



Teemu Vesa

# Biojätteiden lajittelun lisääminen asukkaille jaettavilla biojätepusseilla pääkaupunkiseudulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

22.11.2021

# Tiivistelmä

Tekijä:	Teemu Vesa
Otsikko:	Biojätteiden lajittelun lisääminen asukkaille jaettavilla biojätepusseilla pääkaupunkiseudulla
Sivumäärä:	56 sivua
Aika:	22.11.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine:	Ympäristötekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Hannu Turunen, Metropolia Ammattikorkeakoulu Projektipäällikkö Leena Tuominen, HSY

Insinööritöössä selvitettiin, kuinka biojätteiden lajittelua voitaisiin lisätä jakamalla biojätepusseja pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen asukkaille. Työn tavoitteisiin kuului koostaa muiden jäteyhtiöiden kokemuksia biojätepussien jakelusta, esitellä eri jakotapoja ja laskea jakotavoille kustannukset, laskea, kuinka paljon enemmän biojätettä olisi mahdollista kerätä asukkailta biojätepussien avulla, selvittää, vaikuttavatko jaetut biojätepussit biojätteen käsittelyyn, laskea, kuinka paljon enemmän voitaisiin tuottaa kompostia ja biokaasua, ja laskea, kuinka suuri olisi kierrätysasteen odotettu kasvu.

Tutkimusmenetelmiin kuului tiedon kerääminen kirjallisuudesta ja yrityksen sisäisistä dokumenteista, sähköpostikeskustelut ja -kyselyt ja haastattelut.

Muiden jäteyhtiöiden kokemusten perusteella 30 %:n täyttöasteen kasvu on saavutettavissa. Biojätepussien jakotavat jaettiin suoraan kiinteistöille jaettaviin ja muihin jakotapoihin. Kustannuksia aiheutuisi mm. biojätepussien ja mahdollisten astioiden hankinnasta sekä kuljetuksesta. Biojätteen käsittelyssä paperipussi hyödynnetään parhaiten. Erilliskerätyn (biojäteastioihin kerätty + kotikompostoitu) biojätteen laskettiin kasvavan n. 3 900—13 000 t, hyötykäytettävän biokaasuenergian laskettiin kasvavan n. 1 900—6 300 MWh ja kompostimäärän laskettiin kasvavan n. 5 100—6 600 t. Multaa saadaan 4—5-kertainen määrä kompostiin verrattuna. Kierrätysasteen kasvu prosenttiyksiköinä olisi 3,5—11,7 biojätteelle ja 1,2—3,8 kotitalousjätteelle. Teoreettiselle maksimille laskettiin myös vastaavat arvot. Tuloksiin on syytä suhtautua varauksella, sillä biojätteen asukaskohtaiset määrät olivat vuodelta 2018, ja erilliskerätty määrä on siitä kasvanut jopa 3 kg/asukas vuonna 2020.

Avainsanat: odotusarvo, jakotavat, erilliskeräys, kierrätysaste, biojäte, lajittelu

## Abstract

Author: Teemu Vesa  
Title: Increasing the Sorting of Biowaste by Distributing Biowaste Bags to The Residents of Capital Region  
Number of Pages: 56 pages  
Date: 22 November 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Energy and Environmental Technology  
Professional Major: Environmental Technology  
Instructors: Hannu Turunen, Senior Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences  
Leena Tuominen, Project Manager, HSY

---

The purpose of this thesis was to study how it would be possible to increase the sorting of biowaste by distributing biowaste bags to the residents of the capital region and Kirkkonummi. The Objectives of the thesis were to compile other waste management companies' experiences of distributing biowaste bags, to present different distributing scenarios and calculate their costs, to determine how much more biowaste it would be possible to collect from the residents with the biowaste bags, and if biowaste bags would affect biowaste treatment, and to establish, how much more biogas and compost it would be possible to produce and how large the expected increase on recycling rate would be.

The research methods included collecting information from literature and company's internal documents, e-mail conversations and surveys, and interviews.

According to other waste companies' experiences, a 30 % growth in the filling rate is achievable. The distribution scenarios were divided into distribution to the properties and other distribution scenarios. Costs would incur in the acquisition of the biowaste bags as well as possible bins for them, and in transportation. In biowaste treatment, paper bag is utilized best. It was calculated that the amount of separately collected biowaste (collected to biowaste bins + home compost) would increase by 3 900—13 000 t, the output usable biogas energy would rise by 1 900—6 300 MWh and compost production would grow by 5 100—6 600 t. The amount of produced soil would be four to five times the amount of compost. The growth of the recycling rate would be 3.5—11.7 percentage points for biowaste and 1.2—3.8 percentage points for household waste. Values for theoretical maximum were calculated as well. The results should be viewed with caution, since the biowaste amounts per resident are from 2018 and in 2020 separately collected biowaste has increased by 3 kg/resident.

Keywords: expected value, distributing scenarios, separate collection, recycling rate, biowaste, sorting

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Teoriatausta	2
2.1	Biojätteen, biokaasun ja kompostin määritelmät	2
2.2	Jätteet, jätelaki ja EU:n jätedirektiivi	3
2.3	Odotusarvo	5
3	HSY:n jätehuolto	7
3.1	Jätteiden vastaanottopalvelut	8
3.2	Biojätteen käsittely	9
4	Insinööriyön tausta ja toteutus	12
4.1	Pilottitutkimus	12
4.2	Tutkimusmenetelmät	13
5	Työvaiheet	15
5.1	Biojätepussivalmistajien hintatiedustelu	15
5.2	Muiden jäteyhtiöiden kokemukset	15
5.2.1	Loimi-Hämeen jätehuolto Oy	16
5.2.2	Pirkanmaan jätehuolto	17
5.2.3	Stormossen	18
5.2.4	Lounais-Suomen jätehuolto	19
5.3	Biojätepussien jakotavat ja kustannukset	21
5.3.1	Jakotapojen esittely	22
5.3.2	Jakotapojen vertailua	32
5.4	Kerätty biojättemäärä	36
5.5	Biojätepussit, biokaasu ja komposti	39
5.5.1	Pussien materiaalin vaikutus biojätteen käsittelyssä	40
5.5.2	Biokaasun määrä	41
5.5.3	Kompostin määrä	45
5.6	Kierrätysasteen kasvu	47
6	Yhteenveto	50



## Lyhenteet

HOAS      Helsingin seudun opiskelija-asuntosäätiö.

LHJ      Loimi-Hämeen jätehuolto Oy.

LSJH      Lounais-Suomen jätehuolto Oy.

PJHOY      Pirkanmaan jätehuolto Oy.

SePe      Seudullinen Perusrekisteri.

SER-jäte      Sähkö- ja elektroniikkaromujäte.

WR      Water Resistant. Vettä hylkivä.

## 1 Johdanto

Insinööriyön toimeksiantajana toimi Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä eli HSY. HSY on pääkaupunkiseudulla toimiva kunnallinen ympäristöalan toimija, joka tarjoaa vesi- ja jätehuollon palveluita sekä tietoa pääkaupunkiseudusta, ympäristöstä, ilmanlaadusta ja ilmastosta. Pääkaupunkiseudun lisäksi Kirkkonummi kuuluu HSY:n jätehuollon piiriin.

Insinööriyön aiheena oli biojätteiden lajittelun lisääminen asukkaille jaettavilla biojätepusseilla pääkaupunkiseudulla. Työn tavoitteena oli selvittää seuraavaa:

- Millaisia tapoja biojätepussien jakamiselle voisi olla?
- Millaiset ovat eri jakotapojen kustannukset?
- Millaisia kokemuksia muilla jäteyhtiöillä on biojätepussien ilmaisjakelusta?
- Kuinka paljon enemmän biojätettä voitaisiin kerätä jaettavilla biojätepusseilla?
- Miten biojätepusstit vaikuttavat biojätteen käsittelyyn?
- Kuinka paljon biokaasua ja kompostia voidaan tuottaa enemmän?
- Kuinka suuri on kierrätysasteen odotettu kasvu?

Näiden lisäksi suoritettiin hintatiedustelu eri paperi- ja biomuovipussivalmistajien/-toimittajien tuotteiden ja palvelujen hinnoista auttamaan HSY:tä myöhemmin suoritettavaa kilpailutusta varten. Aineistoa kerättiin kirjallisuuslähteitä, sähköpostikeskusteluja ja -kyselyjä, haastatteluja ja yrityksen sisäisiä dokumentteja hyödyntäen. Insinööriyön pohjalta HSY voi lähteä toteuttamaan biojätepussien jakamista asukkaille. Insinööriyötä edelsi pilottivaihe, jossa biojätepussien jakamista kokeiltiin 2 000 HOAS-asunnolle.

HSY:n tavoitteisiin kuuluu saada kierrätettyä kotitalouksissa syntyvistä jätteistä vuoteen 2025 mennessä 60 %. Kotitalouksissa syntyvästä jätteestä erityisesti biojätteen kierrätysastetta voidaan nostaa, sillä yli kaksi kolmasosaa kaikesta kotitalouksista syntyvästä biojätteestä päättyy sekajätteeseen

energiahyödynnettäväksi. EU:n jäsenvaltiona Suomen tulee päästä EU:n asettamiin kierrätystavoitteisiin. Biojätepussien jakaminen on yksi keino vaikuttaa näiden tavoitteiden saavuttamiseen, minkä vuoksi insinööritö tehtiin.

Työ alkaa teoriataustalla luvussa 2, jossa määritellään työn kannalta tärkeät käsitteet. Luku 3 on katsaus HSY:n jätehuoltoon ja biojätteen käsittelyyn Ämmäsuon biojätteen käsittelylaitoksella. Luku 4 on johdatus insinööritööhön. Tässä luvussa kerrotaan insinööritötä edeltäneestä pilottivaiheesta ja siitä, kuinka ainestoa kerättiin insinööritötä varten. Luku 5 käsittelee insinööritön jokaista vaihetta ja niiden tuloksia. Luku 6 on yhteenveto koko työstä sisältäen lisäksi pohdintaa ja kriittisyyttä tuloksia kohtaan.

## **2 Teoriatausta**

### **2.1 Biojätteen, biokaasun ja kompostin määritelmät**

Biojätteellä tarkoitetaan biohajoavaa puutarha-, ruoka- ja keittiöjätettä, jota syntyy kotitalouksissa tai ravitsemustoiminnassa ja johon ei sisälly metsä- tai maatalouden ylijäämiä, lantaa, jätevesilietettä tai muuta biohajoavaa jätettä, kuten paperijäte tai ruoantuotannon sivutuotteet, jotka eivät päädy jätteeksi [1]. HSY:llä tilastoidaan biojäte erikseen puutarha- ja risujätteestä.

Biokaasu on pääosin metaania ja hiilidioksidia sekä pieniä määriä rikkiyhdisteitä sisältävä kaasuseos. Metaanipitoisuus vaihtelee 40—70 % ja hiilidioksidipitoisuus 30—60 %. Biokaasua voidaan tuottaa mädättämällä esimerkiksi biojätettä. Mädätys on hapettomissa eli anaerobisissa olosuhteissa tapahtuvaa mikro-organismien orgaanisen aineen hajottamista, josta syntyy biokaasua, ravinteita ja mädätysjäännöstä. [2.] Yksi kuutiometri metaania sisältää n. 10 kWh energiaa, kun vastaavasti hiilidioksidin energiasisältö on nolla. Biokaasun energiasisältö määräytyy siis metaanipitoisuuden mukaan. [3, s. 9.]

Kompostointi on aerobisissa eli hapellisissa olosuhteissa tapahtuva mikrobien suorittama orgaanisen aineen biohajoava prosessi, jonka lopputuloksena syntyy



kompostia. Komposti koostuu hiilidioksidista, vedestä, mineraaleista ja stabi-  
loidusta orgaanisesta aineesta. Kompostointi voidaan jakaa kahteen vaihee-  
seen. Ensimmäistä vaihetta kutsutaan hajoamisvaiheeksi, ja siinä hapettuu hel-  
posti hajoava orgaaninen aines. Toista vaihetta kutsutaan stabilisaatioksi, ja  
tässä vaiheessa hitaasti hajoavat molekyylit mineralisoituvat. Tämän lisäksi toi-  
sessa vaiheessa tapahtuu monimutkaisempia prosesseja, kuten lignoselluloo-  
sayhdisteiden muuttuminen humukseksi. [4, s. 26.]

## 2.2 Jätteet, jätelaki ja EU:n jätedirektiivi

Kotitalousjätteellä tarkoitetaan jätettä, jota asuminen synnyttää kotona tai sen  
piirissä. Kotitalousjäte ei voi olla muuta kuin osa yhdyskuntajätettä, vaikka olisi  
kotitalouden synnyttämää. Yhdyskuntajäte on kotitalousjätteen lisäksi kaupan,  
teollisuuden ja palvelutoiminnan jätettä, jonka määrä, koostumus ja ominaisuu-  
det vastaavat kotitalousjätettä. Yhdyskuntajätettä ovat bio-, seka- ja SER-jäte eli  
sähkö- ja elektroniikkaromujäte, metallit, kartonki, paperi, muovipakkaukset, lasi  
ja käytetyt paristot. [5.] Aine tai esine ei ole jäte vaan sivutuote, jos se on tuo-  
tantoprosessin tuotos, ja jos sitä ei ole ensisijaisesti valmistettu ja lisäksi seu-  
raavien kriteerien on täyttyvä:

- Jatkokäyttö aineelle tai esineelle on varmistettu.
- Ainetta tai esinettä voidaan käyttää joko sellaisenaan tai korkeintaan  
tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti muunneltuna.
- Aine tai esine syntyy tuotantoprosessin keskeisenä osana.  
”Aine tai esine täyttää sen suunniteltuun käyttöön liittyvät tuotetta  
sekä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset eikä  
sen käyttö kokonaisuutena arvioiden aiheuta terveydellisiä tai ym-  
päristöllisiä vaaroja tai haittoja” [6].

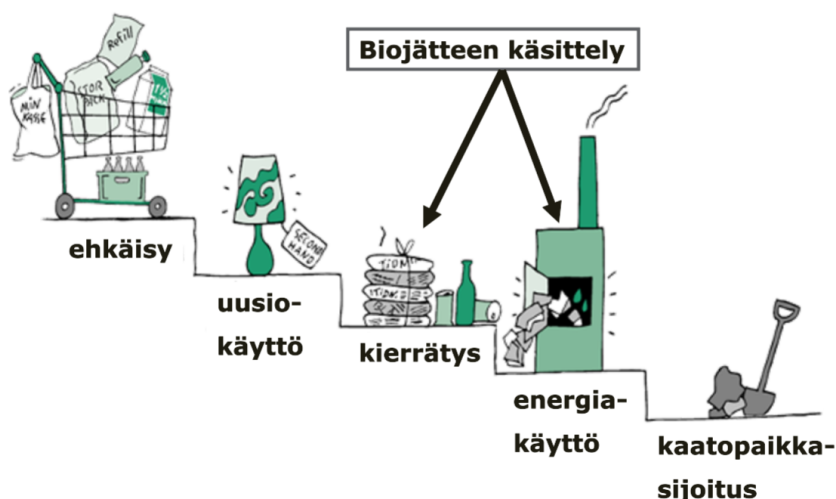
Jätelaki on luotu kiertotalouden ja kestäväen luonnonvarojen käytön edistä-  
miseksi, jätteen haitallisuuden ja määrän vähentämiseksi, toimivan jätehuollon  
varmistamiseksi sekä ehkäisemään roskaantumista, jätehuollon ja jätteiden  
synnyttämiä terveydellisiä ja ympäristöllisiä haittoja ja vaaroja. [6.] Aiempi jäte-  
laki oli voimassa 17.6.2011—19.7.2021, ja 19.7.2021 laki jätelain

muuttamisesta astui voimaan [7]. Uudistuksen taustalla on EU:n vuoden 2018 jätesäädöspaketti, jolla tavoitellaan jätteen määrän vähentämistä ja uudelleen käytön ja kierrätyksen lisäämistä. Jätesäädöspaketti asettaa tavoitteet yhdyskuntajätteen kierrätykselle. Jäsenvaltioiden tulee kierrättää yhdyskuntajätteestä 55 % vuoteen 2025 mennessä, 60 % tulee kierrättää vuoteen 2030 mennessä ja 65 % tulee kierrättää vuoteen 2035 mennessä. [8.]

Jätteiden käsittelyä ohjaa EU:n jätedirektiivissä määritelty jätehierarkia. Jätehierarkiasta on mm. porras- ja pyramidimalleja, joissa pyritään pysymään parhaimmalla mahdollisella tasolla. Tasoja on viisi kappaletta, joista neljässä kerrotaan syntyneen jätteen käsittelystä. Ylin taso ohjeistaa välttämään jätteen synnyttämistä. Jos jätettä kuitenkin syntyy, niin ensisijaisesti olisi pyrittävä sen uusiokäyttöön. Jos uusiokäyttö ei ole mahdollista, jäte tulisi kierrättää mahdollisuuksien mukaan. Jos jäte ei ole kierrätettävissäkään, se tulisi hyödyntää energiana sähkön ja/tai lämmön tuotannossa. Jos mikään edellä mainituista ei ole mahdollista, jäte loppusijoitetaan kaatopaikalle. [9, s. 2.] Kuva 1 havainnollistaa jätehierarkian ja kertoo, kuinka biojätettä nykyään käsitellään Suomessa.

## Lainsäädäntö

### EU:n jätedirektiivin 5 asteinen jätehierarkia



Kuva 1. EU:n jätehierarkian porrasmalli [9, s. 2].

Biokaasutuotantoon päätyvä biojäte luokitellaan kierrätetyksi, koska biokaasu luokitellaan uusiutuvaksi energiaksi [10].

### 2.3 Odotusarvo

Työtä varten haluttiin selvittää, kuinka paljon enemmän biojätettä saataisiin kerättyä biojätepussit jakamalla. Ennalta tiedetään, kuinka paljon asukasta kohden keskimäärin syntyy biojätettä sekä kuinka paljon syntyneestä biojätteestä päätyy sekajätteeseen ja kuinka paljon erilliskeräykseen. Nämä luvut on saatu jakamalla vuoden 2018 kokonaismäärät pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen väestömäärällä. Työssä oltiin kiinnostuneita kokonaismääristä vuoden 2021 väestömäärä huomioiden. Kun tiedetään, kuinka paljon keskimäärin yhtä asukasta kohden päätyy biojätettä sekajätteeseen ja erilliskeräykseen, voidaan odotusarvo kokonaismäärästä laskea uudelle väestökoolle.

Odotusarvo kuvaa tapahtumaa tai tapahtuman tulosta, joka on kaikista odotetuin. Odotusarvon laskemiseen on olemassa useita kaavoja, jotka ovat riippuvaisia siitä, mitä todennäköisyysjakaumaa tapahtuma noudattaa. Jakaumat voidaan jakaa diskreetteihin ja jatkuviin todennäköisyysjakauksiin. Diskreeteissä todennäköisyysjakauksissa voidaan saada vain äärellinen määrä tuloksia jakauman vaihteluväliltä. Jatkuva jakaumassa tulosvaihtoehtoja vaihteluvälillä on ääretön määrä. Esimerkkinä diskreettiä todennäköisyysjakaumaa noudattavasta tapahtumasta voisi olla lukumäärä ihmisille, jotka erilliskeräävät biojätteen pääkaupunkiseudulla ja Kirkkonummella. Yksittäinen arvo voi olla vain tietyn suuruinen, tässä tapauksessa kokonaisluku pienimmän arvon ollessa 0 ja suurimman arvon ollessa koko pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen väestö. Odotusarvo biojätteen erilliskeräykseen osallistuvasta ihmisten lukumäärästä ei kuitenkaan ole välttämättä kokonaisluku.

Jatkuva todennäköisyysjakaumaa noudattavasta tapahtumasta esimerkkinä voisi olla erilliskerätty biojättemäärä. Biojätettä on mahdollista erilliskerätä 5 kg tai 4,2 kg tai vaikka 7,5643789 kg. Erilliskerätyn biojätteen määrälle on äärettömän monta vaihtoehtoa, vaikka mittaustarkkuus ei riittäisi useamman

desimaalin tarkkuudelle massaa mittaamaan. Biojätteen erilliskerätyn määrän todennäköisyysjakaumaa voidaan kuvata myös diskreetillä jakaumalla, jos biojätteen erilliskerätylle määrälle määritetään mahdolliset arvot tietyn suuruisiksi, esimerkiksi mittaustarkkuuden mukaan, ja todennäköisyydet yksittäisille arvoille tiedetään. Jos esimerkiksi tiedettäisiin, että biojätettä syntyy vuodessa keskimäärin 90 kg/asukas, josta erilliskerätään 32,2 %, voidaan odotusarvo erilliskerätylle biojättemäärälle asukasta kohden laskea kaavalla 1. Erilliskerätty 32,2 % voidaan tulkita todennäköisyydeksi, että tuotettu biojäte päätyy erilliskeräykseen.

$$EX = \mu = \sum p_i x_i \quad (1)$$

jossa  $EX$  ja  $\mu$  ovat odotusarvo muuttujalle  $X$ .

$p_i$  on muuttujan todennäköisyys arvolla  $i$ .

$x_i$  on muuttujan  $x$  arvo arvolla  $i$ .

Yllä mainitussa esimerkissä  $p$ :n arvo on 0,322 ja  $x$ :n arvo on 90 kg/asukas. Alaindeksin  $i$  kaavassa voisi selittää seuraavasti. Jos syntyneelle biojättemäärälle on 91 eri tulosvaihtoehtoa (0 kg, 1 kg, 2 kg... 90 kg),  $i$  on 1, kun syntynyt biojättemäärä on 0 kg,  $i$  on 2, kun syntynyt biojättemäärä on 1 kg jne. Jokaiselle tulosvaihtoehdolle on todennäköisyys  $p$ , joka tapahtumasta riippuen ei ole välttämättä vakio. Yllä mainitussa esimerkissä syntyneelle biojättemäärälle on määritetty yksi tulosvaihtoehto, jolle on määritetty todennäköisyys päätyä erilliskeräykseen.

Kun on tiedossa odotusarvo tapahtuman yhdelle toistokerralle (esimerkiksi odotusarvo, kuinka paljon yksi asukas erilliskerää biojätettä vuoden aikana), voidaan laskea odotusarvo myös useammalle toistokerralle (kuinka paljon miljoona asukasta erilliskerää biojätettä vuodessa). Odotusarvo useammalle toistokerralle saadaan toistokertojen lukumäärän ja yhden toistokerran odotusarvon tulona. [11, s.130—131, 141.]

### 3 HSY:n jätehuolto

HSY:n jätehuollon piiriin kuuluu Helsingin, Espoon, Vantaan, Kauniaisten ja Kirkkonummen asukkaat ja toimijat. Asukkaita näissä kaupungeissa on yhteensä n. 1,2 miljoonaa [12]. Vuodesta 2021 alkaen jätehuoltomääräysten uudistuttua yhä useammalla kiinteistöllä on ollut tarjolla mm. biojätteen keräys. Asuinkiinteistöllä olevien huoneistojen määrä vaikuttaa siihen, mitkä jätteet tulee erilliskerätä. Taulukossa 1 on rastitettu, mitä jäteastioita kiinteistöillä on oltava käytössä.

Taulukko 1. Kiinteistöjen pakolliset jäteastiat vuonna 2021 [13].

Kiinteistön huoneistot	Sekajäte	Biojäte	Muovipakkaus	Pienmetalli	Lasipakkaus	Kartonki
1—4	X					
5+	X	X	X	X	X	X

Vuodesta 2021 alkaen uusia pakollisia jäteastioita 5—9 huoneiston kiinteistöillä ovat olleet biojäte- ja monilokeroastia. Monilokeroastian tilavuus on 660 l sisältäen kaksi suurempaa ja pienempää lokeroa. Suuriin lokeroihin kerätään muovipakkaukset ja kartonki, pieniin pienmetalli ja lasipakkaukset. Uusia pakollisia jäteastioita 10—19 huoneiston kiinteistöillä ovat olleet pienmetalli-, lasipakkaus- ja muovipakkausastia. Vähintään 20 huoneiston kiinteistöille uutena pakollisena jäteastiana on ollut muovipakkausastia. [14.] Sekajätteeksi lajitellut jätteet kuljetetaan Vantaan energialle jätevoimalaan, jossa siitä tuotetaan sähköä ja lämpöä [15].

### 3.1 Jätteiden vastaanottopalvelut

Kotitalousasiakkaiden ja yritysten jätettä otetaan vastaan viidellä Sortti-asemalla, jotka sijaitsevat Vantaan Ruskeasannassa, Espoon Ämmässuolla ja Helsingin Konalassa ja Kivikossa. Yritysasiakkaiden vaaralliset jätteet otetaan vastaan Kivikon vaarallisen jätteen varastolla hinnaston mukaan. Vaaralliseen jätteeseen ei oteta vastaan räjähteitä, raketteja, ammuksia, aseita, lääkettä, neuloja ja ruiskuja. [16.] 15.11.2021 avautui Vantaan Koivukylään Sortti-pienasema, joka palvelee kotitalousasiakkaita. Sortti-pienasema on nimensä mukaisesti muita Sortti-asemia pienempi, mutta alueella on myös kierrätyskeskuksen kierrätystavaratalo ja Rinki-ekopiste, joihin voi viedä jätteitä.

Asiointi tapahtuu siten, että asiakas ensin vie Rinki-ekopisteelle kierrätykseen kartonki-, paperi-, lasipakkaus-, muovipakkaus- ja pienmetallijätteen. Jos tämän jälkeen on mukana tavaraa, asiakas menee kierrätyskeskukseen, jossa selvittää, voiko tavaran uusiokäyttää. Jos uusiokäyttö ei ole mahdollista, asukas ohjataan Sortti-pienasemalle. Kierrätyskeskuksen kierrätystavaratalolle voi viedä SER-jätettä (mukaan lukien kodinkoneet), kodin vaarallista jätettä ja hyötytavaraa. Kodin vaarallinen jäte viedään Sortti-konttiin, kun asiakas on täyttänyt asiakastietolomakkeen Kierrätyskeskuksen lahjoituspisteellä. Sortti-pienasemalle voi viedä maksua vastaan sekä palamatonta että palavaa sekajätettä, pinnoitettua puuta, muoviesineitä ja kodin tekstiilijätettä, jota ei voi uusiokäyttää. Maksutta voi viedä metallijätteen. Sortti-pienasemalle voi kerrallaan viedä jätettä enintään 5 m<sup>3</sup>. [17.] Muut Sortti-asemat ottavat edellä mainittujen lisäksi vastaan useita jätelajeita, mm. puutarhajätettä ja painekyllästettyä puuta [16].

Vuosittain Sortti-keräysautot kiertävät ympäri pääkaupunkiseutua ja Kirkkonummea keräämässä asukailta maksutta SER-jätettä, kodin vaarallista jätettä ja metallijätettä. Kodin vaaralliseen jätteeseen ei oteta jätteitä, joita ei oteta Sortti-asemillakaan. Sortti-keräysautot pysähtyvät ennalta määrätyille sijainneille. Sortti-keräysautokierros peruuntui koronapandemian vuoksi vuosina 2020 ja 2021. Seuraava Sortti-keräysautokierros on suunniteltu suoritettavan keväällä 2022. [18.] Vaaralliselle jätteelle on olemassa lisäksi Sorttikontteja ja -kaappeja,

joihin voi viedä vaarallista jätettä lukuun ottamatta poikkeuksia, jotka on mainittu Sortti-aseamista puhuttaessa [19]. Kuvassa 2 on HSY:n Sortti-kontti.



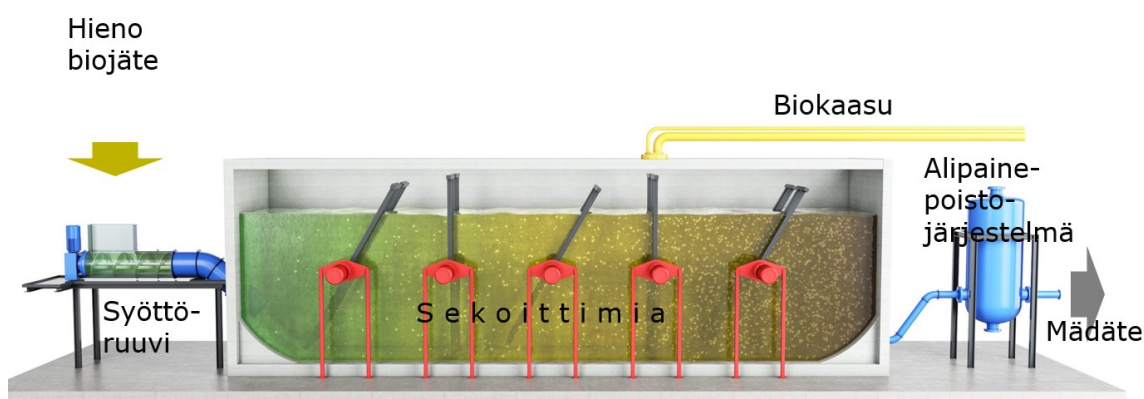
Kuva 2. HSY:n Sortti-kontti [19].

Useat Sortti-kontit sijaitsevat huoltamoiden ja kauppojen läheisyydessä [19].

### 3.2 Biojätteen käsittely

HSY:n keräämä biojäte kuljetetaan käsiteltäväksi Ämmässuon biojätteen käsittelylaitokselle. Ensimmäiseksi biojäte siirtyy kompostointilaitokselle, jossa se murskataan ja seulotaan. Seulottu karkea jae siirretään kompostointiin ja hieno jae biokaasulaitokselle mädätykseen. [20.] Hieno jae on paksuudeltaan alle 80 mm, ja sitä on n. 40–50 % kaikesta biojätteestä [20; 21]. Biojätettä murskataan vain vähän, jotta myöhemmin saadaan vierasaineet eroteltua. Ämmässuon biojätteen käsittely tapahtuu kuivana osavirtamädätyksenä. Kuivamädätyksessä kiintoaineen osuus voi olla jopa 40 %, kun taas märkämädätyksessä kuiva-ainepitoisuuden tulisi olla korkeintaan 10 %, jotta pumpput, putket ja sekoittimet

pystyvät käsittelemään biojätteen. Biojätteen käsittelylle kuivamädätys on so-  
piva, sillä biojätteen kiintoainepitoisuus on n. 30 %. Jos märkämädätystä käytet-  
täisiin, biojäte tulisi laimentaa vedellä ja myöhemmin kompostointiin päätyvää  
osaa kuivattaa nykyistä enemmän. Kuivassa mädätyksessä syöte syötetään re-  
aktoriin syöttöruuvilla. Reaktorin sisällä olevat sekoittimet auttavat paksun biojä-  
tesyötteen käsittelyssä pienentämällä kiintoainepitoisuutta noin puoleen. Kiinto-  
ainepitoisuutta halutaan laskea, jotta biojätteestä muodostunut kaasu pääse  
nousemaan reaktorin pintaan tyhjennettäväksi. Reaktorin syöttöruuvi syöttää re-  
aktoriin biojätettä automaattisesti tunnin välein. Reaktorin tyhjennys tapahtuu  
alipainepoistojärjestelmällä, jota käytetään henkilökunnan ollessa paikalla. [20.]  
Kuvassa 3 on esitetty kuivamädätyslaitoksen kokonaisuus.



Kuva 3. Kuivamädätyslaitoksen toimintaperiaate [9, s. 13].

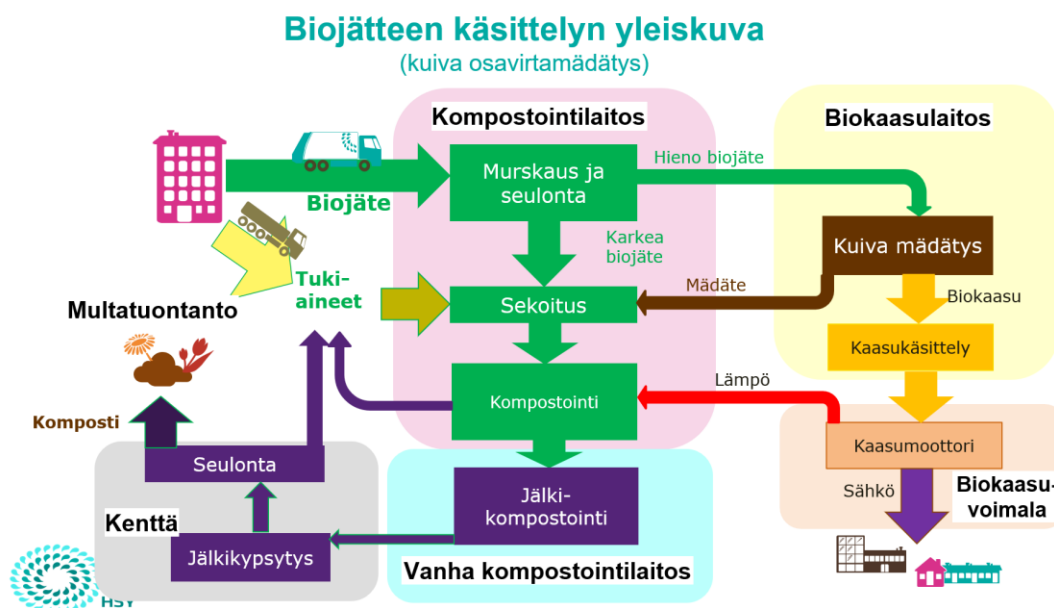
Biokaasulaitokselle mädätykseen päätyvää biojätetonnin kohden tuotetaan n.  
200 m<sup>3</sup> biokaasua. Biojättemäärästä n. 15 % menee kaasumuotoon kaasukäsit-  
telyyn, jossa kaasu suodatetaan ja jäähdytetään kosteuden kondensoitu-  
miseksi. Kondensoitumisen jälkeen kaasu johdetaan biokaasuvoimalaan. Loput  
biokaasulaitoksella mädätyksessä olleesta biojätteestä menee mädätteenä se-  
koitettavaksi karkean biojätteen ja tukiaineiden, kuten risu- ja puuhakkeen  
kanssa, minkä jälkeen ne siirtyvät kompostoitavaksi. Mädäte on hyvin märkää  
biojätejäännöstä, jonka kiintoainepitoisuus on n. 15 % ja josta biokaasu on ero-  
teltu pois. Risu- ja puuhake auttavat kuivaamaan kompostointia varten karkean  
biojätteen ja mädätteen sekoitusta. Biokaasuvoimalassa on kaksi kaasumootto-  
ria, joiden avulla tuotetaan sähköä. [20.] Moottoreiden sähköteho on 1,56 MW ja  
lämpöteho 1,6 MW [9]. Lämpö siirretään kompostointiin hyödynnettäväksi ja



sähkö sähköverkkoon. Sekoituksen jälkeen karkean biojätteen, mädätteen ja tu-  
kiaineiden sekoitus etenee kompostointiin.

Kompostointi jakaantuu kahteen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe kuivat-  
taa kompostimassan ja kestää n. 2 vk. Lämpö auttaa massan kuivaamisessa ja  
kompostointiprosessin käynnistämisessä. Kuivumisen jälkeen massa seulotaan  
ja seulottu karkea massa kierrätetään uudelleen sekoitukseen. Ennen kierrättä-  
mistä otetaan kuitenkin pois materiaali, joka ei ole kahden viikon kompostoinnin  
jälkeen hajonnut, esimerkiksi metallit metallin erottimella ja tavallinen muovi tuu-  
liseulalla puhaltamalla massasta pois.

Ensimmäisen kompostointivaiheen jälkeinen hieno jae jatkaa matkaansa toi-  
seen kompostointivaiheeseen, jossa lämpötilaa nostetaan massan hygienisoi-  
miseksi. Hygienisoinnilla tapetaan taudinaiheuttajat, kuten salmonella ja *Esche-  
richia coli eli E. coli*. Tämä prosessi kestää korkeintaan viikon, jonka jälkeen jae  
pidetään biojättemäärästä riippuen 2–4 vk. Vanhassa kompostointilaitoksessa  
jälkikompostoinnissa. Kompostointi tapahtuu kompostointireaktoreissa. Kom-  
postimassa on tämän jälkeen niin kypsä, että se ei synnytä hajuja. Massa jälki-  
kypsytetään vielä ulkokentällä aumoissa n. 1–2 kk. Tämän jälkeen massasta jäl-  
leen seulotaan karkea aines takaisin kiertoon joko kompostointilaitokseen sekoi-  
tusvaiheeseen tai kentälle seosaineena. Hieno komposti menee mullan tuotan-  
toon. [20.] Biojätetonnin kohden valmistetaan multaa n. 680—850 kg. Kompos-  
tin osuus mullassa on n. 20—25 % lopun ollessa hiekkaa. [22.] Kuvassa 4 on  
virtauskaaviona esitetty biojätteen käsittely Ämmässuolla.



Kuva 4. Biojätteen käsittely Ämmässuolla [9, s. 11].

Toiminta biojätteen käsittelylaitoksella on hyvin automatisoitu ja eri parametreja mitataan mm., kuinka paljon biojätettä menee mädätykseen ja kuinka paljon siitä tulee kaasua ulos. Kun tiedetään vuosittainen biojättemäärä ja kuinka paljon siitä kaasua saadaan, voidaan laskea, kuinka paljon syötettyä tonnia kohden saadaan biokaasua tuotettua. Ämmässuon biokaasun metaanipitoisuus on n. 58 %. Jos metaanipitoisuus laskee merkittävästi (alle 50 %:iin), niin syötettä vähennetään, koska lasku viittaa reaktorin ylikuormittumiseen. [20.]

## 4 Insinööriyön tausta ja toteutus

### 4.1 Pilottitutkimus

Insinööriyötä edelsi pilottivaihe, jossa biojätepusseja jaettiin 2000 HOAS-asunnolle (Helsingin seudun opiskelija-asuntosäätiö). Pilottitutkimuksessa jaettiin jokaista kotitaloutta kohden 80 paperista biojätepusssia, joiden arvioitiin kattavan n. puolen vuoden biojätteet. Pusseja varten jaettiin käyttöön myös yksi astia jokaista kotitaloutta kohden. Yhteensä jaettiin 160 000 pussia. [23.] Pilotissa tarkasteltiin biojätteen kerättyä määrää kahtena ajanjaksona. Ensimmäinen oli ennen pussien ja astioiden jakoa 1.11.2019–31.3.2020 ja toinen oli samana

ajanjaksona vuotta myöhemmin, kun pussit ja astiat oli jaettu. Ensimmäisenä ajanjaksona biojätettä lajiteltiin biojäteastioihin 19 278 kg ja toisena 22 228 kg. Biojätteen lajittelun kasvu oli 15 %. [24.] Prosentuaalisen muutoksen laskemiseen voi käyttää kaavaa 2.

$$\text{Prosentuaalinen muutos} = \frac{\text{Arvo}_{\text{jälkeen}} - \text{Arvo}_{\text{ennen}}}{\text{Arvo}_{\text{ennen}}} * 100 \% \quad (2)$$

$\text{Arvo}_{\text{jälkeen}}$  on saatu tulos muutoksen jälkeen.

$\text{Arvo}_{\text{ennen}}$  on saatu tulos ennen muutosta. [25.]

Kasvun perusteella ilmaiset biojätepussit voisivat auttaa laajemmassa mittakaavassa lisäämään biojätteen kierrätystä ja samalla nostamaan kotitalousjätteiden kierrätysastetta.

## 4.2 Tutkimusmenetelmät

Tietoa työvaiheita varten kerättiin asiantuntijahaastatteluilla, sähköpostin kautta suoritettavilla keskusteluilla ja -kyselyillä ja yrityksen sisäisiin dokumentteihin tutustumalla. Apuna oli myös HSY:n ohjaajan kanssa käydyt palaverit, joissa jaettiin ajatuksia. Lisäksi teoriaosiota varten perehdyttiin aihetta koskevaan kirjallisuuteen ja yrityksen sisäisiin dokumentteihin. Osaa asiantuntijoista lähestyttiin ensin soittamalla ja kysymällä kiinnostusta jakaa tietoa opinnäytetyötä varten. Tärkeää tietoa jakotapojen kustannuksien ja biojättemäärien selvittämiseen saatiin HSY:n kuljetuspalveluyksiköltä ja HSY:n ylläpitämältä Seudulliselta Peruskisteriltä eli SePeltä.

Selvitettäessä, kuinka paljon on mahdollista biojätettä kerätä asuinkiinteistöiltä, oli tiedettävä, kuinka monen pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen asukkaan kiinteistö kuuluu HSY:n kanssa solmittuun biojättesopimukseen. HSY:n kuljetuspalveluyksiköltä selvitettiin ensin, kuinka monta biojättesopimusta on solmittu HSY:n kanssa. Tämä tieto saatiin Excel-taulukkona, joka sisälsi tietoa mm. kiinteistötunnuksista, nouto-osoitteista, kunnista, astialajeista ja kiinteistön pää- ja alatyypistä. Tämän jälkeen SePeltä haettiin käyttö lupaa SeutuDataan. SeutuData pitää sisällään tietoa mm. rakennuksista, asunnoista ja rakennuskohtaisesta väestöstä. SePelle lähetettiin kuljetuspalveluyksiköltä saatu Excel-

taulukko, josta SePe etsi SeutuData'20 -aineistosta kiinteistötunnuksille tiedot rakennusten, asuntojen ja rakennuskohtaisen väestön lukumääristä. SePeltä tieto saatiin Excel-taulukkona, joka yhdistettiin kuljetuspalveluyksiköltä saadun Excel-taulukon kanssa. SePeltä saadut lukumäärät olivat joulukuulta 2020. [26; 27; 28.]

Taulukko piti sisällään myös muita kuin asuinkiinteistöjä, joten nämä suodatettiin taulukosta pois. [26; 27.] Suodatuksen jälkeen jäljelle jääneet kiinteistön pää- ja alatyypit on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2. Asuinkiinteistöt ala- ja päätyypeittäin [26; 27].

Kiinteistön alatyyppe	Kiinteistön päätyyppe
Asuntolat yms.	Julkisyhteisö
Kahden asunnon talot	Pienikiinteistö / pientaloryhmä, yli 9 huoneistoa
Kerrostalot	Rivi- ja kerrostaloyhtiö
Luhtitalot	Rivi- ja kerrostaloyhtiö
Muut erilliset pientalot	Pienikiinteistö / pientaloryhmä, yli 9 huoneistoa
Rivitalot	Rivi- ja kerrostaloyhtiö
Yhden asunnon talot	Pienikiinteistö / pientaloryhmä, yli 9 huoneistoa
Ketjutilat	Rivi- ja kerrostaloyhtiö

Näiden suodatusten jälkeen kiinteistötunnuksia jäi jäljelle n. 17 000, eivätkä ne sisältäneet kaksoiskappaleita. Kaksoiskappaleella tarkoitetaan, että sama arvo esiintyy useampaan kertaan eli mikään yksittäinen kiinteistötunnus ei esiintynyt useampaan kertaan. Rakennusten määrästä haluttiin tietoa, jotta mahdollisten fyysisten uutiskirjeiden jaettava määrä voitiin tietää. Asuntojen eli kotitalouksien määrä auttoi laskemaan jakokustannuksia, kun tiedettiin, kuinka monelle kotitaloudelle pusseja jaettaisiin. Kotitalouksia, joille biojätepusseja jaetaan, on ainakin

530 000. Kotitalouksien lukumäärässä oli jonkin verran puuttuvia tietoja. Asukasmäärien avulla voitiin selvittää, kuinka paljon biojätettä on mahdollista saada kierrätettyä biojäteastioihin. Biojätepusseja jaettaisiin n. 930 000 asukkaalle.

Syntyvän biojätteen määrän laskemiseksi hyödynnettiin asukasmäärien lisäksi vuoden 2018 sekajätteen koostumustutkimuksen tuloksia ja saman vuoden seudun jätelaskentaa. Joissain tapauksissa sama nouto-osoite oli useammalla kiinteistötunnuksella. Kun aiemmin mainitut kiinteistötunnuskohtaiset rakennus-, asunto- ja asukasmäärät olivat selvillä, voitiin nouto-osoitteista suodattaa kaksoiskappaleet pois. Nouto-osoitteet olivat katuosoitteita, eivät yksittäisten asuntojen lähiosoitteita, joten nouto-osoitteilla selvitettiin, kuinka monella kiinteistöllä biojätettä kerätään. Tämä määrä oli n. 15 000. [26; 27.]

## **5 Työvaiheet**

### **5.1 Biojätepussivalmistajien hintatiedustelu**

Pussivalmistajia etsittiin internetistä ja HSY:n aiempien tutkimusten perusteella. Valmistajilta kyseltiin mm., minkä kokoisia ja hintaisia yrityksen valmistamat pussit ovat, minkälaiset toimitusmahdollisuudet pusseille on ja onko pussien valmistajalla lisäksi astioita pusseja varten. Tässä raportissa ei käydä läpi kyseisiä yrityksiä eikä yritysten antamia vastauksia, sillä nämä tiedot on tarkoitettu vain HSY:n ja yritysten kahden väliseen tiedon jakoon.

### **5.2 Muiden jäteyhtiöiden kokemukset**

Jäteyhtiöitä, jotka ovat jakaneet tai jakavat tällä hetkellä biojätepusseja ja joihin oltiin yhteydessä, ovat Loimi-Hämeen jätehuolto, Pirkanmaan jätehuolto, Stormossen ja Lounais-Suomen jätehuolto. Tietoa näiden jäteyhtiöiden kokemuksista yritettiin ensin kerätä sähköpostin kautta lähetetyillä kysymyksillä. Sähköpostin kautta vastauksia saatiin Loimi-Hämeen jätehuollon, Pirkanmaan jätehuollon ja Lounais-Suomen jätehuollon edustajilta. Stormossenin edustajan kanssa järjestettiin Teams-haastattelu. Jätekkoon yritettiin olla yhteydessä,

mutta vastauksia ei saatu. Seuraavia kysymyksiä käytettiin kokemuksien selvittämiseen:

- Mitä jakotapoja olette käyttäneet biojätepussien jakoon?
- Suorittiteko kilpailutusta/hintatiedustelua ennen päätöstä, millaisia biojätepusseja hankitaan/jaetaan?
- Kuinka suuret kokonaiskustannukset ovat olleet?
- Mistä kokonaiskustannukset rakentuvat? (esimerkiksi henkilöstö, kuljetus, biojätepussien hankinta ja niille mahdollinen kori jne.) Jokaisten kustannuksen suuruus?
- Onko yhteistyötä jonkun muun toimijan kanssa käytetty kustannusten madaltamiseksi (esimerkiksi ruokakaupoissa pussien jakaminen)? Kuinka vaikutti kustannuksiin?
- Millaisia tuloksia on saavutettu (kierrätysasteen osalta, kerätyn biojätteen määrän osalta, biokaasun ja kompostin määrän kasvu, muut tulokset)?
- Asukkaiden kokemuksia?
- Mitä voisi vielä kehittää?

### 5.2.1 Loimi-Hämeen jätehuolto Oy

Loimi-Hämeen jätehuolto Oy eli LHJ on osakeyhtiö, joka koostuu useista kunnista, joiden omistuksessa LHJ on. Nämä kunnat ovat Akaa, Eura, Forssa, Huittinen, Humppila, Jokioinen, Koski TL, Loimaa, Oripää, Punkalaidun, Sastamala, Somero, Säkylä, Tammela, Urjala ja Ypäjä. Nämä kunnat muodostavat yhteistoiminta-alueen, jonka jätehuoltoviranomainen on Forssan kaupungin jätelautakunta. Biojätteen erilliskeräyksestä ja kuljetuksesta vastaa kunnat, lukuun ottamatta Euraa, Huittista, Loimaata, Sastamalaa ja Säkylää, joissa kiinteistön haltija vastaa kuljetuksesta. [29.]

Marraskuussa 2020 LHJ:lla oli pienen mittaluokan kokeilu biojätepussien jakamiselle. Tällöin jaettiin 15 taloyhtiölle paperiset biojätepussit ja niille tarkoitetut telineet. Tässä kokeilussa biojäteastoiden täyttöastetta vertailtiin joulukuiden 2019 ja 2020 välillä sekä tammi- ja helmikuuta 2020 tammi- ja helmikuuhun

2021. Tämä kokeilu johti kaikkien taloyhtiöiden kohdalla biojätteen täyttöasteen n. 30 %:n kasvuun. [30; 31.]

Toukokuussa 2021 LHJ aloitti ”Suuri pussitus” -kampanjan, jossa jaettiin 1 500 kotitaloudelle 80 paperista biojätepussia ja niille tarkoitettu astia. [30.] LHJ käytti jakamisessa oman yrityksen resursseja, kuten omaa henkilökuntaa ja pakettiautoa. LHJ:llä oli käytössä reittisuunnitelma, johon laitettiin jaettavat kohteet ja jaettavien biojätepussien lukumäärä. LHJ ei kilpailuttanut pienen hankinnan vuoksi ja yhteistyötä on jo aiemmin tehty erään pussivalmistajan kanssa, ja tätä jatkettiin. Kustannuksia muodostui pussien ja korien hankinnasta sekä kuljetuksesta, mutta kuljetuskustannuksia ei eritelty. Kokonaiskustannukset olivat n. 10 000 euroa. Yhteistyötä muun toimijan kanssa harkittiin, mutta tämän todettiin aiheuttavan moninkertaisen investoinnin. [32.] Tässä kokeilussa vertailtiin vuosien 2020 ja 2021 kesäkuukausia, ja täyttöasteen nousu oli lähes 30 % [31].

Asukkaat ottivat pusseja käyttöön herkemmin kuin niille tarkoitettuja astioita. Syitä astioiden vähäisemmälle kiinnostukselle oli mm. niiden kannettomuus. Kannettomuus oli kuitenkin sopivampi ratkaisu tuotteelle. Toimintaa voisi kehittää yhteistyöllä kauppojen kanssa, joissa vain osassa voi nykyään ostaa tai pakata heviosaston tuotteet paperipussiin. [32.]

### 5.2.2 Pirkanmaan jätehuolto

Pirkanmaan jätehuolto Oy eli PJHOY on vuonna 1994 perustettu 17 kunnan omistama osakeyhtiö, joka vastaa 451 000 asukkaan jätehuollosta [33]. PJHOY kompostoi biojätettä Tarastenjärvellä biojätteen kompostointilaitoksella n. 15,5 tonnia vuosittain [34].

PJHOY suoritti lyhyen kokeilun biojätepussien jakamisesta Kaukajärven asuinalueella vuonna 2019. Kokeilussa keskityttiin tutkimaan erilaisten pussien toimivuutta, pussien jakotapaa ja asiakkaiden mielipiteitä. Kokeilu lähti liikkeelle yleisötapahtumalla, jonka jälkeen pusseja oli jaossa kahdessa kaupassa. Asiakkaat pystyivät hakemaan pusseja niin kauan kuin niitä oli. Tutkimuksessa vertailtiin

kahta pussityyppiä ja pussien hinnat neuvoteltiin kahden toimijan kanssa. Kustannuksia muodostui pussien hankintahinnasta ja kuljetuksesta kauppoihin. Kokonaiskustannusten mainittiin olleen joitain tuhansia euroja. Kokeilussa ei kyetty tutkimaan biojätteen määrän muutoksia.

Asiakkaiden kokemuksia jakotavasta ja niiden toimivuudesta selvitettiin kyselyllä kokeilun yhteydessä. Myös PJHOY:n henkilökunnasta osallistui henkilöitä kyselyyn. Asiakkaista yhteystietonsa jätti 264 ja PJHOY:n henkilökunnasta 101. Vastaajia oli lopulta yhteensä 222, eli n. 61 % yhteystietonsa jättäneistä vastasi kyselyyn. Vastaajista lähes 90 % kertoi lajittelevansa biojätteen kotona jo ennen pussien jakoa. Lisäksi 9 % kertoi aloittaneensa biojätteen lajittelun saatuaan biojätepussit. Kyselyyn osallistuneilta kysyttiin mieluisinta tapaa hankkia biojätepussit. Vastauksia saatiin 221:ltä kyselyyn osallistuneelta, joista yli 88 % hakisi pussit ilmaiseksi kauppareissullaan. Muita vastauksia oli mm. pussien tilaaminen ilmaiseksi netistä, mieluisan pussin ostaminen kaupasta ja ilmaiseksi pussin noutaminen jäteasemalta. [35.]

### 5.2.3 Stormossen

Ab avfallsservice Stormossen Jätehuolto Oy (lyhyemmin Stormossen) on Vaasan, Mustasaaren, Vöyrin, Isokyrön, Maalahden ja Korsnäsin kuntien omistuksessa oleva, vuonna 1984 perustettu jätehuolto-yhtiö. Jätehuolto-yhtiön kuntien yhteenlaskettu asukasmäärä on yli 107 000. Yhtiön kotiosoitteena voidaan pitää jätekeskusta, joka toimii Mustasaaren Koivulahdessa. Stormossenin käsittelemästä biojätteestä valmistetaan biojätteen ja lietteen mädätteestä kompostimultaa ja liikennekäyttöä varten biokaasua. Biokaasun tankkausasemia on julkiseen käyttöön avattu 2 vuosina 2017 ja 2020. Kaasulla käyville linja-autoille on rakennettu omaan käyttöön hidastankkausasema. Kompostimultaa on myyty vuodesta 2009 lähtien, mutta vuonna 2016 Stormossen aloitti myynnin osana omaa toimintaa. [36.]

Stormossen aloitti ensimmäisen kerran biojätepussien jaon vuonna 2018. Pusseja jaettiin tällöin 80 pussin punteissa Vaasan keskustan kerrostalojen



rappukäytäviin yhden kesän ajan. Isännöitsijältä saatiin rappukäytävän oviin ovikoodit, joilla pääsi sisään. Rappukäytäviin jaettiin samalla sekä pussit että tiedotteet. Pussien jakamiseen oli palkattu kesätyöntekijä ja jako toteutettiin pakettiautolla, joka oli vuokrattu. Tämä kokeilu koettiin hyvin työlääksi tavaksi jakaa pusseja. Stormossenilla on ekobiilikampanja, jossa kerätään kodin vaarallista jätettä, metalli- ja SER-jätettä. Kesällä 2019 Stormossenilla oli taas pakettiauto vuokralla ja pysähdyspaikkoja tällöin luotiin 60—70 Vaasan ekobiilikampanjassa, mistä sai noutaa pussit. Jokaisessa Stormossenin kunnassa käytiin, mutta pusseille oli vain vähän kysyntää Vaasan ulkopuolella. Kokeilun jälkeen koettiin, että tämä jakotapa ei ollut kovin hyvä. Vuonna 2020 pusseja jaettiin 13 hyötykäyttöasemalla, joista ihmiset saivat noutaa pussit.

Pusseja on nykyään saatavilla noin 20 eri paikassa, joita ovat mm. ekokauppa, ekosoppi, kierrätysgalleria Minimossen ja Vaasan kirjasto. Jaossa on ollut myös pusseja varten koreja. Pusseja on saatavilla myös Keskon K-kaupoissa. Kustannukset Keskon kanssa ovat jakautuneet niin, että Stormossen maksaa rahdin ja K-kaupat pussit. Vaikka biojätteen lajittelu on lisääntynyt, niin edelleen jonkin verran biojätteestä päätyy energiakäyttöön. Stormossen suorittaa tyytyväisyyskyselyitä kahden vuoden välein. Aasukkaat ovat olleet aiemmin tyytyväisiä ilmaiseksi jaettavista biojätepusseista. Vuoden 2021 tyytyväisyyskyselyä ei vielä ollut tehty insinöörityötä kirjoitettaessa. [37.]

#### 5.2.4 Lounais-Suomen jätehuolto

Lounais-Suomen jätehuolto Oy eli LSJH on syyskuussa 2015 toimintansa aloittanut 17 kunnan omistuksessa oleva jätehuolto-yhtiö. LSJH:n omistajakunnat ovat Salo, Turku, Aura, Kaarina, Kemiönsaari, Lieto, Marttila, Masku, Mynämäki, Naantali, Nousiainen, Paimio, Parainen, Pöytyä, Raisio, Rusko ja Sauvo. Toimipisteet ovat suurimmissa omistajakunnissa Turussa ja Salossa. Jätteitä LSJH ottaa vastaan mm. neljässä jätekeskuksessaan ja kahdeksalla lajitteluasemallaan. [38.]

LSJH:lla on kampanja, jossa biojätepusseja ja niille tarkoitettuja astioita jaettiin 16.8.–29.10.2021. Jaosta vastasi biojätepussien ja astioiden toimittaja, ja ne jaettiin suoraan niihin taloyhtiöihin, jotka olivat ilmoittautuneet mukaan kampanjaan. Kiinteistöillä jakopaikkoja olivat taloyhtiöiden omat tilat, kuten pyörävarastot ja pesutuvat tai huoltoyhtiöiden varastot. Jos pussit ja telineet jaettiin huoltoyhtiöiden varastoihin, niin isännöitsijä jakoi pussit asukkaille.

Ennen päätöstä toimittajasta LSJH suoritti keväällä 2021 markkinakartoituksen. Tietopyyntö julkaistiin Hilmassa, joka on julkisia hankintoja varten luotu ilmainen verkossa toimiva ilmoitusala, josta vastaa valtiovarainministeriö [39]. Markkinavuoropuheluita LSJH kävi viiden yrityksen kanssa, jokaisen kanssa kahden kesken. Huhtikuussa 2021 tarjouspyyntö julkaistiin ja siihen tuli kolme tarjousta. Kilpailutuksessa otettiin huomioon, kuinka LSJH:n alueelta kerätty biojäte käsitellään. Biojäte kerätään ja kuljetetaan Biolinja Oy:n biokaasulaitokselle, joka sijaitsee Uudessakaupungissa. Biokaasulaitoksella biojätteestä valmistetaan biokaasua ja lannoitteita. Biokaasulaitoksella tapahtuvaa käsittelyä varten biojätepussin olisi hyvä olla paperinen, joten kilpailutuksessa vaatimuksena oli, että pussi olisi valmistettu WR-paperista (Water Resistant eli vettä hylkivä) ja olisi täysin kompostoitava. Kampanjan merkittävimmät kustannukset muodostuivat biojätepusseista ja niille tarkoitetuista astioista sekä näiden kuljetuksesta. Kokonaiskustannusten määrä oli asianosaisjulkista tietoa kilpailutuksessa, joten tältä osin tietoa ei ollut mahdollista saada.

Kampanjassa tutkitaan, millainen vaikutus jaetuilla biojätepusseilla ja astioilla on biojätteen keräysmäärään ja asukkaiden lajitteluaktiivisuuteen. Tutkimusmenetelmiä ovat biojättemäärien mittaukset ja asukaskyselyt. Asukaskyselyitä on kaksi, joista ensimmäinen suoritettiin kesällä 2021 ja toinen suoritetaan vuoden 2022 alussa. Vastausaste ensimmäiseen kyselyyn oli 30 %. Asukkaiden kokemuksia varten LSJH:lla on ryhmä asukkaita, jotka kokeilevat LSJH:n palveluita ja antavat palautetta asukkaan näkökulmasta. Koeryhmä on saanut itselleen nimen Asukaspanelistit. Asukaspanelistit saivat kesällä 2021 kokeilla paperisten biojätepussien ja astioiden käyttöä. Palaute oli hyvä, sillä pussi pysyi kuivana ja ehjänä ja astia koettiin toimivaksi. Osa Asukaspaneleistä kritisoi kuitenkin astian

ulkonäköä/väriä. Tulevaisuutta ajatellen LSJH toteaa, että kampanja-alueella voisi myös jatkossa suorittaa jakelun suoraan taloyhtiöiden tiloihin, mutta, jos jako haluttaisiin toteuttaa koko LSJH:n toimialueen kattavaksi, tulisi miettiä muitakin jakotapoja. [40.]

### 5.3 Biojätepussien jakotavat ja kustannukset

Biojätepussien jakamiseen mietittiin useita eri vaihtoehtoja, jotta on valinnanvara lähteä pohtimaan myöhemmin, mitä jakotapoja olisi järkevintä aloittaa käyttämään. Useamman jakotavan selkeä kuvaus auttaa myös miettimään, kuinka jakotapoja voisi kehittää tulevaisuutta varten ja mitkä jakotavat eivät todennäköisesti tule toimimaan onnistuneesti. Jakotapojen pohdinnassa otettiin huomioon, millaiset jakotavat vaativat asukailta mahdollisimman vähän vaivaa pussien saamiseksi ja kuinka pussit jaettaisiin mahdollisimman kustannustehokkaasti. Jokaiseen esiteltyyn jakotapaan ei laskettu kustannusarvioita. Yhteisiä kustannuksia jakotavoille syntyy pussien ja mahdollisesti astioiden hankinnasta. Jakotapa vaikuttaa jakokustannuksiin.

Lopullinen tieto yksittäisen pussin hinnasta on riippuvainen siitä, minkä valmistajan tai valmistajien tuotteita tultaisiin käyttämään ja kuinka suuria määriä kerralla hankittaisiin yksittäiseltä valmistajalta tuotteita. Tarkkaa hintaa pusseille ei määritely, koska valintaa pusseista ei ollut suoritettu. Arvioksi otettiin laskuja varten 0,01—0,05 euroa/pussi. Pusseja varten käytettävien astioiden hankinnasta ei ole tehty toistaiseksi päätöstä, mutta laskuja varten astioiden hinnaksi arvioitiin 1—5 euroa/astia. Jos astioihin joutuu kuluttamaan enemmän, olisi hyvä pohtia, onko niiden hankinta kannattavaa. Arvioiduissa hinnoissa arvonlisävero on 0 %.

Taulukossa 3 on pusseista ja astioista aiheutuvat kustannukset vuoden aikana. Yhtä kotitaloutta kohden pusseja hankittaisiin vuositasolla eli kahdentoista kuukauden aikana 160 [23]. Hinta/kotitalous on saatu artikkelin kappalehinnan ja kotitalouksien lukumäärän tulona. Hinta/kaikki laskettiin kotitalouksien

lukumäärän ja muuttujan Hinta/kotitalous tulona. Hinta/kaikki on ilmoitettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Kotitalouksien lukumäärä mainittiin luvussa 4.2.

Taulukko 3. pussien ja astioiden kustannukset vuodessa.

Artikkeli	Hinta/kotitalous	Hinta/kaikki
Pussi	1,6—8 e	850 000—4 200 000 e
Astia	1—5 e	530 000—2 700 000 e
Yhteensä	2,6—13 e	1 400 000—6 900 000 e

Astioista aiheutuva kustannus olisi kertaluontoinen. Jos pussien kulutus osoittautuisi arvioitua pienemmäksi, voitaisiin tulevaisuudessa pohtia hankittavien pussien määrää uudelleen. Asukkaiden saavutettavuuden kannalta tiedottaminen olisi parasta suorittaa jakamalla fyysiset uutiskirjeet rappukäytäviin ja posti-laatikoihin. Tämä olisi helpoiten toteutettavissa, jos Posti jakaisi uutiskirjeet. Tämä ei ole kuitenkaan kustannustehokkain ratkaisu tiedottamiseen. Sosiaalisen median kanavia pitkin tiedottaminen olisi helppoa, mutta joiltain asukkailta saattaa tällöin mennä tiedottaminen ohi.

### 5.3.1 Jakotapojen esittely

Ensimmäisenä jakotapana heräsi mieleen suorittaa jakaminen samalla tavalla kuin pilottivaiheessa. Tässä jakotavassa pussien valmistaja toimittaisi pussit ja mahdolliset astiat kiinteistöjen yhteisiin tiloihin, kuten pesutupiin, joista asukkaat hakisivat pussit itselleen. Ajatuksena vaihtoehto kuulosti hyvältä. Pussien jakaminen suoraan kiinteistöille helpottaisi asukkaita saamaan pussit, ja jakotavasta on kokemusta myös muilla jäteyhtiöillä. Muiden jäteyhtiöiden ja pilottitutkimuksen kokeilut johtivat biojätteen erilliskerätyn määrän kasvuun.

Suuremmalla mittakaavalla tämä jakotapa ei kuitenkaan ole niin yksinkertainen. Jakajilla tulisi olla pääsy jaettavien kiinteistöjen yhteisiin tiloihin, ja yksittäisen

kiinteistön tiloihin pääsy ei voi vaatia liikaa aikaa. Kohdekiinteistöjä on tuhansia, ja kiinteistön tiloihin saatetaan tarvita avainta, ovikoodia tai soittokelloa, joiden avulla päästäisiin sisään. Avaimet tulisi merkitä ja säilyttää selkeästi, jotta oikeat avaimet otetaan jokaiselle jakopäivälle. Tämä voi olla haasteellista (ja kiellettyä), kun kiinteistöjä ja avaimia on suuri määrä. Myös ovikoodien tulisi olla helposti löydettävissä jakokierroksella, mikä voi olla työlästä. Ovikoodit vaihtuvat aika ajoin, ja uusien koodien selvittämiseen kuluisi jälleen aikaa. Kerralla pussit jaettaessa muodostuu haaste pussien säilyttämiselle kiinteistöillä, joilla ei ole yhteisiä tiloja. Yksi vaihtoehto näillä kiinteistöillä olisi laittaa pussit postilaatikkoon tai postiluukusta kotiin sisään. Jos pusseja jaetaan rullissa, niin rullan mahtuminen postilaatikkoon tai postiluukkuun saattaa olla haastavaa. Paksu pussinippukin voi olla liian suuri mahtumaan. Postiluukusta työntäminen voi johtaa pussien likaantumiseen asunnon lattialla tai tulla lemmikin tuhoamaksi. Ulkoilmaan oven taakse jättäminen edellyttäisi pussien suojaamista, jotta ulkoilma ei vaurioita pusseja.

Lisäksi jakamisen aloittamisesta olisi tiedotettava asukkaita. Tätä varten uutiskirjeitä olisi hyvä jakaa joko suoraan postilaatikkoon, -luukkuun tai rappukäytävän ilmoitustaululle jokaisen asukkaan nähtäväksi. Rappukäytäviin pääsy saattaa vaatia eri avaimen tai ovikoodin kuin yhteisiin tiloihin. Asuinkiinteistöjen rakennuksia olisi HSY:n kuljetuspalveluyksikön ja SePen jakaman tiedon mukaan n. 52 000 [26; 27]. Kun otetaan vielä huomioon liikenteen ruuhka-ajat ja jakoautolle sopivan pysäköintipaikan löytäminen, niin kaikkien kiinteistöjen läpikäynti vie luultavasti paljon aikaa. Vastaavaa vaihtoehtoa pohdittiin siten, että HSY:n palkkaamat urakoitsijat suorittaisivat jaon, mutta vastaavat haasteet jouduttaisiin kohtaamaan kuitenkin.

Jakotapa saattaisi onnistua, jos jakelijoita saadaan tarpeeksi paljon. Suuremmalla määrällä jakajia voitaisiin pienempi määrä pusseja jakaa kerralla kiinteistöille, mutta lisätyövoima tarkoittaa lisäkustannuksia. Toisaalta kerralla useiden kuukausien erien vieminen kiinteistöille tarkoittaa kymmeniä miljoonia pusseja. 530 000 kotitalouden kohdalla vuoden kulutukseen menisi = n. 85 000 000 pusseja ( $530\,000 \cdot 160$ ). Kiinteistöjä ollessa n. 15 000 olisi kiinteistökohtaisesti

vuoden tarve keskimäärin lähes 5 700 ( $\frac{85\,000\,000}{15\,000}$ ). Tällaisen määrän säilyttäminen kiinteistöillä voi olla haastavaa. Tarkkaa kustannuslaskelmaa ei kerrota tässä raportissa, sillä tämä tieto on tarkoitettu HSY:n ja toimittajan väliseksi tiedoksi.

Kiinteistöille suoraan jaettaessa pohdittiin pussien ja mahdollisten astioiden jakamista biojäteastioiden tyhjennysten yhteydessä. Tässä jakotavassa pusseja jaettaisiin jätehuoneisiin. Tätä varten tulisi jätehuoneisiin asentaa teline, johon pussit voisi ripustaa. Tässä jakotavassa pusseja ei tarvitsisi kuljettaa kotitaloutta kohden usean kuukauden tarpeisiin. Lisäksi erillisiltä kuljetuksilta ja niiden aiheuttamilta kustannuksilta ja päästöiltä vältyttäisiin. Ilman haasteita ei tämäkään kuljetustapa ole. Ensimmäinen rajoite on jätehuoneiden puuttuminen joiltain kiinteistöiltä. Tätä jakotapaa ei olisi mahdollista suorittaa ainoana jakotapana. Jos pusseille halutaan jakaa lisäksi astioita, niin näiden sijoittaminen jätehuoneessa on haastavaa. Eräällä HSY:n jätehuollon palvelupäälliköllä on kokemusta jaosta, jossa pusseja laitettiin jätehuoneissa oleviin telineisiin. Jäteauton kuljettajilla oli toisinaan vaikeaa mahtua pussien kanssa ajoneuvoon. Pussit putoivat usein maahan ja pusseja saatettiin käyttää muuhunkin kuin biojätteen keräämiseen. [41.]

Telineen sijainti jätehuoneessa saattaa tilan vuoksi olla sellainen, että asukkaan täytyy kurottaa saadakseen pussin. Jos jäteastian kansi on likainen ja teline on asetettu astian yläpuolelle, niin kurottaessa voi vaatteet likaantua. Kustannuksia muodostuisi pussien ja mahdollisten astioiden hankinnan lisäksi telineiden hankinnasta ja asentamisesta ja biojätepussien lisäämisestä biojäteastioiden tyhjentämisen yhteydessä. Tiedottamisesta aiheutuisi mahdollisesti vielä lisäkustannuksia, mutta tiedottamistapa vaikuttaa tähän.

Kustannuslaskelmiin arvioitiin, että yksi jakokerta/kiinteistö maksaisi suoritepalkkiona jakajalle n. 3—4 euroa. [42]. Jätehuoneissa jätteet lajitellaan jäteastioihin. HSY:n jakamasta biojättesopimusten Excel-taulukosta suodatettiin astialajeista pois lavat, puristinsäiliöt ja syväsäiliöt, jotta voitiin arvioida, kuinka monella kiinteistöillä mahdollisesti on jätehuone. Kiinteistöjen määräksi jäi tällöin 14 233 ja

tätä arvoa käytettiin jakokustannusten laskemisessa ylärajana. Jäteastia ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita, että kiinteistöllä on jätehuone. Esimerkiksi yhden asunnon kiinteistöillä saattaa jäteastia sijaita ulkona, jolloin tätä jakotapaa ei voisi soveltaa näille kiinteistöille.

Kerrostalokiinteistöt sisältävät useita asuntoja, ja ainakin osassa näistä on jätehuone. Jakokustannuslaskuissa käytettiin alarajana kerrostalokiinteistöjen lukumäärää, joille astialajisuodatus suoritettiin. Kiinteistöjen lukumääräksi jäi 7 491. Ylä- ja alarajojen lukumäärät ovat tarkkoja lukuja, mutta jakokustannukset on pyöristetty kahden merkitsevän luvun tarkkuudelle. [26.] Samasta HSY:n jakomasta biojättesopimusten Excel-taulukosta laskettiin eri tyhjennystiheyksille lukumäärät, jotka löytyvät taulukosta 4. Tyhjennyskerrat/kiinteistö/vuosi on saatu laskettua yhden viikon tyhjennyskertojen ja vuodessa olevien viikkojen (52) tulona. Jakokustannusten alaraja on saatu kolmen euron, tyhjennyskerrat / kiinteistö / vuosi ja kiinteistöjen lukumäärän tulona. Yläraja on laskettu samalla tavalla, mutta kolmen euron sijasta on käytetty neljää euroa.

Taulukko 4. Biojäteastioiden tyhjennystahti kerrostalokiinteistöissä [26].

<b>Tyhjennystiheys</b>	<b>Tyhjennyskerrat/kiinteistö/vuosi</b>	<b>Kiinteistöjen lukumäärä</b>	<b>Jakokustannukset</b>
Joka toinen viikko	26	261	20 000—27 000 e
Kerran viikossa	52	7 034	1 100 000—1 500 000 e
Kaksi kertaa viikossa	104	176	55 000—73 000 e
Kolme kertaa viikossa	156	17	8 000—11 000 e
Yhteensä	-	7 488	1 200 000—1 500 000 e

Näiden lisäksi tyhjennystiheydelle oli kaksi vaihtoehtoa: astiavuokra ja soitettaessa tullaan tyhjentämään. Nämä olivat kuitenkin muutama yksittäistapaus. [26.] Taulukossa 5 on laskettu suuremmalle kiinteistömäärälle vastaavat luvut.

Taulukko 5. Biojäteastioiden tyhjennystahti kaikissa asuinkiinteistöissä [26].

<b>Tyhjennystiheys</b>	<b>Tyhjennyskerrat /kiinteistö/ vuosi</b>	<b>Kiinteistöjen lukumäärä</b>	<b>Jakokustannukset</b>
Joka toinen viikko	26	2 695	210 000—280 000 e
Kerran viikossa	52	11 441	1 800 000—2 400 000 e
Kaksi kertaa viikossa	104	193	60 000—80 000 e
Kolme kertaa viikossa	156	17	8 000—11 000 e
Yhteensä	-	14 346	2 100 000—2 800 000 e

Jakokustannuksista havaitaan toteutuksen kannalta haaste. Jos suoritepalkkio on arvioidun mukainen, niin vuosittainen jakokustannus nousee yli miljoonan, vaikka jaettavista asuinkiinteistöistä vain n. puolella olisi jätehuone. Lisäksi on mahdollista, että suoritepalkkio määräytyisi lisäyspisteiden eli jätehuonemäärien mukaan. Tällöin kustannukset kasvaisivat entisestään. Alaraja pussien, astioiden ja jaon yhteiskustannuksesta vuositasolla saadaan summaamalla taulukon 3 hinta/kaikki -sarakkeen yhteensä-rivin alaraja kerrostalokiinteistöjen vähimmäisjakokustannuksella. Yläraja saadaan summaamalla taulukon 3 hinta/kaikki -sarakkeen yhteensä-rivin yläraja asuinkiinteistöjen enimmäisjakokustannuksella. Yhteiskustannusten vaihteluväliksi saadaan 2 600 000—9 700 000 euroa. Lisättäessä vielä jätehuoneisiin asennettavat telineet voidaan kustannustenkin puolesta todeta jakotapa haastavaksi.



Jätehuoneiden lisäksi pohdittiin rappukäytäviin pussien jakoa. Tässä jakotavassa pusseja varten rappukäytäviin asennettaisiin teline tai automaatti, josta asukkaat voivat ottaa pussit mukaan. Jakotavassa haasteena on kiinteistöt, joilla ei ole rappukäytävää. Tämä jakotapa ei voi olla siksi ainoa. Eräs yritys on esitellyt pussiautomaattituotettaan, jonka kustannuksista tiedetään jonkin verran. Hinnat mitoitettiin 45 000 rappukäytävän mukaan, joten todellisuudessa kustannukset voivat poiketa. Rullien ja pussien yksikköhinnat olivat selvillä, mutta kilpailutussyistä pussien yksikköhintana käytetään aiemmin mainittua 0,01—0,05 euroa. Yhden automaatin hankinta maksaisi 5,45 euroa. Yksi rulla sisältää 250 pussia, joten 45 000 rappukäytävään hankitut automaattit ja pussit kustantaisivat kahden merkitsevän numeron tarkkuudella 0,01—0,05 euroa / pussi \* 250 pussia \* 45 000 = 110 000—560 000 euroa ensimmäisellä täydennyskerralla. Automaattien asentajasta ja asennuskustannuksista ei ollut vielä tietoa, mutta Postin kanssa on käyty yhteistyökeskusteluja. Pusseja lisättäisiin automaatteihin sitä mukaa kuin on tarve. Taulukosta 3 voidaan lukea pusseihin kuluvat kustannukset vuositasona. Automaattien hankinta 45 000 rappukäytävään ja vuoden pussit jokaiselle kotitaloudelle kustantaisi kahden merkitsevän numeron tarkkuudella

$45\,000 \text{ automaattia} * 5,45 \text{ euroa} / \text{automaatti} + 850\,000\text{—}4\,200\,000 \text{ euroa} =$   
 $1\,100\,000\text{—}4\,400\,000 \text{ euroa}.$

Jos halutaan hankkia pusseille astiat, niin niiden säilyttäminen rappukäytävissä asettaa oman haasteensa. Helpoin ratkaisu olisi jättää astiat lattialle, mutta tämä ei kasvata houkutusta ottaa astia käyttöön. Suurempana haasteena on muut kuin rappukäytävälliset kiinteistöt. Astiat eivät mahdu postilaatikoihin tai -luukuista sisään. Astiat saattaisivat olla parempi jakaa esimerkiksi elintarvike-myymälöissä. Tähän jakotapaan saatiin tietoa myöhäisessä vaiheessa insinöörityötä, joten tarkempia tietoja ei ollut mahdollisuutta saada. Hyvänä puolena jakotavassa on asukkaiden saavutettavuus rappukäytävällisillä kiinteistöillä. Rappukäytävän kautta jokainen kulkee, ja pussit olisi helppo ottaa samalla itselleen. Vuodelle 2022 HSY ja Posti ovat suunnitelleet pienen mittakaavan pilotin

kyseisestä jakotavasta. [43.] Tätä jakotapaa olisi hyvä pohtia yhdeksi esimerkiksi seuraavaksi esitettävän elintarvikemyymäläjakotavan tueksi.

Pohdittiin myös muita kuin suoraan kiinteistöille jaettavia tapoja. Mietittiin useita jakopaikkoja, kuten kirjastot, kuntosalit ja elokuvateatterit, mutta parhaimpana vaihtoehtona pidettiin elintarvikemyymälöitä, kuten Lidl, S- ja K-ketjun myymälät. Jokainen kotitalous käy elintarvikemyymälöissä säännöllisesti, ja samalla kerralla pussin ottaminen sujuisi vaivattomasti. Pussien tulisi kiinnittää asiakkaisissa huomiota, joten niiden sijoittamiselle sopiva paikka olisi joko ennen myymälään astumista (kuitenkin rakennuksen sisällä) tai heti kassojen jälkeen, jolloin pussia voisi sillä kerralla hyödyntää myös ostosten pakkaamiseen. Pussien vieressä olisi mainosteline herättämässä huomiota. Pussien sijoittaminen myymälän ulkopuolisiin tiloihin tarjoaa asukkaille mahdollisuuden saada pussit, vaikka muuta asiointia myymälään ei olisikaan.

Tässä jakotavassa olisi hyvä neuvotella elintarvikemyymälöiden kanssa kustannusten jaosta. Pussien toimittaja kuljetettaisi pussit elintarvikemyymälöiden keskusvarastoihin, joista pussit kuljetettaisiin muun kuorman kanssa myymälöihin. Tarkkojen kustannusten selvittämiseksi tulisi päättää, kohdennetaanko pussit vain tietyn ketjun myymälöihin vai pyritäänkö saamaan mahdollisimman monen myymälään. Useamman myymäläketjun hyödyntäminen saattaa tuoda lisää kustannuksia, mutta asukkaiden tavoittamiseksi useamman myymäläketjun myymälöihin olisi hyvä saada pussit.

Tässä insinööriyössä ei onnistuttu selvittämään, millaisia kustannuksia myymälöille aiheutuisi tästä jakotavasta, mutta jatkotoimena HSY voisi aloittaa yhteistyökeskustelut myymäläketjujen edustajien ja pussien toimittajien kanssa. Myymälöiltä olisi hyvä selvittää, kuinka suuria määriä pusseja myymälät olisivat valmiita ottamaan kerralla vastaan. Tämä jakotapa olisi myymälöiden imagolle hyväksi ja saattaisi lisätä myyntiä. Biojätteen ja siten myös kotitalousjätteen kierrätysasteen kasvun kannalta tämä jakotapa on tutustumisen arvoinen. Pussit saattavat mennä hyvin jakoon, joten myös käyttämättömiin pusseihin kuluneet kustannukset jäisivät pieniksi. Riskinä on kuitenkin, että pusseja päätyisi myös

asukkaille, joiden kiinteistöiltä ei löydy biojäteastiaa. Tällöin pusseja käytettäisiin muuhun kuin biojätteen keräämiseen.

Yksi vaihtoehto, jota pohdittiin, oli HSY:n Sortti-konttien hyödyntäminen. HSY:ltä vapautuu 13 keräyskonttia vuosittain, jotka ilman uutta käyttökohdetta päätyisivät metallin keräykseen [44]. Vapautuvista konteista ei tarvitsisi maksaa. Jakokohteiden määräkin pysyisi kohtuullisena, jos kontteja otettaisiin käyttöön vain vapautuneiden konttien verran. Konttien sijainteina olisi hyvä olla huoltoasemien ja kauppojen pihat. Konttikeräysratkaisulla on kuitenkin monia haasteita. Jos kontteja halutaan säilyttää huoltoasemien tai kauppojen pihalla, nämä saattavat vaatia jonkin suuruista vuokrahintaa tai muuta maksua konttien säilyttämisestä pihalla.

Toisena haasteena on pussien säilyttäminen konteissa. Pussit eivät luultavasti houkuta asukkaita, jos ne ovat kontin lattialla (joko sijoitettuna tai pudonneet). Tätä riskiä varten pussit olisi parempi laittaa laatikoihin suojaan, mikä toisi oman lisäkustannuksen ja veisi lisää tilaa konteissa. Kolmantena haasteena on pussien noutaminen konteista. Jos huoltamon tai kaupan työntekijä tulisi asukkaan kanssa mukaan kontille, niin tämä veisi aikaa näiden työntekijöiden muusta työajasta. Käynti kontilla voi viivästyä, jos myymälässä suoritettavia työtehtäviä on paljon ja henkilökuntaa vähän. Jos asukas päästetään yksin hakemaan pussit, niitä saatetaan ottaa enemmän kuin tarvitaan. Tällöin on riskinä, että ylimääräisiä pusseja käytetään muuhun kuin biojätteen keräykseen. Yksin kontissa ollessa kukaan ei vahtisi asukasta, joten kynnys ottaa suuria määriä pusseja on matalampi.

Neljäs haaste on käyttämättä jääneet pussit. On mahdollista, että kauppareisun jälkeen ei erikseen jakseta käydä kontista ottamassa pussia. Kontille meneminen vaatii asukkaalta jonkin verran jaksamista, jota ei välttämättä ole kiireisenä arkena. Muutama kymmenen konttia on pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen kokoiselle alueelle pieni määrä. Osa kotitalouksista joutuisi matkustamaan huomattavasti enemmän kuin toiset, ellei kontteja hankittaisi jokaisen huoltamon ja kaupan pihalle (mikä on mahdotonta joissain kohteissa mm. tilan

puutteen vuoksi). Tämä johtaisi todennäköisesti siihen, että useat kotitaloudet eivät käy pusseja noutamassa. Tämä vaikuttaisi kierrätystavoitteisiin heikentävästi, ja kustannuksia olisi kulunut käyttämättömiin pusseihin. Jos pusseja löytyy kontista huonokuntoisena, kustannuksia on mennyt hukkaan.

Kierrätystavoitteen kannalta olisi parempi hankkia enemmän kontteja kuin on ilmaiseksi saatavilla, joten kustannuksetkin saattaisivat nousta huomattavasti. Uuden kontin hinta on n. 10 000—20 000 euroa [44]. Tämän jakotavan haasteet kierrätysasteen kasvun, asukkailta vaaditun jaksamisen ja kustannusten kannalta ovat huomattavat, eikä tämä jakotapa välttämättä ole kannattavin.

Sortti-asemien hyödyntämistä pussien jakamiseen pohdittiin kahden eri vaihtoehdon kautta. Molemmissa vaihtoehdoissa pusseja ensin hankittaisiin usean kuukauden tarpeisiin ja pusseja säilytettäisiin Kivikon toimistossa. Kivikosta pusseja kuljetettaisiin erissä Sortti-asemille. Ensimmäisessä jakotavassa asemanhoitajat pyrkisivät infossa tarjoamaan kotitalousasiakkaille pusseja muun asiainnoin yhteydessä. Asemanhoitajat pyrkisivät jakamaan vain kotitalousasiakkaille. Arvio siitä, onko kyseessä yritys- vai kotitalousasiakas, perustuisi asemanhoitajan arvioon.

Toisessa vaihtoehdossa pohdittiin eSortti-palveluun uuden lisävalinnan luomista, ja tätä voisivat käyttää vain biojättesopimuksen kotitalousasukkaat. Nämä saisivat erillisen QR-koodin, jonka lukisivat infopisteen lukulaitteella. Toisen vaihtoehdon haasteisiin kuului lisävalikon synnyttämät lisäkustannukset ja järjestelmän toimivuus. Asiakkaiden tunnistamiseen varmin keino olisi hyödyntää henkilötunnusta. Henkilötunnuksen tulisi löytyä Sortti-järjestelmästä. Moni asiakas asioi kuitenkin tunnistautumattomana, joten tietoa olisi hyvin niukasti. [45.] Henkilötunnuksia käsitellessä tulee huolehtia myös tietoturvasta. Toisen vaihtoehdon pidempää suunnittelua ei koettu järkeväksi.

Sortti-asemien käyttäminen jakoa varten tuo haasteensa. Ensimmäinen kysymys on, kuinka paljon asemille tulisi kerralla viedä pusseja. Mitä vähemmän pusseja kerralla viedään asemille, sitä helpommin niitä voidaan säilyttää

asemien tiloissa. Kääntöpuolena on useammat kuljetuskerrat Kivikon ja asemien välillä, mikä lisää päästöjä ja kuljetuksesta aiheutuvia kustannuksia. Huoltomiehet voisivat pakettiautoilla kuljettaa pussit asemille samalla, kun menevät huoltamaan laitetta tai muuta asemalle, mutta tällöin pussien kuljettaminen asemille on riippuvainen huoltotarpeista. Vaikka huoltomiehet kuljettaisivat pussit säännöllisin väliajoin asemille riippumatta, onko asemilla huoltotarpeita, niin haasteena on kysyntä.

Pussin saaminen edellyttäisi asukkaan lähtemistä Sortti-pienasemalle tai yhdelle viidestä Sortti-asemasta, jotka saattavat kaikki olla useamman kilometrin päässä omasta kodista. Jos ei ole jätettä viemässä Sortti-asemille, niin vaivannäkö pussien saamiseksi voi koitua liian suureksi. Vähäinen kysyntä vaikuttaisi kierrätysastetavoitteiden saavuttamiseen heikentävästi. Ylimääräiset pussit ovat myös kustannuskysymys. Jos pusseja jäisi esimerkiksi 10 % käyttämättä, tämä olisi 8 500 000 pussia. Kustannuksia käyttämättömiin pusseihin olisi kulunut 85 000—430 000 euroa ( $0,01\text{—}0,05 \text{ euroa} \times 8\,500\,000$ ). Jos astioita jaettaisiin ja käyttämättä jäisi 10 %, kustannuksia käyttämättömiin astioihin olisi käytetty 53 000—265 000 euroa ( $1\text{—}5 \text{ euroa} \times 530\,000 \times 0,1$ ). On hyvin mahdollista, että pusseja ja astioita jää tällä jakotavalla paljon enemmän käyttämättä, joten Sortti-asemien käyttö pussien jakamiseen tuskin olisi kannattavin ratkaisu.

Viimeisenä vaihtoehtona pohdittiin Sortti-keräysautoilla pussien jakamista. Sortti-keräysautojen hyödyntäminen pussien jakamiseen todettiin nopeasti heikoksi vaihtoehdoksi. Asukkaiden olisi mentävä Sortti-keräysauton luokse, vaikka ei olisi jätettä vietäväksi. Sortti-keräysautot kulkevat 33 iltana eri sijainneilla, joten asukkaalta jää pussit saamatta, jos ei pääse oikeana ajankohtana hakemaan pusseja (esimerkiksi on sairaana tai matkoilla). Sortti-keräysautojen henkilökunnalla ei ole aikaa pussien jakamiselle, joten pussien jakamisesta vastaisi joko mukana oleva jäteneuvoja (joka kuitenkin kulkee usein polkupyörällä) tai jakamista varten palkattu henkilö. Uuden henkilön palkkaaminen olisi lisäkustannus.

Pussien säilyttäminen matkan aikana olisi merkittävä haaste. Sortti-keräysautokierroksella on kahdeksan avolava-autoa, kaksi koppiautoa ja kaksi pakettiautoa. Näihin kerätty jäte vie tilaa, mutta ilman jätettäkin tilan puute olisi haaste. Sortti-keräysautokierros suoritetaan kerran vuodessa, joten kaikki pussit tulisi saada 33 illan aikana mahtumaan. [44.] Vuodessa pusseja tarvittaisiin n. 85 000 000 (530 000 kotitaloutta \* 160 pussia), joten yhdelle illalle tulisi pusseja ottaa mukaan  $\frac{85\,000\,000}{33} = 2\,600\,000$ . Jos myös astioita halutaan jakaa, yhdessä illassa tulisi jakaa  $\frac{530\,000}{33} = 16\,000$  astiaa. Pusseja ja astioita tuskin saataisiin jaettua jokaisena iltana (tai yhtenäkkään) näin paljon, joten pusseihin kulutettuja kustannuksia menisi paljon hukkaan. Sortti-keräysautokierroksen järjestäminen itsessään kustantaa n. 220 000 euroa [44]. Tämän vaihtoehdon lisätutkiminen ei ollut mielekästä.

### 5.3.2 Jakotapojen vertailua

Jakotapaa valittaessa olisi hyvä pohtia mahdollisia hukkaprosentteja. Hukkaprosentilla tarkoitetaan, kuinka suuri osuus pusseista ja astioista jää käyttämättä tai käytetään väärään tarkoitukseen. Jo 20 %:n hukka pussien osalta olisi n. 170 000—850 000 euroa / vuosi hukkaan käytettyä rahaa. Vastaavalla hukkaprosentilla käyttämättömistä astioista maksettaisiin n. 110 000—530 000 euroa. Mitä paremmin kierrätystavoite toteutuu, sitä vähemmän käyttämättömiin tai väärin käytettyihin pusseihin on käytetty rahaa. Hukkakustannuksen ja kierrätyskasvun voidaan ajatella korreloivan negatiivisesti keskenään. Mitä suurempi on kierrätysasteen kasvu, sitä pienempi on hukkakustannus ja päinvastoin.

Taulukossa 6 on esitetty kolme väriluokkaa, joiden avulla vertailtiin jakotapoja keskenään sekä kierrätystavoitteiden että kustannusten kannalta. Kierrätyskasvun kohdalla värejä on pohdittu asukkaiden saavutettavuudella eli kuinka todennäköisenä pidetään, että kaikki biojättesopimuksessa mukana olevat asukkaat saisivat kyseisellä jakotavalla pussit. Vihreä väri kuvastaa kierrätyksen kasvun onnistumista parhaiten verrattuna muihin jakotapoihin. Oranssi väri tarkoittaa, ettei kierrätyksen kasvu ole parhaimmalla eikä huonoimmalla tasolla. Punainen

väri kuvastaa heikkoa kierrätyskasvua verrattuna muihin jakotapoihin. Kustannuksissa vihreä väri tarkoittaa, että muita kustannuksia ei pidetä merkittävinä. Oranssi väri kuvastaa muiden kustannusten olevan satoja tuhansia euroja ja punainen väri miljoonia euroja.

Taulukko 6. Väriluokat ja selitteet.

Väri	Kierrätyskasvu	Kustannukset
	Paras	Ei pidetty merkittävinä
	Ei paras eikä huonoin	Satoja tuhansia euroja
	Heikoimmat kuin muilla jakotavoilla	Miljoonia euroja

Jokaisella tavalla kustannuksia syntyy huomattavasti pussien ja astioiden vuoksi. Väreillä vertaillaankin muita kustannuksia, kuten kuljetusta, suoritepalkkioita, telineiden / automaattien hankintaa ja asennusta tai yhteistyökumppanin mahdollisia vaatimuksia omien kustannusten kattamiseksi. Taulukossa 7 on vertailtu jakotapoja.

Taulukko 7. Jakotapojen vertailua [33; 42; 44; 45].

Jakotapa	Kierrätyskasvu	Kustannukset
Pussien toimittaja		
Jätehuoneet		
Rappukäytävät		
Elintarvikemyymälät		
Sortti-kontit		
Sortti-asemat		
Sortti-keräysautot		

Elintarvikemyymäläjakotavan kustannuksista ei saatu tarkkaa tietoa, minkä vuoksi kustannukset on asetettu oranssille tasolle. Elintarvikemyymälät on asetettu kierrätyksen kasvun osalta vihreälle tasolle, koska (lähes) jokainen asukas käy säännöllisesti niissä. Kierrätyksen kasvuun vaikuttaa kuitenkin, kuinka monen myymäläketjuun ja myymälään pusseja alettaisiin jakamaan. Pusseja olisi myymäläkohtaisesti hyvä suhteuttaa kävijämääriin, jotta käyttämättä jääneitä pusseja olisi mahdollisimman vähän tai pussit loppuisivat kesken mahdollisimman harvoin.

Pussien toimittajan jakamana kierrätyskasvu on asetettu oranssille tasolle aiemmin mainittujen haasteiden vuoksi. Jos näistä selvittäisiin, niin kierrätyskasvu voisi olla vihreällä tasolla. Rappukäytäviin tai jätehuoneisiin jaettaessa asukkaiden saavutettavuus on rajallinen, koska jokaisella asuinkiinteistöllä ei ole rappukäytävää tai jätehuonetta. Rappukäytäviin jaettaessa pussien ja asukkaiden



vaatteiden pysyminen puhtaina on paremmin hallittavissa kuin jätehuoneissa, minkä vuoksi pusseja saatetaan ottaa herkemmin käyttöön.

Sortti-konttien käyttö kierrätyksen merkittävään kasvattamiseen vaatisi mahdollisesti satojen konttien hankinnan. Sata uutta konttia kustantaisi n. 1—2 miljoonaa euroa [44]. Asukkaiden saavutettavuus jäisi todennäköisesti heikommaksi kuin jo mainituissa jakotavoissa, koska yksikään asukas ei saisi pusseja suoraan kiinteistölle ja monelle matkaa pussien luokse saattaa kertyä useita kilometrejä.

Sortti-asemat voivat sijaita hyvin kaukana monelle asukkaalle, minkä vuoksi kierrätyskasvu jäänee matalammaksi kuin aiemmin mainituilla jakotavoilla. Absoluuttinen kustannus olisi tämän jakotavan etu olettaen, että huoltomiehet kuljettaisivat pusseja Sortti-asemille muiden huoltotöiden ohella ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Kustannusetu koskee Sortti-jakotapaa, jossa ei eSorttia hyödynnettäisi. Tässä jakotavassa on kuitenkin tärkeää huomioida, että pusseille ja astioille ei välttämättä saada paljon kysyntää, joten hukkakustannus jäisi suureksi.

Sortti-keräysautokierros saavuttaisi asukkaat heikommin kuin muut jakotavat. Syynä tähän on hyvin rajoittunut jakoaika. Lisäksi jakopaikat saattavat olla osalle asukkaista kaukana kotikiinteistöltä. Hukkakustannus jäisi mahdollisesti suuremmaksi kuin muissa jakotavoissa. Absoluuttiseen kustannukseen vaikuttaa pussien ja mahdollisten astioiden lisäksi Sortti-keräysautokierroksen järjestäminen ja jakajan palkkio. Näistä aiheutuu satojen tuhansien kustannus/Sortti-keräysautokierros.

Kierrätystavoitteiden vertailut perustuvat insinööriyöntekijän arvioihin ja muiden jäteyhtiöiden kokemuksiin, joten näihin tulee suhtautua varauksella. Myös kustannusten vertailu perustuu osittain arvioihin tarkemman tiedon puuttuessa. Insinööriyön jälkeen olisi aiheellista pohtia useiden eri jakotapojen käyttöä. Insinööriyöntekijä suosittelisi jakotapoina elintarvikemyymälöitä, rappukäytäviä ja pussien toimittajan hyödyntämistä jakamiseen. Lisäksi olisi pohdittava, onko

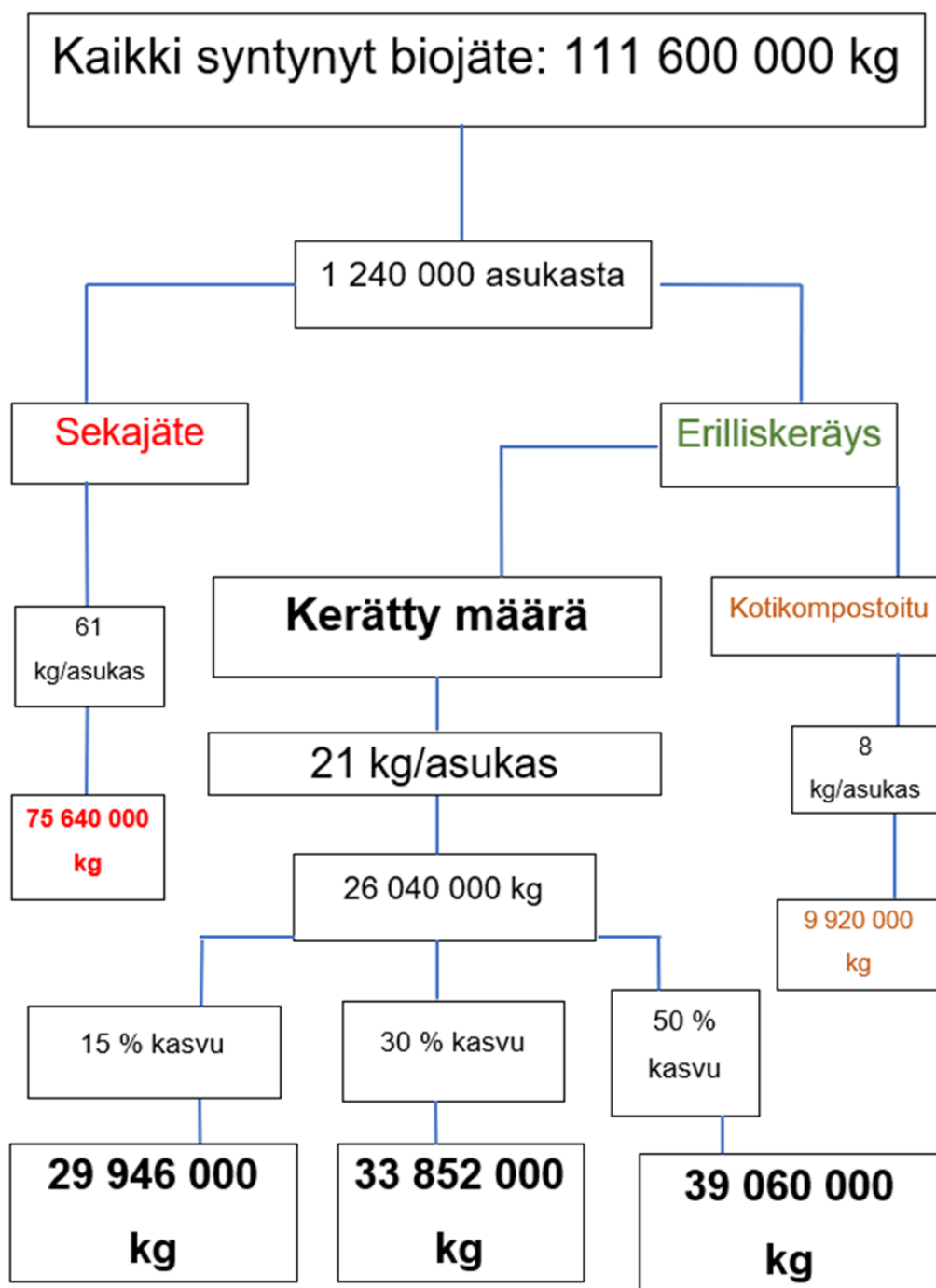
pusseja ja mahdollisia astioita mahdollista jakaa ilmaiseksi vai tulisiko asettaa pieni maksu niiden saamiseksi.

#### 5.4 Kerätty biojättemäärä

Ennen biojätteen erilliskerätyn määrän laskemista HSY:n kuljetuspalveluyksiköltä ja SePeltä selvitettiin, kuinka moni asukas HSY:n biojättesopimuksen mukaisesti erilliskerää biojätteen. Biojättesopimus kattaa asukkaat, joilta HSY kerää biojätteen, ja näille asukkaille jaettaisiin biojätepusseja. Kotikompostoitajat eivät sisälly biojättesopimuksessa mukana olevaan asukasmäärään [46]. Tämän lisäksi selvitettiin vuoden 2018 sekajätteen koostumustutkimuksen ja seudun jätelaskennan perusteella, kuinka paljon asukasta kohden keskimäärin syntyy biojätettä kaiken kaikkiaan, kuinka paljon päätyy sekajätteeseen ja erilliskeräykseen, kuinka paljon erilliskeräystä on kotikompostoitua ja kuinka paljon HSY:n keräämää. Tilastokeskukselta selvitettiin, kuinka paljon pääkaupunkiseudulla ja Kirkkonummella on asukkaita nykyään kymmenen tuhannen asukkaan tarkkuudella. Näin voitiin suhteuttaa vuoden 2018 luvuilla, kuinka paljon nykyisellä väestömäärällä syntyisi biojätettä yhteensä, kuinka paljon siitä päätyy sekajätteeseen ja erilliskeräykseen, kuinka paljon erilliskeräystä määrästä olisi HSY:n keräämää ja kuinka paljon kotikompostoitua.

Kuvassa 5 on vuokaaviona esitetty väestötiedot, keskimäärin asukasta kohden syntyvä sekajätteeseen, kotikompostointiin ja biojäteastiakeräykseen päätyvä biojättemäärä vuodessa sekä näiden kokonaismäärät vuodessa. Kaavion ylimpänä lukuna on kokonaismäärä kotitalouksissa syntyvälle biojätteelle, joka on laskettu odotusarvo koko väestölle. Kokonaisbiojättemäärä on sekajätteeseen päätyvän osuuden ja erilliskeräykseen päätyvän osuuden summa. Erilliskerätylle (eriteltynä kotikompostointiin ja kerättyyn määrään) ja sekajätteeseen päätyvälle biojättemäärälle on laskettu odotusarvon mukaiset kokonaismäärät, kun ennakkoon on tiedetty asukasta kohden keskimäärin syntyvät määrät. Pilotin perusteella pusseja jakamalla saadaan biojäteastioista kerättyä biojättemäärää nostettua 15 % [23]. Muiden jätteilyhtiöiden kokeilujen perusteella on kuitenkin mahdollista, että saavutetaan 30 %:n kasvu [30; 31; 40]. Tämän lisäksi kuvassa

on laskettu biojäteastioista kerätty biojättemäärä, jos kasvu olisi 50 %. Väestömäärä on ilmoitettu kymmenen tuhannen tarkkuudella ja massat on ilmoitettu kokonaislukuina ja kilogrammoina.



Kuva 5. Biojättemäärä väestön ja kierrätyksen mukaan [12; 25; 26; 47; 48].

Taulukossa 8 on eritelty pussien jakelun tuomat odotetut arvot erilliskerätyyn, biojäteastioista kerätyyn ja sekajätteestä kerätyyn biojättemääriin. Lisäksi on laskettu absoluuttinen kasvu, joka kertoo, kuinka paljon enemmän biojätettä saadaan biojäteastioihin pussit jakamalla. Määrät on ilmoitettu tonneina ja pyöristetty sadan tarkkuudella. Uudet arvot erilliskerätylle määrälle on saatu summaamalla kasvun jälkeiset biojäteastioihin päätyvät biojättemäärät kotikompostointiin päätyvällä määrällä. Sekajätteeseen päätyy biojätettä pussien jaon jälkeen saman verran vähemmän kuin mitä biojäteastioihin saadaan lisättyä. 15 %:n kasvun kohdalla sekajätteeseen päätyisi 29 946 000 kg – 26 040 000 kg = 3 906 000 kg aiempaa vähemmän. Sekajätteeseen päätyy tällöin 71 734 000 kg.

Taulukko 8. Uudet määrät biojätteen lajittelusta tonneina.

<b>Kasvu %</b>	<b>Erilliskerätty t</b>	<b>Kerätty t</b>	<b>Pussien vaikutus t</b>	<b>Sekajäte t</b>
15	39 900	29 900	3 900	71 700
30	43 800	33 900	7 800	67 800
50	49 000	39 100	13 000	62 600

Tässä työssä teoreettisella maksimilla tarkoitetaan, kuinka paljon pussien jaon jälkeen olisi teoriassa mahdollista saada biojätettä erilliskeräykseen. Tämä ei tarkoita, että kaikki syntynyt biojäte saataisiin erilliskeräykseen, koska kaikki pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen asukkaat eivät erilliskerää biojätettä. Pussien jako ei myöskään vaikuta kotikompostoituihin biojättemäärään, joten pusseilla vaikutetaan vain niihin asukkaisiin, jotka keräävät biojätteen biojäteastioihin. Nämä asukkaat asuvat kiinteistöillä, joilla on voimassa biojättesopimus HSY:n kanssa. HSY:n ja SePen tietojen mukaan näitä asukkaita on n. 930 000

[26; 27]. Teoreettisen maksimin saavuttaminen tarkoittaisi, että 930 000 asukkaan osalta kaikki biojäte päätyisi biojäteastiaan. Tämä voidaan laskea, kun tiedetään kuvan 5 tiedoilla sekajätteeseen päätyvä biojättemäärä asukasta kohden ja erilliskerätty biojättemäärä ennen pussien jakoa. Tulos saadaan laskemalla, kuinka paljon 930 000 asukkaalta päätyy biojätettä sekajätteeseen ennen pussien jakoa ja summaamalla vastaus ennen pussien jakoa erilliskeräykseen päätyvän biojättemäärän kanssa. Sekajätteeseen toistaiseksi päätyvä määrä biojättesopimuksessa mukana olevilla on

$$930\,000 \text{ asukasta} * 61 \frac{\text{kg}}{\text{asukasta}} = 56\,730\,000 \text{ kg} \approx 56\,700 \text{ t.}$$

Teoreettinen maksimi erilliskerätyn biojätteen kokonaismäärälle on

$$(56\,730\,000 + 26\,040\,000 + 9\,920\,000) \text{ kg} = 92\,690\,000 \text{ kg} \approx 92\,700 \text{ t.}$$

Biokaasun ja kompostin tuotannon laskuissa otetaan huomioon ainoastaan kiinteistöiltä biojäteastioihin kerätty biojättemäärä. Tällöin summataan 930 000 asukkaan osalta ennen pussien jakoa sekajätteeseen päätyvä biojättemäärä biojäteastioihin päätyvällä määrällä ennen pussien jakoa. Teoreettinen maksimi biojäteastioista kerätylle biojättemäärälle on

$$930\,000 \text{ asukasta} * 61 \frac{\text{kg}}{\text{asukasta}} + 26\,040\,000 \text{ kg} = 82\,770\,000 \text{ kg} \approx 82\,800 \text{ t.}$$

## 5.5 Biojätepussit, biokaasu ja komposti

Biojätepussien jakamisesta johtuva biokaasun ja kompostin lisääntyvä määrä voitiin laskea, kun oli selvillä, kuinka paljon on odotettavissa, että biojätettä saadaan kerättyä biojäteastioihin. Biokaasun osalta laskettiin määrät tonneina ja kuutiometreinä sekä kuinka paljon hyödynnettävää energiaa tällä määrällä saataisiin. Kompostin osalta laskettiin määrä vain tonneina, koska kompostia hyödynnetään mullan tuotannossa, ei energiana. Kompostin lisäksi laskettiin mullan määrä. Biokaasun ja kompostin osalta on laskettu teoreettinen maksimi, odotetut määrät ja pussien tuoma lisäys. Kompostia laskettaessa kompostilla

tarkoitetaan Ämmässuon biojätteen käsittelylaitoksella tuotettua kompostia, ei kotikompostia. Pussien osalta selvitettiin, kuinka tavallinen muovi, biohajoava muovi ns. tärkkelyspussi ja paperinen pussi vaikuttavat biojätteen käsittelyssä.

#### 5.5.1 Pussien materiaalin vaikutus biojätteen käsittelyssä

Jaettavien pussien materiaalilla on vaikutusta siihen, kuinka sitä voidaan käsitellä. Tavallista muovista pussia ei tulisi käyttää biojätepussina, koska se ei ole ollenkaan biohajoava. Tavallinen muovi ei toisin sanoen sovellu kompostointiin, eikä se hajoa mädätyksessäkään. Ensimmäisen kompostointivaiheen jälkeen poistetaan mahdollisimman hyvin vierasaineet, kuten pussit, joten tavallinen muovi saatetaan saada pois rejektinä kuljetettavaksi jätevoimalaitokselle poltettavaksi. Biojätteen käsittelylaitoksella tavallisesta muovipussista ei ole hyötyä.

Biohajoava muovi on valmistettu kompostoitavaksi, joten hajoaminen tapahtuu aerobisissa olosuhteissa. Mädätysprosessi tapahtuu anaerobisissa olosuhteissa, joten biohajoavan muovin päädyttyä hienon jakeen mukana biokaasulaitokselle se ei hajoa. Biohajoavia muovipusseja on kuitenkin kehitetty ja saattaa olla tuotteita, jotka hajoavat myös mädätyksessä. Biohajoava muovi todennäköisemmin päätyy kuitenkin karkean biojätteen mukana kompostoitavaksi. Kompostointiprosessia biohajoava muovi ei häiritse, mutta ensimmäisen kompostointivaiheen kestäessä vain kaksi viikkoa on havaittu, että biohajoava muovi ei ole kokonaan ehtinyt hajota. Vaikka kompostointiprosessissa biohajoavasta muovista ei ole haittaa, niin hyötyäkään siitä ei juuri ole. Hajoamistuotteena siitä syntyy lähinnä vettä ja hiilidioksidia. Vesi haihtuu ja hiilidioksidi vapautuu ilmaan.

Paperipussien käsittelyyn vaikuttaa kuljetuksen aikaiset olosuhteet. Jos paperipussit kostuvat kuljetuksen aikana, ne saattavat olla murskauksen jälkeen hyvin hienojakoisia. Tällöin paperipussi saattaa päätyä seulan läpi mädätykseen. Paperipussin ei pitäisi aiheuttaa kuitenkaan ongelmia mädätysprosessissa, vaikka paperikaan ei välttämättä ehdi vielä biokaasureaktorissa hajoamaan. Paperipussista ei synny kuitenkaan biokaasua. Paperipussin päätyessä

kompostoitavaksi siitä syntyy kompostia. Paperi ei kuitenkaan hajoa täysin, mutta muuttuu osin humusaineeksi. [20.]

### 5.5.2 Biokaasun määrä

Taulukossa 9 on Ämmässuon biojätteen käsittelylaitoksella laskennallisesti määriteltäviä arvoja sekä biokaasun ominaisuuksia, joita tarvitaan laskettaessa biokaasun tuotettua määrää.

Taulukko 9. Biokaasun tuotannon avainluvut [3, s. 9; 9, s. 39; 20].

Biojätteen määrä tonneina	Tuotettu biokaasu m <sup>3</sup>	Biokaasun tiheys kg/m <sup>3</sup>	Kaasu-moottorien hyötysuhde %	Biokaasun metaanipitoisuus %
1	100	1,3	83,8	58
Sähkön hyötysuhde 41,4 %			Lämmön hyötysuhde 42,4 %	

Tuotetun biokaasun kohdalla tulee ymmärtää, että noin puolet Ämmässuolle saapuvasta biojätteestä menee biokaasulaitokselle mädätykseen ja puolet kompostoitavaksi. Tämä tarkoittaa, että tonnista biojätettä noin puolet eli 0,5 t menee biokaasulaitokselle ja tästä voidaan tuottaa n. 100 m<sup>3</sup> biokaasua. Aiemmin laskettujen biojättemäärien avulla ja taulukon 9 tiedoilla voitiin laskea, kuinka paljon voitaisiin parhaimmillaan tuottaa biokaasua ja kuinka paljon odotusarvojen mukaisesti tuotettaisiin. Tilavuus tuotetulle biokaasulle saatiin kertomalla biojättemäärä tonneina sadalla kuutiometrillä / tonni biojätettä. Massa tuotetulle biokaasulle saatiin tiheyden ja tilavuuden tulona. Luvussa 2 kerrottiin, että metaanin energiasisältö on  $10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$ . Luvussa 2 lisäksi kerrottiin biokaasun energiasisällön määräytyvän metaanipitoisuuden mukaan. Ämmässuolla tuotetun biokaasun energiasisältö saatiin selville metaanin energiasisällön ja Ämmässuon biokaasun keskimääräisen metaanipitoisuuden tulona. Biokaasun energiasisältö Ämmässuolla on keskimäärin

$$10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} * 0,58 = 5,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}.$$

Kaavalla 3 laskettiin tuotetun biokaasun tilavuus.

$$V_{biokaasu} = m_{biojäte} * \frac{100 \text{ m}^3}{1 \text{ t}} \quad (3)$$

$V_{biokaasu}$  on tuotetun biokaasun tilavuus,  $\text{m}^3$ .

$m_{biojäte}$  on biojätteen massa, t.

kaavalla 4 laskettiin biokaasun massa teoreettiselle maksimiarvolle ja odotetuille arvoille.

$$m_{biokaasu} = V_{biokaasu} * \rho_{biokaasu} \quad (4)$$

$m_{biokaasu}$  on biokaasun massa, kg.

$V_{biokaasu}$  on tuotetun biokaasun tilavuus,  $\text{m}^3$ .

$\rho_{biokaasu}$  on biokaasun tiheys,  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

Hyödynnettävissä oleva energia saatiin biokaasun tilavuuden ja energiasisällön ja kaasumoottorien maksimaalisen hyötysuhteen tulona. Hyödynnettävissä oleva sähköenergia saatiin biokaasun tilavuuden ja energiasisällön ja sähkön hyötysuhteen tulona. Hyödynnettävissä oleva lämpöenergia saatiin biokaasun tilavuuden ja energiasisällön ja lämmön hyötysuhteen tulona. Kaavalla 5 laskettiin hyödynnettävissä oleva kokonais-, sähkö- ja lämpöenergia.

$$E_{hyöty} = V_{biokaasu} * 5,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} * \eta \quad (5)$$

$E_{hyöty}$  on hyödynnettävissä oleva energia, kWh.

$V_{biokaasu}$  on tuotetun biokaasun tilavuus,  $\text{m}^3$ .



$\eta$  on hyötysuhde.

Taulukossa 10 on koonti odotettujen arvojen ja teoreettisten maksimiarvojen tuloksista. Massat ja energiat on taulukossa pyöristetty sadan tarkkuudella. Massan yksikkönä on tonni ja energian yksikkönä on megawattitunti. Hyödynnettävissä oleva energia on hyödynnettävissä olevan sähkön ja lämmön summa. Taulukon arvot aiheuttavat 15 %:n, 30 %:n ja teoreettisen maksimin kohdalla pyöristysten vuoksi eron summatessa.

Taulukko 10. Odotetut kasvut ja teoreettinen maksimi.

Kasvu	Biojättemäärä t	Tuotettu biokaasu m <sup>3</sup>	Tuotettu biokaasu t	Hyödynnettävissä oleva energia / sähkö / lämpö MWh
15 %	29 900	2 990 000	3 900	14 500 / 7 200 / 7 400
30 %	33 900	3 390 000	4 400	16 500 / 8 100 / 8 300
50 %	39 100	3 910 000	5 100	19 000 / 9 400 / 9 600
Teoreettinen maksimi	82 800	8 280 000	10 800	40 200 / 19 900 / 20 400

15 %:n kasvun tapauksessa kaikki hyödynnettävissä oleva energia vastaa n. 24 200 sähkökiukaan vuosittaista kulutusta kahden asukkaan kerrostaloasunnoissa. Sähköenergialla voitaisiin kattaa samassa asumismuodossa n. 16 700 kylmälaitteen vuosittainen käyttö ja lämpöenergiaa vastaavalla energialla voitaisiin kattaa n. 4 900 ei-sähkölämmitteisen omakotitalon LVI-laitteiden vuosittainen käyttö. 30 %:n kasvun tapauksessa vastaavat lukemat ovat n. 27 500 sähkökiuasta, n. 18 800 kylmälaitetta ja n. 5 500 LVI-laitteen käyttö.

50 %:n kasvun tapauksessa vastaavat lukemat ovat n. 31 700 sähkökiuasta, n. 21 900 kylmälaitetta ja n. 6 400 LVI-laitteen käyttö. Teoreettisen maksimin mukaisella saadulla sähköenergialla voitaisiin valaista vuodeksi kolmen asukkaan kerrostaloasuntoja n. 40 000. Jos kaikki hyödynnettävä energia menisi kolmen asukkaan kerrostaloasuntojen valaistukseen, voitaisiin valaista n. 80 000 asuntoa vuodeksi. Lasketulla hyödynnettävissä olevalla lämpöenergialla voitaisiin n. 15 700—25 500 asukkaan käyttövesi lämmitellä vuodeksi. [49; 50; 51.]

Työtä varten haluttiin vielä selvittää, kuinka suuri vaikutus pusseilla on tuotetun biokaasun määrään. Aiemmin biojättemääriä laskettaessa selvitettiin pussien vaikutus biojäteastioista kerättyyn biojättemäärään. Taulukossa 11 on koonti pussien vaikutuksista tuotetun biokaasun ja energian arvoihin. Massat ja energiat megawattitunteina on ilmoitettu sadan tarkkuudella, biojättemäärä on ilmoitettu tonneina. Biojättemäärä odotetuille kasvuille vastaa taulukon 8 muuttujaa pussien vaikutus t. Teoreettiselle maksimille saatu biojättemäärä on aiemmin laskettu luvussa 5.4.

Taulukko 11. Pussien tuoma lisäys.

<b>Kasvu</b>	<b>Biojättemäärä t</b>	<b>Tuotettu biokaasu m<sup>3</sup></b>	<b>Tuotettu biokaasu t</b>	<b>Hyödynnettävissä oleva energia / sähkö / lämpö MWh</b>
15 %	3 900	390 000	500	1 900 / 900 / 1 000
30 %	7 800	780 000	1 000	3 800 / 1 900 / 1 900
50 %	13 000	1 300 000	1 700	6 300 / 3 100 / 3 200
Teoreettinen maksimi	56 700	5 670 000	7 400	28 000 / 13 600 / 13 900

15 %:n kasvulla saatu hyödynnettävä energia vastaa vuodessa n. 3 200 kolmen asukkaan rivitaloasunnon ruoanvalmistukseen ja astioiden pesuun kulutettavaa energiaa. Hyödynnettävä sähköenergia vastaa samassa asumismuodossa n. 1 500 asunnon vuotuisen kodin elektroniikan käytön. Lasketulla hyödynnettävissä olevalla lämpöenergialla voitaisiin n. 800—1300 asukkaan käyttövesi lämmitellä vuodeksi. Vastaavat lukemat 30 %:n kasvulla ovat n. 6 300 kolmen asukkaan rivitaloasunnon ruoanvalmistukseen ja astioiden pesuun kulutettava energia, n. 3 200 asunnon kodin elektroniikan käyttö ja 1 500—2 400 asukkaan käytettävän veden lämmittäminen.

50 %:n kasvulla vastaavat lukemat ovat n. 10 500 kolmen asukkaan rivitaloasunnon ruoanvalmistukseen ja astioiden pesuun kulutettava energia, n. 5 200 asunnon kodin elektroniikan käyttö ja n. 2 500—4 000 asukkaan käytettävän veden lämmittäminen. Teoreettiselle maksimille vastaavat lukemat ovat n. 46 700 kolmen asukkaan rivitaloasunnon ruoanvalmistukseen ja astioiden pesuun kulutettava energia, n. 22 700 asunnon kodin elektroniikan käyttö ja n. 10 700—17 400 asukkaan käytettävän veden lämmittäminen. [50; 51]

### 5.5.3 Kompostin määrä

Ämmässuon biojätteen käsittelylaitoksella on laskennallisesti määritelty, että tonnista biojätettä saadaan 170 kg eli 0,17 t kompostia. Multaa saadaan 4—5 kertainen määrä kompostiin verrattuna. [22.] Kuten biokaasun kohdalla, myös tässä on huomioitava, että tonni biojätettä jakaantuu siten, että hienona jakeena biokaasulaitokselle menee n. puolet ja kompostointiin karkeana jakeena menee n. puolet. Tuotettu kompostin määrä saadaan biojättemäärän ja tuotetun kompostin määrän biojätetonna kohden tulona kaavan 6 mukaisesti.

$$m_{komposti} = m_{biojäte} * \frac{0,17 \text{ t}}{1 \text{ t}} \quad (6)$$

$m_{komposti}$  on tuotetun kompostin massa, t.

$m_{biojäte}$  on biojätteen massa, t.

Taulukossa 12 on koonti tuotetun kompostin ja mullan arvoista. Arvot on pyöristetty sadan tarkkuudella ja ilmoitettu tonneina. 15 %:n, 30 %:n ja 50 %:n kasvuja ja teoreettista maksimia vastaavat biojättemäärät löytyvät taulukosta 10.

Taulukko 12. Tuotetun kompostin määrät.

Arvo	Biojättemäärä t	Tuotettu komposti t	Mullan määrä t
15 % kasvu	29 900	5 100	20 400—25 500
30 % kasvu	33 900	5 800	23 200—29 000
50 % kasvu	39 100	6 600	26 400—33 000
Teoreettinen maksimi	82 800	14 100	56 400—70 500

Taulukkoon 13 on laskettu tulokset pussien jaon vaikutuksesta tuotetun kompostin määrään. Arvot on laskettu 15 %:n, 30 %:n ja 50 %:n odotetuille kasveille ja teoreettiselle maksimille. Biojättemäärät löytyvät myös taulukosta 11. Arvot on pyöristetty sadan tarkkuudelle.

Taulukko 13. Pussien vaikutus tuotettuun kompostimäärään.

Arvo	Biojättemäärä t	Tuotettu komposti t	Mullan määrä t
15 % kasvu	3 900	700	2 800—3 500
30 % kasvu	7 800	1 300	5 200—6 500
50 % kasvu	13 000	2 200	8 800—11 000
Teoreettinen maksimi	56 700	9 600	38 000—48 000

Ämmässuolla valmistettu multa soveltuu puutarhamullaksi ja viherrakentamiskäyttöön. Multa on myynnissä Sipoon metsäpirtissä [52].

## 5.6 Kierrätysasteen kasvu

Kierrätysasteen kasvu laskettiin sekä biojätteelle että kotitalousjätteelle. Kuten biokaasun ja kompostin osalta, myös kierrätysasteen kasvussa tutkittiin teoreettista maksimia, odotettua nousua ja pussien vaikutusta kasvuun. Myös kierrätysasteen kasvua tutkittaessa käytettiin vuoden 2018 lukuja, koska tällöin oli toistaiseksi viimeisin tieto biojätteen kokonaismäärästä asukasta kohden. Nämä luvut suhteutettiin elokuun 2021 pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen väestömäärään, jonka avulla laskettiin kokonaismäärä syntyneelle biojätteelle, erilliskerätylle biojätteelle, sekajätteeseen päätyvälle biojätteelle, kotitalousjätteelle, kierrätetylle kotitalousjätteelle ja energiahyödynnettävälle kotitalousjätteelle. Kierrätysasteiden tulokset on pyöristetty yhden desimaalin tarkkuudelle.

Biojätteen kierrätysasteen osalta teoreettinen maksimi voitiin laskea, kun kuvan 5 perusteella saatiin kokonaismäärä syntyvälle biojätteelle ja luvun 5.4 lopussa laskettiin teoreettinen maksimiarvo erilliskerätylle biojätteelle. Vastaavasti saatiin odotetut kierrätysasteet käyttäen odotettuja erilliskerättyjä määriä. Kaavalla 7 laskettiin kierrätysaste erilliskerätyn määrän ja kokonaismäärän osamääränä ja saatu osamäärä kerrottiin sadalla prosentilla.

$$Kierrätysaste = \frac{m_{erilliskerätty}}{m_{kaikki}} * 100 \% \quad (7)$$

$m_{erilliskerätty}$  on erilliskerätty määrä.

$m_{kaikki}$  on syntyneen jättejakeen kokonaismäärä.

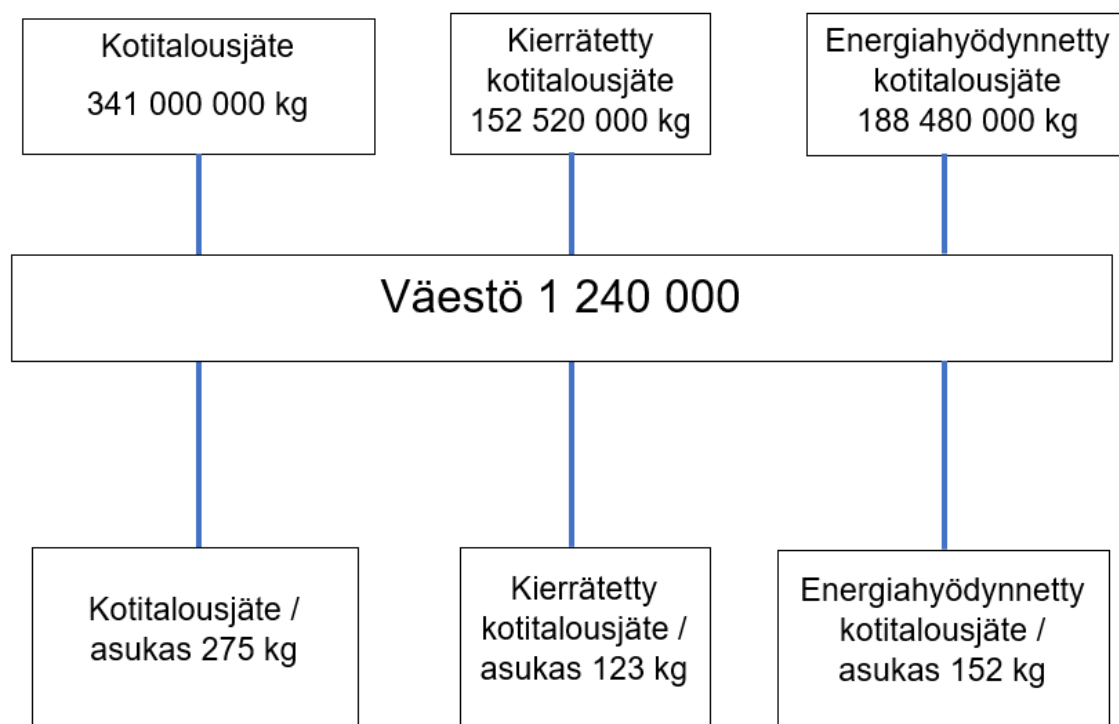
Taulukossa 14 on koonti lasketuista kierrätysasteista ja kierrätysasteen kasvuista biojätteen osalta. Kierrätysastetta varten erilliskerätyt määrät odotetuille kasvuille saatiin taulukosta 8. Kuvasta 5 saatiin biojätteen kokonaismäärä eli kaikki syntynyt biojäte. Tämä arvo muutettiin tonneiksi. Kuvasta 5 määritettiin myös erilliskerätty määrä ennen pussien jakoa, kun kotikompostoitu määrä summattiin biojäteastioista kerätyn määrän kanssa ennen kasvua. Teoreettisen maksimin erilliskerätty määrä oli laskettu luvussa 5.4. Taulukon 13

Arvosarakkeen kasvut tarkoittavat kasvua biojäteastioista kerätyssä biojätelmäärässä. Kierrätysasteiden kasvu prosentteina laskettiin kaavan 2 avulla, kun Arvo<sub>ennen</sub> oli ennen pussien jakoa saatu kierrätysaste ja Arvo<sub>jälkeen</sub> oli kasvun jälkeinen kierrätysaste. Kasvu prosenttiyksiköinä laskettiin vähentämällä uusi kierrätysasteen arvo kierrätysasteen arvolla ennen pussien jakoa. Arvot on pyöristetty yhden desimaalin tarkkuudelle.

Taulukko 14. Biojätteen kierrätysasteen arvot.

Arvo	Kierrätysaste	Kasvu prosentteina	Kasvu prosenttiyksiköinä
Ennen pussien jakoa	32,2 %	0 %	0
15 % kasvu kerätyssä	35,7 %	10,9 %	3,5
30 % kasvu kerätyssä	39,2 %	21,7 %	7
50 % kasvu kerätyssä	43,9 %	36,3 %	11,7
Teoreettinen maksimi	83,1 %	158,1 %	50,9

Kotitalousjätteen kierrätysasteen kasvua varten laskettiin kokonaismäärä kotitalousjätteelle, kierrätykseen päätyvälle osuudelle ja energiahyötykäyttöön päätyvälle osuudelle ennen pussien jakamista, kun tiedettiin keskimäärin asukasta kohden syntyvät arvot. Kuva 6 on vuokaavio kokonaismääristä ja keskimäärin asukasta kohden syntyvistä määristä.



Kuva 6. Kotitalousjätteen määrä jaoteltuna [5; 12].

Tonneina sadan tarkkuudella luvut ovat 341 000 t, 152 500 t ja 184 500 t.

Näistä kierrätysasteiden laskemiseen hyödynnettiin kahta ensimmäistä. Kotitalousjätteen osalta muutos syntyy, kun biojätettä saadaan erilliskerättyä enemmän. Toisin sanoen biojätettä päätyy vähemmän sekajätteen joukossa energiahyödynnettäväksi ja enemmän kierrätettäväksi. Muiden kotitalousjättejakeiden osalta ei oleteta tapahtuvan muutosta.

Taulukossa 15 on koonti lasketuista kierrätysasteista kotitalousjätteen osalta. Myös kotitalousjätteiden kierrätysaste laskettiin kaavalla 7 ennen pussien jakoa, 15 %:n, 30 %:n ja 50 %:n kasvuille ja teoreettiselle maksimiarvolle. Erilliskerätty määrä ennen pussien jakoa on kuvan 6 kierrätetty kotitalousjätteen kokonaismäärä ilmoitettuna tonneina sadan tarkkuudella. Odotetuille kasvuille erilliskerätty määrä saatiin summaamalla taulukon 8 sarakkeen pussien vaikutus t -arvot kierrätetyn kotitalousjätteen kokonaismäärällä ennen pussien jakoa. Teoreettiselle maksimille erilliskerätty määrä saatiin summaamalla luvussa 5.4 ilmoitettu 930 000 asukkaan toistaiseksi sekajätteeseen päätyvä biojättemäärä

kierrätetyn kotitalousjätteen kokonaismäärällä ennen pussien jakoa. Arvosarakeen kasvut tarkoittavat kasvua biojäteastioista kerätyssä biojättemäärässä. Kasvu prosentteina ja prosenttiyksiköinä laskettiin samalla periaatteella kuin biojätteelle taulukossa 14. Arvot on pyöristetty yhden desimaalin tarkkuudelle.

Taulukko 15. Kotitalousjätteen kierrätysasteet.

Arvo	Kierrätysaste	Kasvu prosentteina	Kasvu prosenttiyksiköinä
Ennen pussien jakoa	44,7 %	0 %	0
15 % kasvu kerätyssä	45,9 %	2,7 %	1,2
30 % kasvu kerätyssä	47,0 %	5,1 %	2,3
50 % kasvu kerätyssä	48,5 %	8,5 %	3,8
Teoreettinen maksimi	61,3 %	37,1 %	16,6

Tuloksista voidaan havaita, että HSY:n tavoite saada vähintään 60 % kotitalousjätteistä kierrätettyä vuonna 2025 voitaisiin saavuttaa jopa yksinomaan nostamalla biojätteen kierrätysastetta. Tämä vaatisi, että jaettavilla biojätepusseilla saavutettaisiin lähes teoreettinen maksimi. Vaikka pussien jakamisella saavutetaisiinkin teoreettinen maksimi, niin vain 83,1 % biojätteestä kierrätettäisiin ja 16,9 % menisi sekajätteeseen.

## 6 Yhteenveto

Insinööriyössä selvitettiin muiden jäteyhtiöiden kokemuksia biojätepussien jakamisesta, millaisia jakotapoja voitaisiin käyttää pussien jakamiseen ja kuinka suuret kustannukset niistä aiheutuisivat, kuinka biojätepussien jakaminen vaikuttaisi biojätteen kerätyyn määrään, miten jaettavat biojätepusset vaikuttaisivat biojätteen käsittelyyn, kuinka paljon enemmän tuotettaisiin biokaasua ja kompostia ja kuinka paljon kierrätysaste kasvaisi. Lisäksi suoritettiin hintatiedustelua eri pussivalmistajien välillä HSY:tä varten. Muiden jäteyhtiöiden kokemukset antoivat hyvää tietoa asukkaiden kokemuksista ja lajitteluinnoista.



Kiinteistöille pusseja jaettaessa biojätteen erilliskeräys lisääntyi. Lisäksi Pirkanmaan jätehuollon kokeilun kysely paljasti, että pusseja haluttaisiin jatkossakin noutaa mm. myymälöistä. Muiden jäteyhtiöiden kokeilut ovat olleet huomattavasti pienempiä kuin pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen asukkaille jaettava toteutus olisi. Suuri asukasmäärä tuo haasteita toteuttaa pussien ja mahdollisten astioiden jako onnistuneesti.

Työn aikana selvisi biojätepussien jakotapojen haasteellisuus. Jaettavien kohteiden ja pussien määrä tuo haasteita kustannusten ja säilyttämiseen tarvittavan tilan vuoksi. Yksinkertaista suunnitelmaa ei tältä osin saatu, mutta annettiin useita vaihtoehtoja käytännön toteutusta varten. Jakotapojen kustannuslaskelmat olivat suuntaa antavia, sillä kaikkia kustannuksia ei onnistuttu selvittämään ja kilpailutuksen vuoksi kaikkia tarkkoja kustannuksia ei voitu paljastaa. Pussien ja astioiden kustannusten suuruuksia voidaan pitää luotettavina ja ne antavat pohtimisen aihetta, kuinka kustannukset katetaan. On huomioitava, että kustannuksia syntyy pussien ja astioiden lisäksi muustakin, kuten kuljetuksesta ja yhteistyökumppanien vaatimista maksuista.

Biojätteen käsittelyn kannalta paperinen pussi olisi suositeltava, mutta biomuovipussikaan ei häiritse kompostointiprosessia. Pilottivaiheen ja muiden jäteyhtiöiden kokeilujen perusteella 15 %:n ja 30 %:n kasvut erilliskerätyssä biojätteen määrissä ovat saavutettavissa pussien jaon avulla. Näissä kokeiluissa on jaettu pussit suoraan kiinteistöille. Alueelliset erot saattavat vaikuttaa isommassa toteutuksessa kierrätysasteeseen.

Työn avulla saatiin selville, että pelkästään biojätteen erilliskeräyksellä voitaisiin saavuttaa HSY:n tavoite 60 %:n kierrätysasteesta kotitalousjätteelle vuonna 2025. Tämä vaatisi kuitenkin lähes teoreettisen maksimin saavuttamista. Työssä käytettiin vuoden 2018 keskimääräisiä lukuja asukasta kohden syntyvästä biojätteestä, koska tällöin oli viimeisin tieto sekä sekajätteeseen päätyvästä että erilliskeräykseen päätyvästä biojättemäärästä. Kokonaismäärää laskettaessa hyödynnettiin elokuun 2021 väkilukua, mutta on huomioitava, että erilliskerätty biojättemäärä asukasta kohden vuonna 2020 oli n. 3 kg enemmän

kuin vuonna 2018. Tämän vuoksi todellisuudessa erilliskerätty biojättemäärä, tuotetun biokaasun, kompostin ja mullan määrä voivat olla laskettuja arvoja suurempia. Vuoden 2018 lukuja käytettiin, jotta voitiin määritellä teoreettiset maksimit, biojätteen kierrätysaste ja kokonaiskuva syntyneen biojätteen määrästä, jossa erilliskerätty biojättemäärä on jaettu kotikompostoituihin ja biojäteastioista kerättyyn määrään.

Syksyllä 2021 suoritettiin jälleen sekajätteen koostumustutkimus, jossa selvisi sekajätteeseen päätynyt biojättemäärä. Kun seudun jätelaskenta määrittää vuoden 2021 erilliskerätyn biojättemäärän jaoteltuna kotikompostoituihin osuuteen ja kerättyyn osuuteen, voidaan insinööriyön laskukaavoilla laskea uudet arvot. Kotitalousjätteen kierrätetty määrä on vaihdellut vuosien aikana suuntaan ja toiseen, joten tälle laskettu kierrätysaste on melko tarkka. Kierrätysaste saattaa olla hieman korkeampi, jos biojätteen kierrätysaste on kasvanut vuodesta 2018.

Tutkimustyötä voisi jatkaa selvittämällä, millaisia kustannuksia elintarvikemylöiden osalta tulisi, jos jakoa toteutettaisiin näiden kautta. Lisäksi voitaisiin suorittaa asukaskyselyitä, jotta selviäisi, miten pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen asukkaat toivoisivat saavan biojätepusseja käyttöön. Asukaskyselyissä voisi olla insinööriyössä mainitut vaihtoehdot. Asukaskyselyjen tulokset auttaisivat selvittämään, mitä jakotapoja kannattaisi käyttää. Tärkeää olisi myös selvittää, kuinka kustannukset voitaisiin kattaa. Asukaskyselyllä voisi selvittää esimerkiksi, olisivatko kotitaloudet valmiita maksamaan vuosittain 160 pussista 0,01—0,05 euroa / pussi / kotitalous. Tällä voitaisiin kattaa pussien aiheuttamat kustannukset ja yksittäisen pussin kustannus pysyy siedettävänä. Työn tuloksia hyödynnetään lähdetäessä suorittamaan käytännön toteutusta eli pussien ja mahdollisten astioiden jakoa pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen asukkaille. Saavutettavissa olevat hyödyt tiedetään ja jakotapoja on kerrottu useita, jotta niistä voi valita sopivimman tai sopivimmat.

Insinööriyön aikana opittiin aiheen lisäksi ajan käytön merkitys. Jatkossa suunnitelmassa olisikin hyvä huomioida myös pohdintaan käytettävät työtunnit.

## Lähteet

- 1 Biodegradable waste. Verkkoaineisto. Euroopan komissio. <[https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/biodegradable-waste\\_fi](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/biodegradable-waste_fi)>. Luettu 27.8.2021.
- 2 Biokaasu. Verkkoaineisto. Suomen biokierto & biokaasu ry. <<https://biokierto.fi/biokaasu/>>.
- 3 Swedish Gas Technology Centre Ltd (SGC). 2012. Basic data on biogas. E-kirja. © SGC.
- 4 Bidlingmaier, W; De Bertoldi, M; Diaz, Luis. F.; Stentiford, E. 2007. Compost science and technology. E-kirja. Elsevier Ltd.
- 5 Jättemäärät ja kierrätysaste. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <Jättemäärät ja kierrätysaste - HSY>. Luettu 17.9.2021.
- 6 Laki jätelain muuttamisesta. 2021. 714/15.7.2021.
- 7 Jätelaki. 2011. 646/17.6.2011.
- 8 Jätesäädöspaketti. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/jatesaadospaketti>>. Luettu 17.9.2021.
- 9 2021\_Biojätteen\_kasittely\_Suomeksi. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY.
- 10 Uusiutuva energia. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia)>. Luettu 4.11.2021.
- 11 Holopainen, Martti; Nummenmaa, Lauri; Pulkkinen, Pekka. 2014. Tilastollisten menetelmien perusteet. 1. painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- 12 Väestörakenteen ennakkotiedot muuttujina Kuukausi, Alue ja Tiedot. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <[https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_vrm\\_\\_vamu/statfin\\_vamu\\_pxt\\_11lj.px](https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__vrm__vamu/statfin_vamu_pxt_11lj.px)>. Luettu 14.10.2021.
- 13 Pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen jätehuoltomääräykset. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <[https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun-ja-kirkkonummen-jatehuoltomaaraykset.html#c\\_4\\_otsikko\\_1](https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun-ja-kirkkonummen-jatehuoltomaaraykset.html#c_4_otsikko_1)>. Luettu 9.11.2021.
- 14 Jäteasiat vuodesta 2021. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. <<https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/jateasiat-vuodesta-2021/>>. Luettu 24.9.2021.

- 15 Sähkön ja lämmön tuotanto. Verkkoaineisto. Vantaan energia.  
<<https://www.vantaanenergia.fi/ykv/ykv-2019/sahkon-lammon-tuotanto/>>. Luettu 25.10.2021.
- 16 Sortti-asemat. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <<https://www.hsy.fi/sorttiasemat>>. Luettu 1.10.2021.
- 17 Koivukylän Sortti-pienasema. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <<https://www.hsy.fi/sorttipienasema>>. Luettu 9.11.2021.
- 18 Keräysautot. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <<https://www.hsy.fi/keraysautot>>. Luettu 24.9.2021.
- 19 Kodin vaarallisen jätteen keräyspisteet. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <<https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kier-ratys/kodin-vaarallisen-jatteen-kerayspisteet/>>. Luettu 24.9.2021.
- 20 Gareis, Christoph. Toimintovastaava, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY, Helsinki. Haastattelu 7.9.2021.
- 21 Biojätteen esikäsittely. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <<https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/biojätteen-hy-odyntaminen/>>. Luettu 24.9.2021.
- 22 Biojättemäärät. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY.
- 23 Maksuttomat biojätepussit innostivat opiskelijoita lajittelemaan biojätteet. Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <<https://www.hsy.fi/ymparistotieto/tiedotteet/maksuttomat-biojatepussit-in-nostivat-opiskelijoita-lajittelemaan-biojatteet/>>. Luettu 24.9.2021
- 24 Valtonen, Saara. 2021. Projekti-insinööri, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY, Helsinki. Sähköposti 23.9.2021.
- 25 Miten muutosprosentti lasketaan. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <[https://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta\\_10\\_01\\_melkas.html](https://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta_10_01_melkas.html)>. Luettu 9.11.2021.
- 26 Kaikki\_voimassaolevat\_biojättesopimukset 12.8.2021. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY.
- 27 biojättesopimukset\_kiinteistot\_asukkaat\_asunnot. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY.
- 28 Ahonen, Kirsi. Paikkatietoasiantuntija, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY, Helsinki. Sähköposti 5.10.2021.

- 29 Forssan kaupungin jätelautakunta. Verkkoaineisto. Loimi-Hämeen jätehuolto Oy:n yhteistoiminta-alueen jätelautakunta. <<https://www.jateltk.fi/>>. Luettu 23.9.2021.
- 30 Suuri pussitus -kampanjan tuloksia jo nähtävissä. Verkkoaineisto. Loimi-Hämeen jätehuolto Oy. <<https://www.lhj.fi/kotitaloudet/uutiset/?new-sid=462&newstitle=Suuri+pussitus+%E2%80%93kampanjan+tuloksia+jo+n%C3%A4ht%C3%A4viss%C3%A4>>. Luettu 22.10.2021.
- 31 Naatula, Mirva. 2021. Ympäristöneuvoja, Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy, Forssa. Sähköposti 22.10.2021.
- 32 Naatula, Mirva. 2021. Ympäristöneuvoja, Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy, Forssa. Sähköposti 6.9.2021.
- 33 Ympäristölle paras Pirkanmaan jätehuolto. Verkkoaineisto. Pirkanmaan jätehuolto Oy. <<https://pjhoy.fi/yhtio/pirkanmaan-jatehuolto/>>. Luettu 23.9.2021.
- 34 Näin palvelemme sinua. Verkkoaineisto. Pirkanmaan jätehuolto Oy. <<https://pjhoy.fi/yhtio/pirkanmaan-jatehuolto/yhtion-palvelut/>>. Luettu 23.9.2021.
- 35 Ojala, Saana. 2021. Toimintajärjestelmäasiantuntija, Pirkanmaan Jätehuolto Oy, Tampere. Sähköposti 8.9.2021.
- 36 Toiminnan kuvaus Verkkoaineisto. Ab avfallsservice Stormossen Oy. <<https://www.stormossen.fi/yrityskuvaus/>>. Luettu 23.9.2021.
- 37 Ruostekoski, Seppo. 2021. Palvelupäällikkö, Ab avfallsservice Stormossen Oy, Koivulahti. Haastattelu 28.9.2021.
- 38 Pienempi kuorma huomiselle. Verkkoaineisto. Lounais-Suomen jätehuolto Oy. <<https://www.lsjh.fi/fi/yritys-ja-ymparisto/lounais-suomen-jatehuolto-oy/>>. Luettu 23.9.2021.
- 39 Hilma. Verkkoaineisto. Kuntaliitto. <<https://www.hankinnat.fi/eu-hankinta/ilmoittaminen/hilma>>. Luettu 22.9.2021.
- 40 Nurmi, Solja. 2021. Ympäristöneuvoja, Lounais-Suomen Jätehuolto Oy, Salo. Sähköposti 22.9.2021.
- 41 Siekkinen, Kati. 2021. Palvelupäällikkö, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. Sähköposti 6.10.2021.
- 42 Nuutinen, Juho. 2021. Käyttöpäällikkö, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. Haastattelu 5.11.2021.
- 43 Nuutinen, Juho. 2021. Käyttöpäällikkö, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. Sähköposti 16.11.2021.

- 44 Kiviranta, Maarit. 2021. Toimintovastaava, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. Sähköposti 23.9.2021.
- 45 Alin, Meeri. 2021. Projekti-insinööri, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. Helsinki. Sähköposti 13.10.2021.
- 46 Valtonen, Saara. 2021. Projekti-insinööri, Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY, Helsinki. Sähköposti 19.10.2021.
- 47 Weckman, Andrea. 2021. Kiertotalousasiantuntija, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. Sähköposti. 15.10.2021.
- 48 Weckman, Andrea. 2021. Kiertotalousasiantuntija, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. Sähköposti. 14.9.2021.
- 49 Kodin sähkönkulutus. Verkkoaineisto. Vattenfall. <<https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/>>. Luettu 27.10.2021.
- 50 Sauna ja kylpyhuone. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/hyva\\_arki\\_kotona/sauna\\_ja\\_kylpyhuone](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/sauna_ja_kylpyhuone)>. Luettu 28.10.2021.
- 51 Sähkön kulutus yksiössä, kaksiossa ja omakotitalossa. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://yhdedssa.fortum.fi/sahkonkulutus>>. Luettu 28.10.2021.
- 52 Koe kasvun ihme! Verkkoaineisto. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. <<https://metsapirtinmulta.fi/metsapirtin-multatuotteet/>>. Luettu 28.10.2021