



JÄTTEEN ERILLISKERÄYKSEN VAIKUTUS POLTETTAVAN JÄTTEEN ENERGIAMÄÄRÄÄN JA OMINAISUUksiIN

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Maisteriohjelma Sustainability Science and Solutions, Diplomityö

2022

Kalle Elfving

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen

TkT Kati Manskinen

Ohjaajat: TkT Kati Manskinen

Hanna Alatalo

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Energiajärjestelmät

Ympäristötekniikka

Kalle Elfving

Jätteen erilliskeräyksen vaikutus poltettavan jätteen energiamäärään ja ominaisuuksiin

Ympäristötekniikan diplomityö

2022

100 sivua, 27 kuvaa, 18 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen ja TkT Kati Manskinen, Toimitusjohtaja, Kymenlaakson Jäte Oy

Ohjaajat: TkT Kati Manskinen, Toimitusjohtaja, Kymenlaakson Jäte Oy ja Hanna Alatalo, Projektipäällikkö, Kaakkois-Suomen hankintarengas

Avainsanat: Diplomityö, yhdyskuntajäte, erilliskeräys, jätteenpoltto

Tässä diplomityössä tutkitaan jätteen erilliskeräyksen vaikutusta polttoon ohjattavan yhdyskuntajätteen energiamäärään ja ominaisuuksiin. Yhdyskuntajätteen saatavuus polttoa varten voi heikentyä merkittävästi tulevaisuudessa sekajätteen korkean kysynnän ja kierrätyksen tehostumisen takia. Täten jätemäärien ennakointi on ajankohtaista etenkin jätettä toimittaville ja vastaanottaville tahoille.

Työn taustaselvityksessä tarkasteltiin jätelainsäädännön uudistuksia ja jätteenpolton nykytilaa sekä tulevaisuuden näkymiä Suomessa ja muualla Euroopassa. Työssä toteutettiin skenaariotarkastelu, jossa tutkittiin erilliskeräyksen vaikutuksia Kaakkois-Suomen hankintarengasalueella syntyvän sekajätteen energiamäärään ja ominaisuuksiin. Kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajentumisen todettiin vähentävän tutkimusalueen sekajätteen energiamäärää jopa 18 % lähtötilanteesta. Lajittelutehokkuuden kasvattamisella on potentiaalia vähentää sekajätteen energiamäärää vielä 10 %-yksikköä lisää. Erityisesti lajittelutehokkuuden kasvun ennakointi on vaikeaa, mikä vaikeuttaa myös jätemäärien ennakointia. Tulosten perusteella todettiin, että sekajätteen energiamäärän muutos on vahvasti sidoksissa sekajätteen määrän vähentymiseen, sekajätteen tehollisen lämpöarvon muuttuessa vain vähän.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

LUT School of Energy Systems

Environmental Technology

Kalle Elfving

The effect of separate collection of waste on the energy content and properties of municipal solid waste directed to incineration

Master's thesis

2022

100 pages, 27 figures, 18 tables and 1 appendice

Examiners: Professor Mika Horttanainen and D.Sc. (Tech.) Kati Manskinen, CEO, Kymenlaakson Jäte Oy

Supervisors: D.Sc. (Tech.) Kati Manskinen, CEO, Kymenlaakson Jäte Oy and Hanna Alatalo, Project manager, Kaakkois-Suomen hankintarengas

Keywords: Master's thesis, municipal solid waste, source separation, separate collection, waste incineration, waste-to-energy

This master's thesis assesses the effects of separate collection of waste on the energy content and properties of municipal solid waste directed to waste incineration. The high demand of mixed waste and increasing recycling can hamper the availability of municipal solid waste for incineration. Forecasting waste volumes is therefore a timely matter, especially for parties that deliver and receive waste.

The background study focuses on examining the reforms in waste legislation and the current state and prospects of waste incineration in Finland and elsewhere in Europe. A scenario analysis was conducted to assess the effects of separate collection of waste on the energy content and properties of the mixed waste generated in Kaakkois-Suomen hankintarengas area. The expansion of separate collection of waste reduces the energy amount of mixed waste in the study area by up to 18 % from the base level. Increasing sorting efficiency has the potential to reduce the amount of energy in mixed waste by another 10 %-units. The difficulty of predicting the volume of increase in sorting efficiency hinders the ability to make precise predictions of waste amounts in the future. Based on the results, it was concluded that the change in the amount of energy in mixed waste is mostly linked to the reduction in the amount of mixed waste, as the lower heating value of mixed waste changes only by a fraction.

SYMBOLILUETTELO

Lyhenteet

APC	Savukaasujen puhdistusjäte
BKT	Bruttokansantuote
EKJH	Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy
ELY	Elinkeino- liikenne- ja ympäristö(keskus)
EU	Euroopan unioni
EY	Euroopan yhteisö
HSY	Helsingin seudun ympäristöpalvelut
JL	Jätelaki
KIVO	Suomen Kiertovoima ry
KLJ	Kymenlaakson Jäte Oy
KSHR	Kaakkois-Suomen hankintarengas
LHV	Tehollinen lämpöarvo
LOI	Hehkutushäviö
OECD	Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö
RINKI	Suomen pakkauskierrätys RINKI Oy
SPT	Suomen pakkaustuottajat Oy
SUM	Suomen Uusiomuovi Oy
SVT	Suomen virallinen tilasto
SYKE	Suomen Ympäristökeskus
TOC	Orgaanisen hiilen kokonaismäärä
VNa	Valtioneuvoston asetus

YSL Ympäristönsuojelulaki

Yksiköt

a vuosi

as. asukas

GWh Gigawattitunti

hsto huoneisto

kg kilogramma

lkm. lukumäärä

m-% massaprosentti

MJ Megajoule

MW Megawatti

vk viikko

% prosentti

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Symboliluettelo

1.	JOHDANTO	9
1.1.	Työn tausta	10
1.2.	Työn tavoitteet ja rajaus	11
2.	JÄTELAIN UUDISTUMINEN JA SEN VAIKUTUKSET JÄTTEENPOLTTOON .	12
2.1.	Jätelain tavoitteet.....	15
2.2.	Valtakunnallinen jätesuunnitelma.....	18
2.3.	Pakkausjätteiden erilliskeräys	20
2.4.	Biojätteen erilliskeräys.....	22
2.5.	Jätteenkuljetuksen järjestäminen.....	23
2.6.	Muuta polttokelpoista jätettä koskeva lainsäädäntö.....	25
3.	POLTTOON OHJATTAVA YHDYSKUNTAJÄTE	26
3.1.	Sekajätteen koostumustutkimukset	30
3.2.	Jätteen poltto-ominaisuudet	33
3.3.	Jätteenpoltto	34
3.3.1.	Jätteenpoltto Suomessa	35
3.3.2.	Jätteenpoltto Euroopassa.....	37
3.3.3.	Jätteenpoltto Ruotsissa.....	41
3.3.4.	Jätteenpoltto Liettuassa.....	43
3.3.5.	Jätteenpoltto Tanskassa.....	44
3.4.	Kierrätyksen tehostumisen vaikutukset poltettavan yhdyskuntajätteen määrään .	45
3.5.	Kierrätyksen tehostumisen vaikutukset poltettavan yhdyskuntajätteen laatuun ...	48
3.6.	Kierrätyksen tehostumisen vaikutukset jätteenpolton kuonan ja tuhkan muodostumiseen.....	49
3.7.	Neuvonnan vaikutus lajittelutehokkuuteen	50
3.8.	Jättemaksujen vaikutus lajittelutehokkuuteen	53
3.9.	Muu polttokelpoinen jäte	54

4.	TARKASTELTAVA JÄRJESTELMÄ.....	56
4.1.	Kaakkois-Suomen hankintarengas	56
4.1.1.	Kymenlaakson Jäte Oy	56
4.1.2.	Rosk'n Roll Oy Ab	57
4.1.3.	Salpakierto Oy	57
4.1.4.	Metsäsairila Oy	58
4.2.	Hyötyvoimalaitos	58
4.2.1.	Polttoainejakauman kehitys	59
4.2.2.	Poltettavan jätteen lämpöarvon kehitys	61
5.	TUTKIMUSMENETELMÄT	62
5.1.	Erilliskeräyksen jätemäärien laskenta	62
5.2.	Sekajätteen määrän ja koostumuksen laskenta	67
5.3.	Sekajätteen tehollisen lämpöarvon laskenta.....	68
5.4.	Sekajätteen energiamäärän laskenta.....	69
5.5.	Skenaariotarkastelu	70
5.5.1.	Lähtötilanne	70
5.5.2.	Skenaario 1	71
5.5.3.	Skenaario 2	73
5.5.4.	Skenaario 3	74
5.5.5.	Yhteenveto skenaarioista	75
5.6.	Herkkyystarkastelu yhdyskuntajätteen alkuperästä	77
5.7.	Vertailu Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n kuivajätteen koostumukseen	78
6.	TULOKSET	82
6.1.	Sekajätteen koostumus	82
6.2.	Erilliskeräyksen jätemäärät	83
6.3.	Sekajätteen määrä.....	85
6.4.	Sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa	86
6.5.	Sekajätteen energiamäärä.....	87
6.6.	Herkkyystarkastelu yhdyskuntajätteen alkuperästä	88
6.7.	Vertailu Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n kuivajätteen koostumukseen	90
6.8.	Epävarmuustekijät.....	92
7.	JOHTOPÄÄTÖKSET	95
8.	YHTEENVETO	98

LÄHTEET 101

1. JOHDANTO

Luonnonvarojen hankinnasta ja prosessoinnista aiheutuu noin puolet maailman kasvihuonekaasupäästöistä, ja ne ovat maankäytön kautta vastuussa 90 %:sta globaalista luonnon monimuotoisuuden köyhtymisestä (IRP 2019). Luonnonvarojen ehtyminen ihmiskunnan nykyisellä kestävämmällä ja edelleen kasvavalla kulutuksella luo myös tarpeen hyödyntää materiaaleja uudelleen entistä tehokkaammin. Kiertotaloutta pidetään kansainvälisesti yhtenä tehokkaimpana ratkaisuna näihin kestävyiden haasteisiin, ja myös Euroopan unionilla (EU) on toimintasuunnitelma siirtymisestä perinteisestä lineaarisesta kertakäyttömallista kohti kiertotaloutta (EEA, 2019). Siirtymää edistääkseen EU asetti vuonna 2018 hyväksytyssä jätesäädöspaketissaan jäsenvaltioilleen kierrätystavoitteita, joiden mukaan yhdyskuntajätteen kierrätysasteen tulee olla 55 % vuoteen 2025, 60 % vuoteen 2030 ja 65 % vuoteen 2035 mennessä (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2018/851, artiklan 10 kohta 12 c).

Vuonna 2021 voimaan astuneella jätelain uudistuksella Suomi pyrkii EU:n jäsenvaltiona vähentämään jätteen määrää ja nostamaan yhdyskuntajätteen sekä erillisten jätelaatujen kierrätysastettaan EU:n jätesäädöspaketin vaatimalle tasolle. Suomen valtakunnallisessa jättesuunnitelmassa on asetettu tavoitteeksi nostaa yhdyskuntajätteen kierrätysaste 55 %:iin jo vuoteen 2023 mennessä (Ympäristöministeriö, 2018). Kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi jätelakiin on kirjattu uudet vaatimukset eri jätelaatujen erilliskeräyksestä ja käsittelystä. Jätelaisissa vaaditaan lajiltaan ja laadultaan erilaisten jätteiden lajittelua ja keräämistä erikseen kierrätystä tai muuta hyödyntämistä varten, sekä kielletään erilliskerätyn jätteen vieminen kaatopaikalle tai poltettavaksi (Jätelaki 646/2011 § 15). Erilliskeräysvelvoitteet koskevat erityisesti bio- ja pakkausjätettä, joiden erilliskeräystä tullaan lähivuosina laajentamaan asteittain myös sellaisille asuinalueille, joissa sitä ei aikaisemmin ole vielä järjestetty (Ympäristöministeriö 2018).

Vielä vuonna 2020 Suomessa yhdyskuntajätteestä päätyi energiahyödynnykseen jätteenpolttoon noin 58 % ja kierrätykseen vain noin 42 %. Jätteenpoltosta tuli 2010-luvulla yleisin

jätteenkäsittelymuoto Suomessa samalla, kun kaatopaikoille toimitettavan yhdyskuntajätteen osuus romahti alle prosenttiin. (SVT 2020b.) Uuden jätelain tavoitteiden toteutuessa yhdyskuntajätteen kokonaismäärän väheneminen sekä erilliskerättävien jätelaatujen entistä tehokkaampi kierrätys tulevat vääjäämättä vähentämään polttoon päätyvän yhdyskuntajätteen määrää. Jätteenpolttoon päätyvän yhdyskuntajätteen koostumuksen ja näin ollen poltto-ominaisuuksien voidaan myös olettaa muuttuvan tehokkaamman erilliskeräyksen myötä. Muutokset ajavat jätteenpolttosektorin toimijoita etsimään korvaavia polttoaineita jätettä polttavien voimaloiden energiatuotannon ylläpitämiseksi.

Jätteenpolttoon investointiin Suomessa voimakkaasti 2010-luvulla (Bröckl et al. 2021). Investointeja ajoi EU:n lainsäädäntö ja ilmastotavoitteet, konkreettisimpana vuonna 2016 voimaan astunut orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto. Jätteenpoltolla tuotettu energia korvaa fossiilisia polttoaineita, mikä edistää ilmastotavoitteiden saavuttamista. Fossiilisten polttoaineiden käyttöä energiantuotannossa pyritään kuitenkin tulevaisuudessa vähentämään, jolloin jätteenpoltosta saatavan hyvityksen merkitys vähenee. Samaan aikaan kierrätyksellä saavutettavat ympäristöhyödyt kasvavat verrattuna jätteenpolttoon. (LCA Consulting Oy 2020.) Jätteenpolton ympäristöllistä ja taloudellista kannattavuutta uhkaa siis taantuma jätteenpolton huippuvuosien jälkeen.

1.1. Työn tausta

Kaakkois-Suomen hankintarengas (KSHR) ja Kotkan Energia Oy haluavat selvittää, miten ja kuinka paljon jätelain uudistuksen myötä laajentuva kiinteistökohtainen erilliskeräys tulee vaikuttamaan yhdyskuntajätteen määrään, energiasisältöön ja muihin poltto-ominaisuuksiin. KSHR muodostuu neljästä jäteyhtiöstä, joita ovat Kymenlaakson Jäte Oy, Metsäsairila Oy, Rosk´n Roll Oy Ab ja Salpakierto Oy. KSHR toimittaa Kotkan Energia Oy:n Hyötyvoimalaitokselle syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä energian hyötykäyttöä varten vuosittain sopimuksen mukaisesti vähintään 70 000 tonnin peruskiintiöosuuden verran vuodesta 2009 vuoteen 2029. Lisäksi KSHR vastaa jätteenpoltossa syntyvän tuhkan ja kuonan toimittamisesta jatkokäsittelyyn.

Vuonna 2020 Hyötyvoimalaitoksella poltettiin jätettä noin 100 000 tonnia, josta noin 96 % oli yhdyskuntajätettä ja loput 4 % teollisuuden prosessijätettä. Lisäksi Hyötyvoimalaitoksella käytetään maakaasua tukipolttoaineena. Hyötyvoimalaitos tuottaa höyryä teollisuuden prosesseihin, kaukolämpöä Kotkan kaukolämpöverkkoon sekä sähköä alueverkkoon. (Kotkan Energia Oy 2021.)

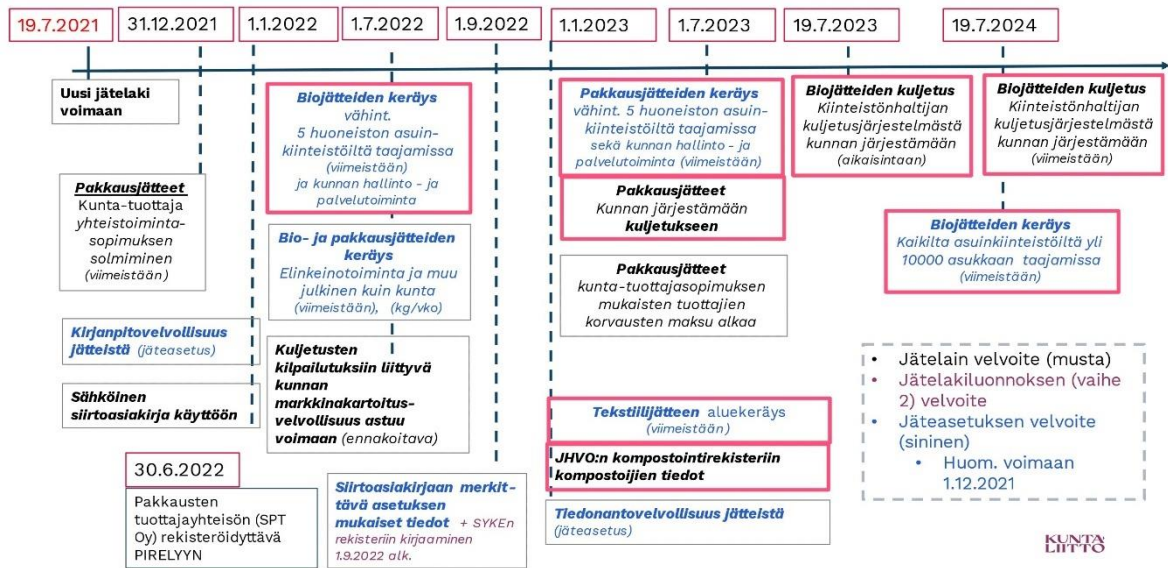
1.2. Työn tavoitteet ja rajaus

Tämän diplomityön tavoitteena on selvittää mitä vaikutuksia jätelain uudistuksesta aiheutuvalla erilliskeräyksen laajentumisella on polttoon ohjattavan yhdyskuntajätteen määrään ja laatuun. Tutkittavana alueena on KSHR:n alue, jolta kerätään yhdyskuntajätettä Hyötyvoimalaitokselle. Skenaariotarkastelussa muuttujina ovat kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajuus KSHR:n alueella, ja osittain myös jätejaeomainen lajittelutehokkuus. Sekajätteen määrää ja laatua eri skenaarioissa arvioidaan erilliskeräyksestä saatavien bio- ja pakkausjätteiden, pienmetallin ja tekstiilijätteen määrien perusteella. Tuloksien pohjalta laaditaan arvioita KSHR:n alueella syntyvän yhdyskuntajätteen määrästä ja laadusta vuodesta 2024 eteenpäin, jolloin jätelain muutoksien määräajat ovat kokonaisuudessaan umpeutuneet.

2. JÄTELAIN UUDISTUMINEN JA SEN VAIKUTUKSET JÄTTEENPOLTTOON

Suomen jätelainsäädäntö perustuu EU:n jätelainsäädäntöön, jonka keskiössä on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus jätteistä (2008/98/EY), eli niin sanottu jätedirektiivi, sekä Euroopan komission julkaisema kiertotalouspaketti. Jätedirektiiviä täydennettiin kiertotalouspaketin perusteella vuonna 2018 hyväksytyllä jätessäädöspaketilla (2018/851/EU), jossa EU:n jäsenmaille asetettiin uudet tiukemmat tavoitteet yhdyskuntajätteiden uudelleenkäytön valmistelun ja kierrätyksen lisäämiselle sekä loppusijoituksen vähentämiselle. Vuonna 2020 päivitetty kiertotalouspaketti on puolestaan toimintasuunnitelma kiertotalouden edistämiseksi EU:n alueella. Kiertotalouspaketin mukaisten tavoitteiden toteutumiseen vaadittavat toimenpiteet Suomessa on listattu valtioneuvoston vuonna 2021 julkaisemassa kiertotalouden strategisessa ohjelmassa, jonka tavoitteena on luoda kiertotaloudesta uuden talouden perusta ja vahvistaa Suomen roolia kiertotalouden edelläkävijänä. (Ympäristöministeriö 2021c.)

Suomessa jätteestä ja jätehuollosta säädetään tarkemmin jätelaissa, jonka tarkoitus on ”edistää kiertotaloutta ja luonnonvarojen käytön kestävyyttä, vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle, varmistaa toimiva jätehuolto sekä ehkäistä roskaantumista” (Jätelaki 646/2011 § 1). EU:n jätessäädöspaketin täytäntöönpanemiseksi uudistettu jätelaki astui voimaan 19.7.2021. Jätelakia täydentävät valtioneuvoston asetukset, joista keskeisimpinä valtioneuvoston asetus jätteistä (978/2021) eli jäteasetus, ja valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä (1029/2021) eli pakkausjäteasetus, astuivat voimaan 1.12.2021. Jätelaissa ja valtioneuvoston asetuksissa asetettujen keskeisimpien velvoitteiden täytäntöönpanon määräajat on havainnollistettu kuvassa 1. Jätelain laajan uudistuksen tavoitteena on vähentää Suomessa syntyvän jätteen määrää sekä lisätä jätteen uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. Uudistukset koskevat pääasiassa yhdyskuntajätteen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajentamista taajamissa, sekä kuntien ja tuottajien vastuun lisäämistä jätehuollon järjestämisessä. (Ympäristöministeriö 2022a.)



Kuva 1. Jätelain ja jäteasetuksen määräaikoja. (Eksymä ja Innala. 2022)

Jätelain (646/2011 § 32) mukaan kunnan vastuulla on järjestää kotitalouksissa syntyvän seka- ja biojätteen jätehuolto. Jäteasetus velvoittaa kuntia lisäksi järjestämään alueellisia vastaanottoaikoja muille asumisessa syntyville jätteille, joita erilliskeräysvelvoitteet eivät koske. Näitä jätelaatuja ovat puutarha- ja puustojäte, puujäte, suurikokoiset käytöstä poistetut esineet, tekstiilit, vaarallinen jäte sekä pienimuotoisessa rakennus- ja purkutoiminnassa syntyvä jäte. Näistä tekstiilien alueellinen vastaanotto tulee järjestää viimeistään vuoden 2023 alusta lähtien. (Ympäristöministeriö, 2021a.) Pakkaukset (kartonki, muovi, metalli, lasi) kuuluvat sen sijaan tuottajavastuun piiriin, jolloin pakkausjätteiden jätehuollon järjestäminen on pakkausten tuottajien vastuulla. Paperituotteiden tuottajan on edelleen järjestettävä käytöstä poistettujen paperituotteiden kuljetus maksutta kiinteistön haltijan järjestämästä vastaanottoaikaista, mikäli kiinteistö sijaitsee muualla kuin pientaloalueella tai haja-asutusalueella. (Jätelaki 646/2011 § 48,49.)

Jätelaissa määritellyt asuin-kiinteistöjä koskevat erilliskeräysvelvoitteet on pääasiassa rajattu taajamiin. Tilastokeskus määrittelee taajamaksi ”kaikki vähintään 200 asukkaan rakennusryhmät, joissa rakennusten välinen etäisyys ei yleensä ole 200 metriä suurempi”. Määritelmän mukaan taajamien rajauksissa otetaan asuinrakennusten lisäksi huomioon myös

rakennukset, joita käytetään liiketoiminnassa, toimistoina tai muina vastaavina työpaikkoina. Hallinnollisilla aluejaoilla ei ole vaikutusta taajamien muodostamiseen. (Tilastokeskus 2022a.)

Elinkeinotoiminnan ja julkisen hallinto- ja palvelutoiminnan harjoittajan tulee jäteasetuksen (978/2021 § 21) mukaan järjestää toiminnassaan syntyvän yhdyskuntajätteen erilliskeräys alkaen 1.7.2022, mikäli kiinteistö sijaitsee taajamassa tai palvelu-, matkailu- tai työpaikka-alueeksi kaavoitetulla alueella. Näissä kohteissa yhdyskuntajätteen erilliskeräykseen veloitetaan kuitenkin vain, jos toiminnassa keskimääräisesti syntyvän jätteen määrä ylittää taulukossa 1 esitetyt määrät.

Taulukko 1. Elinkeinotoiminnassa ja julkisessa hallinto- ja palvelutoiminnassa syntyvän jätteen velvoiterajat erilliskeräyksen järjestämiselle. (Tiedot: Jäteasetus 978/2021 § 21)

Jätelaji	Jättemäärä
	(kg/vk)
Biojäte (muu kuin puutarha-/puistojäte)	10
Muovipakkausjäte	5
Paperi- ja kartonkipakkausjäte	5
Lasipakkausjäte	2
Metallipakkausjäte ja pienmetalli	2

Hallituksen esityksessä eduskunnalle laeiksi jätelain ja eräiden siihen liittyvien lakien muuttamisesta (HE 40/2021 vp) todetaan yhdyskunta- ja pakkausjätteiden kierrätyksen sekä rakennus- ja purkujätteen materiaalihyödyntämisen lisääntymisen vähentävän merkittävästi polttoon ohjautuvan jätteen määrää nykyisestä, mikäli valtakunnalliset kierrätystavoitteet toteutuvat. Tämän johdosta jätevoimaloiden sekä jätteen rinnakkaispolttolaitosten polttokapasiteetin hyödyntämiseksi tulisi löytää korvaavia polttoaineita, jotta voimaloiden käyttöaste pysyisi korkeana. Korvaavina polttoaineina voitaisiin hyödyntää entistä enemmän esimerkiksi kierrätykseen soveltumattomia teollisuuden jätteitä sekä jätteenkäsittelyn rejektejä.

Myös jätteen viennin vähentämisessä ja tuonnin lisäämisessä on potentiaalia jätteenpolton polttoainepulaan. Suomesta on viime vuosina viety ulkomaille poltettavaksi noin 100 000 tonnia yhdyskuntajätettä sekä jäteperäistä polttoainetta. Sen sijaan poltettavan jätteen tuonnissa on valtava potentiaali. EU:n alueelta puuttuu arviolta 41 miljoonaa tonnia jätteenpolttokapasiteettia vuonna 2035, jos kierrätystavoitteet on siihen mennessä saavutettu kaikissa jäsenmaissa. (HE 40/2021 vp) Jätteen laajamittainen tuonti on ristiriidassa EU:n ja Suomen jätepolitiikan läheisyysperiaatteen kanssa, jonka mukaan jätteet tulisi käsitellä mahdollisimman lähellä niiden syntypaikkaa. Ristiriitaisuutta aiheuttaa myös omavaraisuusperiaate, jonka mukaan Euroopan yhteisön ja sen jokaisen jäsenmaan tulisi olla omavarainen jätteiden käsittelyssä. Jätedirektiivin artiklan 16 mukaan läheisyysperiaate ja omavaraisuusperiaate eivät kuitenkaan tarkoita sitä, että jokaisella jäsenmaalla tulee olla sellainen jätteenkäsittelykapasiteetti, jolla kaikki kyseisessä jäsenmaassa syntyvät jätteet pystytään hyödyntämään.

Suomessa kansainvälisten jätesierojen lupaviranomaisena toimii Suomen ympäristökeskus (SYKE), joka raportoi EY:n jätteesiirtoluvalla valvottavan jätteen viennistä ja tuonnista ulkomaille. SYKE raportoi ulkomaille viedyn jätemäärän vähentyneen merkittävästi vuonna 2021. Kyseisenä vuonna jätettä vietiin ulkomaille 260 000 tonnia, mikä oli 80 000 tonnia vähemmän kuin vuonna 2020. Suurin syy vientimäärän vähentymiselle oli sekajätteen viennin romahtaminen noin 60 000 tonnista noin 10 000 tonniin. Vuonna 2021 jätettä puolestaan tuotiin Suomeen 110 000 tonnia, josta suurin osa oli puujätettä ja jäteöljyä. (SYKE 2022a.) Yhdyskuntajätteen kierrätyksen lisääntyminen on selvästi lisännyt sekajätteen kysyntää jätteenpolttolaitoksilla Suomessa, mikä selittää sekajätteen viennin huomattavaa vähentymistä.

2.1. Jätelain tavoitteet

Jäteasetuksessa (978/2021 § 23) on määritelty yhdyskuntajätteen uudelleenikäytön valmistelu ja kierrätystä koskevat tavoitteet, jotka ovat yhdenmukaisia EU:n jätedirektiivin (EU 2018/851, artikla 11) mukaisten kierrätystavoitteiden kanssa. Yhdyskuntajätteestä on tavoitteena kierrättää ja valmistella uudelleenikäyttöön 55 painoprosenttia vuoteen 2025, 60 painoprosenttia vuoteen 2030 ja 65 painoprosenttia vuoteen 2035 mennessä.

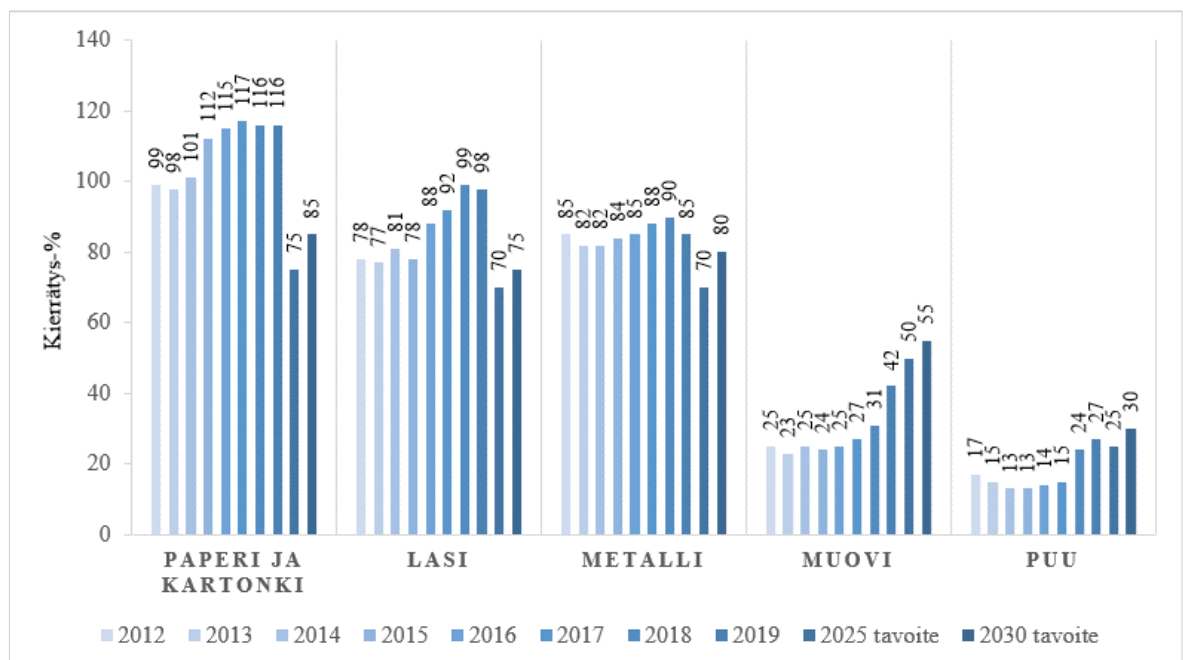
Pakkausjätteen kierrätysasteelle on puolestaan määritelty pakkausjätedirektiivin artiklan 6 mukaiset kierrätystavoitteet pakkausjäteasetuksessa (1029/2021). Pakkausjäteasetuksen mukaan markkinoille saatettavien pakkausten määrää vastaavasta määrästä pakkausjätettä on tavoitteena kierrättää 65 painoprosenttia vuonna 2025 ja 70 painoprosenttia vuonna 2030 (1029/2021 § 7). Taulukkoon 2 on koottu yhteen eri jätelajeille asetetut kierrätystavoitteet, mukaan lukien pakkausjäteasetuksen 8 §:ssä asetetut tarkemmat materiaaliikohtaiset kierrätystavoitteet pakkausjätteille. Ainoa eroavaisuus asetusten ja direktiivien kierrätystavoitteissa on alumiinimetallien kierrätystavoite, joka on pakkausjätedirektiivin (EU 2018/852, artikla 6, kohta 1) mukaan 50 painoprosenttia vuonna 2025 ja 60 painoprosenttia vuonna 2030. Taulukkoon on lisätty myös valtakunnallisen jätesuunnitelman biojätettä koskevat kierrätystavoitteet, joita ei ole tarkkaan määritelty jäteasetuksessa eikä jätedirektiivissä.

Taulukko 2. Jäteasetuksen ja pakkausjäteasetuksen mukaiset kierrätystavoitteet. (Tiedot: Ympäristöministeriö 2022b)

Jätelaji	2025 tavoite	2030 tavoite	2035 tavoite
	(m-%)	(m-%)	(m-%)
Yhdyskuntajäte	55	60	65
Biojäte ¹	60	65	
Pakkausjäte	65	70	
- Muovi	50	55	
- Puu	25	30	
- Rautametallit	70	80	
- Alumiinimetallit	70	80	
- Lasi	70	75	
- Paperi ja kartonki	75	85	

¹ Valtakunnallisen jätesuunnitelman kierrätystavoitteet vuosille 2025 ja 2027.

Kuvassa 2 on Pirkanmaan elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuksen tilastoimat pakkausten kierrätysasteet Suomessa vuosilta 2012–2019. Kierrätysasteet osoittavat, että Suomessa on pääasiassa jo saavutettu EU:n asettamat tavoitteet pakkausten kierrätykselle. Kierrätysasteiden kehitys on ollut tällä ajanjaksolla joko positiivista tai pysynyt tasaisena kaikkien pakkausmateriaalien osalta, poikkeuksena metallin kierrätysasteen vähäinen taantuminen vuonna 2019. Pakkausmateriaaleista erityisesti lasin, metallin, sekä paperin ja kartongin kierrätysasteet ovat erittäin hyvällä tasolla ja ylittävät selvästi jo vuoden 2025 tavoitteet pakkausten kierrätysasteille. Vuonna 2019 myös puun kierrätysaste ylitti sille asetetun kierrätysastetavoitteen vuodelle 2025. Muovipakkausten kierrätyksessä on sen sijaan vielä haasteita, sillä niiden kierrätysaste oli vuonna 2019 vielä 8 % vuoden 2025 tavoitetta jäljessä. Muovipakkausten kierrätysasteen kasvu on ollut kuitenkin nopeaa 2010-luvun lopulla, joten vuoden 2025 tavoite on saavutettavissa. (Pirkanmaan ELY-keskus 2020.)



Kuva 2. Pakkausten kierrätysasteet Suomessa vuosina 2012–2019 ja pakkausten kierrätystavoitteet 2025 ja 2030. (Tiedot: SYKE 2022)

Kuvaan 2 ei ole sisällytetty vielä vuoden 2020 kierrätysasteita tiedon puutteellisuuden vuoksi, mutta Suomen pakkauskierrätys RINKI Oy:n (RINKI) tilastoinnin mukaan esimerkiksi pantittomien muovipakkausten kierrätysaste laski jäteasetuksessa määritellyn uuden laskentatavan myötä 20 %:iin. Vuonna 2019 pantittomien muovipakkausten kierrätysaste oli

vielä 38 % vuonna 2019, jolloin kierrätysaste laskettiin vanhan laskentatavan mukaan. Laskentatavan muutoksesta huolimatta pantittomien pakkausten kokonaiskierrätysaste pysyi kuitenkin ennallaan 66 %:ssa. (RINKI 2022.)

2.2. Valtakunnallinen jätesuunnitelma

Valtakunnallinen jätesuunnitelma on ympäristöministeriön laatima ja EU:n jätedirektiivin (2008/98/EY) edellyttämä strateginen suunnitelma, joka sisältää jätehuoltosuunnitelman ja suunnitelman jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseksi Suomessa. Jätesuunnitelman tarkoituksena on edistää jätelain täytäntöönpanoa sekä jätelaissa esitettyjen tavoitteiden saavuttamista. Vuonna 2022 julkaistu valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2027 on päivitetty vastaamaan jätedirektiivin (EU 2018/851) päivittyneisiin, entistä tiukempiin vaatimuksiin. Jätesuunnitelman keskeisimpänä tavoitteena onkin kierrätysasteen nostaminen EU:n kierrätystavoitteiden tasolle. (Ympäristöministeriö 2022b, 11.)

Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on asetettu vuoteen 2030 asti ulottuva visio, sekä esitetty keskeiset tavoitteet ja toimenpiteet vision saavuttamiseksi. Visio koostuu kymmenestä eri asiakohdasta, joista yksi on jätteen vähentyminen nykyisestä sekä uudelleenkäytön ja kierrätyksen lisääntyminen. Vision mukaisten tavoitteiden saavuttamiseksi jätelain uudistuksen myötä laajentuneet yhdyskuntajätteiden erilliskeräysvelvoitteet tulevat vähentämään polttoon ohjattavan sekajätteen määrää Suomessa. (Ympäristöministeriö 2022b, 14.) Tavoitteiden saavuttamisessa on kuitenkin ollut haasteita. Niin nykyisessä, vuoteen 2027 asti ulottuvassa kuin edellisessä vuoteen 2023 asti ulottuneessa valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on muun muassa kirjattu tavoitteeksi saavuttaa suhteellinen irtikykentä yhdyskuntajätteen määrän ja bruttokansantuotteen (BKT) kasvun välillä Suomessa. Tähän tavoitteeseen ei olla kuitenkaan päästy, vaan yhdyskuntajätteen määrän kehitys on edelleen kytköksissä talouskasvuun (SYKE 2022b, 14).

Yhdyskuntien biojätteen kierrätysasteelle ei ole erikseen säädetty lainsäädännössä kierrätystavoitteita samalla tavalla kuin yhdyskuntajätteelle ja pakkausjätteille. Sen sijaan

valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa biojätteen kierrätysasteelle on asetettu hyvin kunnianhimoiset tavoitteet, joiden mukaan biojätteen kierrätysaste tulisi olla vuoteen 2027 mennessä jopa 65 %. (Ympäristöministeriö 2022b.) Edellisessä valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa asetettu tavoite biojätteen kierrätysasteelle vuoteen 2023 mennessä oli 60 %, jota on lähes mahdoton enää saavuttaa nykyisellä jätemäärien kehityksellä. Vuonna 2020 biojätteestä kierrätettiin eli hyödynnettiin materiaalina (mukaan lukien kompostointi ja mädätys) noin 40 %. (SVT 2020b.) Valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoite vuodelle 2027 on biojätteen kierrätysasteen nostaminen 65 %:iin, johon pääseminen vaatii suuria ja pikaisia edistysaskeleita biojätteen kierrätyksessä (Ympäristöministeriö 2022b, 9).

Taulukosta 3 nähdään, että vaikka kierrätetyn biojätteen määrä on kasvanut noin neljänneksellä vuodesta 2016 vuoteen 2020, on biojätteen kierrätysaste pysynyt lähestulkoon samana, hieman alle 50 %:ssa. Biojätteen kokonaismäärä on siis kasvanut prosentuaalisesti samaa vauhtia kuin kierrätetyn biojätteen määrä. Vuonna 2019 sekä erilliskerätyn biojätteen määrä että biojätteen kierrätysaste kasvoivat huomattavasti edellisestä vuodesta. Vuonna 2020 kierrätysaste kuitenkin pienentyi saman verran mitä se oli edellisenä vuonna kasvanut samalla, kun erilliskerätyn biojätteen määrä väheni 5 %. Vuosi 2020 oli kuitenkin poikkeuksellinen koronaviruspandemian vuoksi, joten biojätteen kierrätysasteen raju notkahdus ei välttämättä kieli pitkäaikaisesta ja pysyvästä kehityssuunnasta.

Taulukko 3. Yhdyskuntien biojätteen määrä ja kierrätysaste. (Tiedot: SVT 2020b; SYKE 2022b)

Vuosi	Erilliskerätty	Syntynyt	Kierrätetty	Kierrätysaste
	tonnia/a	tonnia/a	tonnia/a	%
2016	427 115	826 790	383 894	46
2017	424 936	822 263	387 272	47
2018	458 949	939 616	419 246	45
2019	497 059	993 498	472 981	48
2020	472 113	1 062 835	477 725	45

Valtakunnallisen jätesuunnitelman taustaraportissa (Salmenperä et al. 2015) esitetyn arvion mukaan yhdyskuntajätteen energiana hyödyntäminen tulee laskemaan vuoden 2019 tasosta 17–24 % vuoteen 2027 mennessä, jolloin jätteenpolton kapasiteettitarve olisi noin 1,3–1,5 miljoonaa tonnia vuodessa. Arviossa on vuoden 2027 kierrätystavoitteiden mukaisesti oletettu yhdyskuntajätteen kierrätysasteen olevan 57 %. Sen sijaan biojätteen kierrätysasteeksi on oletettu 60 %, valtakunnallisen jätesuunnitelman tämänhetkisestä tavoitteesta poiketen. Yhdyskuntajätettä pääasiallisena polttoaineenaan käyttävät jätteenpolttolaitokset polttavat arviolta myös noin 10–20 % yritysten ja teollisuuden toiminnassa syntyvää energiajätettä. Samalla, kun jätteenpolton kapasiteettitarve vähenee, kasvaa muun muassa biojätteen laitospääkäsittelyn tarve merkittävästi. Myös yhdyskuntien biojätteen käsittelykapasiteettia tarvittaisiin Suomessa vuonna 2027 lähes puolet enemmän kuin vuonna 2019. Vuonna 2027 biojätteen käsittelykapasiteetin tarve tulisi olemaan täten 730 000–810 000 tonnia vuodessa. Kun mukaan lasketaan vielä muiden kuin yhdyskuntien biohajoavat jätteet, olisi käsittelykapasiteetin tarve vielä suurempi. Muun yhdyskuntajätteen kierrätyksen kapasiteettitarve puolestaan lisääntyy arvion mukaan noin 140 000–270 000 tonnia. Lisätarpeesta suurin osa muodostuu muovi- ja kuitupakkausten kierrätyksestä. (Ympäristöministeriö 2022b, 14, 21–23.)

2.3. Pakkausjätteiden erilliskeräys

Pakkausjätteen erilliskeräysvelvoite astuu jäteasetuksen mukaisesti voimaan 1.7.2023, jolloin pakkausjätteen erilliskeräys tulee järjestää taajamissa kaikilta vähintään 5 huoneiston asuinkiinteistöltä. Jäteasetus ei velvoita pakkausjätteen erilliskeräykseen alle viiden huoneiston asuinkiinteistöltä eikä miltään asuinkiinteistöltä, joka sijaitsee haja-asutusalueella. (Jäteasetus 978/2021 § 18) Jäteasetuksen mukaiset pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoitteet kaikille vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöille taajamissa laajentaisi erilliskeräyksen piiriin kuuluvan väestön osuuden noin 50 %:iin kaikesta väestöstä Suomessa (Ympäristöministeriö 2021, 8). Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on asetettu tavoitteeksi lisätä pakkausjätteiden uudelleenkäyttöä sekä nostaa pakkausjätteiden kierrätysastetta vähintään pakkausjätedirektiivin edellyttämälle tasolle. Myös kertakäyttömuovituotteiden käytön vähentäminen on jätesuunnitelman yksi tavoitteista. (Ympäristöministeriö 2022b, 9.)

Jätesäädöspaketissa määritellään vähimmäisvaatimukset kaikille laajennetun tuottajavastuun järjestelmille, joihin kuuluvien pakkausten tuottajien tulee kantaa vastuu markkinoille saattamiensa tuotteiden jätehuollosta ja siitä aiheutuvista kustannuksista. Suomessa tuottajavastuun piiriin kuuluu jätelain (646/2011 § 48) mukaan yritykset, jotka pakkaavat tai pakkaavat tuotteita Suomessa, sekä pakattuja tuotteita maahantuovat tai etämyynnillä pakattuja tuotteita Suomeen myyvät yritykset, joiden liikevaihto on vähintään miljoona euroa. Suomessa tuottajavastuuelvoitteiden toteutumisesta eri pakkausmateriaalien osalta ovat vastanneet pakkausten tuottajista koostuvat voittoa tavoittelemattomat tuottajayhteisöt, jotka on hyväksytty Pirkanmaan ELY-keskuksen ylläpitämään tuottajarekisteriin (646/2011 § 62, 63). Jätelain muutoksen myötä kaikkien pakkausmateriaalien, pois lukien juomapakkausten palautusjärjestelmään kuuluvien pakkausten, tuottajavastuu siirtyi keskitetysti Suomen Pakkaustuottajat Oy:n (SPT) hoidettavaksi kesällä 2022. Tähän asti pakkausten tuottajavastuun hoitamisesta vastuussa olleet tuottajayhteisöt yhdistävät täten toimintansa yhden yhtiön alle. (RINKI 2021) Suomen Uusiomuovi Oy (SUM) kuitenkin irtautui keväällä 2022 SPT Oy:stä. Samalla SUM Oy laajentaa toimintaansa ja uudistuu myös kaikki pakkausmateriaalit kattavaksi tuottajavastuuyhtiöksi. (Surakka 2022.)

Kuntien tulee jäteasetuksen (978/2021 § 18) mukaan järjestää asumisessa syntyvän pakkausjätteen sekä paperijätteen erilliskeräys asuinkiinteistöiltä yhteistoiminnassa pakkausten tuottajayhteisöjen kanssa. Pakkausjätteeksi luetaan kartonki-, muovi- ja lasipakkausjäte sekä pienmetallit. Tuottajavastuun piiriin kuuluvat pakkausten tuottajat ovat velvollisia kustantamaan materiaalikohtaisesti vähintään 80 % pakkausjätteiden erilliskeräyksen kustannuksista kunnille. Jätelain (646/2011 § 47) mukaan pakkausten tuottajilla on myös ensisijainen oikeus järjestää vastuulleen kuuluvan pakkausjätteen jätehuolto. Pakkausjätteen tuottajat ovat myös velvollisia järjestämään maksuttomia vastaanottopaikkoja pakkausjätteelle (Jätelaki 646/2011 § 49).

Suomessa pakkausten tuottajayhteisöt ovat antaneet Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy:n tehtäväksi kotitalouksien pakkausjätteiden keräyksen. RINKI Oy vastaa myös siitä, että pakkausten kierrätys ja tuottajavastuu toimii helposti ja kustannustehokkaasti. Yli 4500 tuottajavastuun alaista yritystä Suomessa on siirtänyt RINKI Oy:n hallinnoimalla sopimuksella

tuottajavastuunsa hoitamisen pakkausten tuottajayhteisöille. RINKI Oy ylläpitää pakkausjätteiden alueellisen keräyksen verkostoa, johon kuuluu yli 1850 RINKI-ekopistettä. Kartonki- ja lasipakkausten sekä pienmetallin keräys on järjestetty kaikilla RINKI-ekopisteillä, joista yli 600:lla on järjestetty myös muovipakkausten keräys (RINKI, 2022). RINKI-ekopisteverkoston lisäksi pakkausjätteiden alueellista keräystä täydentää kuntien omat aluekeräys- ja ekopisteet (LCA Consulting Oy 2020). Jätelain mukaan kunta voi osana järjestäänsä jätehuoltoa täydentää pakkausjätteiden kuljetusta ja vastaanottoa siltä osin, kun pakkausten tuottajat eivät sitä järjestä. Kunnan keräämät pakkausjätteet tulee kuitenkin myös toimittaa pakkausten tuottajien järjestämään jätehuoltoon. Mikäli pakkausten tuottajat tai kunta ei järjestä pakkausjätteen keräystä kiinteistöltä, muut toimijat voivat tarjota pakkausjätteiden keräyspalveluita kiinteistön haltijoille ainoastaan, jos se tehdään yhteistyössä pakkausten tuottajien kanssa. (Jätelaki 646/2011 § 47.)

2.4. Biojätteen erilliskeräys

Biojätteen erilliskeräysvelvoite astuu voimaan 1.7.2022 jäteasetuksen (978/2021 § 17) mukaisesti, jolloin biojätteen erilliskeräys tulee järjestää taajamissa kaikilta vähintään 5 huoneiston asuinkiinteistöltä. Biojätteen erilliskeräysvelvoite laajenee kaikille asuinkiinteistöille 19.7.2024 kaikissa yli 10 000 asukkaan taajamissa. Jätelaki ei sen sijaan velvoita biojätteen erilliskeräykseen haja-asutusalueilla. Kuntien, jotka ovat siirtäneet omalla päätöksellään jätteiden erilliskeräyksen asuinkiinteistön haltijan järjestettäväksi, tulee järjestää biojätteen erilliskeräys taajamissa kaikilta vähintään 5 huoneiston asuinkiinteistöltä aikaisintaan 19.7.2023 ja viimeistään 19.7.2024.

Biojätteen erilliskeräys on korvattavissa kiinteistöllä tapahtuvalla kompostoinnilla tai muulla vastaavalla biojätteen pienimuotoisella käsittelyllä, mikäli tämä on sallittua kunnan jätehuolto- tai ympäristönsuojelumääräysten mukaisesti (Jätelaki 646/2011 § 41 a). Kiinteistöllä tapahtuva biojätteen kompostointi tai muu pienimuotoinen käsittely tulee toteuttaa jäteasetuksen (978/2021 § 12) mukaisesti, ja siitä tulee ilmoittaa kunnan jätehuoltoviranomaiselle vuodesta 2023 alkaen. Valtakunnallisen jättesuunnitelmaan onkin kirjattu kierrätystavoitteiden saavuttamista edistäviin toimenpiteisiin pientalo- ja haja-asutusalueiden

asukkaiden kannustaminen kiinteistökohtaiseen kompostointiin. Kompostointiin kannustamiseksi jättesuunnitelmassa ehdotetaan omatoimiseen kompostointiin liittyvien kannusteiden, palveluiden sekä neuvonnan lisäämistä ja kehittämistä. (Ympäristöministeriö 2022b, 42.)

2.5. Jätteenkuljetuksen järjestäminen

Jätelain uudistus tuo muutoksia myös erilliskerättävien jätteiden kuljetuksiin. Suomessa on ollut koko sen jätelainsäädännön voimassa olon ajan käytössä jätteenkuljetuksen kaksoisjärjestelmä, jossa kunnat ovat voineet järjestää jätteenkuljetuksen kilpailutuksen keskitetysti tai vaihtoehtoisesti siirtää päätöksellään vastuun jätteenkuljetuksen sopimisesta yksityisen jätteenkuljetusyrityksen kanssa kiinteistön haltijalle. Molempia kuljetusjärjestelmiä on ollut käytössä kunnissa ympäri Suomen, mutta myös kuljetusjärjestelmien yhdistelmät ovat olleet yleisiä. Kuljetusjärjestelmien yhdistelmässä eri jätelajeille käytetään eri kuljetusjärjestelmää esimerkiksi siten, että biojätteen kuljetus kiinteistöiltä tapahtuu kunnan järjestämänä ja sekajätteen kuljetuksen järjestäminen on kiinteistön haltijan vastuulla. (HE 40/2021, 20). Haittapuolena kaksoisjärjestelmä kuitenkin tuottaa kunnille merkittävää hallinnollista taakkaa ja vaikeuttaa erilliskeräyksen järjestämistä kustannustehokkaasti (Salmenperä et al. 2019). Sekajätteen osalta kunnan järjestämän jätteenkuljetuksen alueella asui vuonna 2019 Suomen Kiertovoima ry:n suorittaman kyselyn mukaan 67 % suomalaista, kiinteistön haltijan järjestämän kuljetuksen alueella 29 % ja kuljetusjärjestelmien yhdistelmän alueella 4 %. (KIVO 2020.)

Uuden jätelain mukaan kuntien tulee jatkossa kilpailuttaa ja järjestää kiinteistöiltä erilliskerättävien jätteiden kuljetukset, sekä järjestää jätteiden erilliskeräys jäteasetuksen tai kunnan jätehuoltomääräyksen määrittelemien erilliskeräysvelvoitteiden piiriin kuuluvilta asuinkiinteistöiltä taulukon 4 mukaisesti. Kunnille mahdollistetaan myös lain velvoittamaa tehokkaamman jätehuollon järjestäminen, sillä kunnat voivat asettaa jätehuoltomääräyksissään tiukemmat velvoite-rajat kiinteistöiltä tapahtuvalle erilliskeräykselle kuin mitä jätelainsäädäntö velvoittaa. Kunnat voivat myös asettaa vaatimuksia muille kuin jäteasetuksessa määriteltyjen jätteiden erilliskeräykselle. (Ympäristöministeriö 2022a.) Kunnat voivat myös

poiketa erilliskeräysvelvoitteista lievempään suuntaan viiden vuoden määräajaksi, mikäli jokin jätelain (646/2011) 15 §:n edellytyksistä täyttyy. Mikäli kunta ei järjestä jätteiden erilliskeräystä velvoitearajojen piiriin kuulumattomalta kiinteistöltä, voi kiinteistön haltija halutessaan sopia yksityisen jätekuljetusyrityksen kanssa erilliskerätyn biojätteen ja pakkausjätteen kuljetuksesta kiinteistöltä. Siinäkin tapauksessa pakkausjäte tulee toimittaa tuottajan ja biojäte kunnan järjestämään jätehuoltoon. (Jätelaki 646/2011 § 41) Kunnan jätehuoltoviranomainen vastaa jätehuoltomääräysten antamisesta ja muista jätehuollon viranomaistehtävistä. Jos kunta on siirtänyt jätehuollon palvelutehtävänsä kuntaomisteisen jäteyhtiön hoitettavaksi, toimii kunnan jätehuoltoviranomaisena jäteyhtiön yhteistoiminta-alueen kuntien yhteinen toimielin tai näiden perustama kuntayhtymä. (Jätelaki 646/2011 § 23) Jäteyhtiöt hoitavat pääasiassa jätehuollon palvelutehtävät Suomessa. Vuonna 2019 Suomessa toimi 31 jäteyhtiötä, joiden piirissä asui noin 97 % Suomalaisista. (KIVO 2020.)

Taulukko 4. Yhteenvedo eri jätteisiin eri alueilla sovellettavasta kuljetusjärjestelmästä. (Muokattu: HE 40/2021, 33.)

Asuinkiinteistön sijainti	Biojäte	Pakkausjäte	Sekajäte
<p>Alue, jolla kunta järjestää erilliskeräyksen kiinteistöltä</p> <ul style="list-style-type: none"> - asetuksen tai kunnan jätehuoltomääräyksen perusteella pakollinen keräys tai - kunnan jätehuoltomääräyksissä määritelty kiinteistöille vapaaehtoinen keräys 	Kunnan järjestämä kuljetus	Kunnan järjestämä kuljetus yhteistoiminnassa pakkausten tuottajan kanssa; tuottaja korvaa keräyskustannuksia kunnalle	Kaksoisjärjestelmä: kunta päättää
Muut alueet	Kiinteistön haltijan vapaaehtoinen keräys, jätelain 41.3 §	Kiinteistön haltijan vapaaehtoinen keräys, jätelain 41.3 §	Kaksoisjärjestelmä: kunta päättää

2.6. Muuta polttokelpoista jätettä koskeva lainsäädäntö

Jätelainsäädännössä on asetettu kierrätystavoitteita myös muulle jätteelle kuin yhdyskunta-jätteelle. Jätteenpolton kannalta oleellisia ovat muun muassa yritysätteet sekä rakennus- ja purkujätteet. Esimerkiksi vaarattomasta rakennus- ja purkujätteestä on hyödynnettävä jäteasetuksen mukaan muutoin kuin energiana tai polttoaineeksi valmistamisessa vähintään 70 painoprosenttia, kallio- tai maaperästä irrotettuja maa- ja kiviaineksia sekä vaarallisia jätteitä lukuun ottamatta (Valtioneuvoston asetus 978/2021 § 27). Kyseinen kierrätystavoite ei muuttunut aikaisempaan nähden. Viime vuosina rakennus- ja purkujätteestä noin 50–60 % on hyödynnetty materiaalina. (Ympäristöministeriö 2021a.)

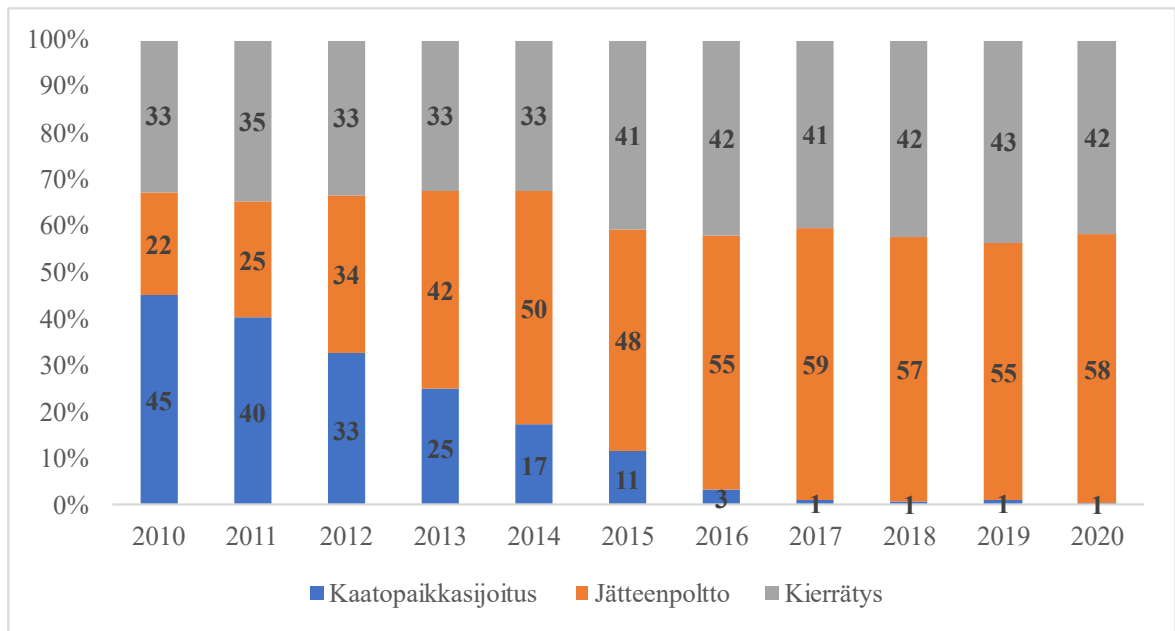
Jäteasetuksen mukaan tiettyä materiaalia olevasta jätteestä on tarvittaessa lajiteltava erikseen tasalaatuinen huomattavan suurina määrinä syntyvä jäte, jos näin järjestettävällä erilliskeräyksellä saavutetaan kierrätyksen edistämisen ja muutoin etusijajärjestyksen toimeenpanon kannalta paras lopputulos. Jätelain uudistuksen myötä myös rakennus- ja purkujätteen erilliskeräysvelvoitteet muuttuivat, kun erilliskeräys tulee järjestää nykyään myös asfaltti-, mineraalivilla- sekä bitumi- ja kattohuopajätteelle. Jätteenhaltijan tulee edelleen järjestää erilliskeräys myös kipsille, kyllästämättömälle puulle, metallille, lasille, muoville, paperille ja kartongille, maa- ja kiviainekselle sekä mahdollisuuksien mukaan betonille, tiilille, kivennäislaatoille ja keramiikalle. (Valtioneuvoston asetus 978/2021 § 26.) Jätelain mukaan kotitalouden pienimuotoisessa itse tehtävässä rakennus- ja purkutoiminnassa syntyvän jätteen jätehuollon järjestäminen on kuitenkin kunnan vastuulla (Jätelaki 646/2011 § 32).

3. POLTTOON OHJATTAVA YHDYSKUNTAJÄTE

Yhdyskuntajäte on asumisessa syntyvää jätettä ja siihen rinnastettavaa julkisten ja yksityisten elinkeinotoimintaa harjoittavien toiminnoissa syntyvää jätettä. Jätelaissa (646/2011 § 6) yhdyskuntajäte määritellään seuraavasti:

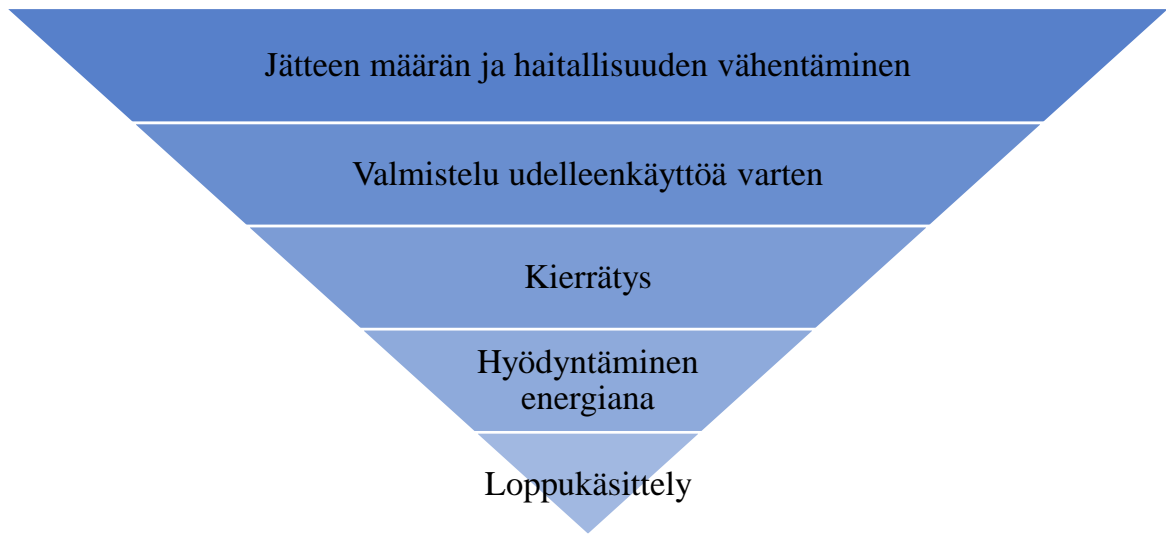
vakinaisessa asunnossa, vapaa-ajan asunnossa, asuntolassa ja muussa asumisessa syntyvää jätettä, mukaan lukien paperi-, kartonki-, lasi-, metalli-, muovi-, tekstiili- ja biojäte sekä käytöstä poistetut sähkö- ja elektroniikkalaitteet, paristot, akut ja suurikokoiset esineet, sekä laadultaan siihen rinnastettavaa hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnassa syntyvää jätettä, ei kuitenkaan saostus- ja umpisäiliölietettä.

Yhdyskuntajätteen pääasialliset käsittelymuodot voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, joita ovat materiaalihyödynnys (mukaan lukien kompostointi ja mädätys), energiahyödynnys sekä loppukäsittely. Jätteen materiaalihyödynnys on rinnastettavissa kierrätykseen, energiahyödynnys puolestaan jätteenpolttoon. Loppukäsittely on pääasiassa jätteen sijoittamista kaatopaikalle. Vuonna 2020 yhdyskuntajätteestä päätyi Suomessa kuvan 3 mukaisesti 42 % materiaalihyödynnykseen, 58 % energiahyödynnykseen ja noin 0,5 % sijoitettiin kaatopaikalle. Jätteen hävityspolton osuus kaikesta jätteenpoltosta oli ainoastaan noin 0,1 %. (SVT 2020b.) Jätteen hävityspolton vähäisen merkityksen vuoksi tässä työssä jätteenpoltolla viitataan nimenomaan jätteen energiahyödyntämiseen, ellei toisin mainita.



Kuva 3. Yhdyskuntajätteen käsittelymuodot Suomessa vuosina 2010–2020. (Tiedot: SVT 2020b.)

EU:n jätelainsäädännön jätehierarkiaan perustuen jätelaissa määritellään yleisestä velvollisuudesta noudattaa etusijajärjestystä jätteen käsittelyssä kaikessa toiminnassa. Kuvassa 4 esitetyn etusijajärjestyksen mukaan ensisijaisena tavoitteena kaikessa toiminnassa on syntyvän jätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen. Mikäli jätettä kuitenkin syntyy, on hierarkiassa seuraavana toimenpiteenä jätteen haltijan toimesta tapahtuva jätteen valmisteleminen uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti jätteen kierrätys. Mikäli uudelleenkäyttö tai kierrätys ei ole mahdollista, jätteen haltijan tulee hierarkian mukaisesti seuraavaksi hyödyntää jäte muulla tavoin, mukaan lukien hyödyntämällä se energiana. Viimeisenä vaihtoehtona etusijajärjestyksen mukaisesti on jätteen loppukäsittely, jos minkäänlainen hyödyntäminen ei ole mahdollista. (Jätelaki 646/2011 § 8.)



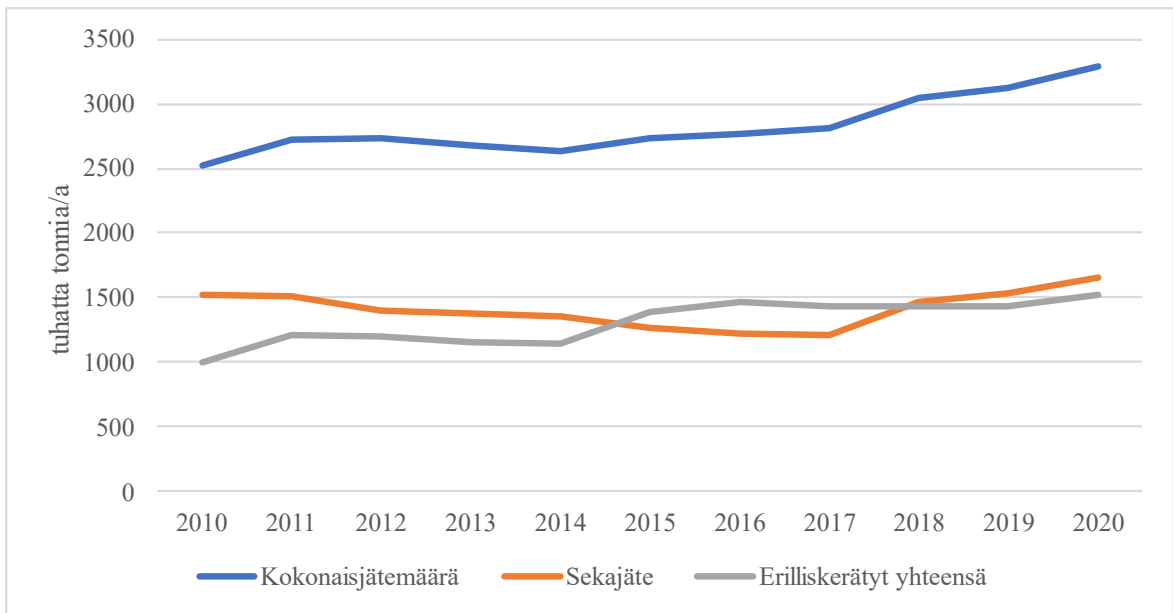
Kuva 4. Jätteenkäsittelyn etusijajärjestys eli jätehierarkia.

Vuonna 2020 Suomessa yhdyskuntajätettä syntyi yhteensä noin 3,3 miljoonaa tonnia. Yhdyskuntajätteestä syntyy arviolta 65 % kotitalouksissa ja loput 35 % hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnassa (Salmenperä et al. 2015). Yhdyskuntajättekertymä asukasta kohden vuodessa oli 596 kg, mikä on selvästi EU:n keskiarvoa (505 kg) enemmän (Eurostat 2022). Yhdyskuntajätteen määrässä tapahtui kasvua noin 173 000 tonnia vuodesta 2019 ja noin 255 000 tonnia vuodesta 2018. Tarkasteltaessa vuosittaisen jätemäärän kehitystä 2010-luvulla, havaitaan, että yhdyskuntajätteen määrän kasvu on kiihtynyt vuosikymmenen lopulla verrattuna vuosikymmenen alkupäähän. Vuodesta 2010 vuoteen 2020 vuosittain syntyneen yhdyskuntajätteen määrä on kasvanut 33 %, vaikka vuodesta 2011 vuoteen 2017 kasvua oli vain noin 4 %, jolloin vuosittainen jätemäärä olikin lähes vakiintunut vaihdellen 2,6 ja 2,8 miljoonan tonnin välillä. Samalla ajanjaksolla yhdyskuntajätteen määrä asukasta kohden pysytteli 500 kg:n tuntumassa. Vuodesta 2017 eteenpäin yhdyskuntajätteen asukaskohtainen määrä sekä kokonaismäärä ovat sen sijaan kasvaneet vuosittain. Pelkästään kolmen vuoden aikana vuoteen 2020 kokonaismäärä on kasvanut noin 17 % ja asukaskohtainen määrä lähes saman verran, eli noin 18 %. (SVT 2020b.)

Sekajätteen osuus vuonna 2020 syntyneestä yhdyskuntajätteestä oli 50,3 %, mikä vastaa määrältään noin 1,7 miljoonaa tonnia. Sekajätteen osuus yhdyskuntajätteessä on kasvanut hieman edellisiin vuosiin verrattuna, sillä vuonna 2019 se oli 49,2 % ja vuonna 2018

puolestaan 48,2 % ja vuonna 2017 43,1 %, mikä vastaa noin 1,2 miljoonaa tonnia. Vuonna 2010 sekajätettä kerättiin Suomessa noin 1,5 miljoonaa tonnia ja sen osuus kaikesta yhdyskuntajätteestä oli 60,3 %. Sekajätteen määrä kasvoi noin 122 000 tonnia vuodesta 2019 vuoteen 2020, ja täten vastasi pääasiassa aikaisemmin mainitusta 173 000 tonnin yhdyskuntajätteen määrän kasvusta. (SVT 2020b.)

Erilliskerättyä yhdyskuntajätettä kertyi noin 1,52 miljoonaa tonnia vuonna 2020 ja sen osuus yhdyskuntajätteen kokonaismäärästä oli noin 46,2 %. Loput 3,5 % yhdyskuntajätteestä luokiteltiin luokkaan muut ja erittelemättömät. Erilliskerätyn yhdyskuntajätteen määrä pysyi hyvin tasaisena 1,43 miljoonassa tonnissa vuodesta 2017 kunnes sen määrä kasvoi vuonna 2020 noin 90 000 tonnia. Erilliskerätyn yhdyskuntajätteen osuus kaikesta yhdyskuntajätteestä oli 40 % vuonna 2010. Osuus kasvoi 53 %:iin vuonna 2016, jonka jälkeen se on asteittain pienentynyt, ollen 46 % vuonna 2020. Kuvassa 5 on esitetty yhdyskuntajättemäärän kehitys vuosina 2015–2020. Vuodesta 2017 eteenpäin yhdyskuntajätteen vuosittaisen kokonaismäärän kasvu on kiihtynyt, mikä näkyy myös sekajätteen vuosittaisen määrän kiihtyneenä kasvuna. Samaan aikaan erilliskerätyn yhdyskuntajätteen määrä on pysynyt lähes muuttumattomana. Pientä kasvua erilliskerätyn yhdyskuntajätteen määrässä on ollut havaittavissa vasta vuosien 2019 ja 2020 välillä, vaikkakin sen osuus kaikesta yhdyskuntajätteestä ei muuttunut kyseisellä aikavälillä. Vuodesta 2018 eteenpäin sekajätteen osuus kaikesta yhdyskuntajätteestä on ollut suurempi kuin erilliskerätyn jätteen osuus, ja vuonna 2020 osuus kasvoi jo 50 %:iin. (SVT 2020b.)



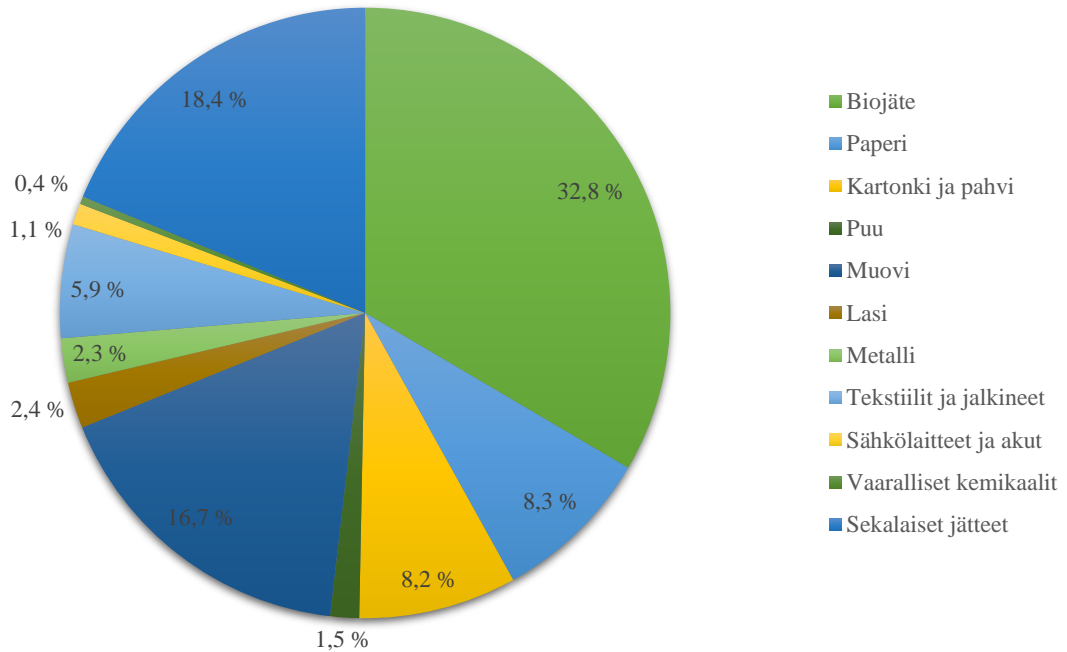
Kuva 5. Yhdyskuntajättekertymä Suomessa vuosina 2010–2020. (Tiedot: SVT 2020b)

3.1. Sekajätteen koostumustutkimukset

Yhdyskuntajätteen ja erityisesti sekajätteen koostumusta on tutkittu 2000-luvulla säännöllisesti eri puolilla Suomea. KIVO on koonnut koostumustietopankkiinsa tuloksia Suomessa suoritetuista eri jätelajien laatu- ja koostumustutkimuksista, jotka noudattavat KIVO:n ohjetta koostumustutkimuksen suorittamisesta (KIVO 2022b). Suomessa jätteyhtiöt käyttävät syntypaikkalajitellulle sekalaiselle yhdyskuntajätteelle useaa eri termiä, mistä voi aiheutua sekaannusta vertailtaessa eri koostumustutkimuksia keskenään. Tässä työssä käytetään termiä sekajäte, jota myös KIVO pääasiallisesti käyttää. Muita sekajätteeseen rinnastettavia termejä ovat muun muassa loppujäte ja kuivajäte. KSHR:n alueella käytettäviä termejä ovat sekajäte ja loppujäte.

KIVO on laskenut kotitalouksien sekajätteen keskimääräisen koostumuksen Suomessa (kuva 6), kuudella eri alueella vuosina 2015–2019 toteutettujen koostumustutkimusten perusteella. Sekajätteestä keskimäärin noin kolmannes on biojätettä, jota sekajätteessä on selvästi eniten kaikista jätelajeista. Tuottajavastuun piiriin kuuluvan pakkausjätteen osuus sekajätteessä on keskimäärin 23,4 %. Sekalaisen jätteen osuus sekajätteessä on vain 18,4 %,

joten sekajätteeseen päätyy edelleen erittäin paljon materiaalihyödynnykseen kelpavaa jätettä. (KIVO 2022b.)



Kuva 6. Kotitalouksien sekajätteen keskimääräinen koostumus Suomessa. (KIVO 2022b)

Tuoreimpia koostumustutkimuksia ovat pääkaupunkiseudun jätehuollosta vastaavan Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY) sekä pääasiassa Päijät-Hämeen alueen jätehuollosta vastaavan Salpakierto Oy:n tekemät sekajätteen koostumustutkimukset vuodelta 2021. HSY:n syksyllä 2021 teettämässä tutkimuksessa selvitettiin kotitalouksien sekajätteen koostumusta pääkaupunkiseudulla sekä Kirkkonummella, joiden jätehuollon järjestämisestä HSY vastaa. HSY:n seudun jätehuoltomääräysten mukaiset erilliskeräysvelvoitteet edellyttävät keräämään sekajätettä, biojätettä ja pakkausjätettä, mukaan lukien paperi-, kartonki-, lasi- ja muovijätettä sekä pienmetallia, kaikilta vähintään 5 huoneiston asuinkiinteistöiltä. Alueelle on tyypillistä tiheään asutut taajamat ja tutkimuksen toteutuksen aikaan alueen väestöstä 82,9 % asuikin vähintään 5 huoneiston asuinkiinteistössä. Tutkimusraportissa todetaankin, että parhaimmat mahdollisuudet jätteen lajittelulle on kaikissa yli 5 huoneiston kiinteistöissä. Tutkimuksen mukaan kotitalouksien sekajätteestä suurin osa on biojätettä, jonka osuus sekajätteestä oli keskimäärin 39,4 %. Sekajäte sisälsi myös paljon muovijätettä, keskimäärin 13,5 %, sekä paperia ja kartonkia yhteensä 16,1 %. Sekalaisen jätteen osuus

kotitalouksien sekajätteestä oli keskimäärin 15,1 %. Kiinteistökohtaiset erot olivat huomattavia. Vähiten sekajätettä syntyi asukasta kohden vähintään 10 huoneiston asuinkiinteistöillä. Eniten sekajätettä syntyi puolestaan yhden huoneiston asuinkiinteistöillä, joissa sekajätettä syntyi asukasta kohden vuodessa noin 64 % enemmän kuin 10 huoneiston asuinkiinteistöillä. Myös sekajätteen koostumuksessa havaittiin kiinteistökohtaisia eroavaisuuksia. Esimerkiksi biojätteen osuus sekajätteestä oli noin 39 % kaikilla yli 5 huoneiston asuinkiinteistöillä, kun taas alle 5 huoneiston asuinkiinteistöllä osuus oli yli 45 %. (HSY 2021.)

Salpakierto Oy:n kesällä 2021 suorittamassa koostumustutkimuksessa tutkittiin sekajätteen koostumuksen lisäksi alueella kerättävän energiajätteen koostumusta. Salpakierto Oy:n ja HSY:n tutkimusten välillä on eroavaisuuksia myös alueiden asukastiheydessä kuin kiinteistöjen otannassa. Salpakierto Oy:n alueella voimassa olleet erilliskeräysvelvoitteet olivat tutkimuksen aikaan myös erilaiset kuin HSY:n alueella. Tutkimuksen aikaan Salpakierto Oy:n alueella kaikilla asuinkiinteistöillä tuli lajitella asumisessa syntyvät jätteet vähintään sekajätteeseen ja energiajätteeseen, minkä lisäksi biojätteen erilliskeräys tai kompostointi oli vapaaehtoista omakotitaloille niin taajamissa kuin haja-asutusalueilla. Ainoastaan vähintään 10 huoneiston asuinkiinteistöillä taajamissa oli voimassa lajittelovelvoite biojätteelle, kartonkipakkauksille, paperille, pienmetallille ja lasipakkauksille, muovipakkausten erilliskeräyksen ollessa vapaaehtoista. Salpakierto Oy:n tutkimuksessa rajattiin jätteen tuottajiksi ainoastaan kotitaloudet, joista tarkasteltiin vähintään 10 huoneiston asuinkiinteistöjä taajamissa sekä omakotitaloja niin taajamissa kuin haja-asutusalueilla. (Salpakierto Oy 2021.)

Salpakierto Oy:n tutkimuksen perusteella havaittiin niin ikään kotitalouksien sekajätteen suurimmaksi yksittäiseksi jätelajiksi biojäte. Biojätteen osuus sekajätteessä oli tutkimuksen mukaan keskimäärin 37,3 %. Biojätteen osuus taajamien sekajätteessä vaihteli vähintään 10 huoneiston asuinkiinteistöjen 32,3 %:sta omakotitalojen 43,1 %:iin. Haja-asutusalueiden omakotitalojen sekajätteestä oli biojätettä 35,5 %. Seuraavaksi eniten kotitalouksien sekajätteessä oli niin sekalaista jätettä kuin muovijätettä, molempia noin 18 %. Ositusten väliset erot jätteiden lajittelutehokkuudessa olivat biojätettä lukuun ottamatta varsin pieniä, vaikka vähintään 10 huoneiston asuinkiinteistöillä oli mahdollisuus bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräykseen, toisin kuin omakotitaloilla. (Salpakierto Oy 2021.)

Kierrätettävien jätteiden ja erityisesti biojätteen suuri osuus sekajätteessä korostaa asukkaiden lajittelutottumusten ja neuvonnan merkityksestä kierrätysasteen nostamisessa. Vaikka selkeällä enemmistöllä pääkaupunkiseudun väestöstä on mahdollisuus kierrättää eri jätelaatuja kiinteistöillään, päättyy kotitalouksien sekajätteeseen edelleen paljon myös kierrätysseen kelpaavia jätelaatuja.

3.2. Jätteen poltto-ominaisuudet

Jätteenpolton kannalta oleellisia poltettavan jätteen polttoteknisiä ominaisuuksia ovat kosteuspitoisuus, tuhkapitoisuus sekä lämpöarvo. Lämpöarvo kuvaa poltettavan aineen täydellisessä palamisessa vapautuvan lämpöenergian määrää massa- tai tilavuusyksikköä kohti. Yleensä lämpöenergian määrä ilmoitetaan megajouleina polttoainekiloa kohti (MJ/kg). Lämpöarvolle käytetään yleisesti kolmea eri määritelmää, jotka ovat kalorimetrinen lämpöarvo (ns. ylempi lämpöarvo), tehollinen lämpöarvo (ns. alempi lämpöarvo) ja tehollinen lämpöarvo saapumistilassa. Poltettavan aineen kosteuspitoisuus vaikuttaa lämpöarvoon käänteisesti. Koska kalorimetrinen lämpöarvo kuvaa polttoaineen kuiva-aineen lämpöarvoa, on se kaikista kolmesta lämpöarvosta korkein. Jätteenpolttolaitoksille oleellisin on tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, sillä se huomioi myös poltettavan aineen kosteuden ja palamisessa syntyvän veden haihduttamiseen vaadittavan energiamäärän. Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on siksi myös kaikista kolmesta lämpöarvosta alhaisin. (Alakangas et al. 2016, 23, 28–29.) Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on 10 MJ/kg (Tilastokeskus 2022b). Taulukkoon 5 on koottu sekajätteen sisältämien eri jätejakeiden tyypillisiä lämpöarvoja sekä tuhka- ja kosteuspitoisuuksia. Erityisesti sekajätteen ominaisuudet voivat vaihdella paljon eri alueiden kesken johtuen eri alueiden sekajätteen erilaisesta koostumuksesta.

Taulukko 5. Sekajätteen ja eri jätejakeiden tyypilliset ominaisuudet. (Tiedot: LCA Consulting Oy 2020; Tilastokeskus 2022b)

Jätejake	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa	Tuhkapitoisuus
	(MJ/kg)	(%)
Sekajäte	9–11	20–35
Biojäte	3	8
Kartonki ja pahvi	14	17
Muovi	25–30	10
Lasi	0	98
Metalli	0	98
Muut	9	34

3.3. Jätteenpoltto

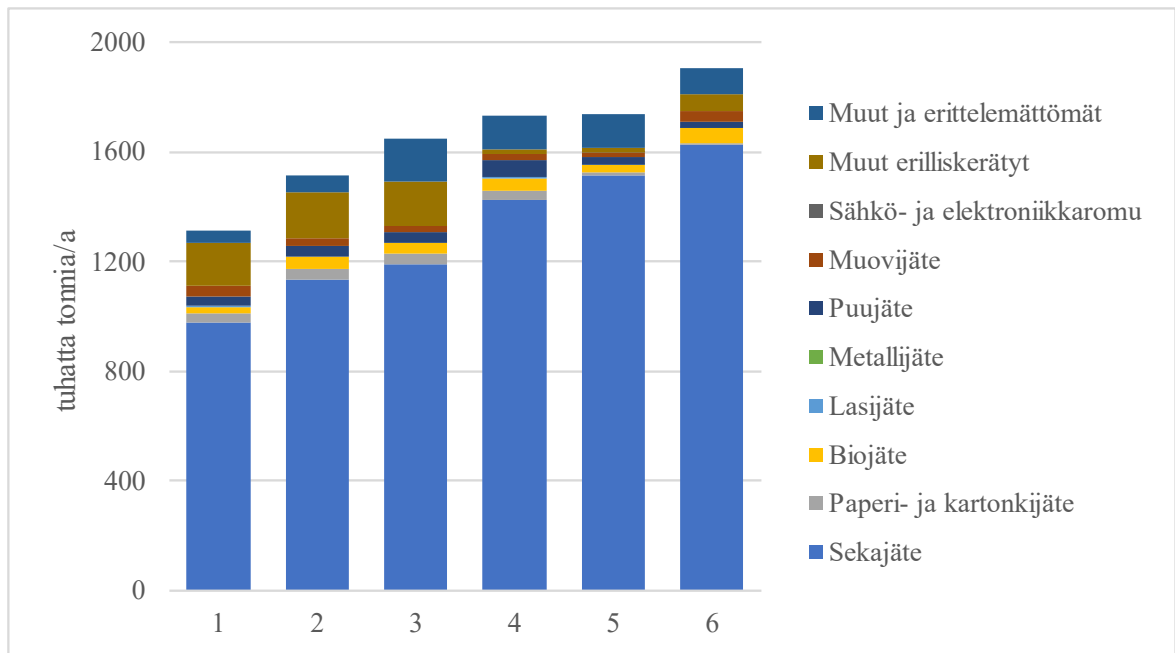
Poltoon päätyvää yhdyskuntajätettä poltetaan jätteenpolttolaitoksilla ja jätteen rinnakkaispolttolaitoksilla. Laitoksilla poltetaan laitoksesta riippuen yhdyskuntajätteen lisäksi muitakin jätettä, kuten rakennus- ja purkujätettä sekä teollisuuden jätteitä. (Bröckl et al. 2021, 19, 22.) Laitokset määritellään niiden pääasiallisen tarkoituksen perusteella ympäristönsuojelulaissa (527/2014), jonka mukaan jätteenpolttolaitoksella tarkoitetaan ”yksikköä, joka on tarkoitettu jätteiden lämpökäsittelyyn, riippumatta siitä, hyödynnetäänkö poltossa syntyvä lämpö vai ei”, ja rinnakkaispolttolaitoksella ”yksikköä, jonka pääasiallisena tarkoituksena on tuottaa energiaa tai aineellisia tuotteita ja jossa käytetään jätettä vakinaisena tai lisäpolttoaineena”. Ympäristönsuojelulain mukaan jätteenpolttolaitokseksi luetaan myös sellainen laitos, jossa jätteen rinnakkaispoltto toteutetaan siten, että laitoksen pääasiallinen tarkoitus on energian tai aineellisten tuotteiden tuottamisen sijasta ennemminkin jätteiden lämpökäsittely. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 § 108.)

Bröckl et al. (2021) mukaan Suomessa ympäristöluvituksessa on ollut käytäntönä luokitella hieman ympäristönsuojelulain määritelmästä poiketen jätteenpolttolaitoksiksi myös sellaiset laitokset, jotka käyttävät jätettä ainoana polttoaineena, vaikka niiden pääasiallinen tarkoitus olisikin tuottaa energiaa. Täten rinnakkaispolttolaitoksiksi määritellään Suomessa käytännössä vain sellaiset laitokset, jotka käyttävät jätettä yhtenä polttoaineena muiden joukossa. (Bröckl et al. 2021, 20, 25.)

Jätteenpolttolaitokset on rakennettu tyypillisesti yhdyskuntajätteen käsittelemiseksi sekä kaukolämmön, prosessihöyryn ja sähkön tuottamiseksi. Jätteenpolttolaitoksilla käytetään polttoaineena pääasiassa syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä, jota ei ole käsitelty ennen polttoa. Esimerkiksi Suomessa vuonna 2020 kaikesta polttoon ohjatusta yhdyskuntajätteestä oli sekajätettä noin 85 % (SVT 2020b). Sen sijaan rinnakkaispolttolaitoksilla harvemmin käytetään polttoaineena kotitalouksien yhdyskuntajätettä, vaan niissä hyödynnetään tyypillisesti teollisuuden ja palveluiden jätevirtoja, jotka ovat laadultaan tasaisia ja polttoon hyvin soveltuvia. Rinnakkaispolttolaitoksissa poltettava jäte myös tyypillisesti käsitellään ennen polttoa erottelemalla siitä kierrätykseen kelpaavat materiaalit sekä polttokelvottomat materiaalit. Rinnakkaispolttolaitoksilla poltettavan jätteen palakokovaatimukset edellyttävät tyypillisesti myös murskaamaan jätteen palakooltaan sopivan pieneksi ennen jätteenpolttoa. (Bröckl et al. 2021, s. 20, 24.)

3.3.1. Jätteenpoltto Suomessa

Suomessa jätteenpoltoon ohjattiin vuonna 2020 noin 1 900 000 tonnia yhdyskuntajätettä, josta noin 1 600 000 tonnia oli sekajätettä. Kuvassa 7 havainnollistettu poltettavan yhdyskuntajätteen määrä on kasvanut tasaisesti vuosi vuodelta 2010-luvun jälkipuoliskolla. EU:n lainsäädännön mukaan jäsenmaiden on huolehdittava siitä, että erilliskerättyjä jätteitä ei poltettaisi, mikä myös näkyy erilliskerättyjen jätelajien polton vähenemisenä Suomessa.



Kuva 7. Polttoon ohjattavan yhdyskuntajätteen määrä Suomessa jätelajeittain vuosina 2015–2020. (Tiedot: SVT 2020b)

Suomessa jopa 95 % poltettavan jätteen sisältämästä energiasta muunnetaan sähköksi ja kaukolämmöksi jätevoimaloissa. Kaukolämpöä jätevoimalat tuottavat noin 3 TWh vuodessa ja sähköä noin 1,2 TWh vuodessa. (KIVO 2022a.) Suomen jätteenpolttokapasiteetista suurin osa on valmistunut vuoden 2012 jälkeen, jolloin jätteenpoltto myös syrjäytti kaatopaikkasi-joituksen yleisimpänä yhdyskuntajätteiden käsittelymuotona. Bröckl et al. (2021) ovat koostaneet ELY-keskusten ympäristölupien perusteella yhteenvedon Suomessa toiminnassa olevista jätteenpolttolaitoksista. Taulukkoon 6 on listattu tällä hetkellä Suomessa toiminnassa olevat 10 jätteenpolttolaitosta, joiden jätteenpolttokapasiteetti on yhteensä 2 000 000 tonnia vuodessa. Lisäksi Vantaan Energia Oy:n on tarkoitus käynnistää jätevoimalansa laajennuksen yhteydessä jätteenpolttokapasiteetiltaan 180 000 tonnin kokoinen jätteenpolttolaitos syksyllä 2022, mikä kasvattaisi Suomessa olevan jätteenpolttokapasiteetin 2 180 000 tonniin vuodessa. Jätteenpolttolaitosten polttokapasiteetin käyttöaste Suomessa on noin 90 %. Suurin osa laitoksista hyödyntää jätteenpoltoissa arinatekniikkaan perustuvaa polttokattilaa. (Bröckl et al. 2021; ELY-keskukset 2021.)

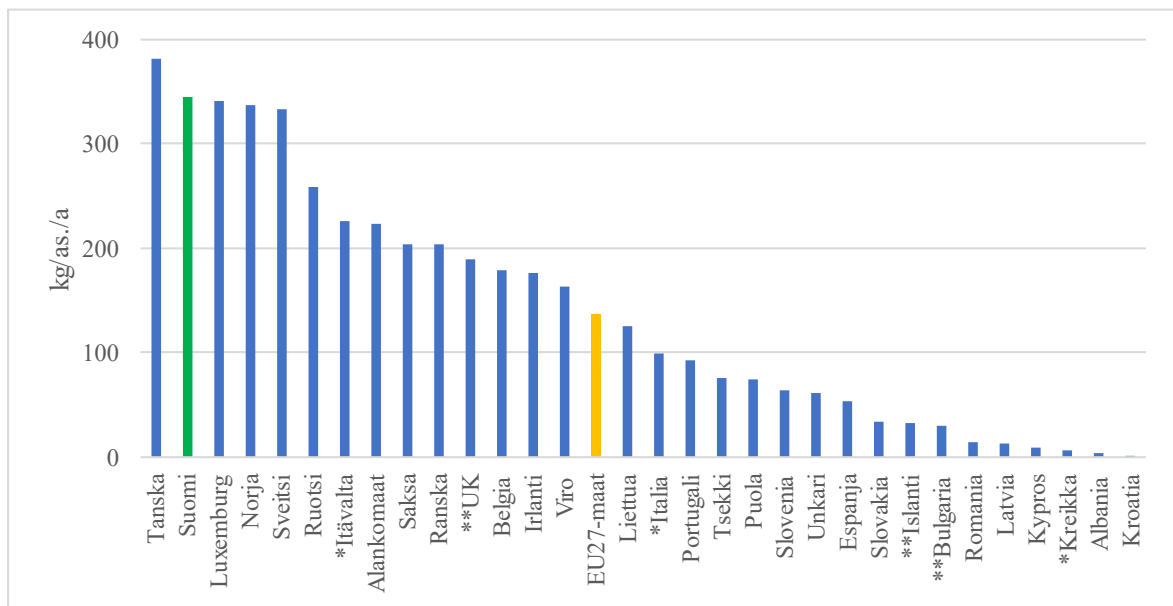
Taulukko 6. Jätteenpolttolaitokset Suomessa vuonna 2022. (Tiedot: Bröckl et al. 2021; ELY-keskukset 2021)

Jätteenpolttolaitos	Jätteenpolttokapasiteetti / ympäristöluvan mukainen polttolupamäärä
	(tonnia/a)
Fortum Waste Solutions Oy, Jätevoimalat 1 & 2, Riihimäki	Jätevoimala 1: 175 000 Jätevoimala 2: 160 000
Kotkan Energia Oy, Hyötyvoimalaitos	100 000
Oulun Energia Oy, Laanilan ekovoimalaitos	175 000
Westenergy Oy, Jätevoimala, Vaasa	200 000
Vantaan Energia Oy, Jätevoimala	420 000
Lahti Energia Oy, Kymijärvi II kaasutusvoimalaitos	200 000–300 000
Tammervoima Oy, Hyötyvoimalaitos, Tampere	180 000
Riikinvoima Oy, Ekovoimalaitos, Leppävirta	170 000
Lounavoima Oy, Korvenmäen ekovoimalaitos, Salo	120 000
Vantaan energia Oy, Jätevoimalan laajennus (Käynnistys syksyllä 2022)	180 000

3.3.2. Jätteenpoltto Euroopassa

Euroopan Unionin alueella syntyi vuonna 2020 yhdyskuntajätettä asukasta kohden keskimäärin 505 kg, josta noin 27 %, eli 137 kg hyödynnettiin energiana jätteenpoltossa. Kuvassa

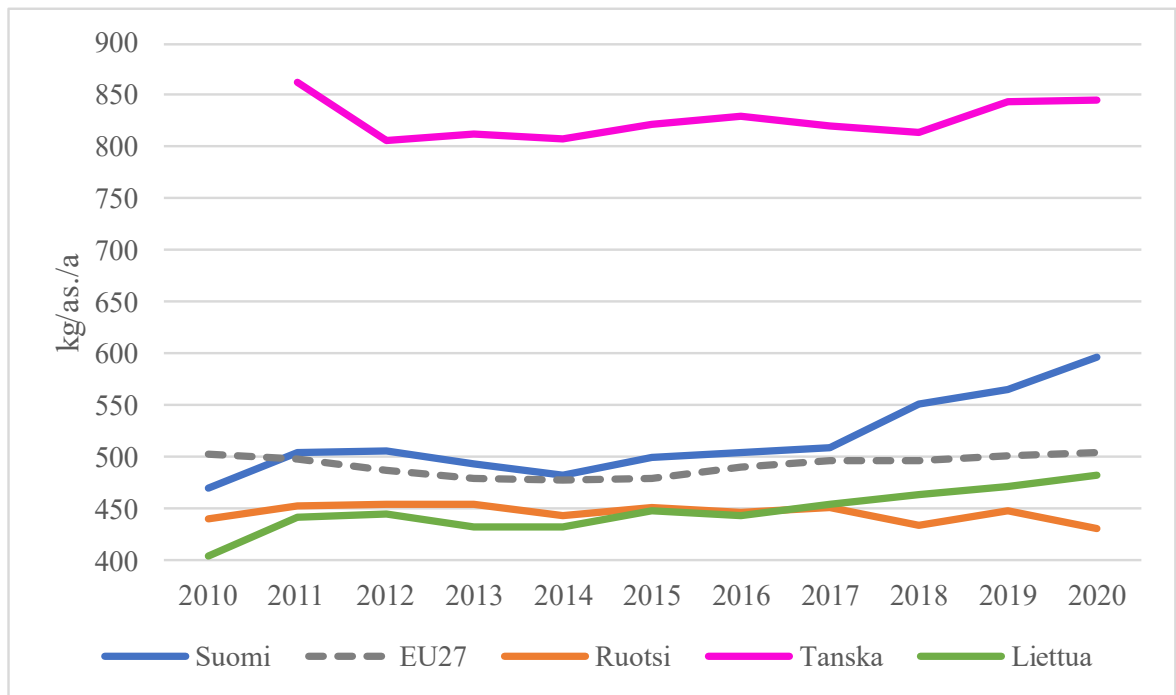
8 on esitettyä Euroopan maiden jätteenpoltoon ohjattavan yhdyskuntajätteen määrät väkilukuun suhteutettuna vuonna 2020. Joidenkin maiden tiedot perustuvat joko vuoden 2019 tai 2018 jättemääriin. Kuvasta on myös jätetty pois maat, joissa jätteenpoltoa ei ole tai tietoa jätteenpoltoista ei ole saatavilla. Suomessa jätteenpoltoon ohjautuu yhdyskuntajätettä asukasta kohden toiseksi eniten Euroopan maista heti Tanskan jälkeen. Tanskassa yhdyskuntajättekertymä asukasta kohden on toisaalta huomattavasti suurempi kuin Suomessa, mikä näkyy selkeänä erona maiden yhdyskuntajätteen kierrätysasteessa. Tanskassa yhdyskuntajätteen kierrätysaste on 54 %, Suomen kierrätysasteen ollessa vain 42 %. Jätteenpolton merkitys yhdyskuntajätteen käsittelymuotona on Suomessa hyvin samankaltainen kuin Ruotsissa, jossa yhdyskuntajätteestä noin puolet ohjataan jätteenpoltoon ja loput kierrätetään. Ruotsissa yhdyskuntajättekertymä asukasta kohden on kuitenkin 431 kg, joka on selvästi vähemmän kuin Suomessa. (Eurostat 2022.)



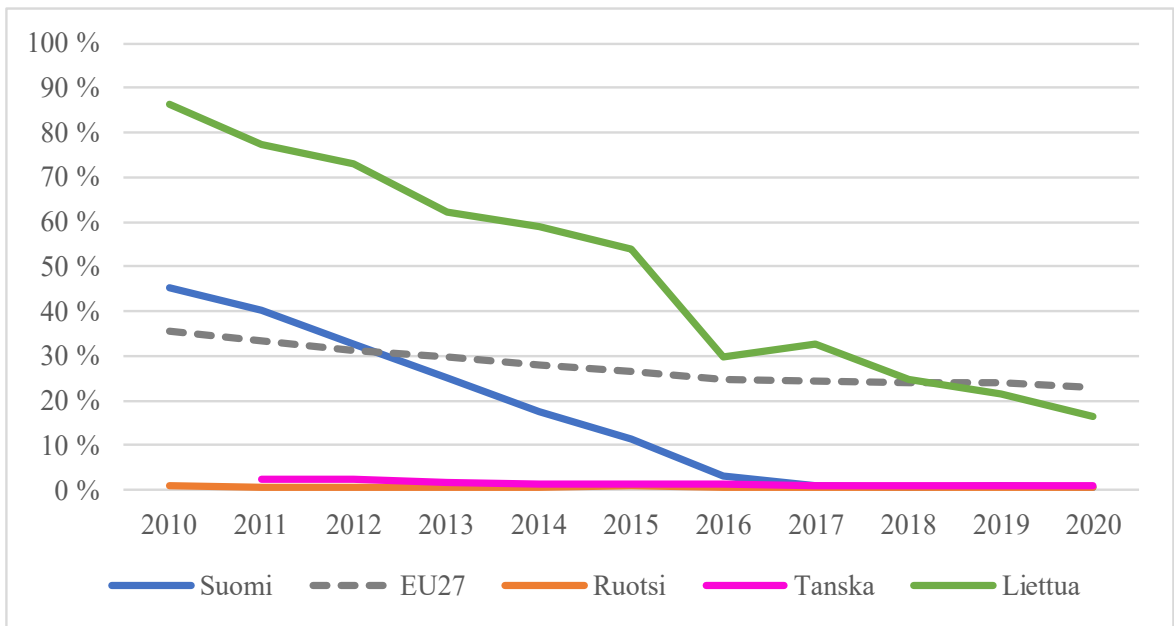
Kuva 8. Polttoon ohjattavan yhdyskuntajätteen määrä asukasta kohden Euroopassa vuonna 2020. (Tiedot: Eurostat 2022). (*Tieto vuodelta 2019. **Tieto vuodelta 2018. Euroopan maat, jossa ei jätteenpoltoa tai ei tietoa saatavilla: Malta, Montenegro, Kosovo, Pohjois-Makedonia, Serbia, Turkki, Bosnia & Hertsegovina.)

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan kolmen Euroopan maan yhdyskuntajättemäärien sekä jätteenpolton kehitystä. Erilliseen tarkasteluun otetaan Ruotsi, Liettua ja Tanska, joiden yhdyskuntajättemäärät ja käsittelytapojen osuudet on esitetty kuvissa 9–12. Ruotsi on valittu tarkasteluun, sillä se muistuttaa jätehuolloiltaan paljon Suomea. Tarkasteluun on myös valittu

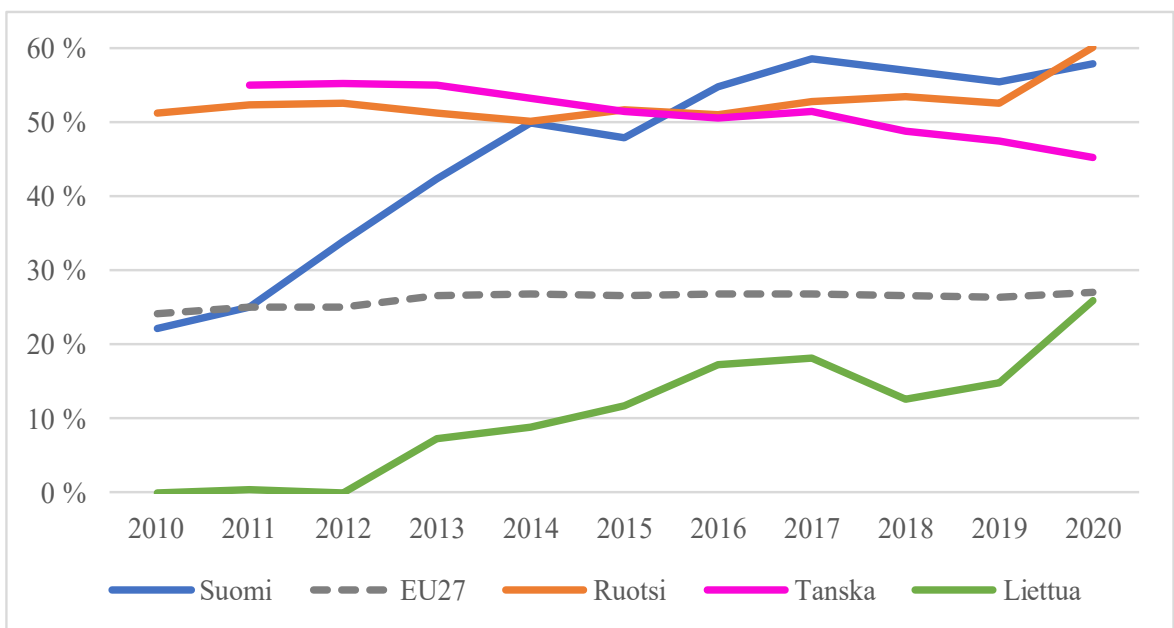
maita niiden jätehuollon edistyneisyyden perusteella. Niin Ruotsi kuin Tanska asettuvat tähän kategoriaan. Tanska on valittu myös sen perusteella, että sen yhdyskuntajättekertymä asukasta kohden on Euroopan suurin. Vastapainoksi jo pitkään jätteenhuolloltaan edistyneisille maille tarkasteluun on otettu myös Liettua. Maa on ottanut suuria kehitysaskelia jätehuollossaan 2010-luvulla, jonka alussa lähes kaikki yhdyskuntajätteet päätyivät vielä kaatopaikalle.



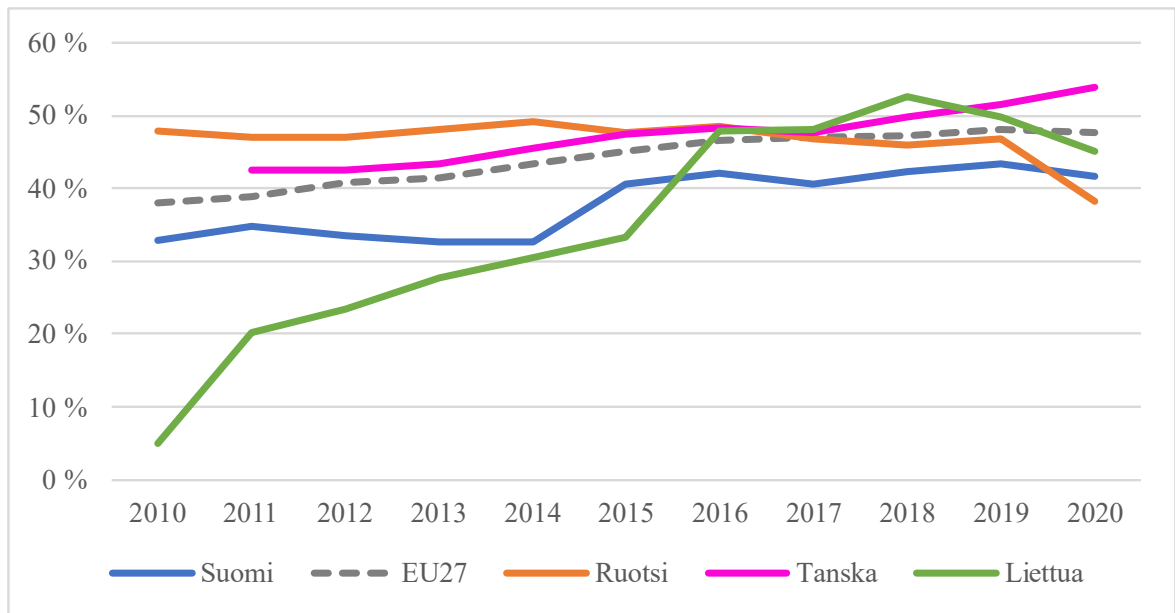
Kuva 9. Yhdyskuntajättekertymä asukasta kohden Suomessa, EU:ssa ja vertailumaissa. (Tiedot: Eurostat 2022)



Kuva 10. Kaatopaikkasijoituksen ja muun hävityksen osuus yhdyskuntajätteen käsittelystä Suomessa, EU:ssa ja vertailumaissa. (Tiedot: Eurostat 2022)



Kuva 11. Jätteenpolton (energiahyödynnys) osuus yhdyskuntajätteen käsittelystä Suomessa, EU:ssa ja vertailumaissa. (Tiedot: Eurostat 2022)



Kuva 12. Kierrätyksen osuus yhdyskuntajätteiden käsittelystä Suomessa, EU:ssa ja vertailumaissa. (Tiedot: Eurostat 2022)

3.3.3. Jätteenpolto Ruotsissa

Ruotsissa syntyi yhdyskuntajätettä Eurostatin mukaan 431 kg asukasta kohden vuonna 2020, mikä on selvästi alle EU:n keskiarvon. Yhdyskuntajättekertymä asukasta kohden on muuttunut 2010-luvulla hyvin vähän, vaihdellen välillä 431–455 kg. (Eurostat 2022.) Ruotsin jätehuoltoyhdistyksen mukaan yhdyskuntajättekertymä on ollut hieman suurempi, 466–475 kg asukasta kohden vuosina 2017–2021 (Avfall Sverige 2022). Ruotsissa yhdyskuntajätteen määrän ja talouskasvun välillä on havaittavissa pientä irtikytkentää, sillä vuodesta 2012 eteenpäin Ruotsin BKT on kasvanut vuosittain (EEA 2021a).

Ruotsi on jätehuolloltaan hyvin samankaltainen kuin Suomi, ja se on myös yksi Euroopan johtavia maita yhdyskuntajätteiden energiahyödyntämisessä. Jätteenpolton osuus yhdyskuntajätteiden käsittelystä Ruotsissa on ollut noin 50 % koko 2010-luvun ajan. Ruotsin jätehuoltoyhdistyksen mukaan Ruotsissa poltettiin vuonna 2021 yhteensä noin 7 miljoonaa tonnia jätettä 34 jätteenpolttolaitoksessa. Poltetusta jätteestä 2,5 miljoonaa tonnia oli yhdyskuntajätettä ja 4,5 miljoonaa tonnia muuta jätettä, pääosin teollisuuden jätteitä sekä lajittelurejektejä. Suurin erottava tekijä Suomen ja Ruotsin jätteenpolttosektoreiden välillä on poltettavan

jätteen tuonti muista Euroopan maista. Ruotsin jätteenpolttolaitosten jätteenpolttokapasiteetti on huomattavasti suurempi kuin kotimaisen poltettavan jätteen saatavuus. Ruotsissa poltetusta jätteestä noin 2 miljoonaa tonnia olikin muualta Euroopasta tuotua jätettä, josta noin kolmannes oli yhdyskuntajätettä. (Avfall Sverige 2022.)

Ruotsin jätehuollon tilastotiedot poikkeavat hieman lähteen mukaan. Eurostatin mukaan jätteenpolton osuus yhdyskuntajätteen käsittelystä oli 60 % vuonna 2020, eli 7 prosenttiyksikköä enemmän kuin edellisellä vuonna (Eurostat 2022). Ruotsin jätehuoltoyhdistyksen mukaan vuonna 2020 jätteenpolton osuus yhdyskuntajätteen käsittelystä sen sijaan väheni 4 prosenttiyksikköä edellisestä vuodesta, ollen enää 46 % (Avfall Sverige 2022). Ero on merkittävä ja se voi johtua esimerkiksi eri laskentatavoista. Lisäksi Eurostatin ilmoittama jätteenpolton osuus Ruotsissa vuonna 2020 perustuu arvioon eikä lopulliseen tietoon. Aikaisempien vuosien tilastoinnissa lähteiden välillä ei ole yhtä suurta eroa. Molempien lähteiden mukaan 2010-luvulla Ruotsissa yhdyskuntajätteistä on ohjattu hieman yli 50 % jätteenpolttoon ja hieman alle 50 % kierrätykseen, mukaan lukien kompostointi ja mädätys. Ruotsin jätehuoltojärjestelmässä ei ole siis tapahtunut suuria muutoksia viime vuosikymmenellä, toisin kuin esimerkiksi Suomessa.

Ruotsia koskevat samat kierrätystavoitteet kuin Suomea, sillä molemmat maat kuuluvat EU:iin. Jätteen erilliskeräys laajenee myös Ruotsissa, jossa erilliskeräyksen piiriin kuului noin 40 % väestöstä vielä vuonna 2019. Ruotsin jätehuoltoyhdistyksen mukaan kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi Ruotsin väestöstä tulisi kuulua erilliskeräyksen piiriin 60 % vuoteen 2025 mennessä ja 100 % vuoteen 2030 mennessä. (Avfall Sverige 2021.) Myös energiahyödynnyksen käsittelymaksua on nostettu vuodesta 2015 eteenpäin samalla, kun kompostoinnin ja mädätyksen käsittelymaksut ovat pienentyneet (Avfall Sverige 2022). Täten jätteenpolton kannattavuus ja poltettavan jätteen saatavuus Ruotsissa todennäköisesti heikenevät tulevaisuudessa.

3.3.4. Jätteenpoltto Liettuassa

Liettuassa syntyi 483 kg yhdyskuntajätettä asukasta kohden vuonna 2020, mikä on hieman alle EU:n keskiarvon (Eurostat 2022). Yhdyskuntajätteen määrän kasvu Liettuassa on niukasti kytkeytynyt irti talouskasvusta (EEA 2021b). Liettuan jätehuolto on muuttunut radikaalisti 2010-luvulla. Siinä missä Suomi investoi vahvasti jätteenpolton kapasiteetin kasvattamiseen vuosikymmenen vaihteesta eteenpäin, on Liettua lisännyt yhdyskuntajätteen kierrätystä merkittävästi. Liettuassa 2010-luvun alussa yhdyskuntajätteistä 86 % päätyi kaatopaikalle, eli lähes puolet enemmän kuin Suomessa siihen aikaan. Vuosikymmenen aikana Liettua vähensi radikaalisti kaatopaikkasijoituksen osuutta yhdyskuntajätteen käsittelyssä, sillä vuonna 2020 kaatopaikoille päätyi enää 16 % yhdyskuntajätteistä. Samalla ajanjaksolla Liettua on nostanut yhdyskuntajätteiden kierrätysasteensa 5 %:sta noin 50 %:iin. Vertailuksi Suomi sijoitti vielä 2010-luvun alussa kaatopaikoille 45 % vuosittain syntyvistä yhdyskuntajätteistään, kunnes vuoteen 2017 mennessä kaatopaikkasijoituksen osuus oli enää noin 1 %. Yhdyskuntajätteen käsittelytarpeesta noin viidennes korvattiin kierrätyksellä ja loput neljä viidennestä jätteenpoltolla. (Eurostat 2022.)

Liettuassa jätteenpoltto ei ole ollut yhtä merkittävä osa jätehuoltojärjestelmää kuin Suomessa. Liettua on kuitenkin kasvattanut jätteenpolttokapasiteettiaan uudistaessaan jätehuoltojärjestelmäänsä, josta jätteenpoltto uupui käytännössä kokonaan vielä 2010-luvun alussa. Liettuan ensimmäinen jätteenpolttolaitos avattiin Klaipėdan kaupunkiin vuonna 2013. Fortum Oyj:n perustaman laitoksen jätteenpolttokapasiteetti on 250 000 tonnia vuodessa, ja se tuottaa alueelle kaukolämpöä ja sähköä. (Fortum Oyj 2022) Vuoden 2020 lopulla myös Kaunasin ja Vilnan kaupungeissa otettiin käyttöön kaksi uutta jätteenpolttolaitosta. Kaunasin laitoksen jätteenpolttokapasiteetti on 200 000 tonnia vuodessa, ja se käyttää yhdyskuntajätteen lisäksi polttoaineenaan myös muita biopolttoaineita, lietteitä ja teollisuuden jätteitä (Kauno kogeneracinė jėgainė 2022). Vilnan laitos on puolestaan jätteenpolttokapasiteetiltaan 160 000 tonnia vuodessa (Vilniaus kogeneracinė jėgainė 2020). Uusien laitosten vaikutusta yhdyskuntajätetilastoihin ei ole vielä kokonaisuudessaan nähtävissä. Jätteenpolton osuus yhdyskuntajätteen käsittelytavoista Liettuassa nousi kuitenkin 15 %:sta 26 %:iin pelkästään vuosien 2019 ja 2020 välillä, mikä näkyi myös kierrätysasteen pientymisenä 5 %:lla (Eurostat, 2022). Mikäli kolmen jätteenpolttolaitoksen yhteenlaskettu

jätteenpolttokapasiteetti (610 000 tonnia) hyödynnetään kokonaan, jätteenpolton osuus yhdyskuntajätteen käsittelyssä voi nykyisellä yhdyskuntajätekertymällä nousta Liettuassa jopa 45 %:iin. Jätteenpolttokapasiteetin lisääminen yhdyskuntajätteen osalta Liettuassa voisi jopa vaarantaa EU:n kierrätystavoitteiden saavuttamisen. Täten investoinnit uusiin jätteenpolttolaitoksiin Liettuassa ovat epätodennäköisiä.

3.3.5. Jätteenpoltto Tanskassa

Tanskassa syntyi yhdyskuntajätettä 845 kg asukasta kohden vuonna 2020. Euroopan maista Tanskassa on suurin yhdyskuntajätekertymä asukasta kohden. Yhdyskuntajätekertymä asukasta kohden ei ole muuttunut paljoa vuodesta 2012 eteenpäin, vaihdellen välillä 806–845 kg. (Eurostat 2022.) Tanskan talous on kasvanut tasaisesti 2010-luvulla, joten yhdyskuntajätteen määrän ja talouskasvun välillä voi olla havaittavissa pientä irtikytkentää (EEA 2021c).

Vuonna 2019 Tanskassa oli toiminnassa 23 jätteenpolttolaitosta, joissa poltettiin yhteensä 3,58 miljoonaa tonnia jätettä. Poltetusta jätteestä 2,33 miljoonaa tonnia oli yhdyskuntajätettä (CEWEP 2022; Eurostat 2022). Yhdyskuntajätteen käsittelyssä jätteenpolton osuus oli 45 % vuonna 2020. Jätteenpolton osuus yhdyskuntajätteen käsittelystä on vähentynyt Tanskassa vuosista 2011–2013, jolloin se oli vielä 55 %. Samalla aikavälillä kierrätyksen osuus yhdyskuntajätteen käsittelyssä on lisääntynyt 42 %:sta 54 %:iin. Vuodesta 2014 eteenpäin Tanskassa on sijoitettu kaatopaikalle vain 1 % kaikesta yhdyskuntajätteestä. (Eurostat, 2022.) Kaikesta syntyneestä jätteestä jätteenpoltoon päätyi 29 % vuonna 2019 (Miljøministeriet 2021).

Tanska on ollut pitkään jätehuollon ja samalla jätteenpolton edelläkävijämaa Euroopassa. Jo vuonna 2010 Tanskassa oli toiminnassa 29 jätteenpolttolaitosta, kun Suomessa niitä oli tuolloin vasta kolme (CEWEP 2021). Tanskassa jätteenpolttolaitokset ovat kuntaomisteisia, ja niiden liikevoiton tavoittelua on rajoitettu lainsäädännössä (Tomic et al. 2017). Tällä hetkellä Tanskassa on 700 000 tonnia ylimääräistä jätteenpolttokapasiteettia Tanskassa syntyvään

polttokelpoiseen jätemäärään nähden. (Miljøministeriet 2021.) Jätettä tuodaankin paljon Tanskaan poltettavaksi muualta Euroopasta, pääasiassa Saksasta, Iso-Britanniasta ja Irlannista. Vuonna 2019 Tanskaan tuotiin 386 000 tonnia jätettä poltettavaksi maan jätteenpolttolaitoksissa. Tuontijätteen osuus kaikesta poltetusta jätteestä oli 10 %. Osuus on vaihdellut 8–10 %:in välillä vuodesta 2015 eteenpäin. (Miljøstyrelsen 2020.) Tanska tuo ulkomailta pääasiassa paljon muovia sisältävää jätettä korvatakseen tehokkaasti polttoainevajetta jätteenpolttovoimaloissaan (Schaart 2020).

EU:n kiertotaloustavoitteiden mukaisesti myös Tanska pyrkii edistämään kiertotaloutta ja lisäämään yhdyskuntajätteiden kierrätystä. Tanskan valtion kiertotalouden edistämisohjelman päätavoitteisiin lukeutuu syntyvän jätteen määrän vähentäminen sekä kierrätyksen ja uudelleen käytön valmistelun merkittävä lisääminen. Toimenpiteinä tavoitteisiin pääsemiseksi Tanska aikoo vähentää jätteenpolttokapasiteettiaan 30 % ja poltettavan muovijätteen määrää 80 % nykyisestä vuoteen 2030 mennessä. (Miljøministeriet 2021.) Jätteenpolttokapasiteetin vähentäminen vaatii seitsemän jätteenpolttolaitoksen lakkauttamista Tanskassa (Schaart 2020). Jätteenpolttolaitosten määrä vähenikin jo kolmella vuosien 2018 ja 2019 välillä (CEWEP 2021). Näin ollen myöskään Tanskassa ei ole lähitulevaisuudessa odotettavissa jätteenpolttokapasiteetin kasvua, vaan päinvastoin sen vähenemistä.

3.4. Kierrätyksen tehostumisen vaikutukset poltettavan yhdyskuntajätteen määrään

Jätelain kunnianhimoiset tavoitteet yhdyskuntajätteen kierrätysasteen nostamiseksi 55 %:iin nykyisestä 42 %:ista eivät mitä luultavimmin tule ainakaan lisäämään polttoon ohjattavan yhdyskuntajätteen määrää tulevaisuudessa Suomessa. Valtakunnallisen jätesuunnitelman vision mukaisesti syntyvän jätteen määrä vähenee nykyisestä ja lajittelutehokkuuden kasvassa kierrätys tulee lisääntymään merkittävästi. Myös sekajätteen kierrätettävyyden ennakoidaan kohentuvan biojätteen erilliskeräyksen laajentumisen myötä. Kun sekajätteen sisältämä biojäte ei enää heikennä muiden jätelajien kierrätettävyyttä yhtä paljon kuin ennen, on sekajäte myös helpommin lajiteltavissa ja se soveltuu paremmin kierrätykseen. Nämä seikat

vähentävät polttoon ohjattavan sekajätteen määrää, mikä aiheuttaa jätevoimaloille tarpeen etsiä uusia jätepolttoainevirtoja. (Ympäristöministeriö 2022b.)

LCA Consulting Oy:n ympäristöministeriölle vuonna 2020 tekemässä selvityksessä on arvioitu asumisessa syntyvien jätteiden erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutuksia Suomessa. Selvityksessä tarkasteltiin kolmea eri erilliskeräysvaihtoehtoa ja vertailukohtana käytettiin tilastokeskuksen ilmoittamia yhdyskuntajättemääriä vuodelta 2017. Ensimmäisessä vaihtoehdossa bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräys oli pakollista kaikille vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöille Suomessa, jolloin erilliskeräyksen piiriin kuuluisi noin 50 % Suomen väestöstä. Toisen vaihtoehdon erilliskeräysvelvoitteet olivat hyvin samankaltaiset kuin uudessa jättesetuksessa. Siinä bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräys oli ensimmäisen vaihtoehdon tapaan pakollista kaikille vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöille Suomessa, jonka lisäksi biojätteiden erilliskeräys oli pakollista myös kaikille asuinkiinteistöille yli 10 000 asukkaan taajamissa. Tällöin biojätteen erilliskeräyksen piiriin kuuluisi 65 % Suomen väestöstä. Kolmannessa vaihtoehdossa bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräys oli pakollista kaikilla asuinkiinteistöillä kaikissa Suomen taajamissa, jolloin erilliskeräyksen piiriin kuuluisi noin 85 % Suomen väestöstä. Selvityksessä arvioitiin myös korkeamman lajittelukertymän eli korkeamman lajittelutehokkuuden vaikutusta erilliskerättäviin jättemääriin. Selvityksessä ei tarkasteltu hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan keräysverkoston laajenemista. (LCA Consulting Oy 2020.)

Selvityksen mukaan nykyisellä lajittelutehokkuudella sekajätteen määrä vähenisi Suomessa 6–14 % tarkastelluilla erilliskeräysvaihtoehdoilla. Korkeammalla lajittelutehokkuudella sekajätteen määrä vähenisi jo ilman erilliskeräyksen tiukentumista noin 7 %. Kun mukaan lasketaan vielä tiukemmat erilliskeräysvaihtoehdot, vähenisi sekajätteen määrä kokonaisuudessaan 16–27 %. EU:n jätedirektiivin mukaisella kierrätysasteen laskentatavalla yhdyskuntajätteiden kierrätysaste nousisi puolestaan 39,8 %:sta 42–45,2 %:iin nykyisellä lajittelutehokkuudella. Korkeammalla lajittelutehokkuudella kierrätysaste nousisi 45,3–49,5 %:iin. Tulokset osoittavat jälleen, että pelkällä kotitalouksien erilliskeräyksen laajentamisella yhdyskuntajätteiden kierrätykselle asetettuja tavoitteita on lähes mahdotonta saavuttaa. Vaikka lajittelutehokkuuden parantamisella on merkittävä vaikutus (3,3–5,2 %) kierrätysasteen

nostamisessa, todetaan selvityksessä myös hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan jätteiden kierrätyksen lisäämisen olevan välttämätöntä kierrätystavoitteiden saavuttamisessa. (LCA Consulting Oy 2020.)

Salmenperä et al. (2019) mukaan yhdyskuntajätteiden kierrätystavoitteeseen vuodelle 2025 ylletään laskennallisesti, jos biojätteen erilliskeräys ja kompostointi järjestetään Suomessa kaikilla kiinteistöillä ja pakkausjätteiden ja paperijätteen erilliskeräys kaikilla kiinteistöillä taajamissa. Arvio perustuu vanhaan laskentamenetelmään kierrätysasteen laskennassa, joten todellisuudessa mainitut toimenpiteet eivät välttämättä riittäisi kierrätystavoitteeseen pääsemiseksi. Kierrätystavoitteiden saavuttamisessa merkittävässä asemassa on joka tapauksessa erityisesti biojätteen, muovipakkausten sekä kartongin ja pahvin keräyksen tehostaminen. (Salmenperä et al. 2019.)

Myös Salmenperä et al. (2019) toteavat, että vuoden 2025 kierrätystavoitteen saavuttaminen on haastavaa ja se vaatii myös hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan erilliskeräyksen ja lajittelutehokkuuden lisäämistä samassa suhteessa kotitalouksiin nähden. Jotta vuosina 2030 ja 2035 tiukentuviin yhdyskuntajätteen kierrätystavoitteisiin päästäisiin, tulisi Suomen jätteenkeräysverkoston edelleen laajentua ja lajittelutehokkuuden kasvaa merkittävästi. 60 %:n ja 65 %:n kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi vaadittavien toimenpiteiden toteuttaminen käytännössä on hyvin vaikeaa, mutta laskennallisesti mahdollista sekajätteen sisältämien kierrätyskelpoisten jätemäärien vuoksi. (Salmenperä et al. 2019.)

Kierrätystavoitteiden saavuttamiseen vaadittavia toimenpiteitä on tutkittu myös muualla Euroopassa. Tallentire ja Steubing (2020) tutkivat pakkausjätteiden keräysjärjestelmiä ja niiden tehostamisen ympäristövaikutuksia Euroopassa. Pakkausjätteiden erilliskeräysjärjestelmien tehostaminen osoittautui tehokkaimmaksi yksittäiseksi ratkaisuksi kierrätysasteen kasvattamisessa, mutta se ei yksinään riitä EU:n pakkauksia ja pakkausjätteitä koskevien kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi. Parhaan käytännön mukaisessa keräysjärjestelmässä Euroopassa saataisiin tutkimuksen mukaan kerättyä vuosittain 18 miljoonaa tonnia enemmän pakkausjätettä nykyiseen verrattuna, mikä jää kuitenkin 6 miljoonaa tonnia vajaaksi vuoden 2030 kierrätystavoitteiden toteutumiseen vaadittavasta määrästä. Varsinkin lajittelussa ja

kierrätyksessä syntyvän materiaalihävikin minimoiminen on erilliskeräyksen tehostamisen ohella välttämätön keino kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi. Kerätyn pakkausjätteen hävikin minimoimiseen päästään paremmalla pakkausten suunnittelulla sekä parempien teknologisten ratkaisujen kehittämisellä ja käyttöönotolla lajittelu- ja kierrätysprosesseissa. (Tallentire & Steubing 2020.)

Martinho et al. (2017) vertailivat tutkimuksessaan kahden eri pakkausjätteen keräysjärjestelmän toimivuutta kotitalouksilla syntyvien jätteiden kierrätettävyydessä. Niin sanotussa sekajärjestelmässä, jossa oli samanaikaisesti käytössä kiinteistökohtainen erilliskeräys ja aluekeräys, pakkausjätteen keräys- ja kierrätysaste olivat korkeampia kuin keräysjärjestelmässä, jossa oli käytössä ainoastaan aluekeräys. Sekajärjestelmässä erilliskerättyjen pakkausjätteiden määrä asukasta kohden oli kaksinkertainen verrattuna aluekeräysjärjestelmään. Kotitalouksilla syntyneen sekajätteen määrä asukasta kohden oli puolestaan noin 23 % pienempi sekajärjestelmässä kuin aluekeräysjärjestelmässä. Tutkimustulokset osoittavat kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen suurta potentiaalia kierrätysasteen lisäämisessä. Kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen suurimmiksi kehittämiskohteiksi osoittautuivat keräysreittien optimointi sekä neuvonnan ja tietoisuuden lisääminen. (Martinho et al. 2017.)

3.5. Kierrätyksen tehostumisen vaikutukset poltettavan yhdyskuntajätteen laatuun

Jätelain uudistumisen myötä laajentuva bio- ja pakkausjätteiden ja pienmetallin kiinteistökohtainen erilliskeräys vaikuttaa sekajätteen koostumukseen ja sitä kautta lämpöarvoon. Jätejakeiden osuudet sekajätteessä muuttuvat sen perusteella, kuinka paljon eri jätejakeiden erilliskeräyksen jätekertymät muuttuvat suhteessa toisiinsa.

Antti Puhakka selvitti diplomityössään vuonna 2020 pakkausmuovijätteen erilliskeräyksen vaikutusta loppujätteen laatuun. Lähtötilanteessa tutkimusalueen (Kotka ja Kouvola) loppujätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa oli 9,7 MJ/kg. Tutkimuksessa todettiin pakkausmuovijätteen erilliskeräyksen vähentävän loppujätteen lämpöarvoa merkittävästi. Loppujätteen lämpöarvo olisi tutkimuksen mukaan kuitenkin mahdollista säilyttää jätteenpolton

kannalta riittävällä tasolla myös erilliskeräyksen laajentumisen jälkeen, mikäli biojätteen keräystä laajennettaisiin vähintään samassa suhteessa muovijätteiden erilliskeräyksen kanssa. (Puhakka 2020.)

Calabrò (2009) selvitti myös erilliskeräyksen vaikutusta sekajätteen teholliseen lämpöarvoon saapumistilassa, joka vaihteli erilliskeräyksen laajuuden mukaan välillä 5,4–9,3 MJ/kg. Selvästi pienin tehollinen lämpöarvo oli otoksessa, jossa koostumukseltaan keskimääräisen sekajätteen sisältämästä paperista, kartongista, metallista, muovista, puusta ja tekstiileistä oli kierrätetty 35 %, mutta jossa biojätteen määrä pysyi samana. Suurin tehollinen lämpöarvo oli sen sijaan otoksessa, jossa sekajätteestä oli kerätty 50 % biojätettä ja muita pakkausjätteitä kuin muovia, jonka määrä sekajätteessä pysyi samana. Näiden kahden teholliselta lämpöarvoltaan eri ääripäitä edustaneiden otosten kosteuspitoisuudet edustivat samalla myös kaikkien tutkimuksen otosten ääripäitä. Kosteuspitoisuudet vaihtelivat suurimman tehollisen lämpöarvon otoksen 24 %:in kosteuspitoisuudesta pienimmän tehollisen lämpöarvon otoksen 45 %:iin. Tutkimus osoittaa, että kosteuspitoisuudella on merkittävä negatiivinen vaikutus otosten teholliseen lämpöarvoon. (Calabrò 2009.)

Nina Teirasvuo selvitti vuonna 2011 diplomityössään syntypaikkalajitellun kuivajätteen koostumusta ja palamisteknisiä ominaisuuksia Etelä-Karjalan alueella. Tutkimuksen mukaan biojätteen osuus kuivajätteessä oli 23,9 %. Biojätteen vähäinen osuus kuivajätteessä johtui Etelä-Karjalan alueen tehokkaasta biojätteen lajittelusta. Tutkimuksen aikaan Etelä-Karjalan jätehuoltomääräykset velvoittivat biojätteen erilliskeräykseen kaikilla kiinteistöillä. Biojätteen vähäinen osuus heijastui myös kuivajätteen tavallista korkeampaan teholliseen lämpöarvoon saapumistilassa, joka oli 15 MJ/kg. (Teirasvuo 2011.)

3.6. Kierrätyksen tehostumisen vaikutukset jätteenpolton kuonan ja tuhkan muodostumiseen

Jätteenpolttolaitosten polttoprosessissa syntyy jäännöstuotteena pohjatuhkaa ja -kuonaa, lentotuhkaa, kattilatuhkaa ja savukaasujen puhdistusjätettä (APC). Arinakattilapoltoissa

pohjatuhkaa ja -kuonaa syntyy noin 20–30 % kattilassa poltetun jätteen massasta. Kattilatuuhkaa syntyy noin 5 % ja lentotuhkaa noin 2 % poltettavan jätteen massasta. Poltettavan jätteen koostumus ja laatu sekä savukaasujen käsittely vaikuttavat jätteenpoltossa syntyvän kuonan ja tuhkan laatuun ja määrään. Pohjakuona on rakeista, koostumukseltaan hiekkaa tai soraa muistuttavaa ainetta. Pohjakuonan koostumuksesta tyypillisesti 15–45 % on palamatonta materiaalia, kuten lasia, metallia, keramiikkaa, kiviainesta sekä orgaanista ainesta. Loput 55–85 % on erilaisia sulamistuotteita, kuten lasia sekä silikaatti- ja oksidimineraaleja. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2009.)

Valtioneuvoston asetuksessa jätteenpolttamisesta on asetettu raja-arvot jätteenpolton pohjakuonan ja -tuhkan laadulle. Pohjakuonassa ja -tuhkassa olevan orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) tulee olla alle 3 % tai hehkutushäviö (LOI) alle 5 % aineksen kuivapainosta. (VNa 151/2013 § 9) Nykyaikaisissa jätteenpolttolaitoksissa TOC-pitoisuus voi usein olla alle 1 %. (Kaartinen et al. 2010.)

Jätteenpoltossa syntyvät kuonat ja tuhkat tulee mahdollisuuksien mukaan kierrättää tai käsitellä asianmukaisella tavalla, mikä aiheuttaa jätehuollon lisäkustannuksia. Taloudellisen kannattavuuden lisäksi polttojätteen synnyn ehkäisyä ajaa lainsäädäntö, sillä valtioneuvoston asetuksen (151/2013 § 16) mukaan polttojätteen määrää on vähennettävä ja sen haitallisuutta ehkäistävä mahdollisimman paljon. Esimerkiksi pohjakuonaa- ja tuhkaa syntyy jätteenpoltossa sitä enemmän, mitä enemmän poltettavassa jätteessä on palamatonta ainesta (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2009). Näin ollen korkean tuhkapitoisuuden jätteiden, erityisesti lasin, metallin ja jopa muovin erilliskeräyksen laajentaminen ja tehokkaampi syntypaikkalajittelu vähentävät jätteenpoltossa muodostuvan pohjakuonan- ja tuhkan määrää.

3.7. Neuvonnan vaikutus lajittelutehokkuuteen

Kotitalouksien sekajäte sisältää edelleen suurimmaksi osaksi kierrätyskelpoisia jätejakeita. Kierrätettävien jätteiden ja erityisesti biojätteen suuri osuus koostumustutkimusten sekajätteessä korostaa asukkaiden lajittelutottumusten ja neuvonnan merkitystä kierrätysasteen

nostamisessa. Vaikka selkeällä enemmistöllä esimerkiksi pääkaupunkiseudun väestöstä on mahdollisuus kierrättää eri jätelaatuja kiinteistöillään, päättyy esimerkiksi HSY:n koostumustutkimuksen mukaan kotitalouksien sekajätteeseen vielä todella paljon myös kierrätykseen kelpaavia jätelaatuja (HSY 2021). Useissa lähteissä (Salmenperä et al. 2019; LCA Consulting Oy 2020; Ympäristöministeriö 2022b) todetaan, että tulevien vuosien kierrätystavoitteet yhdyskuntajätteelle eivät ole saavutettavissa ilman lajittelutehokkuuden huomattavaa kasvua.

Lajitteluneuvonnan entistä laajempi kohdentaminen kotitalouksille ja muille jätteentuottajille on tärkeä keino lajittelutehokkuuden nostamisessa (Salmenperä et al. 2019). Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa jätetietoisuuden lisäyksen ja lajittelun arkipäiväistämisen todetaan olevan tärkeimpiä keinoja lajittelutehokkuuden nostamisessa. Jätesuunnitelmassa todetaan myös, että neuvontaan tulisi panostaa enemmän, jotta nykyisillä neuvontaresursseilla pitkään samalla tasolla pysynyt lajittelutehokkuus saataisi kasvamaan ja yhdyskuntajättemäärät vähenemään. Valtakunnallisen jäteneuvontasuunnitelman laatiminen on kirjattu jätesuunnitelmaan toimenpiteeksi yhdyskuntajätteen synnyn ehkäisemiseksi ja lajittelutehokkuuden nostamiseksi. (Ympäristöministeriö 2022b.)

Salpakierto Oy on tutkinut lajitteluneuvonnan vaikutusta lajittelukertymään kotitalouksilla. Jäteyhtiö toteutti Lahdessa vuosina 2020–2021 biojätteen erilliskeräyspalvelukokeilun, ”Bioneerin”, jossa kokeiluun valittujen pientalojen biojätteistä suurin osa erilliskerättiin jäteauton sijasta pakettiautolla. Osana hanketta seurattiin myös osallistujille kohdennetun kierrätysvalituksen vaikutusta biojätteen lajittelutehokkuuteen. Kotitalouksille kohdennettiin aktiivisesti kierrätysvalistusta, sekä tarjottiin lajitteluneuvontaa ja tietoa kokeilun toimivuudesta ja edistymisestä eri kanavia pitkin. Ennen biojätteen erilliskeräyskokeilun alkua suoritettiin koostumustutkimus osalle kokeiluun osallistuneiden kotitalouksien sekajätteelle. Koostumustutkimus toistettiin kokeilun keskivaiheessa sekä lopussa. Ensimmäisessä koostumustutkimuksessa biojätteen osuus oli 61 %. Toisessa koostumustutkimuksessa biojätteen osuus oli vähentynyt 28 %:iin. Sekajätteen sisältämä biojäte oli suurelta osin pakattua biojätettä. Havainnosta myötä kotitalouksille kohdennettiin neuvontaa pakattujen elintarvikkeiden oikeaoppisesta kierrättämisestä. Lajittelutehokkuus parani viimeiseen

koostumustutkimukseen, jossa biojätteen osuus sekajätteessä oli enää 14 %, joka on selvästi vähemmän valtakunnalliseen keskiarvoon (32,8 %) verrattuna. Lisäksi kokeiluun osallistuneille pidettyyn loppukyselyyn vastanneista 54 % arvioi muidenkin hyötyjätteiden kierrätyksen parantuneen Bioneerin myötä. (Salpakierto Oy 2021.)

Myös Kymenlaakson Jäte Oy tutki hankkeessaan tehostetun lajitteluneuvonnan vaikutusta biojätteen lajittelutehokkuuteen keväällä 2022. Biojättekokeilu toteutettiin Kouvolan seudulla viidellä erilaisella taloyhtiöllä, jotka olivat kaikki vuokra-asuntoyhtiöitä. Taloyhtiöille tarjottiin neuvontaa muun muassa lajitteluohjeiden ja neuvontakäyntien avulla. Lajittelun helpottamiseksi asuntoihin jaettiin myös biojäteastioita ja biojätepusseja. Biojätteen saantoa biojäteastioissa ja biojätteen määrää loppujätteen seassa tutkittiin jokaisella taloyhtiöllä kolme kertaa: ennen hanketta, hankkeen aikana ja hankkeen lopussa. Taulukossa 7 on esitetty hankkeen tulokset jokaiselta taloyhtiöltä. (Leppälä 2022.)

Taulukko 7. Kymenlaakson Jäte Oy:n biojättekokeilun tulokset. (Tiedot: Leppälä 2022)

Kohde	Biojätteen osuus loppujätteessä			Biojätteen saanto biojäteastioista		
	1. kerta	2. kerta	3. kerta	1. kerta	2. kerta	3. kerta
	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)
Taloyhtiö 1	17,8	14,7	13,1	16,4	54,6	22,0
Taloyhtiö 2	32,9	17,4	27,8	5,0	14,0	14,4
Taloyhtiö 3	13,2	24,1	12,5	19,5	47,2	16,9
Taloyhtiö 4	18,3	13,0	9,0	13,4	27,1	16,2
Taloyhtiö 5	18,1	1,0	2,8	11,1	61,7	20,7

Kymenlaakson Jäte Oy:n biojättekokeilun tulosten perusteella jokaisessa taloyhtiössä biojätteen lajittelutehokkuus kasvoi hankkeen aikana. Biojätteen osuus loppujätteessä tippui eräällä kokeiluun osallistuneella taloyhtiöllä 18 %:sta vain 1–3 %:iin. Joillakin taloyhtiöillä biojätteen osuus ei ole muuttunut merkittävästi hankkeen alun ja lopun välillä, mutta

biojätteen saanto on kuitenkin kasvanut selvästi. Tämä voi olla myös merkki lajittelun aloittamisesta tai tehostumisesta muidenkin jätejakeiden osalta, johon tehostettu lajitteluneuvonta on kannustanut. Vaikka tuloksissa on paljon vaihtelua taloyhtiöiden välillä, ja vaikka joillakin taloyhtiöillä lajittelutehokkuus tai biojätteen saannot eivät juurikaan kasvaneet, osoittaa kokeilu tehostetun lajitteluneuvonnan potentiaalin asukkaiden lajittelutehokkuuden kasvattamisessa.

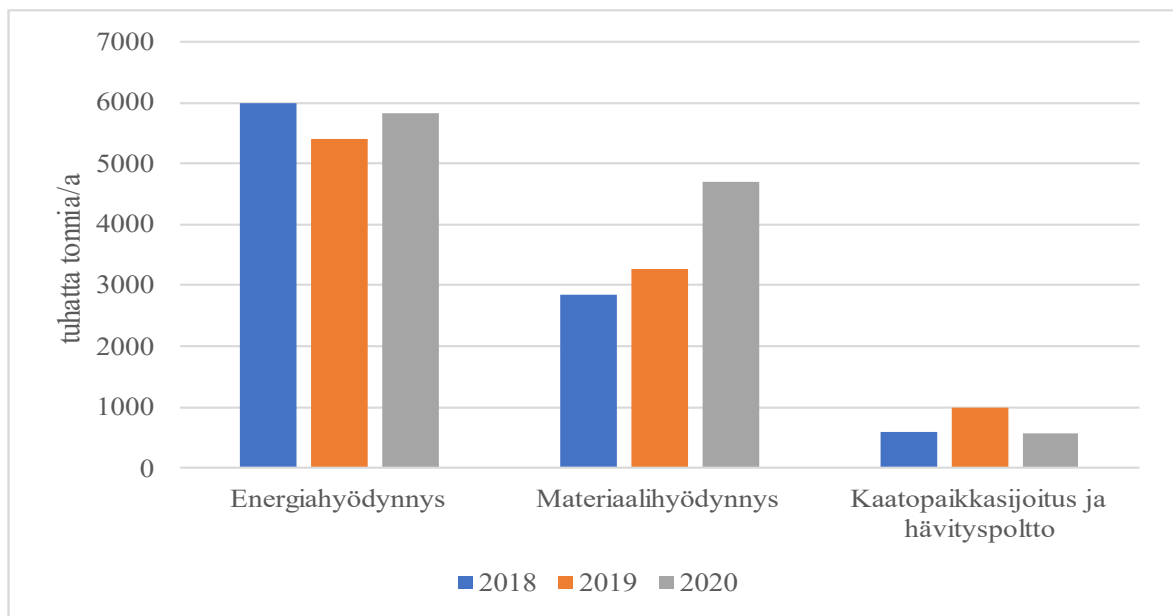
Salpakierto Oy:n ja Kymenlaakson Jäte Oy:n hankkeet osoittavat, että lajittelutehokkuuden merkittävä kasvattaminen, ainakin kotitalouksilla, on käytännön tasolla toteutettavissa neuvonnalla ja kierrätykseen kannustamisella. On kuitenkin huomioitava, että esimerkiksi Salpakierto Oy:n hankkeeseen osallistuneet asukkaat olivat vapaaehtoisesti mukana. Kierrätyksen tehostamiseen motivoiminen on voinut siten olla jo lähtökohtaisesti helpompaa kuin mitä se voisi olla pakollisen erilliskeräyksen piiriin kuuluvien asukkaiden tapauksessa. Lajittelutehokkuuden lisäämisessä on joka tapauksessa paljon potentiaalia riippumatta siitä, onko se helposti hyödynnettävissä vai ei.

3.8. Jättemaksujen vaikutus lajittelutehokkuuteen

Kierrätyksen lisäämisen ohjausekeinona on mahdollista hyödyntää myös taksaohjausta, koska Suomessa jätehuollon kustannukset on katettava palveluista perittävillä maksuilla. Jätetaksa on jätehuoltoviranomaisen ja kunnallisen jäteyhtiön yhdessä valmisteleva asiakirja, joka sisältää kunnassa käytössä olevat jättemaksut ja niiden perusteet. Jäteyhtiö laskuttaa asiakkaitaan tarjoamistaan jätehuoltopalveluista jätetaksan perusteella. Asukkaita voidaan ohjata nostamaan lajittelutehokkuuttaan esimerkiksi asettamalla sekajätteen astiakohtainen tyhjennysmaksu kierrätyskelpoisten jätteiden astiakohtaisia tyhjennysmaksuja korkeammaksi. Sekajätteen ja kierrätyskelpoisten jätteiden käsittelymaksujen välillä ei voi kuitenkaan olla liian suurta eroa, sillä se voisi taloudellisen haitan vuoksi ohjata ihmisiä sijoittamaan sekajätettä kierrätyskelpoisten jätteiden astioihin. Tyhjennysmaksuja ei voi myöskään asettaa liian korkeiksi, jotta ei vaaranneta jätteiden päätymistä asianmukaiseen keräykseen ja käsittelyyn. (Ojala et al. 2022.)

3.9. Muu polttokelpoinen jäte

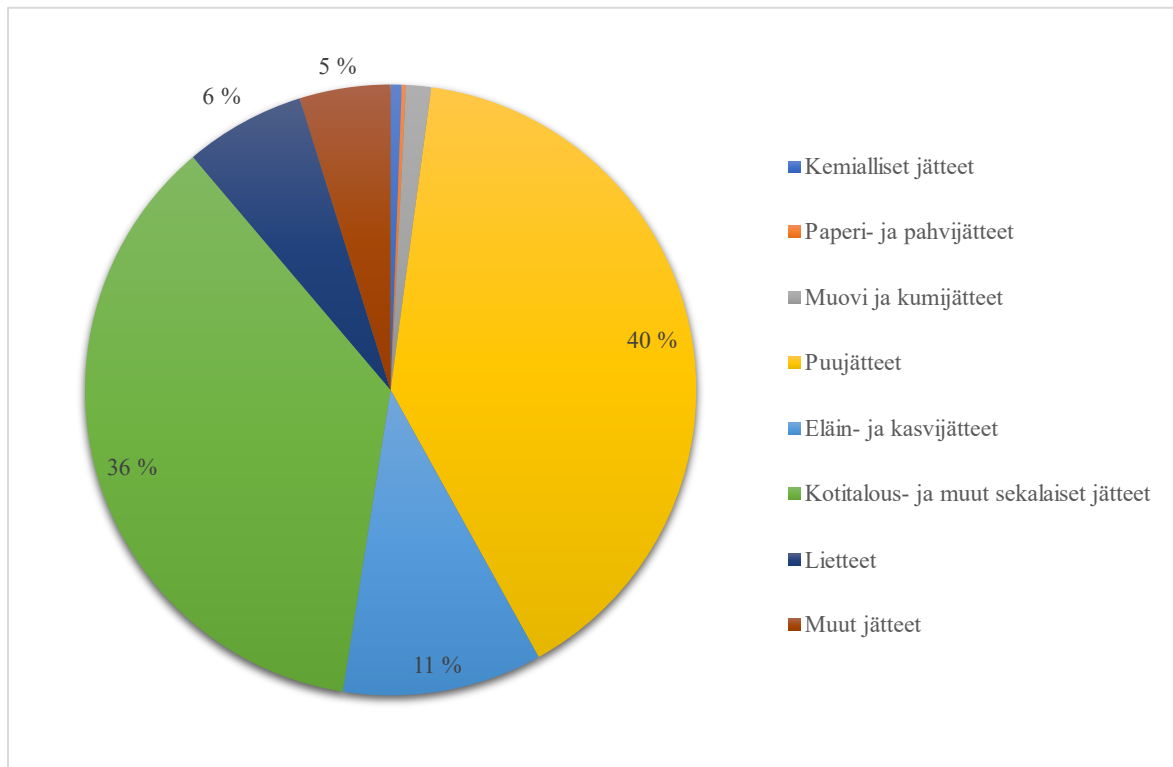
Kuten edellä on jo todettu, jätteenpolttolaitoksilla ja jätteen rinnakkaispolttolaitoksilla poltetaan muutakin jätettä kuin yhdyskuntajätettä. Kuvassa 13 on esitetty kaiken jätteen (pois lukien mineraalijätteet) käsittelymuotojen jätemäärät Suomessa vuosina 2018–2020. Energiahyödynnykseen on päätyneet jätettä vuosittain 5,4–6 miljoonaa tonnia. Energiahyödynnyksen osuus kaikista jätteenkäsittelymuodoista oli noin 53 % vuonna 2020. Energiahyödynnyksen osuus on pienentynyt noin 11 prosenttiyksikköä vuoteen 2018 verrattuna, vaikka energiahyödynnettävän jätteen määrä ei ole muuttunut merkittävästi. Jätteen kokonaismäärä on sen sijaan kasvanut tällä aikavälillä noin 1,7 miljoonaa tonnia, mikä näkyy materiaalihyödynnykseen päätyneen jätteen määrän kasvuna. Materiaalihyödynnyksen osuus kaikista jätteenkäsittelymuodoista oli jo 42 % vuonna 2020, kun vielä vuonna 2018 osuus oli vain 30 %. (SVT 2020c.)



Kuva 13. Jätteet (pois lukien mineraalijätteet) käsittelymuodoittain Suomessa vuosina 2018–2020. (Tiedot: SVT 2020c)

Kuvassa 14 on puolestaan eritelty kaiken jätteen energiahyödynnys Suomessa jätelajeittain vuonna 2020. Yhdyskuntajätteen osuus kaikesta jätteen energiahyödynnyksessä on hieman yli kolmanneksen. Eniten energiahyödynnykseen päätyy puujätettä. Tämä johtuu pääasiassa

siitä, että metsäteollisuus käyttää omassa tuotannossaan paljon omia polttoaineitaan, kuten mustalipeää ja muita puujätteitä. Metsäteollisuus on myös teollisuuslämmön suurimpia käyttäjiä ja Suomessa teollisuuslämmöstä 54 % onkin tuotettu mustalipeällä. (Tilastokeskus 2021.)



Kuva 14. Jätteen (pois lukien mineraalijäte) energiahyödynnys Suomessa jätelajeittain vuonna 2020. (Tiedot: SVT 2020c)

4. TARKASTELTAVA JÄRJESTELMÄ

Tässä diplomityössä tutkitaan jätelain uudistuksen vaikutusta KSHR:n alueen polttoon ohjattavan jätteen laatuun ja määrään. Jätelain uudistus vaikuttaa erityisesti sekalaisen yhdyskuntajätteen eli sekajätteen koostumukseen ja energiasisältöön. KSHR koostuu neljästä jäteyhtiöstä, joiden välillä on paljon eroavaisuuksia niin jätehuoltomääräysten kuin väestörakenteen osalta. Jäteyhtiöiden rakenteiden ja toimintamallien tunteminen on edellytys mahdollisimman tarkkojen, tutkimuksessa tehtävien arvioiden muodostamiselle.

4.1. Kaakkois-Suomen hankintarengas

KSHR on neljän jäteyhtiön liittymä, joka on perustettu muun muassa kilpailuttamaan asumisesta peräisin olevan syntypaikkalajitellun jätteen energiahyödyntäminen julkisia hankintoja koskevien säännösten mukaisesti. Hankintarengas muodostavat Kymenlaakson Jäte Oy, Rosk'n Roll Oy Ab, Salpakierto Oy ja Metsäsairila Oy. KSHR:n energiahyötykäyttöpalvelua tuottaa Kotkan Energia Oy. KSHR toimittaa syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä tasaisena virtana energian hyötykäyttöä varten Kotkan Energia Oy:n Hyötyvoimalaitokselle vuosittain sopimuksen mukaisesti vähintään 70 000 tonnin peruskiintiöosuuden verran. Polttoon toimitettavan jätteen laatuvaatimuksia ovat sopiva lämpöarvo (9–12 MJ/kg) ja palakoko (60×60×80 cm). KSHR vastaa myös jätteenpoltossa syntyvien tuhkien ja kuonan toimittamisesta jatkokäsittelyyn.

4.1.1. Kymenlaakson Jäte Oy

Kymenlaakson Jäte Oy on pääasiassa Kymenlaakson alueella toimiva yhdeksän kunnan omistama jäteyhtiö, joka vastaa yhdyskuntajätteiden käsittelystä toimialueellaan ja tuottaa myös muita asukkaiden tarvitsemia jätehuoltopalveluita omistajakuntiensa toimeksiannosta. Yhtiön omistajakuntia ovat Hamina, Iitti, Kotka, Kouvola, Lapinjärvi, Miehikkälä, Mäntyharju, Pyhtää ja Virolahti. Yhtiön alueella oli vuonna 2021 noin 178 000 asukasta, 93 000 asuntokuntaa ja 24 000 kesämökkiä. Vuonna 2021 omistajakunnista Iitissä, Kotkassa,

Kouvolassa ja Mäntyharjulla oli kunnan järjestämä jätteenkuljetus, josta Kymenlaakson Jäte Oy vastasi. Yhtiöllä on toimialueellaan kymmenen jäteasemaa sekä RINKI-ekopisteverkostoa täydentävä ekopisteverkosto. Yrityspalvelunsa Kymenlaakson Jäte Oy on eriyttänyt tytäryhtiölleen Ekokaari Oy:lle, joka tarjoaa yrityksille jätteenkäsittelypalveluita. Ekokaari Oy:n palveluita ovat muun muassa sekalaisen rakennusjätteen käsittely ja energiajätteen jalostaminen. (KLJ Oy 2022.)

4.1.2. Rosk'n Roll Oy Ab

Rosk'n Roll Oy Ab on Länsi- ja Itä-Uudenmaan alueella toimiva kahdentoista kunnan omistama jäteyhtiö. Yhtiön omistajakuntia ovat Askola, Hanko, Inko, Karkkila, Lohja, Loviisa, Pornainen, Porvoo, Raasepori, Sipoo, Siuntio ja Vihti. Yhtiön alueella oli vuonna 2021 noin 228 000 asukasta, 109 000 asutokuntaa, 90 000 asiakaskiinteistöä ja 29 000 vapaa-ajan asuntoa. Yhtiön toimialueella on kokonaan kunnan järjestämä jätteenkuljetus. (Rosk'n Roll Oy Ab, 2022) Jätehuoltomääräykset ovat päivittyneet yhtiön alueella useaan otteeseen viime vuosina. Kesällä 2022 yhtiön alueella biojätteen kiinteistökohtainen erilliskeräys tuli järjestää kaikilla vähintään kolmen huoneiston asuinkiinteistöillä ja pakkausjätteiden ja pienmetallin kiinteistökohtainen erilliskeräys kaikilla vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöillä taajamissa. Suurimmissa taajamissa biojätteen erilliskeräys tulee laajentumaan kaikille kiinteistöille lähitulevaisuudessa. (Uudenmaan jätelautakunta 2022.)

4.1.3. Salpakierto Oy

Salpakierto Oy on pääasiassa Päijät-Hämeen alueella toimiva kymmenen kunnan omistama jäteyhtiö. Yhtiön omistajakuntia ovat Asikkala, Heinola, Hollola, Kärkölä, Lahti, Myrskylä, Orimattila, Padasjoki, Pukkila ja Sysmä. Yhtiön alueella oli vuonna 2021 noin 200 000 asukasta, 121 000 asutokuntaa ja 18 000 vapaa-ajan asuntoa. Yhtiön toimialueella ei ole kunnan järjestämää jättekuljetusta. Salpakierto Oy poikkeaa muista KSHR:n jäteyhtiöistä siten, että alueella veloitetaan lajittelemaan ja erilliskeräämään kiinteistökohtaisiin astioihin sekajätteen lisäksi myös energiajäte kaikilla kiinteistöillä. Energiajätteen kiinteistökohtainen

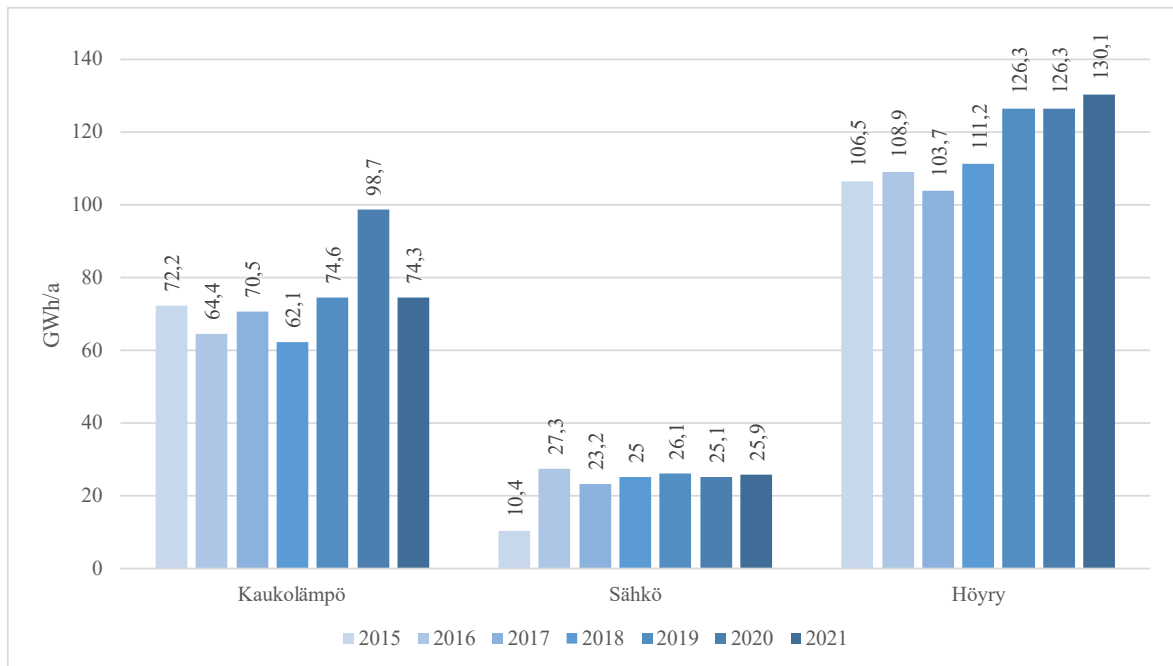
erilliskeräys kuitenkin loppuu yhtiön alueella kokonaan vuonna 2024. (Salpakierto Oy 2022.)

4.1.4. Metsäsairila Oy

Metsäsairila Oy on Etelä-Savossa toimiva, Mikkelin kaupungin kokonaan omistama jäteyhtiö. Yhtiön alueella oli vuonna 2021 noin 53 000 asukasta, 28 000 asutokuntaa ja 10 000 kesämökkiä. (Metsäsairila Oy, 2022.) Toimialueen taajamissa on kiinteistön haltijan järjestämä jätteenkuljetus, pois lukien Haukivuoren ja Suomenniemen taajamat. Sen sijaan haja-asutusalueiden jätteenkuljetus toimii kunnan järjestämänä. Toimialueen taajamissa on kaikilla kiinteistöillä voimassa biojätteen erilliskeräysvelvoite, joka on vaihtoehtoisesti korvattavissa kiinteistöllä tapahtuvalla omatoimisella kompostoinnilla. Lisäksi vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöillä taajamissa on erilliskeräysvelvoite kartonki- ja lasipakkausjättille sekä pienmetallille. (Mikkelin kaupunki 2016.)

4.2. Hyötyvoimalaitos

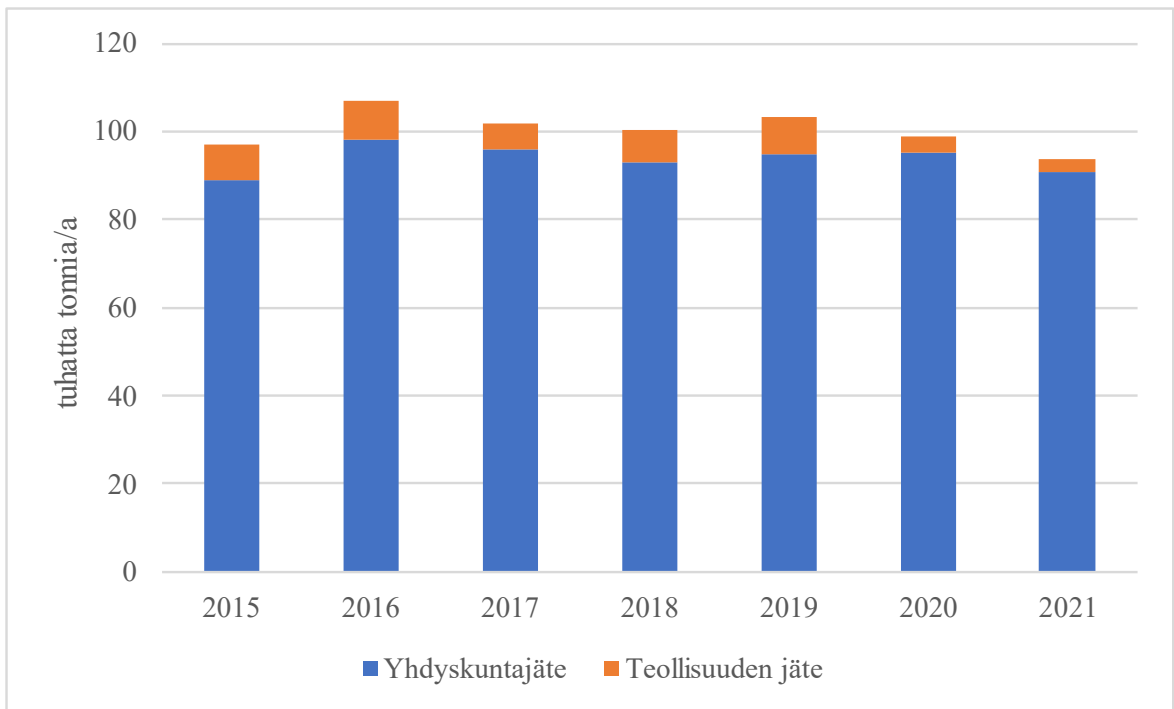
Kotkan Energia Oy:n Hyötyvoimalaitos on jätteenpolttolaitos, joka sijaitsee Korkeakoskella Kotkassa. Hyötyvoimalaitos tuottaa kaukolämpöä Kotkan kaukolämpöverkkoon, höyryä teollisuuden prosesseihin, sekä sähköä alueverkkoon. Hyötyvoimalaitoksella on käytössä polttoaineteholtaan 36 MW:n arinakattila, jossa poltetaan syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä ja teollisuuden prosessijätettä yhteensä noin 100 000 tonnia vuodessa. Tukipolttoaineena käytetään myös maakaasua. Laitoksella on lisäksi kaksi 10,4 MW:n maakaasukattilaa, jotka toimivat varakattiloina teollisuuden prosessihöyryn tuotannossa. (Kotkan Energia Oy 2021.) Kuvassa 15 on esitetty Hyötyvoimalaitoksella vuosittain tuotettu kaukolämpö, sähkö ja höyry vuosina 2015–2021.



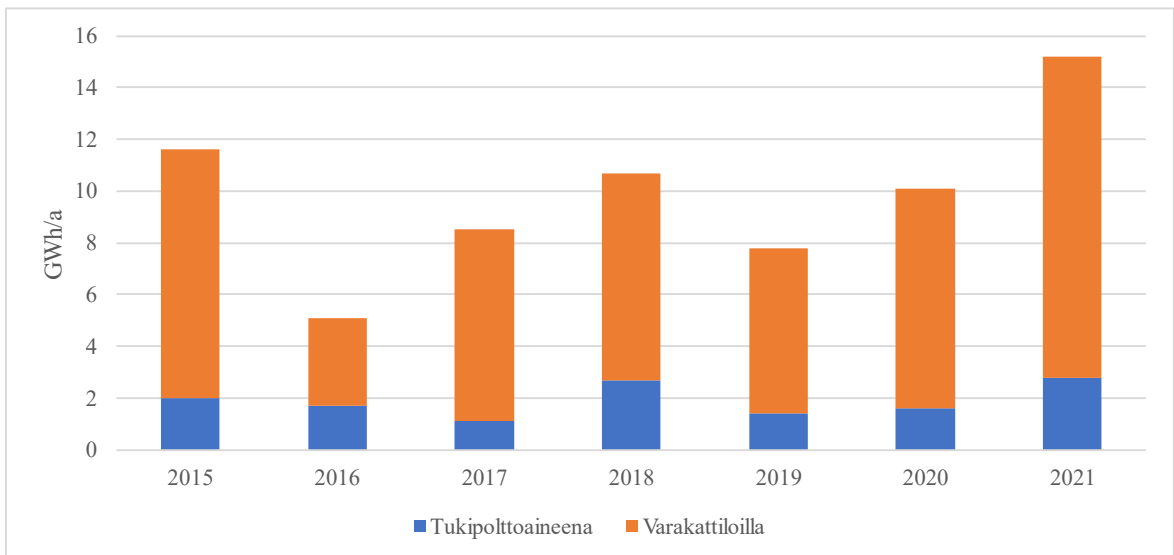
Kuva 15. Kotkan Energia Oy:n Hyötyvoimalaitoksen kaukolämmön, sähkön ja höyryn tuotanto vuosina 2015–2021. (Tiedot: Kotkan Energia Oy, 2016; Kotkan Energia Oy, 2019; Kotkan Energia Oy, 2021.)

4.2.1. Polttoainejakauman kehitys

Hyötyvoimalaitoksella poltetaan syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä ja teollisuuden prosessijätettä yhteensä noin 100 000 tonnia vuodessa. Kuvaan 16 on koottu Hyötyvoimalaitoksen polttoainejakauma yhdyskuntajätteen ja teollisuuden jätteen osalta. Hyötyvoimalaitoksella vuosina 2015–2021 poltetusta jätteestä keskimäärin 94 % on ollut yhdyskuntajätettä ja 6 % teollisuuden jätettä. Vuosina 2020 ja 2021 teollisuuden jätteitä poltettiin hyötyvoimalaitoksella selvästi vähemmän kuin edeltävinä vuosina. Vuonna 2021 myös yhdyskuntajätettä poltettiin selvästi aikaisempia vuosia vähemmän. Poltetun jätteen kokonaismäärä (93 598 tonnia) olikin vuonna 2021 alhaisin ajanjaksolla 2015–2021. Kuvasta 17 nähdään, että maakaasua käytettiin tällä ajanjaksolla selvästi eniten sekä varakattiloilla että tukipolttoaineena juuri vuonna 2021, yhteensä noin 15 GWh. (Kotkan Energia Oy 2021.)



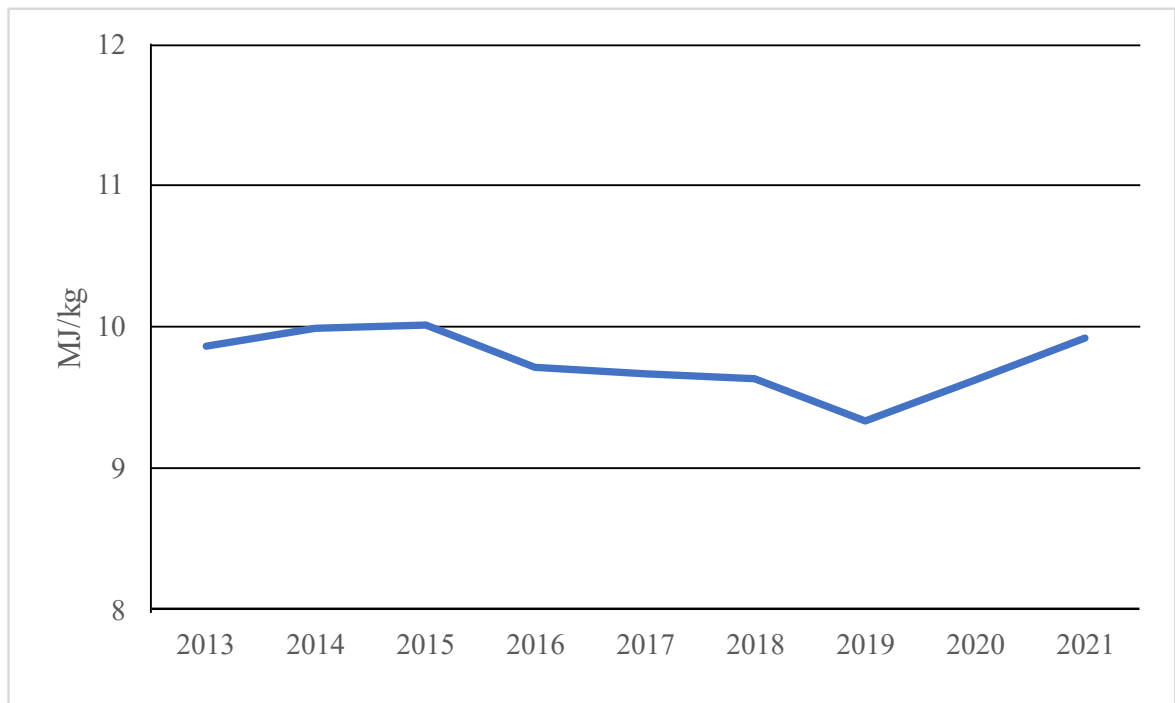
Kuva 16. Kotkan Energia Oy:n Hyötyvoimalaitoksella poltetun jätteen määrä vuosina 2015–2021. (Tiedot: Kotkan Energia Oy, 2016; Kotkan Energia Oy, 2019; Kotkan Energia Oy, 2021.)



Kuva 17. Kotkan Energia Oy:n Hyötyvoimalaitoksella käytetty maakaasu vuosina 2015–2021. (Tiedot: Kotkan Energia Oy, 2016; Kotkan Energia Oy, 2019; Kotkan Energia Oy, 2021.)

4.2.2. Poltettavan jätteen lämpöarvon kehitys

KSHR:n Hyötyvoimalaitokselle toimittaman jätteen keskimääräisen lämpöarvon tulee olla sopimuksen mukaan 9–12 MJ/kg kuukausikeskiarvona mitattuna. Kuvasta 18 havaitaan, että vuosina 2013–2021 Hyötyvoimalaitoksella poltetun jätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on vaihdellut vuosikeskiarvojen 9,33 MJ/kg ja 10,01 MJ/kg välillä. Vuonna 2021 lämpöarvon vuosikeskiarvo oli 9,92 MJ/kg (Alatalo 2022a).



Kuva 18. Kotkan Energia Oy:n Hyötyvoimalaitoksella poltetun jätteen lämpöarvon vuosikeskiarvo vuosina 2013–2021. (Alatalo 2022a)

5. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksessa arvioidaan KSHR:n alueelta kerättävän sekajätteen määrää, koostumusta, tehollista lämpöarvoa saapumistilassa ja energiasisältöä lähtötilanteessa sekä kolmessa eri skenaariossa. Sekajätteen koostumuksen ja energiasisällön arvioimiseksi skenaariotarkastelussa selvitetään samalla myös bio- ja pakkausjätteiden, pienmetallin ja tekstiilijätteen erilliskeräyksen jätekertymät. Sekajätteen määrä, koostumus, tehollinen lämpöarvo saapumistilassa ja energiasisältö määritellään erikseen lähtötilanteessa ja jokaisessa skenaariossa muuttuvien erilliskerätyjen jätekertymien perusteella.

5.1. Erilliskeräyksen jätemäärien laskenta

Erilliskeräyksestä saatavien jätejaekohthaisten jätekertymien laskenta perustuu tässä tutkimuksessa erilliskeräyksen velvoiterajojen piiriin kuuluvien asukkaiden määrään KSHR:n alueella, sekä asukaskohtaisiin lajittelukertymiin kiinteistöllä tapahtuvalla erilliskeräyksellä (tai biojätteen osalta vaihtoehtoisesti kompostoinnilla). Kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen piiriin kuulumattoman asuinväestön osalta laskenta perustuu alue- ja ekopistekeräyksen asukaskohtaisiin lajittelukertymiin.

KSHR:n alueen väestön jakautuminen taajamiin ja haja-asutusalueille on selvitetty, jotta tiedetään erilliskeräyksen piiriin kuuluva osuus väestöstä. Väestön jakautuminen asuntotyypeittäin (kerrostalot, rivitalot ja erillispientalot) on myös selvitetty, jotta asuntotyypin mukaan eriteltyjen asukaskohtaisten jätekertymien hyödyntäminen olisi mahdollista laskennassa. Väestön jakautuminen asuinalueen ja asuntotyypin mukaan on selvitetty hyödyntäen Tilastokeskuksen tietokantaa asunnoista ja asuinoloista Suomessa (SVT 2020a). Koska Suomessa lähes kaikki kerros- ja rivitaloasukkaat asuvat taajamissa (Salmenperä et al. 2019), oletetaan laskennassa kaikkien rivi- ja kerrostalojen sijaitsevan taajamissa. Täten haja-asutusalueiden väestön oletetaan vastaavasti asuvan ainoastaan erillispientaloissa. Laskennassa käytetty väestörakenne perustuu Tilastokeskuksen ilmoittamaan tilastotietoon vuoden 2020 lopussa (SVT 2020a). Taulukossa 8 on esitetty KSHR:n asuntoväestö asuntotyypin mukaan

vuonna 2020. Asuntotyyppin 'muut rakennukset' asuntoväestö on lisätty laskennassa erillispientalojen asuntoväestöön. Yksityiskohtaisempi väestörakenne, jossa KSHR:n asuinväestö on eritelty jäteyhtiöittäin, talotyypeittäin, haja-asutusalueiden ja taajama-alueiden mukaan on esitetty liitteessä 1. Väestörakenteen oletettiin pysyvän samana kaikissa skenaarioissa.

Taulukko 8. KSHR:n asuntoväestö asuntotyyppin mukaan vuonna 2020. (Tiedot: SVT 2020a)

Asuntotyyppi	Asuntoväestö	Osuus asuntoväestöstä
	(as.)	(%)
Erillispientalot	361 665	56,1
Rivitalot	78 030	12,1
Kerrostalot	196 035	30,4
Muut rakennukset ¹	8 743	1,4
Yhteensä	644 473	100

¹Muiden rakennusten asuntoväestö luetaan laskennassa erillispientalojen asuntoväestöön

Laskennassa käytetään kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen ja alue- ja ekopistekeräyksen asukaskohtaisina lajittelukertyminä eri jätejakeille KIVO:n (2020) ilmoittamia valtakunnallisia keskimääräisiä lajittelukertymiä, jotka on esitetty taulukoissa 9 ja 10. Kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen ja alue- ja ekopistekeräyksen asukaskohtaiset lajittelukertymät on eritelty erillispientalo-, rivitalo- ja kerrostaloasukkaille. Tekstiilijätteen osalta laskennassa käytetään koko KSHR:n alueelle yhtenäisiä, asumismuodosta riippumattomia asukaskohtaisia lajittelukertymiä. Tekstiilijätteen erilliskeräys oletetaan tapahtuvan ainoastaan alue- ja ekopistekeräyksenä. Koska kunnan järjestämä tekstiilijätteen aluekeräys tulee pakolliseksi vasta vuonna 2023, on tekstiilijätteen aluekeräys rajattu lähtötilanteen laskennan ulkopuolelle.

Taulukko 9. Laskennassa käytetyt kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen asukaskohtaiset lajittelukertymät. (Muokattu: KIVO 2020.)

Jätejae	Kerrostalot	Rivitalot	Erillispientalot
	(kg/as./a)	(kg/as./a)	(kg/as./a)
Biojäte	40	43	58
Kartonki/Pahvi	12	12	12
Muovi	9	9	9
Lasi	5	4	5
Metalli	2	2	2

Taulukko 10. Laskennassa käytetyt alue- ja ekopistekeräyksen asukaskohtaiset lajittelukertymät. (Muokattu: KIVO 2020.)

Jätejae	Kerrostalot	Rivitalot	Erillispientalot
	(kg/as./a)	(kg/as./a)	(kg/as./a)
Biojäte	-	-	-
Kartonki/Pahvi	5,6	5,6	5,6
Muovi	1,1	1,1	1,1
Lasi	1,4	1,4	1,4
Metalli	1	1	1
Tekstiili ¹	0,1	0,1	0,1

¹Tekstiilijätteen aluekeräystä ei ole huomioitu lähtötilanteen laskennassa.

Kiinteistökohtaisesta erilliskeräyksestä saatavat jätekertymät on laskettu eri skenaarioissa biojätteelle, kartonki-, muovi- ja lasipakkausjätteelle sekä pienmetallille. KSHR:n alueen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen piiriin eri skenaarioissa kuuluva väestö on selvitetty laskentaa varten asuntotyyppikohtaisesti (erillispientalot, rivitalot, kerrostalot). Kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen jätekertymät on laskettu yhtälön 1 mukaisesti jokaiselle jätejakeelle.

$$M_{\text{kiinteistö}} = \frac{(a_{1,\text{kiinteistö}}m_{1,\text{kiinteistö}} + a_{2,\text{kiinteistö}}m_{2,\text{kiinteistö}} + a_{3,\text{kiinteistö}}m_{3,\text{kiinteistö}})}{1000} \quad (1)$$

Missä

$M_{\text{kiinteistö}}$ = jätejakeen kertymä kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä [tonnia/a]

$a_{1,\text{kiinteistö}}$ = erillispientalojen asukasmäärä kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä [as.]

$a_{2,\text{kiinteistö}}$ = rivitalojen asukasmäärä kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä [as.]

$a_{3,\text{kiinteistö}}$ = kerrostalojen asukasmäärä kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä [as.]

$m_{1,\text{kiinteistö}}$ = erillispientalojen asukaskohtainen lajittelukertymä kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä [kg/as./a]

$m_{2,\text{kiinteistö}}$ = rivitalojen asukaskohtainen lajittelukertymä kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä [kg/as./a]

$m_{3,\text{kiinteistö}}$ = kerrostalojen asukaskohtainen lajittelukertymä kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä [kg/as./a]

KSHR:n alueen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen piiriin kuulumattoman väestön on oletettu hyödyntävän aluekeräys- ja ekopisteitä pakkausjätteiden ja pienmetallin kierrätyksessä. Alue- ja ekopistekeräyksestä saatavat jätejaekohtaiset jätekertymät on laskettu kartonki-, muovi- ja lasipakkausjätteelle sekä pienmetallille eri skenaarioissa taulukossa 9 esitettyjen asukaskohtaisten lajittelukertymien perusteella. Biojäte ei lukeudu aluekeräys- ja ekopisteillä kerättäviin jätejakeisiin. Alue- ja ekopistekeräyksen jätejaekohtaiset jätekertymät on laskettu yhtälön 2 mukaisesti:

$$M_{\text{eko}} = \frac{(a_{1,\text{eko}}m_{1,\text{eko}} + a_{2,\text{eko}}m_{2,\text{eko}} + a_{3,\text{eko}}m_{3,\text{eko}})}{1000} \quad (2)$$

Missä

$M_{\text{eko}} =$ jätejakeen kertymä alue- ja ekopistekeräyksessä [tonnia/a]

$a_{1,\text{eko}} =$ erillispientalojen asukasmäärä alue- ja ekopistekeräyksessä [as.]

$a_{2,\text{eko}} =$ rivitalojen asukasmäärä alue- ja ekopistekeräyksessä [as.]

$a_{3,\text{eko}} =$ kerrostalojen asukasmäärä alue- ja ekopistekeräyksessä [as.]

$m_{1,\text{eko}} =$ erillispientalojen asukaskohtainen lajittelukertymä alue- ja ekopistekeräyksessä [kg/as./a]

$m_{2,\text{eko}} =$ rivitalojen asukaskohtainen lajittelukertymä alue- ja ekopistekeräyksessä [kg/as./a]

$m_{3,\text{eko}} =$ kerrostalojen asukaskohtainen lajittelukertymä alue- ja ekopistekeräyksessä [kg/as./a]

Kun kotitalouksilta peräisin olevat jätekertymät kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä ja alue- ja ekopistekeräyksessä on tiedossa, selvitetään myös hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnasta peräisin olevat erilliskeräyksen jätekertymät. Hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan erilliskeräyksen jätekertymien on oletettu kasvavan kaikissa skenaarioissa samassa suhteessa kuin kotitalouksien erilliskeräyksen jätekertymät. Laskennassa on oletettu Salmenperä et al. (2015) esittämään arvioon perustuen, että 65 % erilliskerätystä jätekertymästä on peräisin kotitalouksilta ja 35 % hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnasta. Yhtälöllä 3 saadaan laskettua jätejakeiden erilliskeräyksen kertymät kotitalouksilta ja hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnasta yhteensä.

$$M_{\text{erillis}} = (M_{\text{kiinteistö}} + M_{\text{eko}}) \div 0,65 \quad (3)$$

Missä

$M_{\text{erillis}} =$ jätejakeen kertymä erilliskeräyksessä yhteensä [tonnia/a]

5.2. Sekajätteen määrän ja koostumuksen laskenta

Sekajätteen määrän ja koostumuksen selvittämiseksi laskennassa määritetään sekajätteen sisältämät jätemäärät jätejakohtaisesti. Tässä tutkimuksessa sekajäte jaotellaan KIVO:n koostumustutkimuksia koskevan ohjeistuksen mukaisesti seuraaviin jätejakeisiin: biojäte, kartonki (ja pahvi), muovi, lasi, metalli, paperi, puu, tekstiilit ja jalkineet, SER, vaaralliset kemikaalit ja sekalaiset jätteet (KIVO 2022b). Bio- ja pakkausjätteiden sekä pienmetallin määrät sekajätteessä määritetään asukaskohtaisten ominaisjättekertymien ja lajittelukertymien erotuksena. Asukaskohtaisella ominaisjättekertymällä tarkoitetaan kiinteistöllä syntyvän jätteen kokonaismäärää asukasta kohden vuodessa. Ominaisjättekertymä sisältää siis erilliskeräykseen lajitellun ja sekajätteessä olevan jätejakeen yhteenlasketun määrän. Laskennassa käytetyt ominaisjättekertymät (taulukko 11) on johdettu Salmenperä et al. (2019) tutkimuksessa käytetyistä keskimääräisistä asukaskohtaisista lajittelukertymistä ja lajittelutehokkuuksista.

Taulukko 11. Laskennassa käytetyt asukaskohtaiset ominaisjättekertymät asuinkiinteistöillä. (Muokattu: Salmenperä et al. 2019.)

Jätejake	Kerrostalot	Rivitalot	Erillispientalot
	(kg/as./a)	(kg/as./a)	(kg/as./a)
Biojäte	63,6	75,0	65,8
Kartonki/Pahvi	23,1	26,1	24,0
Muovi	39,1	45,0	40,9
Lasi	6,1	6,9	6,3
Metalli	6,1	6,9	6,3

Muiden jätejakeiden (paperi, puu, tekstiilit ja jalkineet, SER, vaaralliset kemikaalit, sekalaiset jätteet) määrät KSHR:n alueen sekajätteessä lähtötilanteessa määritetään kotitalouksien sekajätteen valtakunnallisen keskimääräisen koostumuksen perusteella (kuva 6). Sekajätteen sisältämät muiden jakeiden jätemäärät saadaan jätejakeen massaosuuden ja sekajätteen

kokonaismäärän tulona. Jäteyhtiöiltä saatujen tietojen mukaan KSHR:n alueelta kerätyn sekajätteen määrä vuonna 2021 oli yhteensä 167 317 tonnia. (Alatalo 2022b) Sekajätteen valtakunnallisen keskimääräisen koostumuksen perusteella lasketut muiden jätejakeiden määrät KSHR:n alueen sekajätteessä on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Muiden jätejakeiden (paperi, puu, tekstiilit ja jalkineet, SER, vaaralliset kemikaalit, sekalaiset jätteet) määrät sekajätteessä KSHR:n alueella.

Jätejakee	Jättemäärä
	(tonnia/a)
Paperi	13 887
Puu	2 510
Tekstiilit ja jalkineet	9 872
SER	1 840
Vaaralliset kemikaalit	669
Sekalaiset jätteet	30 786
Sekajäte yhteensä	167 317

Muut jätejakeet edustavat määrällisesti noin kolmannesta sekajätteen kokonaismäärästä KSHR:n alueella lähtötilanteessa. Sekajätteen sisältämien muiden jätejakeiden määrien oletetaan pysyvän lähtötilanteessa ja kaikissa skenaarioissa taulukossa 12 esitettyjen määrien mukaisina.

5.3. Sekajätteen tehollisen lämpöarvon laskenta

Sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa saadaan selvitettyä, kun tiedetään sekajätteen koostumus. Sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa määritetään lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa sekajätteen jätejakeiden massaosuuksien ja taulukkoon 5 koottujen jätejakeiden ominaislämpöarvojen perusteella yhtälöllä 4.

$$q_{\text{sekajäte}} = q_{\text{bio}}x_{\text{bio}} + q_{\text{kartonki}}x_{\text{kartonki}} + q_{\text{muovi}}x_{\text{muovi}} + q_{\text{muut}}x_{\text{muut}} \quad (4)$$

Missä

$q_{\text{sekajäte}}$ = sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [MJ/kg]

q_{bio} = biojätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [MJ/kg]

q_{kartonki} = kartonki- ja pahvijätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [MJ/kg]

q_{muovi} = muovijätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [MJ/kg]

q_{muut} = muun jätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa [MJ/kg]

x_{bio} = biojätteen massaosuus sekajätteessä [m-%]

x_{kartonki} = kartonki- ja pahvijätteen massaosuus sekajätteessä [m-%]

x_{muovi} = muovijätteen massaosuus sekajätteessä [m-%]

x_{muut} = muun jätteen massaosuus sekajätteessä [m-%]

Muovijätteen ominaislämpöarvona käytetään laskennassa arvoa 25 MJ/kg. Lasi ja metalli eivät vaikuta sekajätteen lämpöarvoon sillä niiden lämpöarvo on 0 MJ/kg, minkä vuoksi ne on rajattu ulos yhtälöstä 4. Taulukkoon 12 koottujen muiden jättejakeiden lämpöarvoksi on oletettu 9 MJ/kg.

5.4. Sekajätteen energiamäärän laskenta

Sekajätteen energiamäärä voidaan määrittää, kun tiedetään sekajätteen määrä ja tehollinen lämpöarvo saapumistilassa. Sekajätteen energiamäärä lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa saadaan laskettua yhtälöllä 5.

$$E_{sekajäte} = \frac{q_{sekajäte} M_{sekajäte}}{3600} \quad (5)$$

Missä

$E_{sekajäte}$ = Sekajätteen energiamäärä [GWh/a]

$M_{sekajäte}$ = Sekajätteen määrä [tonnia/a]

5.5. Skenaariotarkastelu

Skenaariotarkastelun avulla tutkittiin kiinteistökohtaisten erilliskeräysvelvoitteiden ja lajittelehokkuuden vaikutusta KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen määrään ja koostumukseen. Skenaariotarkastelu sisältää lähtötilanteen ja skenaariot 1–3. Syntyvän sekajätteen koostumus, määrä (tonnia/a), tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg) ja energiamäärä (GWh/a) laskettiin erikseen lähtötilanteessa ja jokaisessa skenaariossa. Samalla laskettiin erilliskerätyn bio- ja pakkausjätteen, pienmetallin ja tekstiilijätteen määrät.

5.5.1. Lähtötilanne

Lähtötilanteen laskennassa oletettiin kiinteistökohtaisen biojätteen erilliskeräyksen (tai vaihtoehtoisesti omatoimisen kompostoinnin) ja pakkausjätteiden ja pienmetallin erilliskeräyksen olevan pakollista taulukon 13 mukaisilla asuinkiinteistöillä. Taulukon 13 velvoite-rajat perustuvat jäteyhtiöiden vuonna 2021 voimassa olleisiin jätehuoltomääräyksiin.

Taulukko 13. Asuinkiinteistöjen huoneistomäärän mukaiset kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen velvoiterajat eri jätejakeille lähtötilanteessa.

Jäteyhtiö	Biojäte	Muovi	Kartonki	Lasi	Pienmetalli
	(hsto)	(hsto)	(hsto)	(hsto)	(hsto)
Kymenlaakson jäte Oy	3	5	5	5	5
Metsäsairila Oy	1	-	5	5	5
Salpakierto Oy ¹	10	-	10	10	10
Rosk'n Roll Oy Ab	5	10	10	10	10

¹Salpakierto Oy:n alueen jätehuoltomääräysten mukaisesti bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoitteet koskevat asemakaava-alueita kunnissa Asikkala, Heinola, Hollola, Lahti ja Orimattila. Kunnat, joita kyseiset velvoitteet eivät koske ovat Kärkölä, Myrskylä, Padasjoki, Pukkila, Sysmä.

Salpakierto Oy:n ja Metsäsairila Oy:n toiminta-alueilla voimassa olleissa jätehuoltomääräyksissä ei tapahtunut muutoksia vuoden 2021 aikana. Kymenlaakson Jäte Oy:n ja Rosk'n Roll Oy Ab:n toiminta-alueilla biojätteen erilliskeräyksen velvoiterajoissa ei myöskään tapahtunut muutosta vuoden 2021 aikana, mutta pakkausjätteiden ja pienmetallin erilliskeräyksen velvoiterajoissa sen sijaan tapahtui. Kymenlaakson Jäte Oy:n alueella pakkausjätteiden erilliskeräyksen velvoiteraja tiukentui vähintään 10 huoneiston asuinkiinteistöistä vähintään 5 huoneiston asuinkiinteistöihin 1.7.2021 alkaen. Rosk'n Roll Oy Ab:n alueella kyseinen velvoiteraja tiukentui vähintään 20 huoneiston asuinkiinteistöistä vähintään 10 huoneiston asuinkiinteistöihin, myös 1.7.2021 alkaen. Lähtötilanteen laskennassa käytetään kuitenkin vain taulukon 13 mukaisia erilliskeräyksen velvoiterajoja jäteyhtiöiden alueille, mistä aiheutuu epävarmuutta laskentaan.

5.5.2. Skenaario 1

Skenaarion 1 laskennassa oletettiin biojätteen erilliskeräyksen (tai vaihtoehtoisesti omatoimisen kompostoinnin) olevan KSHR:n alueella pakollista kaikilla vähintään kolmen huoneiston asuinkiinteistöillä taajamissa, sekä kaikilla asuinkiinteistöillä vähintään 10 000 asukkaan taajamissa. Pakkausjätteiden (kartonki-, muovi- ja lasi) ja pienmetallin erilliskeräyksen

oletettiin olevan jätelain mukaisesti pakollista kaikilla vähintään viiden huoneiston asuin-kiinteistöillä taajamissa. Skenaarion 1 laskennassa käytetyt erilliskeräyksen velvoiterajat on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Asuin-kiinteistöjen huoneistomäärän mukaiset kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen velvoiterajat eri jätelajikkeille skenaariossa 1.

Jäteyhtiö	Biojäte	Muovi	Kartonki	Lasi	Pienmetalli
	(hsto)	(hsto)	(hsto)	(hsto)	(hsto)
Kymenlaakson Jäte Oy	3/1*	5	5	5	5
Metsäsairila Oy	1	5	5	5	5
Salpakierto Oy	3/1*	5	5	5	5
Rosk'n Roll Oy Ab	3/1**	5	5	5	5

*Biojätteen erilliskeräysvelvoite kaikille asuin-kiinteistöille yli 10 000 asukkaan taajamissa.

**Porvoon ja Lohjan keskustaajamissa, Sipoon Nikkilän ja Söderkullan taajamissa sekä Vihdin Nummelan taajamassa on voimassa biojätteen erilliskeräysvelvoite kaikille asuin-kiinteistöille.

Kymenlaakson Jäte Oy:n sekä Rosk'n Roll Oy Ab:n alueilla on jo nyt voimassa skenaarion 1 laskennassa käytetty velvoiteraja biojätteen erilliskeräykselle. Metsäsairila Oy:n alueella velvoiteraja on vielä tiukempi. Ainoastaan Salpakierto Oy:n alueella biojätteen erilliskeräyksen velvoiteraja ei ole vielä skenaarion 1 laskennassa käytetyn mukainen tai tiukempi. Laskennan yhtenäistämiseksi skenaariossa 1 oletetaan kuitenkin myös Salpakierto Oy:n taajama-alueiden asuin-kiinteistöjen velvoiterajaksi vähintään kolme huoneistoa. Tämän lisäksi laskennassa huomioitiin Rosk'n Roll Oy Ab:n tiukemmat biojätteen erilliskeräysvelvoitteet tietyissä alle 10 000 asukkaan taajamissa sekä Metsäsairila Oy:n biojätteen erilliskeräysvelvoite kaikilla kiinteistöillä taajamissa. Biojätteen asukaskohtaisen lajittelukertymän oletettiin olevan sama niin erilliskeräyksessä kuin kiinteistöllä tapahtuvassa omatoimisessa kompostoinnissa.

Vuoden 2023 alusta lähtien kuntien velvollisuuksiin kuuluva tekstiilijätteen aluekeräyksen järjestäminen otettiin lisäksi huomioon skenaariossa 1. Alue- ja ekopistekeräyksestä

saatavan tekstiilijätteen kertymän oletettiin olevan koko KSHR:n alueella 0,1 kg asukasta kohden. Lukuarvo perustuu erään KSHR:n jäteyhtiön sopimusperusteisesti toimittamasta tekstiilijätteen minimimäärästä tekstiilijätteen kierrätyslaitokselle. Kaikki alue- ja ekopistekeräyksestä saatava tekstiilijäte oletettiin poistuvan sekajätteen joukosta, eli vähentävän tekstiilijätteen osuutta sekajätteessä. Toisin sanoen, sekajätteen joukossa olevan tekstiilijätteen määrän oletettiin vähenevän alue- ja ekopistekeräyksestä saatavan tekstiilijättekertymän verran.

5.5.3. Skenaario 2

Skenaariossa 2 tarkasteltiin biojätteen erilliskeräyksen (tai vaihtoehtoisesti omatoimisen kompostoinnin) sekä muovi- ja kartonkipakkausjätteen erilliskeräyksen laajentamista ja sen vaikutusta sekajätteen määrään ja koostumukseen. Biojätteen erilliskeräys oletettiin taulukon 15 mukaisesti pakolliseksi kaikille asuinkiinteistöille taajamissa koko KSHR:n alueella.

Taulukko 15. Asuinkiinteistöjen huoneistomäärän mukaiset kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen velvoiterajat eri jätejakeille skenaariossa 2.

Jäteyhtiö	Biojäte	Muovi	Kartonki	Lasi	Pienmetalli
	(hsto)	(hsto)	(hsto)	(hsto)	(hsto)
Kymenlaakson Jäte Oy	1	1	1	5	5
Metsäsäirila Oy	1	1	1	5	5
Salpakierito Oy	1	1	1	5	5
Rosk'n Roll Oy Ab	1	1	1	5	5

Skenaarion 1 laskennasta poiketen biojätteen erilliskeräyksen piiriin luettiin täten myös alle 10 000 asukkaan taajamissa olevat omakoti- ja paritalot. Myös biojätteen vuosittaisen asukaskohtaisen kertymän oletettiin olevan sama niin erilliskeräyksessä kuin omatoimisessa kompostoinnissa. Muovi- ja kartonkipakkausjätteen erilliskeräys oletettiin taulukon 15 mukaisesti pakolliseksi kaikille asuinkiinteistöille taajamissa. Lähtötilanteen laskennasta

poiketen muovi- ja kartonkipakkausjätteiden erilliskeräyksen piiriin luettiin täten kaikki rivitalojen asuinkiinteistöt sekä taajamien omakoti- ja paritalot. Muiden pakkausjätteiden (lasi ja pienmetalli) osalta erilliskeräysvelvoitteiden oletettiin olevan samat kuin Skenaariossa 1. Bio- ja pakkausjätteiden lajittelutehokkuudet sekä alue- ja ekopistekeräyksestä saatava tekstiilijättekertymä oletettiin samoiksi kuin skenaariossa 1.

5.5.4. Skenaario 3

Skenaariossa 3 tarkasteltiin lajitteluneuvonnan ja tietoisuuden lisäämisen vaikutusta sekä bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräyksen laajentamisen vaikutusta sekajätteen koostumukseen ja poltto-ominaisuuksiin. Biojätteen erilliskeräys (tai vaihtoehtoisesti omatoiminen kompostointi) sekä muovi- ja kartonkipakkausjätteiden erilliskeräys oletettiin taulukon 16 mukaisesti pakolliseksi kaikille asuinkiinteistöille taajamissa. Lasipakkausjätteiden ja pienmetallin osalta erilliskeräysvelvoitteiden oletettiin olevan samat kuin skenaarioissa 1 ja 2.

Taulukko 16. Asuinkiinteistöjen huoneistomäärän mukaiset kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen velvoiterajat eri jätelajeille skenaariossa 3.

Jäteyhtiö	Biojäte	Muovi	Kartonki	Lasi	Pienmetalli
	(hsto)	(hsto)	(hsto)	(hsto)	(hsto)
Kymenlaakson Jäte Oy	1	1	1	5	5
Metsäsäirila Oy	1	1	1	5	5
Salpakierto Oy	1	1	1	5	5
Rosk'n Roll Oy Ab	1	1	1	5	5

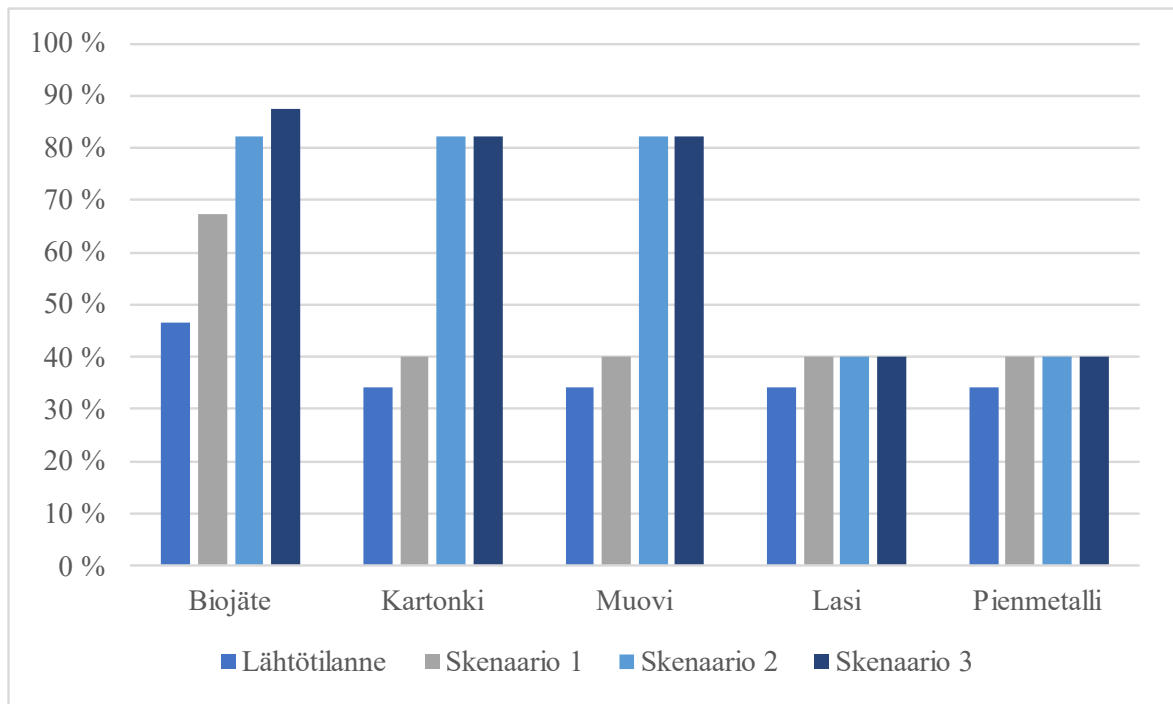
Bio- ja pakkausjätteiden ja pienmetallin asukaskohtaisten lajittelukertymien oletettiin olevan lajitteluneuvonnan lisäämisen myötä suuremmat kuin lähtötilanteessa sekä skenaarioissa 1 ja 2. Kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä biojätteen lajittelukertymän oletettiin kasvavan 10 %, kartonkipakkausjätteen 67 %, muovipakkausjätteen 100 %, lasipakkausjätteen 20 % ja pienmetallin 100 % asukasta kohden verrattuna lähtötilanteeseen ja skenaarioihin 1 ja 2.

Laskennassa käytettävien lajittelukertymien kasvun suuruus perustuu Salmenperä et al. (2019) arvioihin kierrätyksen kasvun potentiaalista, joita LCA Consulting Oy:n (2020) selvityksessäkin on hyödynnetty. Poikkeuksena näihin tutkimuksiin, skenaarion 3 laskennassa biojätteen lajittelukertymän on oletettu kasvavan 20 %:n sijasta 10 %, sillä muuten biojätteen laskennallinen lajittelutehokkuus nousisi yli 100 %:iin.

Skenaariossa 3 otettiin huomioon myös vapaaehtoisen jätteiden lajittelun lisääntyminen haja-asutusalueilla, joiden asuinväestöstä 30 %:n oletettiin lajittelevan biojätteet erilleen sekajätteestä joko erilliseen biojäteastiaan tai kiinteistöllä olevaan kompostoriin. Myös alue- ja ekopistekeräyksen lajittelukertymien oletettiin kasvavan samassa suhteessa kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen lajittelukertymien kanssa. Alue- ja ekopistekeräyksestä saatavan tekstiilijätteen lajittelukertymän oletettiin olevan koko KSHR:n alueella 0,9 kg asukasta kohden. Lukuarvo perustuu erään KSHR:n jäteyhtiön sopimusperusteisesti toimittamasta tekstiilijätteen maksimimäärästä tekstiilijätteen kierrätyslaitokselle. Kuten skenaariossa 2, sekajätteen joukossa olevan tekstiilijätteen määrän oletettiin vähenevän alue- ja ekopistekeräyksestä saatavan tekstiilijättekertymän verran.

5.5.5. Yhteenveto skenaarioista

Kuvaan 19 on koottu jätejakeittain kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen piiriin kuuluvan väestön osuus KSHR:n alueella lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa. Lähtötilanteessa biojätteen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen piiriin kuuluu noin puolet KSHR:n alueen väestöstä. Kartonki-, muovi- ja lasipakkausjätteen ja pienmetallin kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen piiriin kuuluu lähtötilanteessa puolestaan noin kolmannes alueen väestöstä. Kiinteistökohtainen erilliskeräys laajenee lähtötilanteesta eniten biojätteen sekä kartonki- ja muovipakkausjätteen osalta eri skenaarioissa.



Kuva 19. Kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen velvoiterajojen piiriin kuuluvan väestön osuus KSHR:n alueella lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa.

Skenaariossa 1 ainoastaan biojätteen kiinteistökohtainen erilliskeräys laajenee lähtötilanteeseen nähden merkittävästi, kattaen 67 % väestöstä. Pakkausjätteen ja pienmetallin kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen piiriin kuuluu 40 % väestöstä. Skenaarioissa 2 ja 3 niin biojätteen kuin kartonki- ja muovipakkausjätteen erilliskeräys laajenee kaikille kiinteistöille taajamissa, kattaen 82 % väestöstä. Skenaariossa 3 biojätteen erilliskeräyksen piiriin kuuluu 87 % väestöstä, kun taajamien asukkaiden lisäksi 30 % haja-asutusalueiden asukkaista kompostoi biojätteensä omatoimisesti kiinteistöllään. Lasipakkausjätteen ja pienmetallin kiinteistökohtainen erilliskeräyksen laajuus ei muutu skenaarion 1 jälkeen. KSHR:n alueen väestöstä 40 % kuuluu kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen piiriin huoneistomäärän mukaisella velvoiterajalla viisi. Erilliskeräyksen piiriin kuuluva väestön osuuden mallinnuksessa on oletettu, että huoneistomäärän mukaisen velvoiterajan ollessa vähintään viisi, rivitalojen asukkaista 80 % kuuluu erilliskeräyksen piiriin. Tarkkaa tietoa ei kuitenkaan ole saatavilla siitä, kuinka suuri osuus tutkittavan alueen rivitaloista on vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöjä. Mikäli rivitalojen asukkaista 50 %:n oletettaisiin kuuluvan erilliskeräyksen piiriin velvoiterajalla viisi, kuuluisi väestöstä tällöin 36 % erilliskeräyksen piiriin. Vaikka ero ei ole merkittävä, on se syytä huomioida tuloksia tarkastellessa.

Jokainen skenaario kuvaa erilliskeräysjärjestelmän mahdollista tilaa tiettyinä ajankohtana. Skenaarion 1 erilliskeräysvelvoitteet ovat jätelain vähimmäisvaatimusten mukaiset sillä erotuksella, että biojätteen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen huoneistomäärän mukainen velvoite alle 10 000 asukkaan taajamissa on viiden sijasta kolme. Koska kuntien on järjestettävä biojätteen kiinteistökohtainen erilliskeräys viimeistään heinäkuusta 2024 eteenpäin, voidaan skenaarion 1 olettaa kuvaavan erilliskeräysjärjestelmän tilaa vuonna 2024. Skenaario 2 kuvastaa puolestaan kierrätysasteen kannalta erityisen tärkeiden jätelajien (bio-, kartonki- ja muovijäte) kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajentamista kaikille kiinteistöille taajamissa. Koska yhdyskuntajätteen kierrätystavoitteet kiristyvät entisestään vuodesta 2025 vuoteen 2030, ja biojätteen osalta jo vuonna 2027, on erilliskeräyksen laajentaminen nykyisen lainsäädännön velvoittamaa tiukemmalle tasolle odotettavissa. Skenaariossa 2 pyritäänkin tarkastelemaan sitä, kuinka paljon erilliskeräyksen jätemääriä saadaan lisättyä realistisesti pelkkien jätehuoltomääräysten avulla. Näin ollen skenaarion 2 voidaan olettaa kuvaavan erilliskeräysjärjestelmän tilaa vuonna 2027. Skenaariossa 3 on huomioitu lisäksi lajitteluneuvonnan ja ihmisten tietoisuuden lisääntymisen potentiaalia lajittelutehokkuuden kasvattamiseksi, ja edelleen erilliskeräyksen jätemäärien lisäämiseksi. Skenaario 3 on niin sanotusti optimistinen skenaario ja sen voidaan olettaa kuvaavan erilliskeräysjärjestelmän tilaa myös vuonna 2027.

5.6. Herkkyystarkastelu yhdyskuntajätteen alkuperästä

Herkkyystarkastelun tarkoituksena on selvittää mitä vaikutuksia laskennan tärkeimpien parametrien muuttamisella on tutkimustuloksiin. Skenaario 3 on osittain jo herkkyystarkastelu, sillä siinä muutetaan laskennassa käytettäviä arvoja asukaskohtaisille lajittelutehokkuuksille. Tässä herkkyystarkastelussa tutkitaan sen sijaan yhdyskuntajätteen alkuperän vaikutusta tuloksiin.

Kaikkien skenaarioiden jätemäärien laskennassa on oletettu kotitalouksien sekä hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan yhdyskuntajättemäärien alkuperän suhdeluvuksi 65/35. Tällä suhdeluvulla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa sitä, että 65 % yhdyskuntajätteestä on peräisin

kotitalouksilta ja loput 35 % hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnasta. Erilliskerättyjen hyötyjätteiden laskennassa kotitalouksien jätemäärät on laskettu asuinväestön ja keskimäärien asukaskohtaisten lajittelukertymien perusteella. Hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan erilliskerättyjen hyötyjätteiden määrän on oletettu kasvavan kaikissa skenaarioissa samassa suhteessa kotitalouksien erilliskerättyjen jätteiden määrän kanssa. Näin ollen noin kolmannes tämän tutkimuksen eri skenaarioissa lasketuista erilliskerättyistä hyötyjättemääristä pohjautuu kirjallisuuslähteissä esitettyihin valtakunnallisiin arvioihin yhdyskuntajätteen alkuperästä. Todellisuudessa kotitalouksilta peräisin olevan yhdyskuntajätteen osuus kaikesta yhdyskuntajätteestä vaihtelee aluekohtaisesti. Skenaarioiden laskennassa käytetty suhdeluku vaikuttaa merkittävästi tuloksiin, minkä vuoksi on perusteltua tarkastella suhdeluvun vaikutusta tuloksiin.

Tässä herkkyystarkastelussa kotitalouksien sekä hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan suhdeluvuksi oletetaan 80/20. Suhdeluvusta riippumatta, kotitalouksilta peräisin olevan erilliskerättyjen jätteiden määrät pysyvät samana, sillä niiden laskenta ei perustu ollenkaan suhdeluun. Sen sijaan hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnasta peräisin olevien erilliskerättyjen jätteiden määrät, ja samalla myös erilliskerättyjen jätteiden kokonaismäärät (kotitaloudet + hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminta) vähenevät, mikäli kotitalouksien osuus suhdeluvussa kasvaa. Poikkeuksena tässä herkkyystarkastelussa on erilliskerätyn tekstiilijätteen kokonaismäärä. Erilliskerätyn tekstiilijätteen kokonaismäärän oletetaan pysyvän samana kuin skenaarioiden alkuperäisessä laskennassa, koska sen laskenta ei perustu samalla tavalla suhdeluun kuin bio- ja pakkausjätteiden ja pienmetallin laskenta.

5.7. Vertailu Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n kuivajätteen koostumukseen

Kaikille kiinteistöille laajenevan biojätteen erilliskeräyksen vaikutusta sekajätteen koostumukseen arvioidaan tässä työssä Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n aikaisempien kuivajätteen koostumustutkimusten perusteella. EKJH Oy on pääasiassa Etelä-Karjalan alueella toimiva 9 kunnan omistama jäteyhtiö. Yhtiön alueella oli vuonna 2021 noin 127 000 asukasta, 65 000 asuntokuntaa ja 21 000 vapaa-ajan asuntoa. Yhtiön toimialueella on kunnan järjestämä jätteenkuljetus kuiva-, bio- ja pakkausjätteelle. (EKJH Oy 2022.) Taulukkoon 17 on koottu

vuonna 2022 voimassa olevat Etelä-Karjalan jätehuoltomääräyksissä määritellyt erilliskeräysvelvoitteet. Biojätteiden erilliskeräys tai kompostointi on ollut yhtiön alueella pakollista kaikilla kiinteistöillä jo vuodesta 2002 lähtien (Greenreality 2022). Täten EKJH Oy:n alueen kuivajätteen koostumuksesta saadaan viitettä sille, kuinka todenmukaisia tämän tutkimuksen laskennassa saatavat tulokset mahdollisesti ovat, etenkin biojätteen osalta.

Taulukko 17. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n alueella voimassa olevat erilliskeräysvelvoitteet. (Tiedot: Etelä-Karjalan jätelautakunta 2018)

Jätelaji	Asuinkiinteistö	Muu kiinteistö ¹
	(Huoneistojen lkm. vähintään)	(Jätteen määrä vähintään)
Biojäte	Aina	Aina
Kuivajäte	Aina	Aina
Kartonkipakkaukset	10 huoneistoa	20 kg /viikko
Lasipakkaukset	20 huoneistoa	30 kg/viikko
Pienmetalli	20 huoneistoa	30 kg/viikko
Muovipakkaukset ²	20 huoneistoa	-

¹Muu kuin asuinkiinteistö, jossa syntyy kunnan vastuulle kuuluvaa jätettä

²Keräystä ei veloiteta, mikäli nouto kiinteistöltä ei ole taloudellisesti tai ympäristön kannalta tarkoituksenmukaista (esim. pitkä kuljetusmatka keräyskohteeseen).

Nina Teirasvuo selvitti vuonna 2011 julkaistussa diplomityössään syntypaikkalajitellun kuivajätteen koostumusta ja palamisteknisiä ominaisuuksia Etelä-Karjalan alueella. Tutkimuksen mukaan biojätteen osuus kuivajätteessä oli 23,9 %. Tutkimuksen aikaan Etelä-Karjalan jätehuoltomääräykset velvoittivat biojätteen erilliskeräykseen kaikilla kiinteistöillä. (Teirasvuo 2011.) Jasmine Savallampi selvitti puolestaan vuonna 2020 julkaistussa kandidaatintyössään muovinkeräyksen vaikutusta kuivajätteen koostumukseen ja lämpöarvoon Etelä-Karjalassa. Tutkimuksen mukaan biojätteen osuus kuivajätteessä oli 26,5 %. Myös vuoden 2020 tutkimuksen aikaan Etelä-Karjalan jätehuoltomääräykset velvoittivat biojätteen erilliskeräykseen kaikilla kiinteistöillä. (Savallampi 2020.) Molempien Etelä Karjalan alueella tehtyjen kuivajätteen koostumustutkimuksien tulokset on esitetty taulukossa 18.

Taulukko 18. Kuivajätteen koostumus Etelä-Karjalassa vuosina 2011 ja 2020. (Tiedot: Teirasvuoto 2011; Savallampi 2020)

Jätejäte	Koostumustutkimus	
	Teirasvuoto, 2011	Savallampi, 2020
	Osuus [m-%]	Osuus [m-%]
Muu kuivajäte	31,8	34,9
Biojäte	23,9	26,5
Muovi	21,4	19,7
Kartonki ja pahvi	10,0	10,8
Paperi	4,9	4,2
Metalli	3,8	2,4
Lasi	2,5	1,2
SER	1,2	0,5
Vaarallinen jäte	0,5	0,2

Biojätteen osuus EKJH Oy:n alueen kuivajätteessä ei ole muuttunut merkittävästi vuosien 2011 ja 2020 välillä. Vuoden 2020 biojätteen 2,6 prosenttiyksikköä suurempi biojätteen osuus voi osittain johtua epävarmuustekijöistä ja eroavaisuuksista tutkimusten välillä, mutta myös pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoitteiden tiukentumisella voi olla vaikutusta. Pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoitteet Etelä-Karjalassa ovat pääosin pysyneet samana tutkimusten ajankohtien välillä. Suurin muutos on kuitenkin ollut muovin erilliskeräys, johon ei vuonna 2011 velvoitettu ollenkaan. Muovin erilliskeräys aloitettiin Etelä-Karjalassa osittain vuonna 2016, ja vuoden 2020 aikaan voimassa olleet jätehuoltomääräykset velvoittivat muovipakkausten erilliskeräykseen vähintään 30 huoneiston asuinkiinteistöillä. Myöskään nykyisen kaltaista muovipakkausten aluekeräysjärjestelmää ei ollut vielä olemassa vuonna 2011. Muovin osuus kuivajätteessä onkin ollut 1,7 prosenttiyksikköä suurempi vuonna 2011 kuin vuonna 2020.

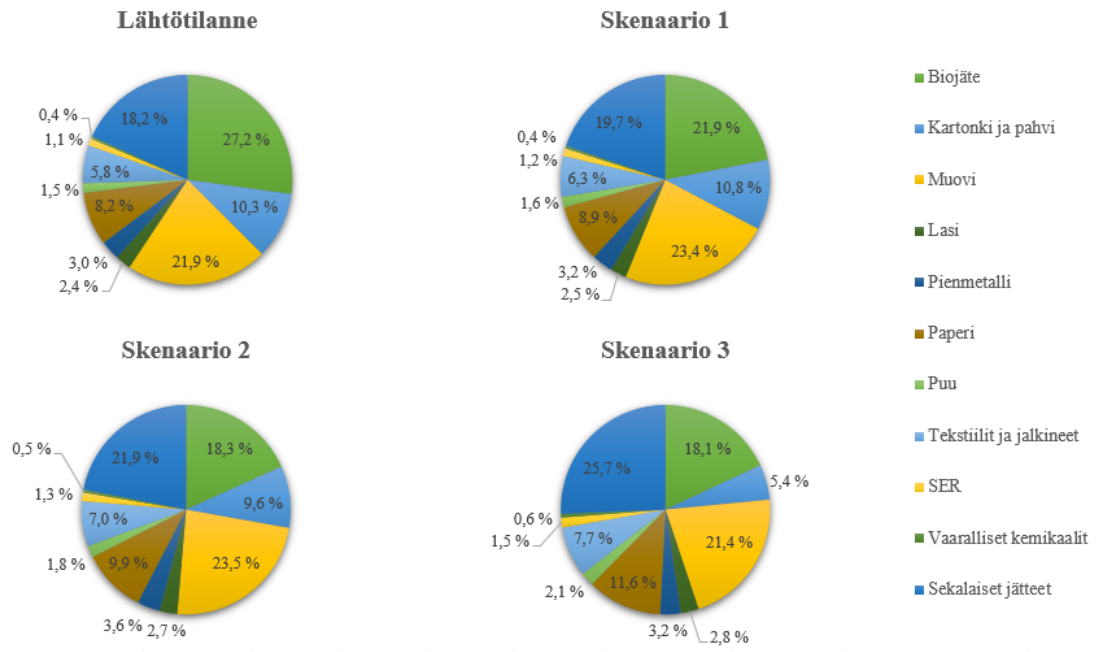
Biojätteen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen tiukat velvoiterajat näkyvät siinä, että EKJH Oy:n alueen kuivajätteen koostumus eroaa selvästi valtakunnallisesta keskiarvosta. Koostumustutkimusten perusteella EKJH Oy:n alueella biojätteen osuus kuivajätteessä on noin 6–9 %-yksikköä pienempi kuin valtakunnallinen keskiarvo (32,8 %). Vaikka Etelä-Karjalassa on jo pitkään velvoitettu biojätteen erilliskeräykseen tai kompostointiin kaikilla kiinteistöillä, alueen kuivajätteeseen päätyy vieläkin huomattava määrä biojätettä.

6. TULOKSET

Skenaariotarkastelun tulokset esitellään tässä kappaleessa. Skenaariotarkastelussa laskettiin sekajätteen koostumus, määrä (tonnia/a), tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg), energiamäärä (GWh/a) lähtötilanteessa ja kolmessa eri skenaariossa. Skenaariotarkastelussa laskettiin myös bio- ja pakkausjätteiden sekä pienmetallin ja tekstiilijätteen erilliskeräyksen jätekertymät. Tässä kappaleessa esitellään myös herkkyystarkastelun tulokset ja käydään läpi sekajätteen koostumuksen vertailua EKJH Oy:n kuivajätteen koostumukseen.

6.1. Sekajätteen koostumus

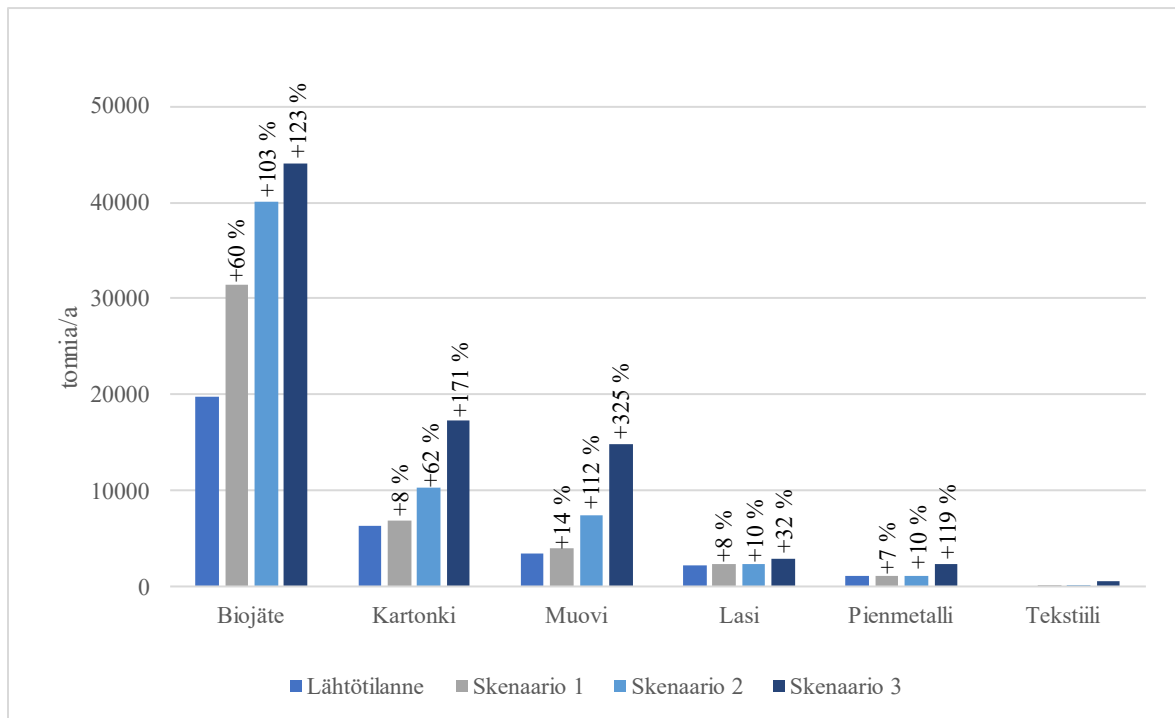
Kuvaan 20 on koottu KSHR:n alueen sekajätteen koostumus lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa. Biojätteen osuus sekajätteessä on lähtötilanteessa 27,2 %, joka on yli viisi prosenttiyksikköä valtakunnallista keskiarvoa vähemmän. Muovin osuus sekajätteessä on lähtötilanteessa 21,9 %, joka on puolestaan noin viisi prosenttiyksikköä valtakunnallista keskiarvoa enemmän. Myös kartongin 10,3 %:n osuus sekajätteessä on lähtötilanteessa noin kaksi prosenttiyksikköä suurempi verrattuna valtakunnalliseen keskiarvoon. Muiden jätejakeiden osuudet sekajätteessä ovat lähtötilanteessa lähestulkoon valtakunnallisen keskiarvon mukaiset.



Kuva 20. Sekajätteen koostumus KSHR:n alueella lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa.

6.2. Erilliskeräyksen jätemäärät

Kuvassa 21 on esitetty laskennan tulokset KSHR:n alueen erilliskeräyksen jätekertymistä jätejakeittain. Kaikista erilliskeräytyistä jätejakeista biojätteen määrä on selvästi suurin. Lähtötilanteessa erilliskeräyksen ja omatoimisen kompostoinnin biojättekertymä on noin 20 000 tonnia vuodessa KSHR:n alueella. Skenaariossa 1 erilliskeräyksestä saatavan biojätteen määrä kasvaa noin 60 % lähtötilanteesta. Biojätteen erilliskeräyksen laajentaminen kaikille asuinkiinteistöille taajamissa skenaarion 2 mukaisesti kaksinkertaistaa erilliskerätyn biojätteen määrän lähtötilanteeseen verrattuna. Biojätteen lajittelutehokkuuden kasvaminen 10 % sekä haja-asutusalueiden vapaaehtoinen kompostointi skenaarion 3 mukaisesti kasvattavat erilliskerätyn biojätteen määrää vielä 20 prosenttiyksikköä lisää.

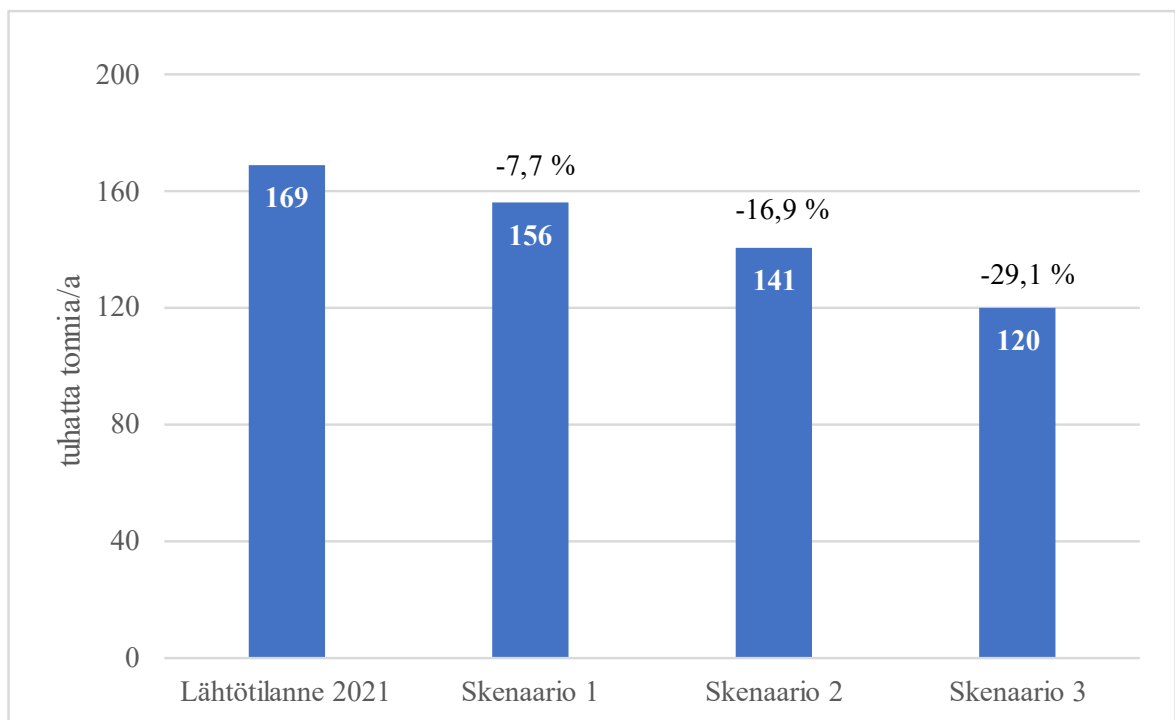


Kuva 21. Erilliskeräyksen jätekertymät lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa, sekä jätekertymien muutosprosentit lähtötilanteeseen verrattuna.

Erilliskeräyksestä saatavien pakkausjätteiden ja pienmetallin määrät kasvavat skenaariossa 1 hyvin vähän verrattuna lähtötilanteeseen. Kartonki- ja muovijätteen erilliskeräyksen laajentaminen kaikille kiinteistöille taajamissa skenaarion 2 mukaisesti nostaa kyseisten jätelaajentamisen erilliskeräyksen jätemääriä jo huomattavasti enemmän. Skenaariossa 2 erilliskeräyksen jätemäärä kasvaa kartonkipakkausjätteen osalta 62 % ja muovipakkausjätteen osalta 112 % lähtötilanteesta. Sen sijaan lasipakkausjätteen ja pienmetallin erilliskeräyksen jätemäärät eivät kasva merkittävästi skenaarion 1 skenaarioon 2. Skenaariossa 3 kartonki- ja muovipakkausjätteen sekä pienmetallin erilliskeräyksen jätemäärät kasvavat merkittävästi lähtötilanteesta: kartonkipakkausjätteen määrä 171 %, muovipakkausjätteen määrä 325 % ja pienmetallin 119 %. Erilliskerätyn lasipakkausjätteen määrä kasvaa 32 % lähtötilanteesta. Liitteessä 1 on taulukoituna erilliskeräyksen tarkat jätelaajentamisen tonnimäärät lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa.

6.3. Sekajätteen määrä

Kuvaan 22 on koottu laskennan tulokset sekajätteen kokonaismäärälle KSHR:n alueella. Lähtötilanteen laskennan mukaan KSHR:n alueella syntyy lähtötilanteessa 169 000 tonnia sekajätettä vuodessa, mikä ei juuri poikkea jäteyhtiöiden ilmoittamasta vuoden 2021 todellisesta sekajätteen kokonaismäärästä (167 000 tonnia). Jätelain velvoitteiden mukaiset pakkausjätteiden ja pienmetallin erilliskeräysvelvoitteet sekä jätelakia tiukempi biojätteen erilliskeräysvelvoite skenaariorissa 1 vähentää sekajätteen kokonaismäärää noin 13 000 tonnia vuodessa eli noin 8 %. Biojätteen sekä kartonki- ja muovipakkausjätteen erilliskeräysvelvoitteiden laajentaminen kaikille asuinkiinteistöille taajamissa skenaarion 2 mukaisesti vähentää sekajätteen kokonaismäärää noin 28 000 tonnia vuodessa eli noin 17 %. Lajittelutehokkuuden kasvaminen niin kiinteistökohtaisessa erilliskeräyksessä kuin ekopistekeräyksessä sekä haja-asutusalueiden vapaaehtoinen biojätteen kompostointi skenaarion 3 mukaisesti vähentää merkittävästi sekajätteen kokonaismäärää. Skenaariorissa 3 sekajätteen kokonaismäärä on noin 49 000 tonnia vuodessa, eli noin 29 % vähemmän kuin lähtötilanteessa.



Kuva 22. KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen määrä lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa, sekä muutosprosentit lähtötilanteeseen verrattuna.

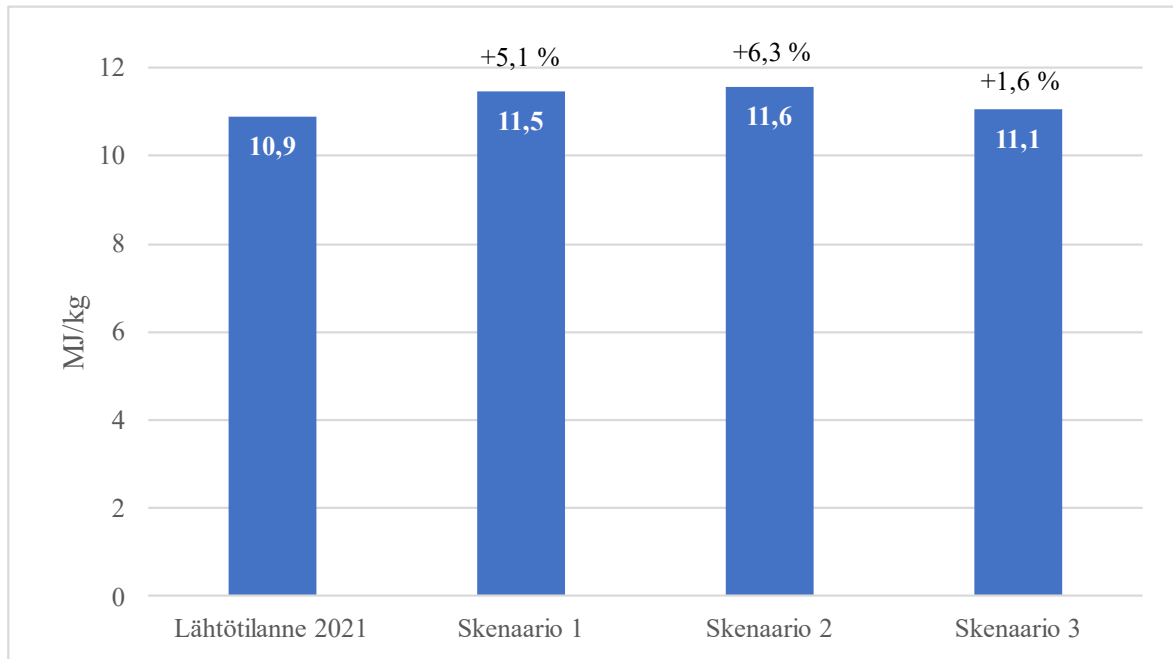
Tulokset ovat linjassa Salmenperä et al. (2015) esittämän arvion kanssa, jonka mukaan yhdyskuntajätteen energiahyödyntäminen tulee laskemaan Suomessa 17–24 % vuoden 2019 tasosta vuoteen 2027 mennessä. Tulokset sekajätteen kokonaismäärästä vertautuvat hyvin myös valtakunnalliselle tasolle ainakin lähtötilanteessa. Sekajätteen kokonaismäärä lähtötilanteessa KSHR:n alueella oli laskennan mukaan 10,2 % Suomessa vuonna 2021 syntyneen sekajätteen kokonaismäärästä, kun taas KSHR:n alueen väkiluku oli noin 11,6 % Suomen väkiluvusta vuoden 2020 lopulla.

6.4. Sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa

Kuvassa 23 on KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa. Lähtötilanteen laskennan mukaan KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on lähtötilanteessa 10,9 MJ/kg. Sekajätteen laskennallinen lämpöarvo on lähtötilanteessa siis noin 10 % suurempi kuin Hyötyvoimalaitoksella poltetun jätteen todellinen lämpöarvo oli vuonna 2021.

Skenaariossa 1 sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on 11,5 MJ/kg, joka on noin 5 % suurempi kuin lähtötilanteessa. Biojätteen erilliskeräyksen tehostuminen skenaariossa 1 vähentää biojätteen osuutta sekajätteessä huomattavasti, mikä selittää lämpöarvon kasvua. Skenaariossa 2 sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on 11,6 MJ/kg, eli noin 6,3 % suurempi kuin lähtötilanteessa. Vaikka biojätteen erilliskeräys on huomattavasti laajempaa skenaariossa 2 kuin skenaariossa 1, ei sekajätteen lämpöarvo juurikaan muutu. Tämä johtuu kartonki- ja muovipakkausjätteen erilliskeräyksen laajentamisesta biojätteen erilliskeräyksen tapaan kaikille asuinalueille taajamissa. Korkean jätejaakohtaisen lämpöarvon kartonki- ja muovipakkausjätteiden väheneminen sekajätteestä kumooa matalan lämpöarvon biojätteen vähenemisen hyödyt. Skenaariossa 3 sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on 11,1 MJ/kg eli vain noin 1,6 % suurempi kuin lähtötilanteessa. Lämpöarvon pienentyminen skenaarioista 1 ja 2 johtuu siitä, että pakkausjätteiden lajittelutehokkuus kasvaa skenaariossa 3 huomattavasti enemmän verrattuna biojätteen lajittelutehokkuuteen. Näin ollen biojätteen osuus sekajätteessä kasvaa, vaikka sekajätteen kokonaismäärä vähenee. KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen tehollisen lämpöarvon voidaan olettaa

kasvavan skenaariosta riippumatta lähtötilanteeseen verrattuna, vaikkakin muutos ei ole kovin suuri.

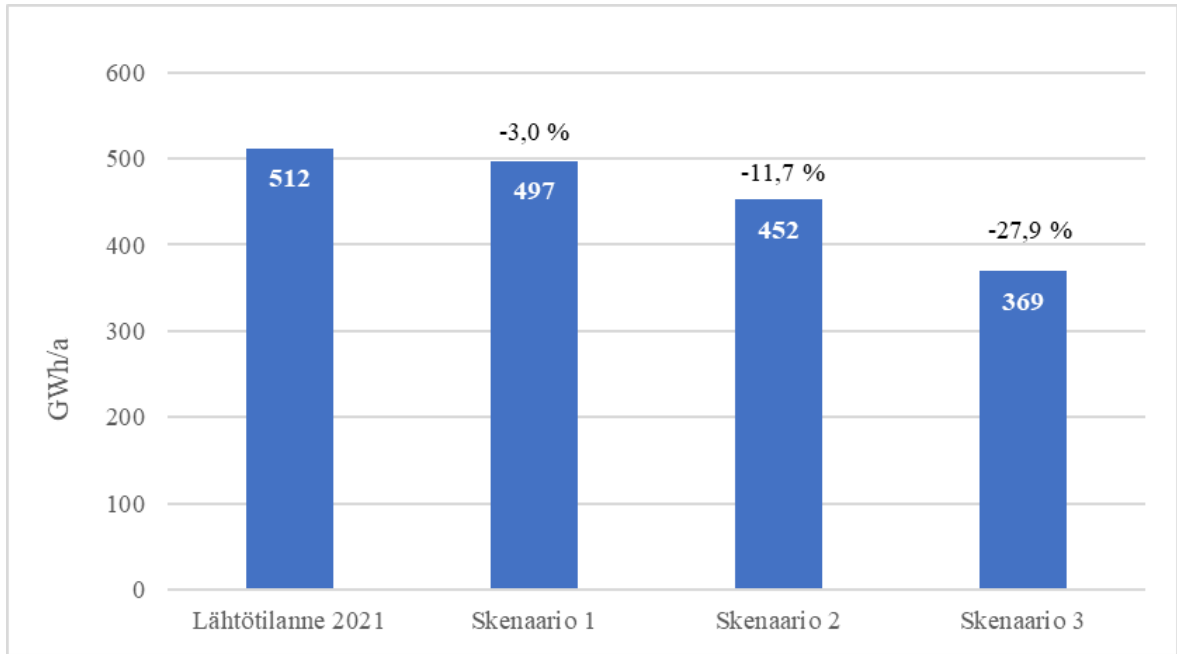


Kuva 23. KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa, sekä muutosprosentit lähtötilanteeseen verrattuna.

6.5. Sekajätteen energiamäärä

Kuvassa 24 on KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen energiasisältö lähtötilanteessa sekä eri skenaarioissa. Koska sekajätteen tehollinen lämpöarvo ei juuri muutu eri skenaarioissa, vähenee sekajätteen energiasisältö lähes suoraan verrannollisesti sekajätteen kokonaismäärään nähden. Lähtötilanteen laskennan mukaan KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen energiasisältö on 512 GWh vuodessa. Skenaariossa 1 sekajätteen energiasisältö on 497 GWh vuodessa, joka on vain 3 % vähemmän kuin lähtötilanteessa. Skenaariossa 2 sekajätteen energiasisältö vähenee jo selvästi enemmän, lähes 12 % lähtötilanteesta, johtuen sekajätteen lämpöarvon suhteellisen pienestä kasvusta verrattuna sekajätteen kokonaismäärän vähenemiseen. Skenaariossa 3 sekajätteen energiasisältö on lähes 28 % pienempi kuin lähtötilanteessa, ollen enää 369 GWh vuodessa. Sekajätteen energiasisällön väheneminen skenaariossa 3

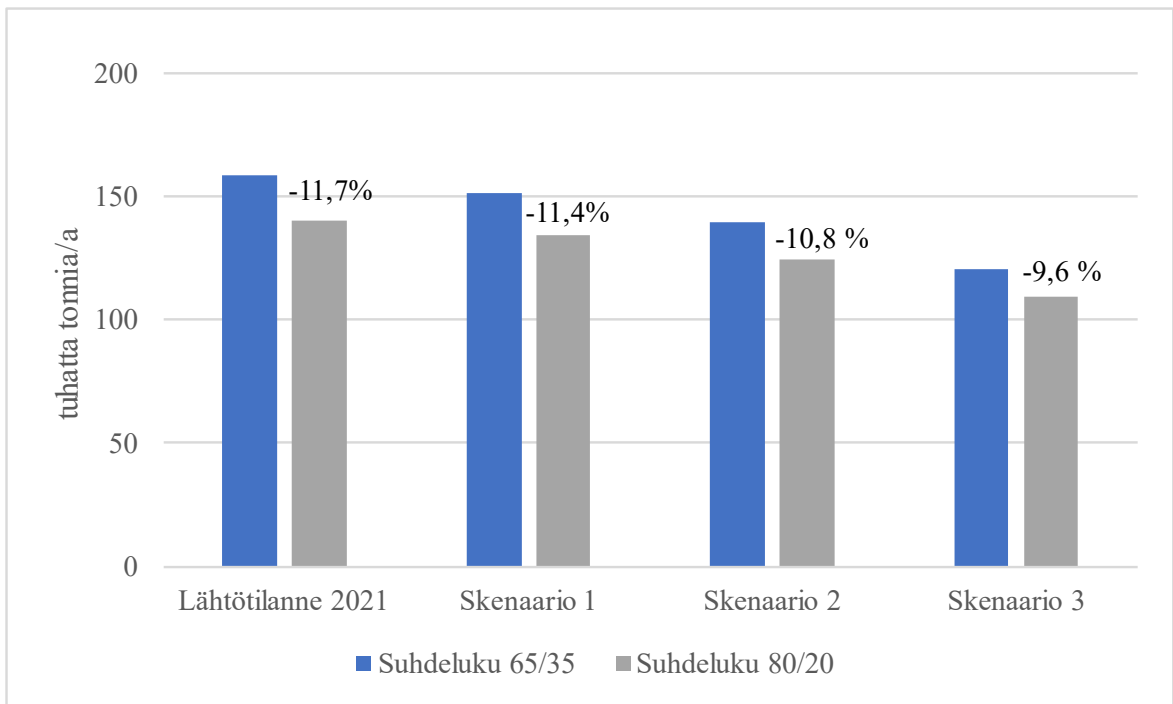
johtuu siitä, että sekajätteen lämpöarvo palautuu skenaarioiden 1 ja 2 huippulukemista lähelle lähtötilannetta samalla, kun sekajätteen kokonaismäärä vähenee merkittävästi.



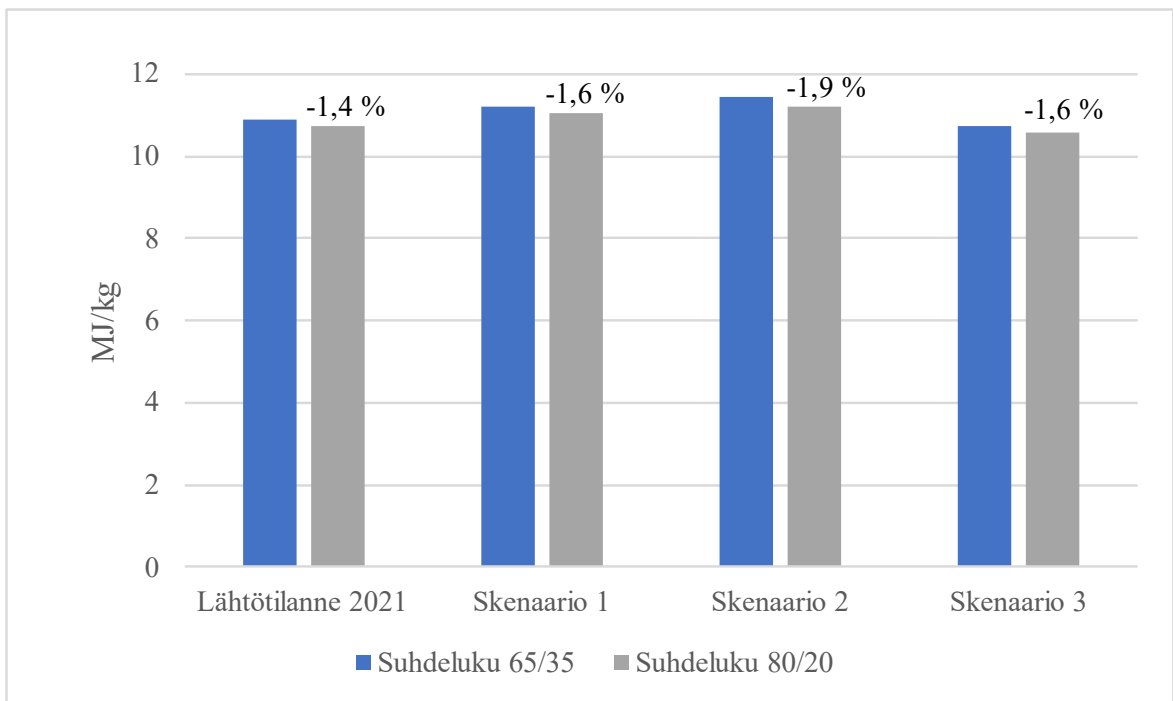
Kuva 24. KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen energiamäärä lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa, sekä muutospersentit lähtötilanteeseen verrattuna.

6.6. Herkkyystarkastelu yhdyskuntajätteen alkuperästä

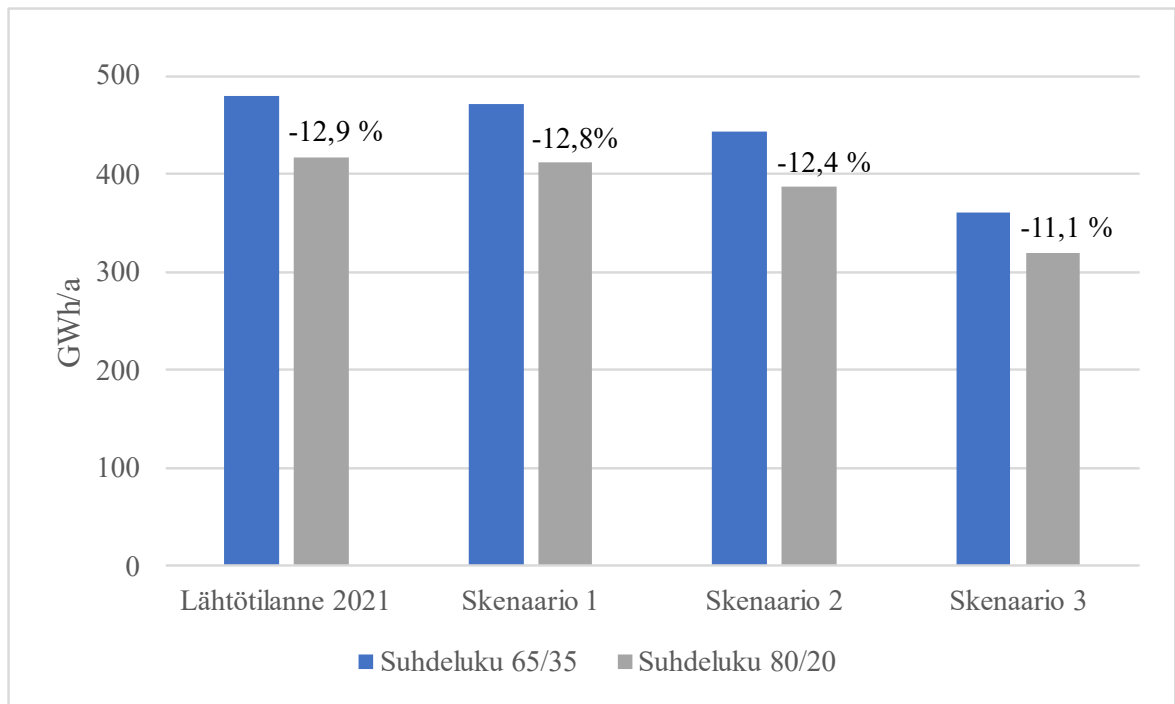
Laskennassa oletettiin, että kaikesta yhdyskuntajätteestä 65 % on peräisin kotitalouksilta ja loput 35 % hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnasta. Tässä herkkyystarkastelussa oletettiin, että kaikesta yhdyskuntajätteestä 80 % on peräisin kotitalouksilta ja loput 20 % hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnasta. Kuvasta 25 nähdään, että kotitalouksien osuuden kasvattaminen yhdyskuntajättemäärien alkuperää kuvaavassa suhdeluvussa vähentää sekajätteen laskennallista kokonaismäärää noin 10–12 % skenaarion mukaan. Suhdeluvun muutoksella ei sen sijaan ole merkittävää vaikutusta sekajätteen teholliseen lämpöarvoon saapumistilassa, kuten kuvasta 26 nähdään. Täten myös kuvassa 27 esitetty sekajätteen laskennallinen energiamäärä vähenee suhdeluvun muutoksen myötä, noin 11–13 % skenaarion mukaan.



Kuva 25. Yhdyskuntajätteen alkuperän vaikutus sekajätteen määrään.



Kuva 26. Yhdyskuntajätteen alkuperän vaikutus sekajätteen teholliseen lämpöarvoon saapumistilassa.



Kuva 27. Yhdyskuntajätteen alkuperän vaikutus sekajätteen energiamäärään.

6.7. Vertailu Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n kuivajätteen koostumukseen

Vuonna 2021 EKJH Oy toimitti 19 991 tonnia kotitalouksien kuivajätettä energiahyödyntämiseen. Erilliskerätyn biojätteen määrä yhtiön toimialueella oli samana vuonna 6 244 tonnia. Asukasta kohden erilliskerätyn biojätteen määrä oli siis 49,2 kg. (EKJH Oy, 2022) Jos oletetaan biojätteen osuuden alueen kuivajätteessä olevan Teirasvuon (2011) koostumustutkimuksen mukaisesti yhä 24 %, olisi yhtiön alueella vuodessa syntyvän biojätteen kokonaismäärä noin 11 000 tonnia. Näin ollen biojätteen keskimääräinen lajittelutehokkuus olisi noin 57 %. Tämän tutkimuksen laskennassa biojätteen keskimääräiseksi lajittelutehokkuudeksi lähtötilanteessa on oletettu asuntotyypin mukaan 56–79 % niillä kiinteistöillä, joilla biojäte lajitellaan erilliseen biojäteastiaan tai vaihtoehtoisesti kompostoidaan kiinteistöllä. Laskennassa käytetyt arvot biojätteen lajittelutehokkuudelle ovat siis hyvin optimistisia arvioita kotitalouksien keskimääräisestä lajittelutehokkuudesta.

KSHR:n jäteyhtiöistä tiukin biojätteen erilliskeräysvelvoite on Metsäsairila Oy:n alueella, jossa biojätteen erilliskeräysvelvoite koskee kaikkia kiinteistöjä taajamissa. Täten

Metsäsairila Oy ja EKJH Oy ovat pitkälti verrattavissa toisiinsa biojätteen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajuuden suhteen. Metsäsairila Oy:n ilmoittama sekajätteen määrä yhtiön toimialueelta oli 12 124 tonnia ja erilliskerätyn biojätteen määrä 2176 tonnia vuonna 2021. (Alatalo, 2020b). Jäteyhtiön alueelta ei ole saatavilla ajantasaista tietoa sekajätteen koostumuksesta. Jos kuitenkin oletetaan alueella syntyvän sekajätteen sisältävän biojätettä 24 %, kuten EKJH Oy:n alueella, olisi Metsäsairila Oy:n alueella vuonna 2021 syntyneen biojätteen kokonaismäärä 5 086 tonnia. Tämä tarkoittaisi sitä, että yhtiön alueella biojätteen keskimääräinen lajittelutehokkuus olisi noin 43 %. Metsäsairila Oy:n alueen keskimääräinen biojätteen lajittelutehokkuus olisi siis huomattavasti pienempi kuin EKJH Oy:n alueen keskimääräinen lajittelutehokkuus, vaikka biojätteen erilliskeräyksen laajuus on hyvin samankaltainen.

Tämän tutkimuksen lähtötilanteen laskennassa Metsäsairila Oy:n alueen kaikkien asuntotyyppien väestön keskimääräiseksi lajittelutehokkuudeksi biojätteelle saadaan puolestaan noin 58 %, joka on lähes sama kuin EKJH Oy:n alueella. Lähtötilanteen laskennassa Metsäsairila Oy:n alueelta erilliskerätyn tai kiinteistöillä kompostoidun biojätteen määräksi saatiin 3015 tonnia vuodessa, kun taas sekajätteessä olevan biojätteen määräksi saatiin 2228 tonnia vuodessa. Näin ollen laskennan mukaan Metsäsairila Oy:n alueella syntyvän biojätteen kokonaismäärä on lähtötilanteessa 5243 tonnia vuodessa. Laskennan mukainen erilliskerätyn ja kiinteistöillä omatoimisesti kompostoidun biojätteen määrä on noin 39 % suurempi kuin jäteyhtiön alueen todellinen jätemäärää (2176 tonnia) vuonna 2021. Ero voi myös osittain johtua siitä, että jäteyhtiön ilmoittamassa jätemäärässä ei ole huomioitu omatoimisen kompostoinnin jätemääriä, jolloin lajitellun (erilliskerätty ja kiinteistöillä kompostoitu) biojätteen määrä voi todellisuudessa olla hieman suurempi.

Mikäli puolet erilliskeräysvelvoitteen piiriin kuuluvista erillispientalojen asukkaista on kompostoinut biojätteensä Metsäsairila Oy:n alueella vuonna 2021, olisi alueen lajittelutehokkuus 43 %:in sijaan noin 52 %. Tämä olettaen, että omatoimisen kompostoinnin jätekertymiä ei ole huomioitu Metsäsairila Oy:n ilmoittamassa erilliskerätyn biojätteen määrässä, ja biojätteen erilliskeräyksen asukaskohtainen jätekertymä ja omatoimisen kompostoinnin jätekertymä olisivat yhtä suuret. Toisaalta Metsäsairila Oy:n alueen biojätteen lajittelutehokkuus

voi todellisuudessa vain olla pienempi kuin laskennassa on oletettu, jolloin sekajätteeseen päätyy todellisuudessa enemmän jätettä kuin mitä laskennan tulokset osoittavat.

6.8. Epävarmuustekijät

Erilliskeräyksen jätemäärien laskenta perustui tässä tutkimuksessa kirjallisuuslähteisiin ja tilastotietoon. Laskennassa käytetyt kotitalouksilla syntyvät asukaskohtaiset lajittelukertymät ja ominaisjättekertymät on johdettu kahdesta eri tietolähteestä: Salmenperä et al. (2019) tutkimuksessa käytetyistä keskimääräisistä asukaskohtaisista lajittelutehokkuuksista sekä KIVO:n (2020) ilmoittamista kotitalouksien kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen keskimääräisistä asukaskohtaisista lajittelukertymistä. Salmenperä et al. (2019) tutkimuksessa käytetyt kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen keskimääräiset asukaskohtaiset lajittelukertymät eivät juuri poikkea KIVO:n ilmoittamista luvuista, paitsi biojätteen osalta. Salmenperä et al. (2019) tutkimuksessa käytetyt biojätteen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen ja omatoimisen kompostoinnin vuosittaiset lajittelukertymät erillispientaloilla ovat 6 kg asukasta kohden pienemmät kuin mitä KIVO:n ilmoittamat lajittelukertymät. Näiden kahden erillisen tietolähteen hyödyntäminen laskennassa voi vääristää erillispientaloilla syntyvän jätteen kokonaismäärää sitä lisäten. Tämä voi näkyä tuloksissa sekä erilliskerätyn että sekajätteen sisältämän biojätteen määrässä. Skenaariossa 3 erilliskeräyksen korkeammat jätekertymät perustuvat myös Salmenperä et al. (2019) tutkimuksessa esitettyihin arvioihin lajittelutehokkuuksien kasvupotentiaaleista. Biojätteen osalta skenaarion 3 laskennassa oletettiin kuitenkin lajittelukertymän kasvavan 20 %:in sijaan vain 10 %, sillä muuten erillispientalojen lajittelutehokkuus olisi noussut yli 100 %:iin.

Sekajätteen sisältämien jätėjakeiden selvittämiseksi hyödynnettiin laskennasta saatavien erilliskerättyjen jätemäärien lisäksi myös kotitalouksien sekajätteen keskimääräistä valtakunnallista koostumusta (KIVO, 2022b). Kaikkien jäteyhtiöiden osalta tuoretta koostumustutkimusta ei ollut saatavilla, minkä vuoksi laskennassa päädyttiin käyttämään kaikille yhteistä sekajätteen keskimääräistä koostumusta. KSHR:n jäteyhtiöiden alueiden kesken on kuitenkin suuria eroja jätehuollon järjestämisessä ja erilliskeräysvelvoitteissa, joten valtakunnallinen keskiarvo ei todennäköisesti kuvaa kovin tarkasti kaikkien jäteyhtiöiden alueilla

syntyvän sekajätteen koostumusta. Laskennassa ei ole myöskään käytetty elinkeino-, hallinto- ja palvelutoiminnassa syntyvälle sekajätteelle ominaista koostumusta, joka ei välttämättä ole yhteneväinen kotitalouksien sekajätteen koostumuksen valtakunnallisen keskiarvon kanssa. Tulosten tarkkuuden parantamiseksi laskennassa voisi mahdollisuuksien mukaan käyttää myös jokaiselle jäteyhtiölle yksilöityjä keskimääräisiä sekajätteen koostumuksia.

Laskennassa tehtiin useita oletuksia myös erilliskeräyksen piiriin kuuluvan väestön määrästä. Lähtötilanteen laskennassa Salpakierro Oy:n sekä Rosk'n Roll Oy Ab:n alueille käytettiin erilliskeräyksen velvoiterajana vähintään 10 huoneiston asuinkiinteistöjä tiettyjen pakkausjätteiden osalta. Laskennassa tehtiin tässä tapauksessa oletus, että ainoastaan kerrostalokiinteistöt kuuluvat kyseisten jäteyhtiöiden alueella erilliskeräyksen piiriin. Mikäli jäteyhtiöiden alueilla on ollut alle 10 huoneiston kerrostalokiinteistöjä, on niillä oletettu järjestettävän pakkausjätteiden erilliskeräys, mikä ei välttämättä vastaa todellisuutta. Mikäli jäteyhtiöiden alueella on ollut yli 10 huoneiston rivitalokiinteistöjä, ei niillä ole vastaavasti oletettu järjestettävän pakkausjätteiden erilliskeräystä. Erilliskeräysveloitteen koskiessa vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöjä, on laskennassa oletettu kaikkien kerrostalokiinteistöjen sekä 80 % rivitalokiinteistöistä kuuluvan erilliskeräyksen piiriin. Laskennassa on jouduttu tyytymään edellä mainittuun oletukseen, koska tietoa rivitalokiinteistöjen huoneistomäärästä on saatavilla heikosti. Laskennassa ei ole myöskään ollenkaan huomioitu pakkausjätteiden kiinteistökohtaiseen erilliskeräykseen vapaaehtoisesti liittyneitä asukkaita. Biojätteenkin osalta vain skenaariossa 3 on arvioitu kiinteistöllä vapaaehtoisesti kompostoitavien haja-asutusalueiden asukkaiden määrä. Erilliskeräysveloitteiden osalta epävarmuutta laskentaan aiheuttaa myös lähtötilanteessa, sillä Kymenlaakson Jäte Oy:n ja Rosk'n Roll Oy Ab:n toimialueiden jätehuoltomääräykset uudistuivat kesken vuoden 2021. Tämän takia jäteyhtiöiden alueilla erilliskeräyksen piiriin on kuulunut pienempi osuus väestöstä osan vuodesta kuin lähtötilanteen laskennassa on oletettu.

Laskennassa oletettiin kirjallisuuslähteisiin perustuen, että kaikesta yhdyskuntajätteestä 65 % on peräisin kotitalouksilta ja loput 35 % elinkeino-, hallinto- ja palvelutoiminnasta. Oletuksella on suuri vaikutus tuloksiin, sillä elinkeino-, hallinto- ja palvelutoiminnan

erilliskerätyt jätemäärät johdettiin suoraan kotitalouksien erilliskeräyksen jätemääristä. Herkkyystarkastelussa tutkittiinkin olettaen, jossa 80 % kaikesta yhdyskuntajätteestä olisi peräisin kotitalouksilta. Tarkan tiedon saaminen siitä, kuinka suuri osuus yhdyskuntajätteestä on todellisuudessa peräisin kotitalouksilta ja kuinka suuri osuus muilta sektoreilta, on hankalaa. Niin sanotun suhdeluvun selvittäminen olisi yksi tehokkaimmista keinoista laskennan tulosten luotettavuuden parantamiseksi. Laskennassa ei ole myöskään huomioitu mahdollisia eroavaisuuksia jätteen alkuperän jakaumasta jätejaakohtaisesti. Esimerkiksi jos erilliskeräystä biojätteestä 65 % olisikin peräisin kotitalouksilta, voi jonkin muun jätejakeen erilliskeräyksen kertymästä suurempi osuus olla peräisin elinkeino-, hallinto- ja palvelutoiminnasta. Virheellinen arvio erilliskerättyjen jätejakeiden alkuperästä voi vääristää tuloksia. Tulosten tarkkuuden parantamiseksi tulisikin erilliskerättyjen jätteiden alkuperä selvittää tarkemmin jätejaakohtaisesti.

Salpakierto Oy on ainut KSHR:n jäteyhtiöistä, jonka alueella on energiajätteen erilliskeräys. Yhtiön ilmoittamassa vuoden 2021 sekajättemäärässä ei ole erilliskerättyä energiajätteen määrää. Vuonna 2021 Salpakierron alueen energiajätteestä hyödynnettiin energiana 61 GWh. (Salpakierto Oy 2022b). Salpakierto Oy:n koostumustutkimuksen perusteella energiajätteen lämpöarvoksi saadaan noin 16 MJ/kg. Tällöin Salpakierron alueella erilliskerätyn energiajätteen määrä vuonna 2021 olisi ollut noin 14 000 tonnia. Jos oletetaan, että ilman energiajätteen erilliskeräystä koko energiajättemäärä olisi päätynyt sekajätteeseen, olisi KSHR:n alueella syntyneen sekajätteen kokonaismäärä ollut noin 8 % suurempi (181 000 tonnia) vuonna 2021. On kuitenkin vaikea arvioida, kuinka suuri osuus energiajätteen sisältämien jätejakeiden määrästä päätyisi lähtötilanteessa sekajätteeseen, mikäli energiajätteen erilliskeräystä ei järjestettäisi jäteyhtiön alueella. Lähtötilanteen laskennassa saadun sekajätteen kokonaismäärän vertailuun liittyy näistä seikoista johtuen kuitenkin jonkin verran epävarmuutta.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä tutkittiin polttoon ohjattavan jätteen määrää ja laatua neljän jäteyhtiön muodostaman Kaakkois-Suomen hankintarenkaan alueelta. Tarkkojen arvioiden tekeminen tulevien vuosien jätemääristä edellytti tarkasteltavan alueen jätehuoltojärjestelmän mallintamista mahdollisimman tarkasti. Vaikka KSHR:n alueella on voimassa jo lähes kokonaan jätelain mukaiset kiinteistökohtaiset erilliskeräysvelvoitteet, on kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen ulkopuolella vielä suuri osa väestöstä. Jätelain uudistuksen viimeisten erilliskeräysvelvoitteita koskevien määräaikojen umpeutuessa vuonna 2024, tulee KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen määrä vähenemään skenaariotarkastelun perusteella noin 8 % ja energiamäärä noin 3 % lähtötilanteesta. Tulevien vuosien kierrätystavoitteet luovat painetta erilliskeräyksen jatkuvaan laajentamiseen. Vuoteen 2027 mennessä sekajätteen määrä vähenee arviolta 17 % ja energiamäärä 12 %, kun kiinteistökohtaista erilliskeräystä laajennetaan kierrätysasteen kannalta merkittävimpien jätejakeiden osalta kaikkialle taajamiin. Kun huomioidaan vielä lajittelutehokkuuden kasvupotentiaali, voi sekajätteen määrä vähentyä jopa 29 % ja energiamäärä 28 % lähtötilanteesta vuoteen 2027 mennessä.

Tulokset osoittavat, että jätehuoltomääräyksillä ja erilliskeräysvelvoitteilla voidaan lisätä kierrätystä vain tiettyyn pisteeseen asti. Lajittelutehokkuuden kasvattamisessa eri ohjaukskeinoin, kuten neuvonnan ja tietoisuuden lisäämisellä, on kuitenkin lähes yhtä suuri potentiaali kierrätyksen lisäämisessä. Laaja erilliskeräysjärjestelmä on kuitenkin ehdoton edellytys lajittelutehokkuuden kasvattamiselle. Skenaarion 3 arvio lajittelutehokkuuden kasvusta on hyvin optimistinen ja kuvaa ennemminkin kierrätyksen lisäämisen potentiaalia. Laajat muutokset järjestelmätasolla eivät tapahdu hetkessä, ja viisi vuotta on lyhyt aika lajittelutottumusten merkittäville muutoksille koko väestön mittakaavassa. Skenaariossa 2 tehdyt arviot sekajätteen määrän muutoksesta ovat selvästi maltillisempia, mutta todennäköisesti myös lähempänä totuutta. Täten skenaariossa 2 saatuja tuloksia sekajätteen määrästä ja ominaisuuksista voidaan pitää ehkä todennäköisimpinä arviona vuodelle 2027.

Sekajätteen määrän ja energiasisällön vähentyminen ajaa jätteenpolttolaitoksia etsimään uusia korvaavia polttoaineita riittävän energiantuotannon takaamiseksi. Yhtenä mahdollisena polttoainevaihtoehtona voidaan pitää polttokelpoisia teollisuuden ja yritysten jätteitä. Uusien jätevirtojen löytäminen energiahyödynnykseen, jätehierarkian viimeistä edeltävälle käsittelemuodolle, voi kuitenkin olla haasteellista. EU:n kiertotalouspaketin tavoitteiden mukaan jätteen syntymistä tulee ehkäistä sekä jätteen kierrätystä lisätä entistä enemmän tulevien vuosien aikana. Suomen suuri jätteenpolttokapasiteetti ja nopealla aikataululla kiristyvät kierrätystavoitteet ennakoivat skenaariotarkastelun tulosten tapaan energiahyödynnykseen saatavilla olevan jätteen tarjonnan heikkenemistä. Yhdyskuntajätteen polttoon optimoitu tekniikka ja polttoprosessit jätteenpolttolaitoksilla rajoittavat kuitenkin jonkin verran rinnakkaispolttoaineiden hyödyntämistä.

Jos tutkimustulosten mukaista sekajättemäärän vähentymistä skaalataan Suomen mittakaavaan, syntyisi sekajätettä Suomessa noin 130 000–480 000 tonnia vähemmän verrattuna vuoden 2020 sekajättemäärään. Vuoden 2022 lopulla Suomen jätteenpolttolaitosten yhteenlaskettu jätteenpolttokapasiteetti on 2 180 000 tonnia. Vuosittainen yhdyskuntajättekertymä on ollut kasvussa viime vuosina. Vuosittaisen yhdyskuntajättekertymän kasvaminen voi täten hillitä kierrätyksen lisäämisen aiheuttamaa vajetta sekajätteen saatavuudessa. Toisaalta, jos valtakunnallisen jätesuunnitelman visio yhdyskuntajätteen määrän ja BKT:n kasvun irtikytkenästä toteutuu, ei syntyvän yhdyskuntajätteen määrä enää välttämättä kasva vuositasolla, vaan se voi jopa pienentyä.

Siinä missä Suomella on jopa ylimäärin jätteenpolttokapasiteettia, on monella muulla maalla Euroopassa vajetta yhdyskuntajätteen käsittelykapasiteetissa. Yhtenä ratkaisuna muiden maiden käsittelykapasiteetin vajeeseen olisi yhdyskuntajätteen toimittaminen Suomeen jätteenpolttolaitoksien polttoaineeksi, mikä ratkaisisi myös Suomen ongelmaa jätteenpolttolaitosten polttoainevajeesta. Laajamittaisesta jätteen tuonnista on jo pitkäaikaista kokemusta muun muassa Tanskassa ja Ruotsissa, jotka ovat jätteenpolton edelläkävijöitä Euroopassa. Ruotsissa jopa yli neljännes jätteenpolttolaitoksilla poltettavasta jätteestä on tuotu muista maista. Taloudellinen kannattavuus on kynnyskysymys myös jätteen tuonnissa, eikä matalan energiapitoisuuden jätteitä ole välttämättä kannattavaa tuoda muista maista Suomeen

poltettavaksi. Tanskassa suurin osa ulkomailta polttoon tuodusta yhdyskuntajätteestä on muovipitoisuudeltaan suurta. Kierrätyksen lisääntyessä jatkuvasti Euroopassa, voi esimerkiksi juuri muovijätteen kierrätyksen rejektien tuonti muista Euroopan maista osoittautua kannattavaksi vaihtoehdoksi jätepolttoainevajeen korvaamiseksi Suomessa. On kuitenkin muistettava, että yhdyskuntajätteen kierrätysasteen täytyy kasvaa muissakin EU-maissa kiertotaloustavoitteiden saavuttamisessa. Tavoitteiden edellyttämän kierrätyskapasiteetin kasvattamisessa Euroopassa voi kuitenkin kestää niin kauan, että sekajätteen saatavuudesta ei muodostuisi ongelmaa Suomen jätteen tuonnin näkökulmasta seuraavan vuosikymmenen aikana.

KSHR:n alueen sisäisten eroavaisuuksien takia sekajätteen määrän ja ominaisuuksien ennakointi jatkuvasti muuttuvassa toimintaympäristössä on haasteellista. Jättemäärien laskentaan liittyi paljon epävarmuustekijöitä, ja laskennassa tehtiin paljon yleistyksiä joidenkin parametrien kohdalla, yksityiskohtaisen tiedon puutteen takia. Näin ollen tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia tulevien vuosien jättemääristä voidaan pitää ennemminkin suuntaa antavina ennakkoina. Epävarmuuksista huolimatta sekajätteen määrän kehitystrendi on laskeva. Ennakoiden toteutuminen riippuu pitkälti siitä, millaisella aikataululla erilliskeräystä laajennetaan ja kuinka hyvin ihmiset kohentavat jätteiden lajittelutehokkuutta.

8. YHTEENVETO

Jätelain uudistuksella pyritään Suomessa lisäämään yhdyskuntajätteen kierrätystä ja valmistelua uudelleenkäyttöä varten EU:n kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi. Jätelain uudistuksen myötä jätteen kiinteistökohtainen erilliskeräys laajentuu merkittävästi, mikä vähentää vastaavasti yhdyskunnissa syntyvän sekajätteen määrää. Muutoksilla on suuri vaikutus jätteenpolttosektoriin, sillä sekajäte on yhdyskuntajätettä polttavien jätteenpolttolaitosten ylivoimaisesti tärkein polttoainelähde. Tässä diplomityössä selvitettiin, mitä vaikutuksia jätteiden erilliskeräyksellä on sekajätteen määrään, lämpöarvoon ja energiamäärään. Tutkittavana alueena oli neljästä jäteyhtiöstä muodostuvan KSHR:n alue, josta toimitetaan sekajätettä Kotkan Energia Oy:n Hyötyvoimalaitokselle.

Työn teoriaosassa tarkasteltiin jätelain keskeisimpiä muutoksia, joilla jätteiden erilliskeräystä pyritään tehostamaan Suomessa. Merkittävimmät muutokset ovat kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen velvoiterajojen tiukentaminen ja kunnan kuljetusvastuun lisääminen bio- ja pakkausjätteiden ja pienmetallin osalta. Työssä käytiin läpi myös jätehuoltojärjestelmien ja erityisesti jätteenpolton nykytilaa Suomessa ja muualla Euroopassa. Yhdyskuntajätteen energiahyödyntämisessä Suomi on Euroopan kärkimaita, mutta kierrätyksessä se tulee kaukana edelläkävijämaiden perässä. Aikaisemmissa tutkimuksissa tärkeimmiksi keinoiksi Suomen kierrätysasteen nostamisessa on nostettu esiin nimenomaan jätteiden erilliskeräyksen laajentaminen ja lajittelutehokkuuden kasvattaminen neuvonnan ja tietoisuuden lisäämisellä. Kierrätysasteen nostamisen myötä yhdyskuntajätteen energiahyödyntämisen on ennustettu vähentyvän SYKE:n arvion mukaan noin viidenneksellä vuoteen 2027 mennessä.

Jätteen erilliskeräyksen laajuuden vaikutusta KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen määrään ja poltto-ominaisuuksiin tutkittiin tässä työssä skenaariotarkastelun avulla. Skenaariotarkastelussa arvioitiin sekajätteen määrää, tehollista lämpöarvoa saapumistilassa ja energiamäärää lähtötilanteessa ja kolmessa eri skenaariossa. Laskenta perustui erilliskeräyksen piiriin kuuluvan asuinväestön määrään, asukaskohtaisiin ominaisjättekertymiin ja lajittelutehokkuuteen. Skenaariotarkastelun perusteella kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajentumisen

todettiin vähentävän KSHR:n alueella syntyvän sekajätteen energiamäärää noin 18 % lähtötilanteesta. Lajittelutehokkuuden kasvulla on potentiaalia vähentää sekajätteen energiamäärää vielä 10 %-yksikköä lisää. Skenaariotarkastelun tulokset olivat sekajätteen määrän osalta samansuuntaisia kuin aikaisemmissa jätemääriä ennakoivissa valtakunnallisissa arvioissa.

Sekajätteen energiamäärän muutosta määritteleväksi tekijäksi todettiin sekajätteen määrä, sillä sekajätteen tehollinen lämpöarvo ei muuttunut merkittävästi eri skenaarioissa. Tehollinen lämpöarvo oli kuitenkin korkeampi niissä skenaarioissa, joissa biojätteen erilliskeräyksen piiriin kuului suhteellisesti suurempi osuus väestöstä kuin kartonki- ja muovipakkausjätteen erilliskeräyksen piiriin. Biojätteen erilliskeräyksen laajentamisen todettiin siis kasvattavan sekajätteen tehollista lämpöarvoa, kun taas kartonki- ja muovipakkausjätteen erilliskeräyksen laajentaminen pienensi sitä. Lasipakkausjätteen, pienmetallin ja tekstiilijätteen erilliskeräyksen laajentamisen vaikutukset eivät olleet yhtä merkittäviä sekajätteen määrän ja poltto-ominaisuuksien näkökulmasta. Yhdyskuntajätteen alkuperällä on myös vaikutusta sekajätteen määrään. Työssä oletettiin, että 65 % yhdyskuntajätteestä on peräisin kotitalouksilta ja 35 % hallinto- palvelu- ja elinkeinotoiminnasta. Sekajätteen määrä ja energiamäärä ovat noin 10 % pienemmät, jos oletetaan yhdyskuntajätteistä 80 %:n olevan peräisin kotitalouksilta. Sen sijaan tehollinen lämpöarvo pysyi lähes samana jätteen alkuperän muutoksesta huolimatta.

Nykyinen jätteenpolttokapasiteetti Suomessa riittää selvästi polttamaan kaiken Suomessa tällä hetkellä syntyvän sekajätteen. Sekajätteen heikentyvän saatavuuden takia energiayhtiöiden tulee löytää tulevaisuudessa korvaavia polttoaineita jätteenpolttolaitoksilleen, mikäli laitosten energiantuotanto halutaan ylläpitää nykyisellä tasolla. Kustannustehokkuus, laatuvaatimukset ja päästörajoitukset kuitenkin rajaavat hyödynnettävissä olevien polttoaineiden kirjoa. Polttoainevajeen potentiaalisimpia korvaavia polttoainelähteitä Suomessa ovat muut polttokelpoiset teollisuuden ja yritysten jätteet. Esimerkit muista pohjoismaista osoittavat myös, että jätteen laajamittainen tuonti muualta Euroopasta on täysin toteutettavissa oleva vaihtoehto polttoainevajeen täyttämiseksi.

Jättemäärien laskentaan liittyy tässä tutkimuksessa paljon epävarmuutta, ja tulokset ovat alttiita useille virhelähteille tutkimuksessa tehtyjen lukuisten oletusten takia. Muun muassa lajittelutehokkuuden realistista kasvua on vaikea ennakoida, eikä tiedetä, tapahtuuko Suomessa irtikykentää yhdyskuntajätteen määrän ja BKT:n kasvun välillä tulevina vuosina. Laskennassa käytettyjen ominaisjättekertymien, lajittelutehokkuuksien sekä alkuperältään hallinto- palvelu- ja elinkeinotoiminnasta olevien jätteiden tarkempi mallintaminen parantaisi tulevaisuuden jättemäärien ennakoinnin tarkkuutta. Jatkotutkimusta tarvitaan myös muiden kuin yhdyskuntajätteiden jättemäärien kehityksestä sekä soveltumisesta jätteenpoltoon, jotta jätteenpolttosektorilla pystytään varautumaan odotettavissa olevaan vajeeseen sekajätteen saatavuudessa.

LÄHTEET

Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J., Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. [Verkkajulkaisu]. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. [Viitattu: 8.6.2022]. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T258.pdf>

Alatalo, Hanna. 2020a. Projektipäällikkö, Kaakkois-Suomen hankintarengas. Sähköpostiviesti 15.6.2022.

Alatalo, Hanna. 2020b. Projektipäällikkö, Kaakkois-Suomen hankintarengas. Sähköpostiviesti 27.6.2022.

Avfall Sverige. 2021. How can Sweden achieve fossil-free energy recovery from waste incineration? Summary of action study winter 2020–2021. [Verkkajulkaisu]. [Julkaistu: 4/2021]. Ruotsin jätehuoltoyhdistys. Saatavissa: <https://www.avfallsverige.se/media/vtldhtom/2021-09-kort-eng.pdf>

Avfall Sverige. 2022. Swedish waste management 2021. [Verkkajulkaisu]. [Julkaistu: 7/2022]. Ruotsin jätehuoltoyhdistys. Saatavilla: https://www.avfallsverige.se/media/lbdg3vcp/svensk_avfallshantering_2021_en.pdf

Bröckl, M., Kiuru, H., Heads S., Kämäräinen K., Patronen J., Luoma-aho K., Armila N., Sipilä, E., Semkin, N. 2021. Jätteenpolton kiertotalous- ja ilmastovaikutuksiin vaikuttaminen eri ohjauskeinoin. AFRY. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:8. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia. ISBN PDF 978-952-383-093-6. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-093-6>

CEWEP. 2022. Waste-to-Energy in Europe in 2019. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2.6.2022]. Confederation of European Waste-to-Energy Plants. Facts – Data and maps. Saatavissa: <https://www.cewep.eu/waste-to-energy-plants-in-europe-in-2019/>

EEA. 2021a. Overview of national waste prevention programmes in Europe – Country profile: Sweden. [Verkkajulkaisu]. European Environment Agency. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-prevention/countries/sweden-waste-prevention-country-profile-2021.pdf>

EEA. 2021b. Overview of national waste prevention programmes in Europe – Country profile: Lithuania. [Verkkajulkaisu]. European Environment Agency. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-prevention/countries/lithuania-waste-prevention-country-profile-2021>

EEA. 2021c. Overview of national waste prevention programmes in Europe – Country profile: Denmark. [Verkkajulkaisu]. European Environment Agency. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-prevention/countries/denmark-waste-prevention-country-profile-2021>

EKJH Oy. 2022. Vuosikertomus 2021. [Verkkosivu]. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy. [Viitattu: 4.8.2022]. Saatavissa: https://ekjh.fi/vuosikertomus2021_kansi/

Eksymä, Riku ja Innala, Tuulia. 2022. Diaesitys 26.4.2022. Suomen Kiertovoima ry ja Suomen Kuntaliitto ry.

ELY-keskukset. 2021. Ympäristölupa. [Verkkosivu]. [Päivitetty: 2.2.2021]. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Valvonta

Etelä-Karjalan jätelautakunta. 2018. Etelä-Karjalan jätehuoltomääräykset, 1.1.2019. alkaen. [Verkkodokumentti]. [Julkaistu: 11.12.2018]. [Viitattu: 4.8.2022]. Saatavissa: https://www.imatra.fi/sites/default/files/atoms/files/Etel%C3%A4-Karjalan%20j%C3%A4tehuoltom%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset%201.1.2019%20alkaen_0.pdf

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU), 2018/851, annettu 30 päivänä toukokuuta 2018, jätteistä annetun direktiivin 2008/98/EY muuttamisesta. Saatavissa: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/852, annettu 30 päivänä toukokuuta 2018, pakkauksista ja pakkausjätteistä annetun direktiivin 94/62/EY muuttamisesta. Saatavissa: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/852/oj>

Eurostat. 2022. Municipal waste by waste management operations. [Verkkosivu]. [Päivitetty: 27.4.2022]. Saatavissa: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WASMUN__custom_2599787/settings_1/bar?lang=en

Fortum Oyj. 2022. Klaipėdan CHP-laitos. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2.6.2022]. Saatavissa: <https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme/voimalaitoksemme/klaipedan-chp-laitos>

Greenreality. 2022. Jätteet hyödynnetään tehokkaasti – kuivajäte energiaksi, muu jäte kiertoon. [Verkkosivu]. [Viitattu: 15.6.2022]. Saatavissa: <https://www.greenreality.fi/teot/jatteet-hyodynnetaan-tehokkaasti-kuivajate-energiaksi-muu-jate-kiertoon>

HSY. 2021. Pääkaupunkiseudun sekajätteen koostumus vuonna 2021 – Kotitalouksien sekajätteen koostumustutkimuksen loppuraportti. [Verkkajulkaisu.] Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Saatavissa: <https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun-sekajatteen-koostumus-vuonna-2021.pdf>

IRP. 2019. Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. Oberle, B., Bringezu, S., Hatfield-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., Clement, J., and Cabernard, L., Che, N., Chen, D., Droz-Georget, H., Ekins, P., Fischer-Kowalski, M., Flörke, M., Frank, S., Froemelt, A., Geschke, A., Haupt, M., Havlik, P., Hüfner, R., Lenzen, M., Lieber, M., Liu, B., Lu, Y., Lutter, S., Mehr, J., Miatto, A., Newth, D., Oberschelp, C., Obersteiner, M., Pfister, S., Piccoli, E., Schaldach, R., Schüngel, J., Sonderegger, T., Sudheshwar, A., Tanikawa, H., van der Voet, E., Walker, C., West, J., Wang, Z., Zhu, B. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya.

Istrate I-R., Medina-Martos E., Galvez-Martos J-L., Dufour J. 2021. Assessment of the energy recovery potential of municipal solid waste under future scenarios. [Verkkajulkaisu]. [Julkaistu: 23.4.2021]. Applied Energy, 2021;293:116915. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116915>.

Jätelaki 646/2011. 17.6.2011.

Kaartinen, T., Laine-Ylijoki, J., Koivuhuhta, A., Korhonen, T., Luukkanen, S., Mörsky, P., Neitola, R., Punkkinen, H., Wahlström, M. 2010. Pohjakuonan jalostus uusiomateriaaliksi. Julkaisija: VTT. Kopijyvä Oy. Kuopio.

Kauno kogeneracinè jégainè. 2022. Power plant. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2.6.2022]. Saatavissa: <https://kkj.lt/en/about-us/power-plant/93#c-8/t-30>

KIVO. 2020a. Tietoa kotitalouksien jätehuollosta 2019. [Verkkajulkaisu]. Suomen Kierto-voima KIVO. Saatavissa: <https://kivo.fi/wp-content/uploads/KIVO-jatemaksut2019.pdf>

KIVO. 2022a. Jätehuolto ja kiertotalous. [Verkkosivu]. [Viitattu: 28.5.2022]. Suomen kiertovoima KIVO. Saatavissa: <https://kivo.fi/yymmarramme/jatehuolto-ja-kiertotalous/>

KIVO. 2022b. Kotitalouksien sekajätteen keskimääräinen koostumus. [Verkkosivu]. [Viitattu: 3.5.2022]. Suomen Kierto-voima KIVO. Saatavissa: https://kivo.fi/yymmarramme/koostumustietopankki/kotitalousjätteen_koostumus_yhteenvedo/

Kotkan energia Oy. 2016. Kotkan energia Oy:n hyötyvoimalaitoksen yhteenvetoraportti 2016. [Verkkodokumentti]. [Viitattu: 18.7.2022]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/51836539-Kotkan-energia-oy-n-hyotyvoimalaitoksen-yhteenvetoraportti-raportti-jma.html>

Kotkan energia Oy. 2019. Kotkan energia Oy:n hyötyvoimalaitoksen yhteenvetoraportti 2018. [Verkkodokumentti]. [Julkaistu: 29.5.2019]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/139925684-Kotkan-energia-oy-n-hyotyvoimalaitoksen-yhteenvetoraportti-2018.html>

Kotkan Energia Oy. 2021. Hyötyvoimalaitoksen ympäristölupahakemus. [Verkkodokumentti]. [Julkaistu: 9.7.2021]. [Viitattu: 18.7.2022]. Saatavissa: <https://ylupa.avi.fi/api/v1/documents/attachment/12148759>

Kymen jätelautakunta. 2019. Jätehuoltomääräykset. [Verkkodokumentti]. [Julkaistu: 26.9.2019]. Saatavissa: <https://www.kymenjatelautakunta.fi/wp-content/uploads/2019/10/J%C3%A4tehuoltom%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset-1.1.2020.pdf>

KLJ Oy. 2022. Kehitystä, kierrätystä ja kuljetusta – Vuosikertomus 2021. [Verkkosivu]. Kymenlaakson Jäte Oy. [Viitattu: 16.7.2022]. Saatavissa: <https://www.kymenlaaksonjate.fi/kymenlaakson-jate-oy/vuosikertomukset/>

Laine-Ylijoki, J., Castell-Rüdenhausen, M., Kaartinen, T., Kärki, J., Pellikka, T., Punkkinen, H., Saastamoinen, H., Wahlström, M. ja Pohjakallio, M. 2018. Selvitys eräiden jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen materiaalin markkinan tilanteesta Suomessa. [Julkaistu: 12.1.2018]. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön raportteja 21/2018. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4812-5>

LCA Consulting Oy. 2020. Asumisessa syntyvien jätteiden erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutusten arviointi. [Verkkodokumentti]. [Julkaistu: 23.4.2020]. Saatavissa: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Asumisessa-syntyvien-jatteiden-erilliskeraysvaihtoehtojen-vaikutusten-arviointi-F408C7AE_8537_4EA6_ACEC_C8A1DE051255-157952.pdf/13e8f7f6-20f7-c984-5491-35ae4be46902/Asumisessa-syntyvien-jatteiden-erilliskeraysvaihtoehtojen-vaikutusten-arviointi-F408C7AE_8537_4EA6_ACEC_C8A1DE051255-157952.pdf/Asumisessa-syntyvien-jatteiden-erilliskeraysvaihtoehtojen-vaikutusten-arviointi-F408C7AE_8537_4EA6_ACEC_C8A1DE051255-157952.pdf?t=1603261178605

Leppälä, Virpi. 2022. Laatu- ja kehityspäällikkö, Kymenlaakson Jäte Oy. Sähköpostiviesti 6.10.2022.

Lounais-Suomen ympäristökeskus. 2009. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu. Taustaraportti – Tuhkat ja kuonat. [Verkkójulkaisu]. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja, 09/2009. Turku. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163519/LOSra_9_2009.pdf?sequence=1

Marín-Beltrán, I., Demaria, F., Ofelio, C., Serra, L–M., Turiel, A., Ripple, W–J., Mukul, S–A., Costa, M–C. 2021. Scientists' warning against the society of waste. [Verkkajulkaisu]. *The Science of the total environment*, 2022-03-10, Vol.811, sivut 151359–151359. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151359>

Martinho, G., Gomes, A., Santos, P., Ramos, M., Cardoso, J., Silveira, A., Pires, A. 2017. A case study of packaging waste collection systems in Portugal – Part I: Performance and operation analysis. [Verkkajulkaisu]. *Waste Management*, Volume 61, 2017, sivut 96–107, ISSN 0956-053X. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.030>

Metsäsairila Oy. 2022. Vuosikertomus 2021. [Verkkosivu]. [Viitattu: 14.7.2022]. Saatavissa: <https://www.metsasairila.fi/vuosikertomus-2021.html>

Mikkelin kaupunki. 2016. Mikkelin kaupungin jätehuoltomääräykset. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.6.2022]. Saatavissa: https://hallinta-mikkeli.kunta-api.fi/wp-content/uploads/2017/08/mikkelin_kaupungin_jatehuoltomaaraykset_2016_0.pdf

Miljøministeriet. 2021. Action Plan for Circular Economy – National Plan for Prevention and Management of Waste 2020-2032. [Verkkajulkaisu]. [Julkaistu: 07/2021]. Tanskan ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://www.en.mim.dk/media/223010/alle-faktaark-1.pdf>

Miljøstyrelsen. 2020. Affaldsstatistik 2019. [Verkkajulkaisu]. [Julkaistu: 12/2020]. Tanskan ympäristönsuojeluvirasto. Saatavissa: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2020/12/978-87-7038-249-6.pdf>

Ojala, S., Innala, T., Nurmikolu, M. 2022. Opas kunnallisen jätetaksan laadintaan. Suomen kuntaliitto ry. Helsinki, 2022. ISBN 978-952-293-859-6 (pdf).

OECD. 2022. Extended producer responsibility. [Verkkosivu]. [Viitattu: 8.5.2022]. Saatavissa: <https://www.oecd.org/env/tools-evaluation/extendedproducerresponsibility.htm>

Pirkanmaan ELY-keskus. 2020. Pakkaustilastot 2003–2019 materiaalit eriteltyinä. [Julkaistu: 11.12.2020]. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/no-name/%7BC394C7CD-0A72-46E5-A100-22A1FA22C250%7D/164465>

Päijät-Hämeen jätelautakunta. 2020. Päijät-Hämeen jätelautakunnan alueen jätehuoltomääräykset. [Verkkodokumentti]. [Viitattu: 15.6.2022]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/tiedostot/jatehuoltomaaraykset-2021/>

RINKI. 2021. Suomeen uusi, kaikki pakkausmateriaalit kattava tuottajayhteisö. [Tiedote]. [Julkaistu: 11.10.2021]. Saatavissa: <https://rinkiin.fi/uutisrinki/uutiset-ja-tiedotteet/suomeen-uusi-kaikki-pakkausmateriaalit-kattava-tuottajayhteiso/>

RINKI. 2022. Vuosikertomus 2021. [Verkkojulkaisu]. Suomen pakkauskierrätys RINKI Oy. [Viitattu: 10.8.2022]. Saatavissa: <https://rinkiin.fi/uutisrinki/vuosikertomus/vuosikertomus-2021/>

Rosk'n Roll Oy Ab. 2022. Yhtiö – Jätehuoltoa Länsi- ja Itä-Uudellamaalla. [Verkkosivu]. [Viitattu: 28.7.2022].

Salmenperä, H., Sahimaa, O., Koutonen, H. 2018. Kierrätyksen keinot, taloudelliset vaikutukset sekä toteutettavuus. Ympäristöministeriön raportteja 17/2018. ISBN 978-952-11-4798-2.

Salmenperä, H., Kauppila, J., Kautto, P., Sahimaa, O., Dahlbo, H., Kaitazis, N., Autio, I., Niskanen, A., Kemppi, J., Papineschi, J., von Eye, M., Durrant, C., Tomes, T. 2019. Yhdyskuntajätteen kierrätyksen lisääminen Suomessa – toimenpiteet ja niiden vaikutukset. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 15/2019.

Salmenperä, H., Moliis, K., Nevala, S. 2015. Jättemäärien ennakointi vuoteen 2030 - Painopisteenä yhdyskuntajätteet ja kierrätystavoitteiden saavuttaminen. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Salpakierto Oy. 2021. Bioneeri – biojätteen erilliskeräyskokeilu Lahdessa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu: 31.5.2022]. Saatavissa: <https://salpakierto.fi/wp-content/uploads/2022/02/Bioneeri-loppuraportti.pdf>

Salpakierto Oy. 2022a. Jätelakiuudistus. [Verkkosivu]. [Viitattu: 28.7.2022]. Saatavissa: <https://salpakierto.fi/jatelakiuudistus/mika-jatehuollossa-muuttuu/>

Salpakierto Oy. 2022b. Vuosi- ja ympäristökatsaus 2021. [Verkkosivu]. [Viitattu: 10.9.2022]. Saatavissa: <https://salpakierto.fi/vuosikatsaus/2021-2/?preview=true#kujalan-jatekeskus2-2>

Schaart Eline. 2020. Denmark's 'devilish' waste dilemma. [Verkkajulkaisu]. [Julkaistu: 17.9.2020]. Politico. Saatavissa: <https://www.politico.eu/article/denmark-devilish-waste-trash-energy-incineration-recycling-dilemma/>

Surakka, Mika. 2022. Suomen Uusiomuovi kierrättää kohta kaikki pakkaukset. [Verkkosivu]. [Julkaistu: 9.5.2022]. Suomen Uusiomuovi Oy. Saatavissa: https://www.uusiomuovi.fi/fin/suomen_uusiomuovi/ajankohtaista/2022/05/suomen-uusiomuovi-kierrattaa-kohta-kaikki-pakkaukset/

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2020a. Asunnot ja asuinolot [Verkkajulkaisu]. ISSN=1798-6745. Yleiskatsaus 2020, 2. Asuntokunnat ja asuinolot 2020. Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu: 10.7.2022]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/asas/2020/01/asas_2020_01_2021-10-14_kat_002_fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2020b. Jätetilasto [Verkkajulkaisu]. ISSN=1798-3339. Yhdyskuntajätteet 2020. Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu: 15.4.2022]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/jate/2020/13/jate_2020_13_2021-12-09_tie_001_fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT), 2020c. Jätetilasto. [Verkkajulkaisu]. Viiteajankohta: 2020. ISSN=1798-3339. Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu: 1.8.2022]. Saatavissa: <https://www.stat.fi/julkaisu/cktwkbch43uld0b55tv7g9oup>

Suomen virallinen tilasto (SVT), 2020d. Väestörakenne. [Verkkajulkaisu]. ISSN=1797-5379. Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu: 10.7.2022]. Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/vaerak/index.html>

Suomen virallinen tilasto (SVT), 2021. Sähkön ja lämmön tuotanto. [Verkkajulkaisu]. ISSN=1798-5072. 2020. Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu: 27.9.2022]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/salatuo/2020/salatuo_2020_2021-11-02_tie_001_fi.html

SYKE, 2022a. Jätetilastot – Jätteiden vienti- ja tuontimäärät. [Verkkosivu]. [Päivitetty: 11.3.2022]. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kartat_ja_tilastot/jatetilastot/Jatteen_vienti_ja_tuontimaarat

SYKE, 2022b. Suomen jätealan kehitys lukuina – Valtakunnallisen jättesuunnitelman seuranta. [Verkkajulkaisu]. [Päivitetty: 12.4.2022]. Suomen ympäristökeskus SYKE. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteen_ja_jatehuolto/Jatesuunnittelu/Valtakunnallisen_jatesuunnitelman_seuranta

Tallentire, C.W., Steubing, B. 2020. The environmental benefits of improving packaging waste collection in Europe. [Verkkajulkaisu]. Waste Management, Volume 103, 2020, sivut 426–436, ISSN 0956-053X. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.045>

Tilastokeskus. 2022a. Käsitteet – Tilastollinen taajama. [Verkkosivu]. [Viitattu: 23.4.2022]. Saatavissa: https://www.stat.fi/meta/kas/tilastoll_taaj.html

Tilastokeskus. 2022b. Polttoaineluokitus 2022. [Verkkosivu]. [Viitattu: 5.6.2022]. Saatavissa: https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Uudenmaan jätelautakunta. 2021. Uudenmaan jätelautakunnan jätehuoltomääräykset alkaen 1.2.2021.

Uudenmaan jätelautakunta, 2022. Uudenmaan jätelautakunnan jätehuoltomääräykset 1.5.2022. alkaen. [Verkkodokumentti]. [Julkaistu: 28.4.2022]. Saatavissa: <https://www.ujlk.fi/wp-content/uploads/2022/04/VOIMASSA-OLEVAT-Uudenmaan-jatelautakunnan-jatehuoltomaaraykset-1.5.2022-alkaen.pdf>

Valtioneuvoston asetus jätteistä. VNa 978/2021. 18.11.2021.

Vilniaus kogeneracinė jėgainė. 2020. Vilnius CHP starts generating energy from waste. [Uutinen]. [Julkaistu: 10.11.2020.]. Saatavissa: <https://vkj.lt/en/news/vilnius-chp-starts-generating-energy-from-waste/165>

Ympäristöministeriö. 2018. Kierrätyksestä kiertotalouteen – Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023. Suomen ympäristö 1/2018. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160441/SY_01_18_FI_Kierratyksesta_kiertotalouteen.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Ympäristöministeriö. 2021a. Ympäristöministeriön tiedote. [Verkojulkaisu]. [Julkaistu: 18.11.2021]. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/uusi-jateasetus-velvoittaa-nykyista-tehokkaampaan-erilliskeraykseen-ja-kierratykseen>

Ympäristöministeriö. 2021b. Ehdotus valtioneuvoston asetuksiksi jätteistä, ympäristönsuojelusta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta, PCB-laitteistojen käytön rajoittamisesta ja PCB-jätteen käsittelystä annetun valtioneuvoston asetuksen 2 ja 7 §:n muuttamisesta sekä viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista annetun valtioneuvoston asetuksen 1 §:n muuttamisesta. [Muistio]. [Julkaistu: 12.11.2021]. Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. 2021c. Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta. [Asiakirja]. [Julkaistu: 30.3.2021]. Ympäristöministeriö ja Työ- ja elinkeinoministeriö.

Ympäristöministeriö. 2022b. Kierrätyksestä kiertotalouteen – Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2027. Helsinki 2022. ISBN pdf: 978-952-361-266-2. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-266-2>

Väestö ja taajama-aste KSHR:n alueella jäteyhtiöittäin vuonna 2020. (Tiedot: SVT, 2020d)

Jäteyhtiö	Yhteensä	Taajamat	Haja- asutusalueet	Muut alueet	Taajama- aste
	as.	as.	as.	as.	as.
Kymenlaak- son Jäte Oy	173 660	150 945	25 277	1 512	84,9
Rosk'n Roll Oy Ab	223 020	177 697	16 926	1 066	80,4
Salpakierto Oy	196 402	175 160	23 637	1 398	87,5
Metsäsairila Oy	51 391	42 337	9 840	406	81,1
KSHR yh- teensä	644 473	442 379	75 680	4 382	84,7

Erilliskeräyksen jätekertymät KSHR:n alueella lähtötilanteessa ja eri skenaarioissa.

Jätejäte	Lähtötilanne	Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 3
	tonnia/a	tonnia/a	tonnia/a	tonnia/a
Biojäte	19739	31496	40046	44051
Kartonki	6379	6884	10340	17262
Muovi	3496	3994	7427	14853
Lasi	2233	2421	2454	2952
Pienmetalli	1091	1173	1196	2392
Tekstiili	0	64	64	580
Yhteensä	32939	45968	61462	81511