioihin kertynyt jätemäärä vaihtelee enemmän, kuin kiinteistöissä, joissa on viikon tyhjennysväli. Esimerkiksi kiinteistöissä, joissa sekajätetyhjennykset ovat tiistaisin ja perjantaisin, mittaus täytyisi tehdä joko maanantaina, jolloin on kertynyt enemmän viikonlopun jätteitä, tai torstaina, jolloin on kertynyt enemmän arkipäivän jätteitä. Kaikkein suurimmissa kiinteistöissä sekajätetyhjennykset ovat useimmiten useasti viikossa, joten tähän tutkimukseen edellä mainitusta syystä johtuen ei juurikaan saatu mittaustuloksia asukasmäärältään todella suurikokoisista kiinteistöistä. Mittauskiinteistöiksi ei myöskään

voitu valita kiinteistöjä, joissa on syväkeräysastiat, koska niihin kertynyttä jätemäärää ei tämän tutkimuksen mittaustavoilla voinut mitata. Puolissa mittauskiinteistöistä oli muovinkeräys, puolissa ei.

4.3 Laskentakategoriat ja vertailuryhmät

Sekä muovi- että sekajätemittaukset jaoteltiin neljään laskentakategoriaan. Laskentakategoriaan kuuluvien kiinteistöjen mittaustuloksista laskettiin keskiarvot, jotka pyöristettiin litran tarkkuudelle.

Laskentakategorioita on neljä:

1. Kaikki kiinteistöt
2. pienet kiinteistöt: Kiinteistöissä alle 10 huoneistoa
3. Keskikokoiset kiinteistöt: kiinteistöissä 10 – 19 huoneistoa (sekajäte), 10 – 30 (Muovi)
4. Suuret kiinteistöt: kiinteistöissä yli 19 huoneistoa (sekajäte), kiinteistöissä yli 30 huoneistoa (muovi)

Sekajätemittaukset jaoteltiin kahteen vertailuryhmään. Vertailuryhmä A:han kuuluvat kiinteistöt, joissa ei ole muovinkeräystä. Vertailuryhmä B:hen kuuluvat kiinteistöt, joissa on muovinkeräys. Vertailuryhmien mittaustuloksista laskettiin keskiarvo, joka pyöristettiin litran tarkkuudelle. Vertailuryhmien tuloksia vertailemalla voidaan päätellä kuinka muovin erilliskeräys vaikuttaa sekajätteen tilavuuteen.

4.4 Mittaustavat ja välineet

Astian täyttötilavuuden laskemiseksi jokaisen astian vajoitus mitattiin. Kun tiedetään astian korkeus, voidaan astian vajoituksesta johtaa astian täyttöaste ja kun tiedetään astian kokonaistilavuus, voidaan astian täyttöasteesta johtaa astian täyttötilavuus.

Astian vajoitella tarkoitetaan sitä, kuinka monta senttiä on astian yläreunasta jätteen pintaan. Astiat eivät täyty tasaisesti, mutta tarvittaessa astiassa olevia jätteitä tasoiteltiin ja mittauspisteeksi pyrittiin valitsemaan piste, jonka arvioitiin kuvastavan astian keskiarvoista jätemäärää. Jos astian arvioitiin olevan täynnä, astian vajoitusta ei ollut tarvetta mitata. Jos astia oli täynnä yli reunojensa, arvioitiin silmämääräisesti, kuinka monta senttiä, viiden sentin tarkkuudella, yli astian yläreunan astia oli täynnä. Yli täyttynyttä astiaa on haastavaa mitata muuten kuin silmämääräisesti, koska näin täyttyneen astian pinta on yleensä erittäin epätasainen.

Mittausvälineenä käytettiin Spectra precision lasermittaria (kuva 11, s. 23).



Kuva 11: Mittausvälineenä toimi Spectra precision lasermittari

Jäteastioita oli mitattavissa kiinteistöissä kuutta eri kokoa: 800 litraa, 660 litraa, 600 litraa, 300 litraa, 240 litraa sekä 140 litraa. Astian tilavuudet eivät kuitenkaan ole tarkalleen edellä mainitut, vaan oikeat astioiden tilavuudet saatiin mittaamalla itse astioiden mitat. Oikeat astioiden tilavuudet on lueteltu taulukossa 4.

Taulukko 4: Jäteastioiden tilavuudet.

Astian nimellinen tilavuus (litraa)	Astian laskettu tilavuus (litraa)	Astian korkeus (metriä)
800	751	1,01
660	655	0,92
600	641 TAI 612	0,85
300	ei laskettu	1,00
240	269	0,98
140	ei laskettu	0,98

600 litran astioita on kahta eri mallia, vanhemman mallin oikea tilavuus on 612 litraa ja uudemman 641. Uudempi on huomattavasti yleisempi ainakin tämän opinnäytetyön mittauskiinteistöissä. Laskuissa 600 litran astiassa on käytetty 630 litraa, koska se on lähellä näiden kahden astiamallin keskiarvoa, kuitenkin kallistuen hieman lähemmäs yleisemmän astian tilavuutta. 300 litran ja 140 litran astioiden oikeita tilavuuksia ei laskettu, koska niitä oli vain yhteensä vajaa 10 kaikista mitatuista astioista. Kaikkien astioiden korkeudet kuitenkin mitattiin. Yhteensä mitattuja astioita kertyi 1 025, joista 620 oli muoviastioita ja 405 sekajäteastioita.

4.5 Mittausten validiteetti ja reliabiliteetti

Validiteetti tarkoittaa sitä, miten hyvin tutkimuksessa käytettävällä mitaustavalla mitataan juuri sitä mitä on tarkoituskin mitata. Reliabiliteetti taas tarkoittaa sitä, miten luotettavasti ja toistettavasti tutkimuksessa käytettävällä mittarilla voidaan mitata mitattavaa asiaa. Tässä opinnäytetyössä käytetty mittaustapa ja mittausväline osoittautui hyväksi valinnaksi, ja lasermittarilla astian vajauksia saatiin lasketuksi helposti ja varmasti.

4.6 Laskukaavat

Tarkoituksena oli laskea jokaisen mitattavan kiinteistön jätemäärät siten, että tulokseksi saadaan litraa/asukas/viikko ja litraa/huoneisto/viikko. Mittaustulokset syötettiin Excel-laskentaohjelmaan, jolla tulokset laskettiin.

Aluksi laskettiin kunkin astian täyttöaste astian vajauden ja astian korkeuden avulla:

$$\frac{(\text{Astian korkeus} - \text{Astian vajoaus})}{\text{Astian korkeus}}$$

Astian täyttöasteesta ja astian tilavuudesta johdettiin astian täyttötilavuus:

$$\text{Astian täyttöaste} \times \text{Astian tilavuus}$$

Jos kiinteistössä oli useita astioita, kaikkien astioiden täyttötilavuus laskettiin yhteen, jolloin saatiin kiinteistön kokonaistäyttötilavuus.

Kokonaistäyttötilavuudesta voitiin laskea asukas- ja huoneistomäärän sekä tyhjennysvälin avulla asukas/huoneistokohtainen jätemäärä viikossa:

$$\frac{\text{Kokonaistäyttötilavuus}}{\text{asukasmäärä}} \div \text{Tyhjennysväli (viikkoa)}$$

Lopuksi laskettiin eri laskentakategorioiden mukaisten kiinteistöjen asukas- ja huoneistokohtaiset keskiarvoiset jätemäärät.

Tyhjennysvälillä tarkoitetaan käytännössä sitä, kuinka monen päivän jätteet astiassa on. Sekajättemittauksissa mittauksissa oli viikon tyhjennysvälillä vain kuuden tai viiden päivän jätteet, koska mittaukset tehtiin päivää tai kahta ennen varsinaista tyhjennystä. Tämä otettiin huomioon laskuissa.

Kiinteistöjen tyhjennysvälit ja astioiden koot saatiin HSY:ltä. Kiinteistöjen asukas- ja huoneistomäärät saatiin myös HSY:n tuottamasta SeutuCD aineistosta, joka on kerran vuodessa julkaistava aineistokokoelma, joka sisältää pääkaupunkiseudun suunnittelua palvelevia rekisteri-, kartta- ja

suunnitteluaineistoja. SeutuCD-aineisto on luvanvaraista, ja siihen haettiin tätä opinnäytetyötä varten lupa.

5 TULOKSET

Tässä kappaleessa esitellään tulokset tutkimuskysymys kerrallaan. Tutkimuskysymykset on esitelty kappaleessa 3.10. Tulokset on taulukoitu taulukoihin 5, 6 ja 7. Tulokset ovat kunkin laskentakategorian kiinteistöjen asukas/huoneistokohtainen keskiarvoinen jätemäärä litran tarkkuudella. Mittausten määrä -sarakkeessa ilmoitetaan kunkin laskentakategorian mittauss määrä, josta keskiarvo on johdettu.

5.1 Erilliskerätyn muovin asukas ja huoneistokohtainen määrä

Kaikkien 420 mittaustiinteistön erilliskerätyn muovin keskiarvoinen asukaskohtainen määrä on 9 litraa viikossa ja huoneistokohtainen määrä 17 litraa viikossa. Kun lasketaan vain alle 10 huoneiston kiinteistöt, erilliskerätyn muovin määrä on suurempi, 17 litraa/asukas/viikko ja 49 litraa/huoneisto/viikko. Kun kiinteistöjen huoneistomäärä kasvaa, asukas/huoneistokohtainen määrä pienenee, sillä 10 – 30 huoneiston kiinteistöissä tulos on 12 litraa/asukas/viikko ja 23 litraa/huoneisto/viikko ja kun lasketaan vain yli 30 huoneiston kiinteistöt, tulos on 6 litraa/asukas/viikko ja 10 litraa/huoneisto/viikko. Mittauksia oli eniten isoissa, yli 30 huoneiston kiinteistöissä ja vähiten pienissä, alle 10 huoneiston kiinteistöissä. (Taulukko 5)

Taulukko 5: Muovin erilliskeräyksen asukas- ja huoneistokohtaiset määrä (litraa viikossa)

Muovimittaukset	Määrä asukasta kohden	Määrä huoneistoa kohden	Mittausten määrä
Kaikki kiinteistöt	9	17	420
Kiinteistöissä alle 10 huoneistoa	17	49	31
Kiinteistöissä 10 – 30 huoneistoa	12	23	119
Kiinteistöissä yli 30 huoneistoa	6	10	270

5.2 Vertailuryhmä A: Sekajätteen asukas ja huoneistokohtainen määrä kiinteistöissä, joissa ei ole muovinkeräystä

Kaikkien 83 mittauskiinteistön sekajätteen keskiarvoinen asukaskohtainen määrä on 59 litraa/viikko ja huoneistokohtainen määrä 158 litraa/viikko. Laskettaessa vain alle 10 huoneiston kiinteistöt, määrä on 68 litraa/asukas/viikko ja 180 litraa/huoneisto/viikko. Kun kiinteistöjen huoneistomäärä on 10 – 19, keskimääräinen sekajättemäärä laskee huomattavasti, 41 litraa/asukas/viikko ja 92 litraa/huoneisto/viikko. Kun lasketaan vain yli 20 huoneiston kiinteistöjen jättemäärät, huomattavaa muutosta edelliseen ei ole asukaskohtaisessa jättemäärässä. Huoneistokohtaisessa jättemäärässä on suuri muutos, mikä johtunee siitä, että suurempi osa huoneistoista on asumattomia, joka laskee keskiarvoa. Yli 19 huoneiston kiinteistöissä myös lasin ja metallin keräys ovat pakollisia. (Taulukko 6)

Taulukko 6: Sekajätteen asukas- ja huoneistokohtainen määrä (litraa viikossa) kiinteistöissä, joissa ei ole muovinkeräystä.

Vertailuryhmä A: Sekajättemittaukset kiinteistöissä, joissa ei ole muovinkeräystä	Määrä asukasta kohden	Määrä huoneistokohtainen	Mittauksien määrä
kaikki kiinteistöt	59	158	83
kiinteistöissä alle 10 huoneistoa	68	180	53
kiinteistöissä 10 - 19 huoneistoa	41	92	17
kiinteistöissä yli 19 huoneistoa	42	56	13

5.3 Vertailuryhmä B: Sekajätteen asukas ja huoneistokohtainen määrä kiinteistöissä, joissa on muovinkeräys

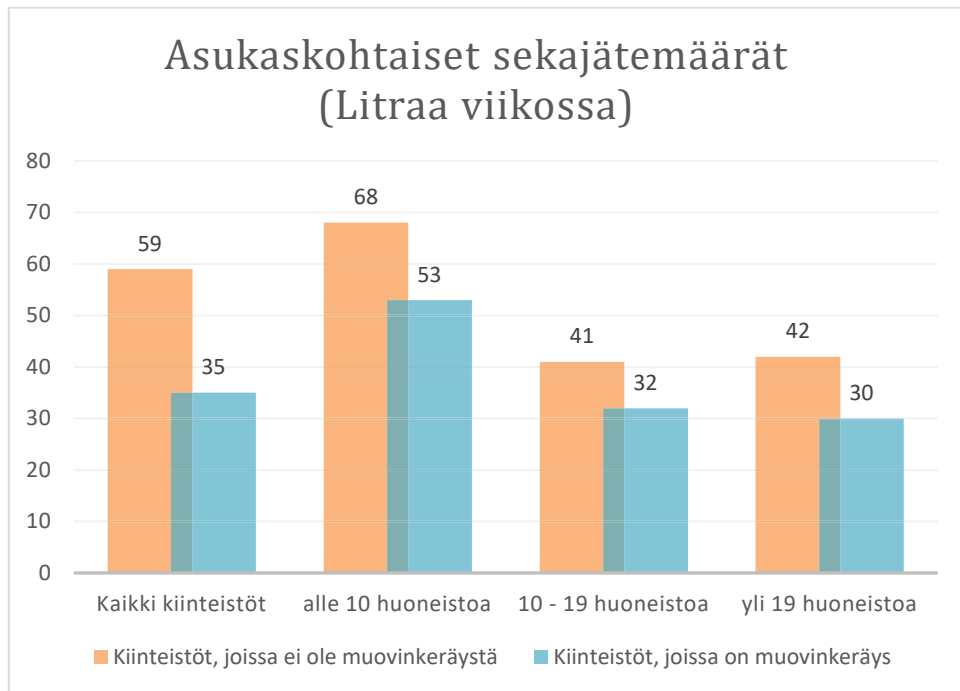
Vertailuryhmä B:ssä Kaikkien 83 mittauskiinteistön keskimääräinen asukaskohtainen jättemäärä on 35 litraa viikossa ja huoneistokohtainen 86 litraa viikossa. Kun vertaillaan huoneistomäärältään erikokoisia kiinteistöjä, huomataan samankaltaisuutta vertailuryhmä A:n ja B:n välillä: Alle 10 huoneiston kiinteistöissä jättemäärä asukasta kohden on 21 litraa suurempi, kuin 10 – 19 huoneiston kiinteistöissä ja kun lasketaan vain yli 20 huoneiston kiinteistöt, suurta muutosta asukaskohtaisessa jättemäärässä ei ole. Huoneistokohtaisessa laskennassa suurissa kiinteistöissä jättemäärä on lähes tuplasti pienempi, kuin keski- ja pienikokoisissa. (Taulukko 7, s. 27)

Taulukko 7: Sekajätteen asukas- ja huoneistokohtainen määrä (litraa viikossa) kiinteistöissä, joissa on muovinkeräys.

Vertailuryhmä B: Sekajättemittaukset kiinteistöissä, joissa on muovinkeräys	Määrä asukasta kohden	Määrän huoneistoa kohden	Mittauksien määrä
kaikki kiinteistöt	35	86	83
kiinteistöissä alle 10 huoneistoa	53	98	17
kiinteistöissä yli 10 - 19 huoneistoa	32	91	22
kiinteistöissä yli 19 huoneistoa	30	51	44

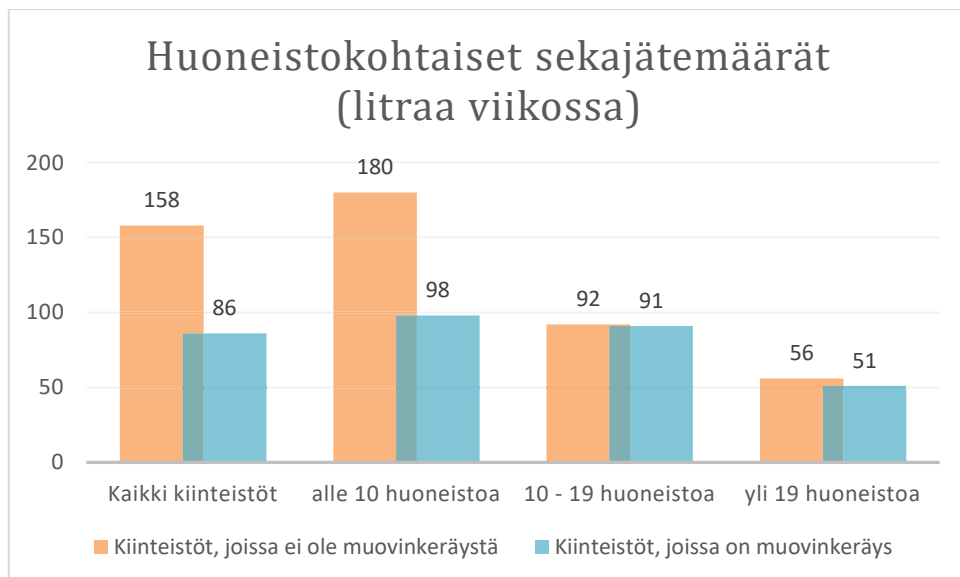
5.4 Muovin erilliskeräyksen vaikutus sekajätteen tilavuuteen

Vertailuryhmä A:n ja B:n asukaskohtaisia jätemääriä verrattaessa huomataan, että vertailuryhmä B:n jätemäärät ovat pienempiä. Kaikki kiinteistöhuomioiden ero on erityisen suuri, 24 litraa, mikä johtuu siitä, että vertailuryhmä A:ssa oli paljon enemmän alle 10 huoneiston kiinteistöjä. Tämä ei ollut tietoinen valinta, koska mittauskiinteistöjen asukasmääriä ei niitä valittaessa tiedetty. Suuria kiinteistöjä, joissa ei ole muovinkeräystä ja pieniä kiinteistöjä, joissa on muovinkeräys, on harvakseltaan. Kun vertailuryhmien mittauksia verrataan huoneistomäärältään samankokoisten kiinteistöjen osalta, vertailuryhmien väliset erot tasoittuvat hieman, mutta vertailuryhmä B:n jätemäärät ovat 9–15 litraa pienempiä, kuin vertailuryhmä A:n. Tästä voidaan johtaa, että tämän tutkimuksen mukaan muovin erilliskeräys pienentää sekajätteen tilavuutta noin 9–15 litraa viikossa asukasta kohden. Prosentuaalisesti laskien muovinkeräys pienentää sekajätteen määrää alle 10 huoneiston ja 10–19 huoneiston kiinteistöissä noin 22 % ja yli 19 huoneiston kiinteistöissä noin 29 %. (Kuva 12, s. 28)



Kuva 12: Vertailuryhmien A ja B välisten asukaskohtaisten sekajättemäärien vertailu

Vertailuryhmä A:n ja B:n huoneistokohtaisia sekajättemääriä vertailtaessa huomataan, että laskentakategorioissa 1 ja 2 vertailuryhmä B:n jättemäärät ovat lähes puolet pienempiä, ja laskentakategorioissa 3 ja 4 vertailuryhmien välillä ei juuri ole eroa. (Kuva 13)



Kuva 13: Vertailuryhmien A ja B välisten asukaskohtaisten sekajättemäärien vertailu.

5.5 Miten optimoida jätejakeen tyhjennysväli ja astiamäärä?

Sopivan astiamäärän, koon ja tyhjennysvälin määrittäminen vaihtelee kiinteistökohtaisesti. Siihen vaikuttaa erityisesti kiinteistön asukasmäärä, huoneistomäärä sekä jätetilojen koko, eli kuinka monta astiaa jätetilaan mahtuu maksimissaan. Seuraavilla laskukaavoilla tilaaja voi arvioida kiinteistön astiamäärän, koon ja tyhjennysvälin tarvetta ja optimoida sitä.

$$\text{Tyhjennysväli} = \frac{a \times b}{y \times z}, \text{ jossa}$$

a = asukasmäärä

b = laskettavan jätejakeen määrä, litraa / asukas / viikko

y = astiamäärä

z = astiakoko

Esimerkkikiinteistössä, jossa asukasmäärä on 60, huoneistomäärä yli 19, sekajäteastioiden määrä 3 ja astiakoot 660 litraa, sekajätteen optimaalinen tyhjennysväli laskettaisiin seuraavasti:

$$\frac{60 \times 30}{3 \times 660} = 0,91$$

Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tyhjennyksiä täytyy tehdä 0,91 viikossa. Yleensä tyhjennysvälit ovat joko 3, 2 tai 1 kertaa viikossa tai kahden sekä neljän viikon välein, joten esimerkkikiinteistössä järkevin tyhjennysväli olisi 1 viikko.

Jos taas halutaan laskea sopiva astiamäärä kiinteistölle, kaavassa vaihdetaan vain tyhjennysvälin ja astiamäärän paikkaa seuraavasti:

$$\text{Astiamäärä} = \frac{a \times b}{y \times z}, \text{ jossa}$$

a = asukasmäärä

b = laskettavan jätejakeen määrä, litraa / asukas / viikko

y = tyhjennysväli

z = astiakoko

Esimerkkikiinteistössä, jossa on 40 asukasta, huoneistomäärä yli 19 ja astiakoko 660 litraa, halutaan sekajätteen tyhjennysväliksi kaksi viikkoa, lasketaan tarvittava astiamäärä seuraavasti:

$$\frac{40 \times 30}{0,5 \times 660} = 3,63$$

eli esimerkkikiinteistöön tarvitaan neljä sekajäteastia.

Kaavoissa voidaan muuttaa astiakokoa ja siten optimoida astiamäärää sekä tyhjennysväliä.

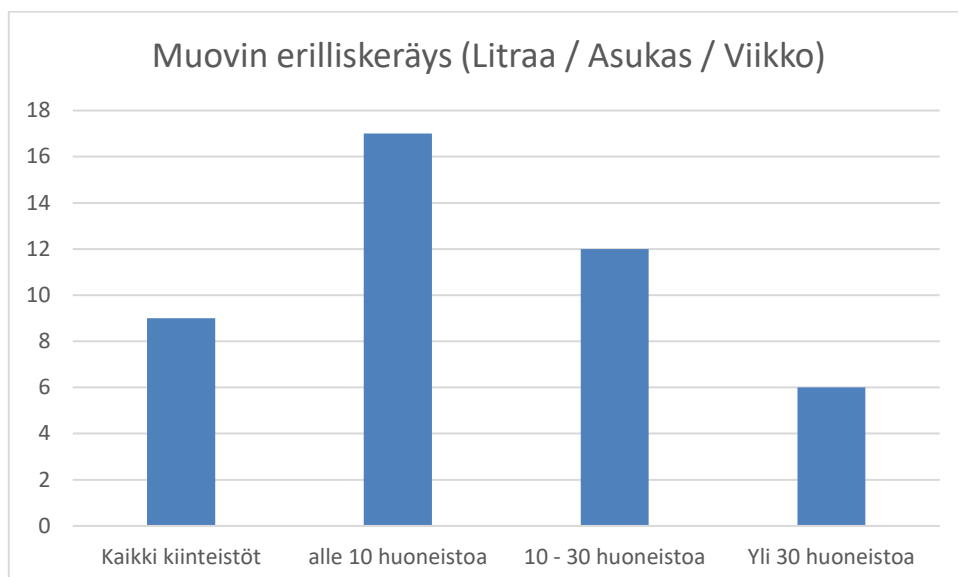
Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että syntyvät asukaskohtaiset jätemäärät ovat vain arvioita. Viikossa syntyvä jätemäärä vaihtelee viikosta toiseen ja ihmisten kulutus- ja kierrätystottumukset vaihtelevat suuresti. Siksi edellä olevilla kaavoilla voidaan selvittää vain suuntaa antavia lukuja syntyvästä jätemäärästä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Tulosten analysointi

Tuloksia analysoitaessa on mielekkäämpää keskittyä asukaskohtaisiin jätemääriin, kuin huoneistokohtaisiin jätemääriin, sillä huoneistokohtaisiin jätemääriin vaikuttaa paljon se, kuinka monta huoneistoa on tosiasiasa asuttuna.

Muovin asukaskohtaisia erilliskerättyjä määriä tarkasteltaessa huomataan, että pienissä kiinteistöissä erilliskerätään selvästi keskiarvoa enemmän muovia (Kuva 14, s. 31). Syynä tähän voi olla se, että pienissä kiinteistöissä suurempi osa asukkaista on halukkaita ja motivoituneita muovin kierrätykseen, kun siihen päätetään ryhtyä. Tulosten valossa näyttäisi siltä, että mitä suurempi kiinteistö, sitä vähemmän erilliskerätään asukaskohtaisesti muovia. Tästä voidaan päätellä, että isoissa kiinteistöissä suurempi osa asukkaista ei siis ole sitoutunut kierrättämään muovia, ainakaan vielä, kun muovinkeräys on uutta, eivätkä asukkaat ole ehtineet perehtyä ja totutella siihen. Mahdollisesti yhteisöllisyyden tunne ja asioissa yhdessä päättäminen nostavat pienempien kiinteistöjen kierrätysintoa, varsinkin muovinkeräyksen tapauksessa, jonka aloittaminen on tähän asti ollut vapaaehtoista. Mittauksista suurin osa tehtiin kuitenkin suurissa, yli 30 huoneiston kiinteistöissä, joten nämä tulokset ovat oletettavasti keskiarvoisesti ajatellen tarkemmat ja totuudenmukaisemmat, kuin pienemmissä kiinteistöissä tehdyt. Kaikkien mittausten keskiarvona laskettu 9 litraa/asukas/viikko on hyvä lähtökohta, kun selvitetään kiinteistön muoviastiatarvetta. Pienemmissä, alle 10 huoneiston kiinteistöissä, voidaan käyttää suurempaa arvoa ja suurissa kiinteistöissä pienempää arvoa.



Kuva 14: Muovin erilliskeräysmäärät jaoteltuna erikokoisiin kiinteistöihin.

Sekajättemittauksissa oli kaksi vertailuryhmää. Vertailuryhmä A:han kuuluivat kiinteistöt, joissa ei ole muovinkeräystä. Vertailuryhmä B:hen kuuluivat kiinteistöt, joissa on muovinkeräys. Kun verrataan vertailuryhmien 1. laskentakategoriaa (kaikki kiinteistöt), ero on huomattava, mutta se selittyy suureksi osaksi sillä, että Vertailuryhmä A:n mittauksista huomattavasti suurempi osa tehtiin pienissä, alle 10 huoneiston kiinteistöissä. Näissä kiinteistöissä syntyy enemmän sekajätettä, koska niistä useasti puuttuvat useiden muiden jättejakeiden keräysastiat. Esimerkiksi vasta yli 10 huoneiston kiinteistöissä biojätteen ja kartongin keräys muuttuu pakolliseksi vielä siirtymävaiheessa olevien jätehuoltomääräysten mukaan. Kun verrataan vertailuryhmien tuloksia muilla laskentakategorioilla, huomataan että vertailuryhmä B:ssä pienissä kiinteistöissä erilliskerätään 15 litraa vähemmän, keskikokoisissa 9 litraa vähemmän ja suurissa 12 litraa vähemmän sekajätettä asukasta kohden viikossa. Tulokset korreloivat hyvin muovimittausten kanssa, sillä niissä huomattiin, että pienissä kiinteistöissä erilliskerätään 17 litraa, keskisuurissa 12 litraa ja suurissa 6 litraa muovia asukasta kohden viikossa. Suurien kiinteistöjen osalta muovi- ja sekajättemittausten tulokset eivät korreloi täysin oletettavasti sen takia, että suurissa kiinteistöissä kaikkien muidenkin jättejakeiden keräys on pakollista, mikä vähentää sekajättemäärää keskisuuriin ja pieniin kiinteistöihin verrattuna. Opinnäytetyön tutkimusongelmaan voidaan siis vastata, että muovin erilliskeräys kiinteistöissä pienentää sekajätteen määrää noin 9 – 15 litraa asukasta kohden viikossa.

Sekajättemittausten tulosten oikeellisuutta puoltaa se, että ne korreloivat hyvin myös HSY:n muutama vuosi sitten tekemää keräysvälineiden mitoitustaulukkoa, jossa asukaskohtaisen sekajättemäärän arvioitiin olevan 5,2 litraa/asukas/päivä, eli 36,4 litraa viikossa, mikä vastaa vertailuryhmien A ja B keskikokoisten ja suurien kiinteistöjen sekajättemäärien keskiarvoa (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2018j.)

6.2 Tulosten hyödyntäminen

Tuloksia voidaan käyttää hyödyksi arvioitaessa ja optimoidessa kiinteistöjen jäteastioiden tarvetta. Tilaaja voi halutessaan käyttää tuloksia hyödykseen arvioidessaan asiakkaiden astia- ja tyhjennysväliarvetta. Varsinkaan muovin osalta tilaajalla ei vielä ole tarkkaa tietoa erilliskeräyksen määrästä, joten sen osalta tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää. Myös sekajätteen määrän muutos muovin erilliskeräyksen myötä on tilaajalle uutta ja hyödynnettävää tietoa.

7 POHDINTAA

Muovi on hyvä ja monipuolinen materiaali, ja sitä hyödynnetään monilla elämän osa-alueilla. Ilman muovia yhteiskuntamme olisi hyvin erilainen. Muovia hyödynnetään sen monipuolisuuden takia rakentamisessa, elektroniikassa, maataloudessa, pakkauksissa ja monessa muussa.

Muovi on kestäväytensä ja pitkäikäisyytensä ansiosta hyvä materiaali, mutta muovin ominaisuuksilla on myös varjopuolensa, jos sitä päätyy luontoon, jossa sen hajoaminen kestää jopa yli sata vuotta. Luontoon päätyvä muovi kulkeutuu usein lopulta meriin, joihin on maailmanlaajuisesti päätynyt arviolta 150 miljoonaa tonnia muovia. (Milios, ym., 2018a, s. 2) Määrä kasvaa vuosittain noin kahdeksalla miljoonalla tonnilla. Siksi toimiva jätehuolto on tärkeää ja jokaisella yksilöllä on vastuu hankkiutua muoveista ja muista jätteistä eroon asianmukaisesti. Toimivaan jätehuoltoon sisältyy oikein ajoitetut jätetyhjennykset, sillä ne vähentävät jätekuljetuksissa syntyviä päästöjä ja kuluja. Jos astiat ovat tarpeettoman tyhjiä tyhjennyksen aikana, syntyy turhia päästöjä ja jos astiat ovat liian täysiä, saattaa jäteastioista päätyä muovia tai muuta jätettä luontoon, tai asukkaat heittävät kierrätettävän jättejakeen sekajätteeseen. Uusien jättejakeiden ja tiukentuvien jätehuoltomääräysten takia jätekatokset käyvät usein ah- taiksi, minkä takia jäteastiamäärien optimointi on myös tärkeää. Tämän opinnäytetyön tulokset auttavat optimoimaan jätetyhjennyksiä.

Kierrättäminen ja uusiokäyttö ovat muoveille, niin kuin muillekin jättejakeille, hyödyllisin vaihtoehto, sillä kierrätysmuovista valmistettu muoviraaka-aine on vähäpäästöisempää, energiatehokkaampaa ja edullisempää neitseelliseen muoviraaka-aineeseen verrattuna.

Muovin kierrätyksen kannalta mielenkiintoisin ja tärkein muoviteollisuuden osa-alue on pakkausteollisuus, koska se on tuotantomääriltään suurin.

Pakkaukset ovat usein lyhytikäisiä, joten muovin kiertokulku on lyhyt, verrattuna esimerkiksi rakentamisessa käytettävään muoviin. Muovipakkaukset on useimmiten tehty kestumuovista, joten niiden uusiokäyttö on mahdollista. Muovin uusiokäytöllä on kuitenkin haasteita, sillä erilaisia muovilaatuja ja niiden yhdisteitä on monenlaisia, mikä vaikeuttaa uusiokäyttöä. Muovit myös altistuvat elämänsä aikana niitä kuluttaville voimille, jotka muuttavat niiden ominaisuuksia ja uusiokäyttö vaikeutuu tai estyy. Jotkut muovilaadut kestävät useita uusiokäyttökertoja, kun taas toisten muovilaatujen jalostettavuus kärsii jo muutaman uusiokäytön jälkeen. Olisi siis tärkeää suunnitella muovipakkaukset siten, että niiden uusiokäytettävyyden olisi helppoa ja useita kertoja toistettavissa.

Muovin uusiokäyttöä vaikeuttaa myös se, että sen tarjonta ja kysyntä eivät aina kohtaa ja kierrätysmuovin laatu ei ole aina tyydyttävää. On siis tärkeää kehittää kierrätysmuovin määrää ja laatua, jolloin myös kysyntä kasvaa. Muovin kierrätysastetta onkin Euroopassa saatu nostettua sitä tukevilla toimenpiteillä, muovipakkausten kierrätysasteen ollessa 40,8 %, ja kunnianhimoisia tavoitteita tuleville vuosille on asetettu. Globaalisti muovipakkausten kierrätysaste on vain 14 % ja lähes puolet kaikesta muovista, 150 miljoonaa tonnia, päätyy yhä kaatopaikoille. Suomessa muovipakkausten keräys ja kierrätys on vasta alussa, ja parantamisen varaa on paljon. Lähi-tulevaisuudessa muovipakkausten kierrätysasteen odotetaan nousevan, kun ihmiset tottuvat ja oppivat muovin kierrättämiseen.

7.1 Opinnäytetyön onnistumisen arviointi

Tulosten paikkaansa pitävyyttä arvioitaessa täytyy ottaa huomioon, että jätteasiat täyttyvät usein epätasaisesti, ja mittauksia tehdessä jokaisesta astiasta tehtiin vain yksi mittaus. Mittaus pyrittiin tekemään siten, että astian keskiarvoinen vajaus kuvastuisi mittaustuloksessa. Tässä jouduttiin käyttämään silmämääräistä arviointia, mistä saattaa aiheutua tuloksen vääristymää. Mittaukset kuitenkin tehtiin niin huolellisesti kuin oli mahdollista.

Jätteasiat eivät myöskään aina täyty tasaiseen tahtiin, ja kiinteistöjen jätemäärät muuttuvat viikoittain. Sekajättemittauksia tehdessä useimmissa kiinteistöissä käytiin peräkkäisinä viikkoina tekemässä mittauksia ja vertailemalla samassa kiinteistössä tehtyjä kahta mittausta huomataan, että keskiarvoisesti sekajättemäärä vaihtelee 12 litraa asukasta kohden mittausten välillä. Se tarkoittaa noin 30 % vaihtelua kahden mittauskerran välillä samassa kiinteistössä. Alle 10 huoneiston kiinteistöissä vaihtelut ovat isompia, noin 18 litraa asukasta kohden, kuin yli 30 huoneiston kiinteistöissä, joissa vaihtelu on noin 8 litraa asukasta kohden. Myös prosentuaalista vaihtelua tarkasteltaessa pienissä kiinteistöissä mittausten välinen vaihtelu on suurempaa kuin suurissa kiinteistöissä. Suurissa kiinteistöissä syntyy vähemmän jätettä asukasta kohden, joten pienempi litramääräinen vaihtelu vastaa prosentuaalisesti suurempaa vaihtelua, kuin pienissä kiinteistöissä. (Taulukko 8, s. 34).

Taulukko 8: Sekajättemittausten kahden samassa kiinteistössä tehdyn mittauksen keskimääräinen vaihtelu asukasta kohden

Taulukko: Huoneisto- määrä	vaihtelu (lit- raa)	Vaihtelu (%)
Kaikki kiinteistöt	13	28
alle 10 huoneistoa	18	30
10 – 30 huoneistoa	9	28
yli 30 huoneistoa	8	24

Varmempia tuloksia olisi saatu, jos mittausviikkoja olisi ollut enemmän, mutta aikarajoitteiden takia tämä ei ollut mahdollista. Mittauksia oli kuitenkin runsaasti ja opinnäytetyön perimmäisiin kysymyksiin saatiin vastauksia. Erilliskerättävän muovin määrään ja muovinkeräyksen vaikutuksesta sekajätteen määrään saatiin hyviä arvioita.

Kaiken kaikkiaan työn suunnittelu, mittausten toteutus ja tulosten laskeminen sujuivat hyvin siinä mielensä, että on vaikea keksiä mitään mitä tekisin toisin, jos voisin. Aikataulullisesti työllä ei missään vaiheessa ollut aikarajaa, joten sen puolesta ei ollut ongelmia. Mittaukset suoritettiin enimmäkseen keväällä 2019, ja työn tilaaja sai tulokset käyttöönsä kesällä 2019.

LÄHTEET

Dahlbo, H., Poliakova, V., Mylläri, V., Sahimaa, O., & Anderson, R. (2017). *Recycling potential of post-consumer plastic packaging waste in Finland*. E-kirjassa Waste management 2018. Haettu 1.3.2019 osoitteesta <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.033>

Eur-lex. (2018). Packaging and packaging waste targets. Haettu 15.3.2019 osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:I21207>

Euroopan komissio. (2013). Recycled plastic reduces carbon footprint of packaging. Haettu 26.4.2019 osoitteesta http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/331na5_en.pdf

Euroopan komissio. (2018a). European strategy for plastic. Haettu 1.3.2019 osoitteesta http://ec.europa.eu/environment/waste/plastic_waste.htm

Euroopan komissio. (2018b). A European strategy for plastics in a circular economy. Haettu 1.3.2019 osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1516265440535&uri=COM:2018:28:FIN>

Fortum. (2017). Fortumin muovijalostamo. Haettu 29.4.2019 osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=wgAD4fKmvu4>

Fortum. (2019). Kierrätysmuovi ja siitä valmistetut tuotteet. Haettu 29.4.2019 osoitteesta <https://www.fortum.fi/yrityksille-ja-yhteisolle/kierratys-ja-jatepalvelut/kierratystuotteet/kierratysmuovi-ja-siita-valmistetut-tuotteet>

Fortum Circo. (n.d.). Muovigranulaatit. Haettu 29.4.2019 osoitteesta <http://www.circoplastics.com/fi/muovigranulaatit/>

Green Energy. (2019). Kaasutuslaitos muuttaa jätteen energiaksi. Haettu 3.5.2019 osoitteesta <http://greenenergy.fi/biokaasu-voi-olla-tulevaisuuden-polttoaine/kaasutuslaitos-muuttaa-jatteen-energiaksi/>

Hahladakis, J., & Iacovidou, E. (2018). *Closing the loop on plastic packaging materials: What is quality and how does it affect their circularity?* E-kirjassa Science of the total environment 2018. Haettu 11.3.2019 osoitteesta <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.330>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2015). Jätehuoltomääräykset. Haettu 19.2.2019 osoitteesta https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Jatehuoltomaaraykset_2015_web.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2019a). Tietoa HSY:stä. Haettu 7.11.2019 osoitteesta <https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/Sivut/default.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2019b). Jätehuoltomääräykset. Haettu 19.2.2019 osoitteesta <https://www.hsy.fi/fi/isannoitsijalle/kiinteistonjatehuolto/Sivut/jatehuoltomaaraykset.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2019c). Avainlukuja vuodelta 2018. Haettu 4.4.2019 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/Sivut/Tilastot.aspx>

Helsingin Seudun ympäristöpalvelut. (2019d). Jätevedenpuhdistus pääkaupunki-seudulla 2018. Haettu 3.5.2019 osoitteesta

<https://julkaisu.hsy.fi/jatevedenpuhdistus-paakaupunkiseudulla-2018.html>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2019e). HSY:n jätehuollon vuositilasto 2018. Haettu 4.4.2019

https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/jatehuollon_vuositilasto.pdf

Helsingin Seudun ympäristöpalvelut. (2019f). Pääkaupunkiseudun sekajätteen koostumus vuonna 2018. Haettu 30.4.2019 osoitteesta

https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun_sekajatteen_koostumus_2018.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018a). Sekajäte energiaksi jätevoimassa. Haettu 22.2.2019 osoitteesta.

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/sekajate/Sivut/sekajatteesta-energiaa.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018b). Mitä muovipakkauksista tehdään? Haettu 22.2.2019 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/muovi/Sivut/default.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018c). Muovipakkausten keräys. Haettu 5.3.2019 osoitteesta

<http://vara.hsy.fi/hsy/fi/isannoitsijalle/kiinteistonjatehuolto/sivut/default.html>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018d). Muovipakkaukset. Haettu 6.3.2019 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/muovi/Sivut/default.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018e). Biojäte. Haettu 3.5.2019 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/biojate/Sivut/default.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018f). Kartonki. Haettu 3.5.2019 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/kartonki/Sivut/default.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018g). Lasi. Haettu 3.5.2019 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/lasi/Sivut/default.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018h). Metallit. Haettu 3.5.2019 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/metalli/Sivut/default.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018i). Energiajäte. Haettu 3.5.2019 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/energiajate/Sivut/default.aspx>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2018j). Jättilojen suunnittelu. Haettu 5.9.2019 osoitteesta
<https://www.hsy.fi/fi/isannoitsijalle/kiinteistonjatehuolto/Sivut/jattilojen-suunnittelu.aspx>

Järvinen, P. (2017). *Muovit ja muovituotteiden valmistus*. Sipoo: Muovifakta

Koistinen, R. (2019). Muovilaatu 07. Sähköpostiviesti tekijälle 11.3.2019.

Milios, L., Esmailzadeh Davani, A., & Yu, Y. (2018a). *Sustainability Impact Assessment of Increased Plastic Recycling and Future Pathways of Plastic Waste Management in Sweden*. E-kirjassa *Recycling 2018*, 3, 33.
Haettu 22.2.2019 osoitteesta
<https://doi.org/10.3390/recycling3030033>

Milios, L., Holm Christensen, L., McKinnon, D., Christensen, C., Rasch, M., & Hallstrom Eriksen, M. (2018b). *Plastic recycling in the Nordics: A value chain market analysis*. E-kirjassa *Waste management 2018*. Haettu 8.3.2019 osoitteesta
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.034>

Muoviteollisuus RY. (2016). Muoviteollisuus lukuina.
Haettu 28.2.2019 osoitteesta
http://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muoviteollisuus/muoviteollisuus_lukuina/

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2019c). HSY:n jätehuollon vuositilasto 2018. Haettu 4.4.2019
https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/jatehuollon_vuositilasto.pdf

Muoviteollisuus RY. (n.d.a.). Muovit ovat monipuolinen materiaalityyppi.
Haettu 28.2.2019 osoitteesta
<http://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit/>

Muoviteollisuus RY. (n.d.a.). Muovien luokitus.
Haettu 28.2.2019 osoitteesta
http://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit/muovien_luokitus/

Muoviteollisuus RY. (n.d.c.). Muovien tuotantomenetelmät.
Haettu 28.2.2019 osoitteesta
<http://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit/tuotantomenetelmat/>

Muoviteollisuus RY. (n.d.d.). Pakkausmuovien hyödyt.
Haettu 4.4.2019 osoitteesta
http://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit/pakkausmuovien_hyodyt/

Muoviteollisuus RY. (n.d.e.). Biomuovit. Haettu 30.4.2019 osoitteesta
http://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit_ja_ymparisto/biomuovit/

Pirkanmaan jätehuolto. (2019). Muovipakkausten keräys. Haettu 5.3.2019 osoitteesta
<http://pjhoy.fi/Tietori/muovi>

Plastics Europe. (2018). *Plastics – The facts 2018*. Haettu 8.3.2019 osoitteesta
https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf

Plastics Europe. (2019). *The benefits of plastic packaging*. Haettu 4.4.2019 osoitteesta
<https://www.plasticseurope.org/en/about-plastics/packaging>

Porin seudun jäteneuvonta. (2019). Muovipakkausten keräys alkaa alkuvuodesta 2019. Haettu 5.3.2019 osoitteesta

[https://www.pori.fi/sites/default/files/atoms/files/muovipakkaukset_tiedote_asuk-
kaille.pdf](https://www.pori.fi/sites/default/files/atoms/files/muovipakkaukset_tiedote_asuk-
kaille.pdf)

Päijät-Hämeen jätehuolto. (n.d.). Mitä sekajätteelle tapahtuu? Haettu 5.3.2019 osoitteesta

<https://www.phj.fi/jatehaku/sekajate/>

Rinki. (2019). Muovipakkauskeräys nyt yli 600 rinki-ekopisteessä. Haettu 5.3.2019 osoitteesta

[https://rinkiin.fi/ajankohtaista/tiedotteet/muovipakkauskerays-nyt-yli-600-rinki-eko-
pisteessa/](https://rinkiin.fi/ajankohtaista/tiedotteet/muovipakkauskerays-nyt-yli-600-rinki-eko-
pisteessa/)

Rinki. (n.d.). Tuottajavastuu. Haettu 11.11.2019 osoitteesta

<https://rinkiin.fi/yrityksille/tuottajavastuu/>

Ragaert, K., Delva, L., & Van Geem, K. (2017). *Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste*. E-kirjassa Waste management 2018. Haettu 19.3.2019 osoitteesta

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044>

Rosk'n Roll. (2019). Jäteasemilla lajitellaan joulukuusta lähtien myös muovituotteet. Haettu 3.12.2019 osoitteesta

[https://www.rosknroll.fi/ajankohtaista/tiedotearkisto/j%C3%A4teasemilla-lajitel-
laan-joulukuusta-l%C3%A4htien-my%C3%B6s-muovituotteet/](https://www.rosknroll.fi/ajankohtaista/tiedotearkisto/j%C3%A4teasemilla-lajitel-
laan-joulukuusta-l%C3%A4htien-my%C3%B6s-muovituotteet/)

Sitra. (2017). Jätekuljetusten optimointia datan avulla. Haettu 26.4.2019 osoitteesta

<https://www.sitra.fi/caset/jatekuljetusten-optimointia-datan-avulla/>

Suomen pakkausyhdistys. (2017). Biopohjainen ja biohajoava eivät tarkoita samaa. Haettu 30.4.2019 osoitteesta

<http://www.pakkaus.com/biopohjainen-ja-biohajoava-muovi-eivat-tarkoita-samaa/>

Suomen uusiomuovi. (n.d.). Muovien materiaalimerkinnot. Haettu 6.11.2019 osoitteesta

[http://www.uusiomuovi.fi/fin/pakkaus_kiertaa/muovien_kierratys/muovien_materi-
aalimerkit/](http://www.uusiomuovi.fi/fin/pakkaus_kiertaa/muovien_kierratys/muovien_materi-
aalimerkit/)

Suomen uusiomuovi. (2019). Ennakkotietoa vuoden 2018 muovipakkausten kierrätyksestä: Kotitalouksien muovipakkausten kierrätys kasvoi 59 %. Haettu 3.5.2019 osoitteesta

[http://www.uusiomuovi.fi/fin/suomen_uusiomuovi/ajankohtaista/2019/03/ennak-
kotietoa-vuoden-2018-muovipakkausten-kierratuksesta-kotitalouksien-muovipak-
kausten-kierratys-kasvoi-59/](http://www.uusiomuovi.fi/fin/suomen_uusiomuovi/ajankohtaista/2019/03/ennak-
kotietoa-vuoden-2018-muovipakkausten-kierratuksesta-kotitalouksien-muovipak-
kausten-kierratys-kasvoi-59/)

Talouselämä. (2018). Fortum kolminkertaistaa uusiomuovin käsittelykapasiteettinsa – ”suomen ratkaisulla maailmanlaajuista kysyntää”. Haettu 26.4.2019 osoitteesta

[https://www.talouselama.fi/uutiset/fortum-kolminkertaistaa-uusiomuovin-kasittely-
kapasiteettinsa-suomen-ratkaisuille-maailmanlaajuista-kysyntaa/81780735-2edf-
32c3-b5fc-fb22c31d01ef](https://www.talouselama.fi/uutiset/fortum-kolminkertaistaa-uusiomuovin-kasittely-
kapasiteettinsa-suomen-ratkaisuille-maailmanlaajuista-kysyntaa/81780735-2edf-
32c3-b5fc-fb22c31d01ef)

Tekniikka ja talous. (2019). Muovin kierrätys kovassa kasvussa – kaikki muovi ei kierrätykseen sovellu. Haettu 7.11.2019 osoitteesta

[https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/tt/22dd4058-d087-406a-909f-
84fe21ba2ae0?ref=ampparit:6c50](https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/tt/22dd4058-d087-406a-909f-
84fe21ba2ae0?ref=ampparit:6c50)

The Association of Plastic Recyclers. (2018). Life cycle impacts for postconsumer recycled resins: PET, HDPE and PP. Haettu 26.4.2019 osoitteesta

<https://plasticsrecycling.org/images/apr/2018-APR-Recycled-Resin-Report.pdf>

