



LCA Consulting

**Asumisessa syntyvien jätteiden  
erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutusten arviointi**

Selvitys ympäristöministeriölle

23.4.2020



## Toimeksiantaja:



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment

Ympäristöministeriö  
PL 35  
00023 Valtioneuvosto

## Toteuttaja:



LCA Consulting

LCA Consulting Oy  
Laserkatu 6  
53850 Lappeenranta  
[www.LCA-Consulting.fi](http://www.LCA-Consulting.fi)  
Tekijät: Joni Kemppe, Miia Liikanen ja Antti Niskanen

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	4
Termit ja lyhenteet.....	7
1 Johdanto.....	9
2 Laskenta-arvot ja menetelmä.....	11
2.1 Erilliskeräysvaihtoehdot.....	11
2.2 Lajittelukertymät.....	12
2.2.1 Nykyiset lajittelukertymät.....	12
2.2.2 Korkeammat lajittelukertymät.....	14
2.3 Jätehuoltomallinnus.....	16
2.4 Yhdyskuntajättemäärät ja kierrätysasteiden laskenta.....	17
2.5 Kustannusvaikutusten arviointi.....	20
2.5.1 Keräys- ja käsittelykustannusten arviointi.....	20
2.5.1.1 Kunnallisen keräyksen kustannusarviointi.....	21
2.5.1.2 RINKI-ekopistekeräyksen kustannusarviointi.....	22
2.5.1.3 Käsittelyn kustannusarviointi.....	22
2.5.2 Investointikustannukset.....	23
2.6 Työllisyysvaikutukset keräyksestä ja käsittelystä.....	25
2.7 Ympäristövaikutusten arviointi.....	25
2.7.1 Biojäte.....	26
2.7.2 Pakkausjätteet.....	27
2.7.3 Sekajäte.....	29
2.8 Herkkyystarkastelut.....	30
2.8.1 Biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli.....	31
2.8.2 Biojätteen erilliskeräykseen liittyvät pienkiinteistöt.....	31
2.8.3 Monilokerokeräys.....	31
2.8.3.1 Pakkausjätteiden kaksilokerokeräys velvoiterajalla viisi.....	32
2.8.3.2 Pakkausjätteiden nelilokerokeräys pienikiinteistöillä.....	32

2.8.3.3	Bio- ja sekajätteen kaksilokerokeräys velvoiterajalla viisi .....	33
2.8.3.4	Bio- ja sekajätteen kaksilokerokeräys velvoiterajalla yksi .....	33
2.8.4	Korttelikeräys.....	33
2.8.5	Uusiutuvat polttoaineet keräyksessä .....	34
3	Tulokset .....	35
3.1	Jättemäärät ja velvoiterajan vaikutus kierrätysasteisiin.....	35
3.2	Kustannusvaikutukset.....	39
3.2.1	Kustannukset kunnalliselle jätehuollolle ja tuottajayhteisöille .....	39
3.2.2	Investointikustannukset .....	44
3.2.2.1	Keräyskalusto.....	44
3.2.2.2	Käsittelylaitokset .....	44
3.2.2.3	Kiinteistöjen jäteastiat.....	45
3.3	Työllisyysvaikutukset .....	45
3.4	Ympäristövaikutukset .....	46
3.4.1	Ilmastonlämpeneminen.....	47
3.4.2	Rehevöityminen.....	48
3.4.3	Happamoituminen.....	49
3.4.4	Fossiilisten luonnonvarojen ehtyminen .....	49
3.4.5	Hiukkaspäästöt .....	50
3.4.6	Ravinteiden talteenotto ja hyödyntäminen .....	51
3.5	Herkkyystarkastelut.....	52
3.5.1	Biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli .....	52
3.5.2	Biojätteen erilliskeräykseen liittyvät pienikiinteistöt .....	54
3.5.3	Monilokerokeräys.....	58
3.5.3.1	Pakkausjätteet velvoiterajalla viisi kaksilokerokeräyksenä .....	59
3.5.3.2	Pakkausjätteet pienikiinteistöiltä nelilokerokeräyksenä.....	60
3.5.3.3	Bio- ja sekajäte kaksilokerokeräyksenä biojätteen velvoiterajalla viisi .....	64
3.5.3.4	Bio- ja sekajäte kaksilokerokeräyksenä biojätteen velvoiterajalla yksi.....	66
3.5.4	Korttelikeräys.....	68

3.5.5	Uusiutuvat polttoaineet keräyksessä .....	70
3.6	Erilliskeräysvaihtoehtojen lisäkustannus yhtä suomalaista kohden .....	72
3.7	Merkittävimmät epävarmuustekijät .....	73
3.8	Tulosten koonti.....	75
4	Johtopäätökset ja yhteenveto .....	77
	Lähteet.....	81
	Liitteet.....	84

# TIIVISTELMÄ

Euroopan unionin jäsenmaiden tulisi kierrättää syntyvästä yhdyskuntajätteestä 55 % vuoteen 2025, 60 % vuoteen 2030 ja 65 % vuoteen 2035 mennessä. Suomen valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteena on saavuttaa 55 %:n kierrätysaste jo vuoteen 2023 mennessä. Vuonna 2017 yhdyskuntajätteestä kierrätettiin hieman yli 40 %, joten yhdyskuntajätteen kierrätystä tulee tehostaa tulevina vuosina Suomessa.

Jätteen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajentaminen on tunnistettu keinoksi yhdyskuntajätteen kierrätyksen tehostamiseksi. Tässä selvityksessä arvioidaan kotitalouksien kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajentamisen kustannus-, työllisyys- ja ympäristövaikutuksia sekä vaikutuksia yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen. Selvityksessä tarkastellaan biojätteen ja pakkausjätteiden (metalli, lasi, kartonki ja muovi) sekä sekajätteen keräystä ja käsittelyä nykyisillä erilliskeräyslaajuuksilla sekä vaihtoehtoisilla, koko valtakuntaa koskevilla erilliskeräysvelvoitteiden laajuuksilla. Selvityksen tavoitteena on tuottaa tietoa ympäristöministeriölle kotitalousjätteitä koskevien valtakunnallisten erilliskeräysvelvoitteiden aiheuttamista vaikutuksista. Selvityksessä ei tarkasteltu julkisessa hallinto- ja palvelutoiminnassa tai elinkeinotoiminnassa syntyvän yhdyskuntajätteen erilliskeräysvelvoitteiden muuttamisesta aiheutuvia vaikutuksia.

Kotitalouksia koskevien erilliskeräysvelvoitteiden vaikutuksia yhdyskuntajätteen valtakunnalliseen kierrätysasteeseen tarkasteltiin käyttämällä keskimääräisiä lajittelukertymiä kiinteistökeräyksessä ja ekopistekeräyksessä sekä arvioimalla, kuinka paljon kiinteistökeräyksen piiriin kuuluva asukasmäärä kasvaa ja vastaavasti ekopistekeräykseen kuuluva asukasmäärä pienenee, tarkastelluissa erilliskeräyksen velvoiterajavaihtoehdoissa. Keräyksen kustannuksia ja ympäristövaikutuksia tarkasteltiin jakamalla Suomi tyyppialueisiin ja määrittämällä kullekin tyyppialueelle kerättyyn jätemäärään suhteutetut ominaiskustannukset ja -päästökertoimet. Ympäristövaikutuksia arvioitiin GaBi-elinkaarimallinnusohjelmalla, jolla LCA Consulting on rakentanut elinkaarimallin jätteenkeräyksen ja -käsittelyn sekä päästöhyvitysten laskentaan. Selvityksessä arvioidut ympäristövaikutukset olivat ilmastonlämpeneminen, rehevöityminen, happamoituminen, fossiilisten luonnonvarojen ehtyminen ja hiukkaspäästöt. Keräyksen työllisyysvaikutukset arvioitiin keräykseen kuluvan ajan perusteella. Käsittelyn työllisyysvaikutukset arvioitiin jätelajikohtaisten työllisyyskertoimien perusteella.

Selvityksessä tarkasteltujen kotitalouksien erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutus yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen todettiin olevan korkeintaan hieman yli 10 prosenttiyksikköä. Tämä kuitenkin vaatisi, että bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoite asetettaisiin kaikille asuinkiinteistöille taajamissa ja lisäksi keskimääräisten lajittelukertymien tulisi kasvaa huomattavasti nykyisestä. Kyseinen erilliskeräyslaajuus kasvattaisi keräyksen kokonaiskustannuksia sekä kerättyyn jätemäärään suhteutettuja ominaiskustannuksia huomattavasti. Uuden jätedirektiivin mukaiset yhdyskuntajätteen kierrätysasteen laskentasäännöt tulevat pienentämään valtakunnallista kokonaiskierrätysastetta verrattuna tähän asti käytössä olleisiin laskentasääntöihin. Selvityksessä huomioitiin uusien laskentasääntöjen vaikutusta kierrätysasteeseen vain pakkaus- ja biojätteiden osalta.

Kustannustarkastelussa arvioitiin kotitalouksien erilliskeräysvelvoitteen laajentamisen vaikutusta kunnallisen jätehuollon ja tuottajayhteisöjen kustannuksiin olettaen, että kustannusvastuu pakkausjätteen keräyksen ja

käsittelyn järjestämisestä jatkuisi nykyisen käytännön mukaisena. Kunnallisen jätehuollon kustannukset katetaan jätemaksuilla ja tuottajayhteisöille kertyvät kustannukset siirtyvät tuottajavastuun mukaisesti tuotteiden hintoihin. Jätteenkeräyksen muodostaessa merkittävän osuuden jätehuollon kustannuksista erilliskeräyksen laajentaminen lisää jätehuollon kokonaiskustannuksia. Keräyksen ominaiskustannusten (€/t) todettiin olevan pienemmät suurissa kunnissa kuin pienissä kunnissa. Lapissa keräyksen ominaiskustannukset voivat olla moninkertaiset suuriin kaupunkiin verrattuna.

Kunnalliselle jätehuollolle kohdistuvien vuosittaisten keräys- ja käsittelykustannusten arvioitiin kasvavan, asukkaiden keskimääräisistä lajittelukertymistä riippuen, nykyisestä noin 9–12 miljoonaa euroa, mikäli bio- ja pakkausjätteille asetettaisiin valtakunnallinen erilliskeräysvelvoite kaikille vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöille (VE 1). Kustannuslisäys nykyiseen erilliskeräyksen laajuuteen arvioitiin olevan 20–24 miljoonaa euroa, mikäli edellä esitettyjen velvoite-eräjen lisäksi biojätteen erilliskeräysvelvoite laajennettaisiin kaikille asuinkiinteistöille kaikissa Suomen yli 10 000 asukkaan taajamissa (VE 2). Kustannuslisäys nykyiseen arvioitiin olevan noin 89–93 miljoonaa euroa, mikäli sekä biojätteen että pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoite asetettaisiin kaikille asuinkiinteistöille kaikissa Suomen taajamissa (VE 3). Tuottajayhteisöille kohdistuvat pakkausjätteiden keräys- ja käsittelykustannusten ei erilliskeräysvaihtoehtojen myötä arvioitu muuttuvan merkittävästi nykyisestä, mikäli tuottajayhteisöt vastaisivat vain pakkausjätteiden käsittelyn ja RINKI-ekopistekeräyksen kustannuksista eivätkä osallistuisi kunnallisen keräyksen kustannusten kattamiseen. Tuottajayhteisöille aiheutuvat kustannukset terminaalitoiminnoista ja käsittelyyn toimittamisesta lisääntyisivät, mutta samalla myös ekopistekeräyksen kustannukset pienenisivät ja tulot kierrätykseen toimitetuista materiaaleista osin kasvaisivat. Euroopan parlamentin ja neuvoston jätedirektiivi (2018/851) edellyttää, että tuottajien tulisi maksaa vähintään 80 % jätteen erilliskeräyksen ja sen jälkeisen kuljetuksen ja käsittelyn kustannuksista. Tuottajayhteisöjen olisi tämän veloitteen täyttämiseksi maksettava kunnille kompensatioita keräyskustannuksista, mitä ei tällä hetkellä tehdä. Kompensaation osuuden suuruutta keräyksen kokonaiskustannuksista ei ollut tiedossa selvityksen tekovaiheessa.

Selvityksessä arvioitiin suuntaa antavalla tasolla myös erilliskeräysvaihtoehtojen työllisyysvaikutuksia jätteenkeräyksessä ja -käsittelyssä. Erilliskeräysvaihtoehtojen työllisyyttä lisäävän vaikutuksen arvioitiin olevan noin 130–1030 henkilötyövuotta erilliskeräysvaihtoehdosta ja keskimääräisestä lajittelukertymästä riippuen.

Ympäristövaikutusten arviointi osoitti, että kaikilla selvityksessä arvioiduilla bio- ja pakkausjätteen erilliskeräyksen laajentamisen vaihtoehdoilla saavutetaan ilmastonlämpenemisen ja fossiilisten luonnonvarojen ehtymisen kannalta suotuisa vaikutus nykytilaan verrattuna. Erilliskeräyksen laajentamisella saavutettavat hyödyt olisivat lisääntyvästä keräyksestä ja käsittelystä aiheutuvia päästöjä suuremmat kuin nykytilassa. Rehevöitymisen ja hiukkaspäästöjen osalta paras keräysvaihtoehto olisi VE1 ja sitä laajempi keräys lisää päästöjä nykytilaan verrattuna. Happamoitumisen näkökulmasta sen sijaan erilliskeräyksen laajentaminen nykytilasta lisää aiheutuvia päästöjä kaikissa tarkasteluvaihtoehdoissa. Ympäristövaikutusten arvioinnissa merkittävä tuloksiin vaikuttava tekijä oli sekajätteen energiahyödyntämisellä saavutettava päästöhyytys, joka saavutetaan, kun korvataan vaihtoehtoisia sähkön- ja kaukolämmön tuotantomuotoja. Erityisesti kivihiilen korvaamisella saavutettiin suuri hyöty kaikkien tarkasteltujen ympäristövaikutusten näkökulmasta. On otettava huomioon, että tulevaisuudessa energiantuotannossa vähennetään fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Näin ollen sekajätteen poltolla tuotettu energia ei enää korvaa yhtä paljon fossiilisia polttoaineita, jolloin sekajätteen energiahyödyntämisen hyvitykset vähenevät. Kierrätyksen ympäristöhyödyt kasvavat tällöin verrattuna energiahyödyntämiseen.

Herkkyystarkastelujen tulokset osoittivat, että erilaisilla keräystavoilla sekä biojäteastian tyhjennysväliä pidentämällä voidaan tietyin edellytyksin pienentää erilliskeräyksestä aiheutuvia kustannuksia ja kasvihuonekaasupäästöjä. Esimerkiksi monilokerokeräyksellä on mahdollista pienentää keräyskustannuksia ja keräyksestä aiheutuvia päästöjä. Nelilokeroastioiden käyttö pienikiinteistöillä pakkausjätteiden keräykseen yksilokeroastioiden sijaan ei kuitenkaan laskennallisesti tuottanut kustannushyötyjä yksilokerokeräykseen verrattuna, mikäli monilokeroastia joudutaan tyhjentämään huomattavasti useammin kuin muovin tai kartongin keräysastia yksilokerokeräyksessä. Pientaloalueilla korttelikeräyksellä osoitettiin saavutettavan merkittäviä ympäristö- ja kustannushyötyjä kiinteistökohtaiseen keräykseen verrattuna. Epävarmaa on, kuinka paljon korttelikeräys vaikuttaa asukkaiden lajittelukertymiin kiinteistökohtaiseen keräykseen verrattuna.

Mikäli biojätteen erilliskeräysvelvoite asetetaan koskemaan myös pienikiinteistöjä, voidaan keräyskustannuksia ja keräyksestä aiheutuvia päästöjä minimoida asettamalla biojäteastialle mahdollisimman pitkä tyhjennysväli ilman, että siitä kuitenkaan koituu esimerkiksi haju- tai tuhoeläinhaittoja. Kotikompostointia suosimalla voidaan pienentää biojätteen erilliskeräyksestä aiheutuvia päästöjä, mutta samalla myös biologiseen laituskäsittelyyn ohjautuvat jätemäärät ja siten myös laituskäsittelyllä saavutettavat päästöhyvitykset vähenevät. Uusiutuvan dieselin ja/tai biokaasun käyttäminen jätteenkeräyksen polttoaineena vähentää keräyksestä aiheutuvaa ilmastonlämpenemisvaikutusta merkittävästi.



# TERMIT JA LYHENTEET

<b>Ekopistekeräys</b>	Aluekeräys, jossa kotitalouksien hyötyjätteitä kerätään yhteisillä jäteastioilla. Ekopisteet ovat joko tuottajayhteisöjen tai kunnan jätelaitosten järjestämiä.
<b>Erilliskeräys</b>	Jätteen erilliskeräys siten, että lajiltaan ja laadultaan erilaiset jätteet pidetään toisistaan erillään uudelleenkäytön valmistelun, kierrätyksen, muun hyödyntämisen tai muun erityisen käsittelyn helpottamiseksi (Jätelaki 646/2011, 32 §).
<b>Julkiset kiinteistöt</b>	Julkisilla kiinteistöillä viitataan julkisen sektorin eli kunnan ja valtion kiinteistöihin. Valtion kiinteistöjä ovat esimerkiksi valtion hallinnon kiinteistöt ja liikelaitokset. Kuntien kiinteistöjä ovat esimerkiksi koulut, terveyskeskukset, sairaalat sekä kuntien ja kuntayhtymien liikelaitokset.
<b>Kiinteistökeräys</b>	Jätteiden keräystapa, jossa kiinteistöillä on oma(t) kiinteistöllä sijaitseva(t) jäteastia(t) jätteiden keräämistä varten. Alueelliset jätehuoltomääräykset määrittävät, kuinka suurilla kiinteistöillä (huoneistojen lukumäärän perusteella) kiinteistökeräys tulee olla järjestetty.
<b>Kartonkipakkausjäte</b>	Kartonkipakkausjätteellä tarkoitetaan tuottajavastuun piiriin kuuluvia kuitupakkausjätteitä (kartonki- ja pahvipakkaukset sekä paperipussit ja -kassit). Lisäksi tässä selvityksessä termillä tarkoitetaan kaikkia kartonkijätteen keräysastiaan toimitettuja, myös lajitteluohjeiden vastaisia, materiaaleja.
<b>Korttelikeräys</b>	Jätteenkeräystapa, jossa useat asuinalueen asuinkiinteistöt käyttävät yhteistä korttelikohtaista jätteenkeräyspistettä.
<b>Kunnan jätelaitos</b>	Yhteisnimitys organisaatiolle (esimerkiksi osakeyhtiö, kunnan liikelaitos tai kuntayhtymä), joka hoitaa jätelaissa kunnan tehtäväksi säädettyjä jätehuollon palvelutehtäviä.
<b>Lajittelukertymä</b>	Jättemäärä, jonka yksi asukas keskimäärin lajittelee tiettyä jätelajia sille tarkoitettuun keräysastiaan vuodessa (kg/asukas/a).
<b>Lasipakkausjäte</b>	Lasipakkausjätteellä tarkoitetaan tuottajavastuun piiriin kuuluvia lasista valmistettuja kuluttajapakkausjätteitä. Tässä selvityksessä termillä tarkoitetaan kaikkia lasipakkausten keräysastioihin toimitettuja, myös lajitteluohjeiden vastaisia materiaaleja.
<b>Metallipakkausjäte</b>	Metallipakkausjätteellä tarkoitetaan tässä selvityksessä metallijätettä, joka toimitetaan kiinteistöjen tai ekopisteiden metallinkeräysastioihin. Termillä tarkoitetaan metallipakkausjätteen lisäksi myös muuta pienmetallia kuin metallipakkausjätettä, sillä lajitteluohjeet sallivat myös muun pienmetallin lajittelun samaan keräysastiaan yhdessä metallipakkausjätteen kanssa. Metallipakkausjätteeksi määritellään myös metallinkeräysastiaan päätyneet lajitteluohjeiden vastainen jäte.

<b>Monilokerokeräys</b>	Jätteenkeräys, joka suoritetaan jäteautolla, jossa on kaksi tai useampi lokero useamman kuin yhden jätelajin samanaikaiseen keräämiseen.
<b>Muovipakkausjäte</b>	Muovipakkausjätteellä tarkoitetaan tässä selvityksessä tuottajavastuun piiriin kuuluvia muovista valmistettuja kuluttajapakkausjätteitä. Termillä tarkoitetaan kaikkia muovipakkausten keräysastiaan toimitettuja, myös lajitteluohjeiden vastaisia, materiaaleja.
<b>Tuottajavastuu</b>	Tuotteen markkinoille saattaneen tuottajan (mukaan lukien maahantuojan) vastuu käytöstä poistettujen tuotteiden jätehuollon järjestämisestä ja siitä aiheutuvista kustannuksista.
<b>Tuottajayhteisö</b>	Tuotteen tuottajien perustama yhteisö, joka on velvoitettu huolehtimaan jäsentensä puolesta tuottajavastuuvelitteet.
<b>Velvoiteraja</b>	Kiinteistön kokoraja (huoneistoa/kiinteistö) tai tuotetun jätteen määrä (kg/vk), jonka perusteella kiinteistö on velvoitettu osallistumaan jätteen erilliskeräykseen (biojätteen osalta erilliskeräysvelvoitteesta voi usein vapautua kotikompostoinnilla).
<b>Yhdyskuntajäte</b>	Vakinaisessa asunnossa, vapaa-ajan asunnossa, asuntolassa ja muussa asumisessa syntyvä jäte, mukaan lukien sako- ja umpikaivoliete, sekä laadultaan siihen rinnastettavaa hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnassa syntyvä jäte (Jätelaki 646/2011, 6§).
<b>Yksilokerokeräys</b>	Jätteenkeräys, joka suoritetaan jäteautolla, jossa on yksi lokero yhden jätelajin keräämiseen.

# 1 JOHDANTO

Euroopan unioni (EU) asetti vuonna 2018 jäsenmailleen yhdyskuntajätteen kierrätystavoitteet, joiden mukaan yhdyskuntajätteestä tulee kierrättää 55 % vuoteen 2025, 60 % vuoteen 2030 ja 65 % vuoteen 2035 mennessä (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2018/851, artiklan 10 kohta 12 c). Suomen valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteena on kierrättää vähintään 55 % yhdyskuntajätteestä vuoteen 2023 mennessä (Ympäristöministeriö, 2018). Vuonna 2017 yhdyskuntajätteestä kierrätettiin Suomessa noin 41 % (Tilastokeskus 2019a).

Yhdyskuntajätteen kierrätysasteen nostamiseksi on useita keinoja. Kierrätyksen tehostamistoimenpiteiksi on tunnistettu ja esitetty mekaanisia erottelulaitoksia, erilliskerätyn materiaalin tehokkaampaa materiaalihyödyntämistä, kotitalouksien kiinteistökohtaisen keräyksen laajentamista, kotitalouksien lajitteluaktiivisuuden lisäämistä sekä hallinto-, palvelu-, ja elinkeinotoiminnan keräysverkoston laajentamista ja lajitteluaktiivisuuden kasvattamista (Salmenperä et al., 2018). Tässä selvityksessä tarkastellaan kotitalouksien kiinteistökohtaisen bio- ja pakkausjätteen erilliskeräyksen laajentamista yhdyskuntajätteen kierrätysastetta nostavana toimenpiteenä.

Kotitalouksissa syntyvän seka- ja biojätteen jätehuollon järjestäminen kuuluu jätelain (646/2011, 32 §) mukaan kunnan vastuulle. Jätelain (646/2011, 48 §) mukaan metalli-, lasi-, kartonki- ja muovipakkaukset kuuluvat tuottajavastuun piiriin, jolloin niiden jätehuollon järjestäminen on pakkausten tuottajien vastuulla. Suomessa pakkausjätteiden jätehuollon järjestää pakkausten tuottajayhteisöt sekä Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy yhteistyössä jätelaitosten kanssa. RINKI Oy on järjestänyt koko Suomen kattavan ekopisteverkoston kotitalouksien pakkausjätteille. Jätelaitokset ja yksityiset jätehuoltoyritykset ovat täydentäneet Rinki Oy:n ekopisteverkostoa järjestämällä pakkausjätteiden kiinteistökeräyksen, ja useilla alueilla jätelaitoksilla on myös omia aluekeräys- ja ekopisteitä. Jätteenkuljetus voidaan nykyisen lainsäädännön mukaan järjestää kunnassa joko kunnan järjestämänä, jolloin tyypillisesti kunnan jätelaitos kilpailuttaa kuljetukset keskitetysti, tai kiinteistön haltijan järjestämänä, jolloin kiinteistön haltija sopii jätteenkeräyspalvelusta suoraan kuljetusyrityksen kanssa. Tässä selvityksessä oletetaan ympäristöministeriön jätelakityöryhmän ehdotuksen (EU:n jätessäädöspaketin täytäntöönpano – työryhmän mietintö 2019) mukaisesti, että kiinteistön järjestämästä keräysjärjestelmästä luovuttaisiin ja keräys olisi kaikkialla Suomessa keskitetysti kilpailutettua.

Tässä selvityksessä arvioidaan kotitalouksissa syntyvän bio- ja pakkausjätteen kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen laajentamisen vaikutuksia. Pakkausjätteellä tarkoitetaan kotitalouksissa syntyvää metalli-, lasi-, kartonki- ja muovipakkauksjätettä. Selvityksessä tarkastellaan lisäksi sekajätteen keräystä ja käsittelyä, sillä bio- ja pakkausjätteen erilliskeräyksen laajentaminen lisää syntypaikkalajittelua, mikä vähentää erilliskerättävän sekajätteen määrää. Selvityksessä tarkastellaan bio-, pakkaus- ja sekajätteen keräystä ja käsittelyä nykyisillä erilliskeräysvelvoitteilla sekä vaihtoehtoisilla, koko valtakuntaa koskevilla erilliskeräysvelvoitteilla.

Selvityksen tavoitteena on tuottaa ympäristöministeriölle tietoa asumisessa syntyvien jätteiden erilliskeräysvelvoitteiden vaikutuksista. Selvityksessä arvioidaan, kuinka paljon kotitalouksien vaihtoehtoisilla erilliskeräyksen velvoiterajoilla voitaisiin lisätä kierrätykseen ohjautuvia jätemääriä. Lisäksi selvityksessä arvioidaan muutoksesta aiheutuvia kustannus-, ympäristö- ja työllisyysvaikutuksia. Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan muutosten vaikutusta ilmastonlämpenemiseen, vesistöjen rehevöitymiseen,

happamoitumiseen, fossiilisten luonnonvarojen ehtymiseen ja hiukkaspäästöihin. Tässä selvityksessä ei tarkastella hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan jätteiden keräysverkoston laajentamista. Näiden jätemäärien ei ole oletettu muuttuvan. Hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan jätteiden erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutusten arviointi edellyttäisi kattavampaa tietoa toiminnassa syntyvien jätteiden määristä ja keräyksestä.

Jätteiden keräyksestä kunnalliselle jätehuollolle aiheutuvien kustannusten ja ympäristövaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty LCA Consulting Oy:n toteuttamia alueellisia jätehuoltojärjestelmien mallinnuksia ja niitä varten kerättyjä lähtötietoja. Lisäksi selvityksessä on hyödynnetty LCA Consulting Oy:n keväällä 2019 ympäristöministeriölle toteuttamaa ”Kuluttajakkausjätteen erilliskeräyksestä kunnille aiheutuvien kustannusten arviointi” -selvitystä ja sen yhteydessä tehtyjä haastatteluja ja muita kerättyjä tietoja. Koko valtakunnan jätehuollon kustannuksia sekä ympäristö- ja työllisyysvaikutuksia arvioitaessa on tehty yleistyksiä ja oletuksia, joista merkittävimmät on tuotu esiin tässä raportissa. Laskennassa on muun muassa oletettu, että keräys toteutetaan kaikkialla kiinteistökohtaisilla jäteastioilla yksilokerokeräyksenä, biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli on kaksi viikkoa, keräyksen polttoaineena käytetään fossiilista dieseliä ja biojätteen erilliskeräysveloitteen laajentuessa pienikiinteistöille erilliskeräykseen liittyy 40 % pienikiinteistöistä. Edellä mainituille oletuksille on tehty herkkyystarkastelu niiden vaikutusten arvioimiseksi kokonaistulosten kannalta.

Valtakunnalliset bio- ja pakkausjätteen keräyskustannukset on arvioitu selvityksessä jakamalla Suomi tyyppialueisiin, joille kullekin on määritetty alueellisten jätehuoltomallinnusten perusteella keskimääräiset ominaiskustannukset ja -päästöt. Kotitalouksien jätekertymät on selvityksessä määritetty kiinteistö- ja ekopistekeräykseen kuuluvien asukkaiden keskimääräisten lajittelukertymien avulla. Koska jätehuollon kustannusten ja ympäristövaikutusten arviointi valtakunnan tasolla tehdään alueellisten jätehuoltomallinnusten perusteella käyttäen yleistyksiä, selvityksen tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina, eikä eksakteina tuloksina. Tämä on tärkeä ottaa huomioon tulosten tulkinnessa.

## 2 LASKENTA-ARVOT JA MENETELMÄ

### 2.1 Erilliskeräysvaihtoehdot

Selvityksessä arvioidaan asuinkiinteistöjen vaihtoehtoisten bio- ja pakkausjätteen erilliskeräysvelvoitteiden kierrätysaste-, kustannus-, työllisyys- ja ympäristövaikutuksia Suomessa. Kolmen vaihtoehtoisen erilliskeräysvelvoitteen vaikutuksia verrataan nykytilaan. Erilliskeräysvelvoitevaihtoehdot on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Selvityksessä tarkasteltavat asuinkiinteistöjen erilliskeräysvelvoitteiden vaihtoehdot.

VE	Asuinkiinteistöjen erilliskeräysvelvoite*	
	Biojäte	Pakkausjäte
0	Nykytilan arvio**	
1	Velvoite kaikille vähintään viiden (5) huoneiston asuinkiinteistöille kaikkialla Suomessa	
2	Velvoite kaikille vähintään viiden (5) huoneiston asuinkiinteistöille sekä kaikille asuinkiinteistöille kaikissa > 10 000 asukkaan taajamissa	Velvoite kaikille vähintään viiden (5) huoneiston asuinkiinteistöille kaikkialla Suomessa
3	Velvoite kaikille asuinkiinteistöille kaikissa Suomen taajamissa	

\*Biojätteen kotikompostointi on mahdollista pienkiinteistöillä.

\*\*Erilliskeräykseen kuuluvien asukkaiden määräarvio perustuu Jätekipa-hankkeessa käytettyihin ja hankeraportissa (Salmenperä et al., 2019) esitettyihin asukastietoihin.

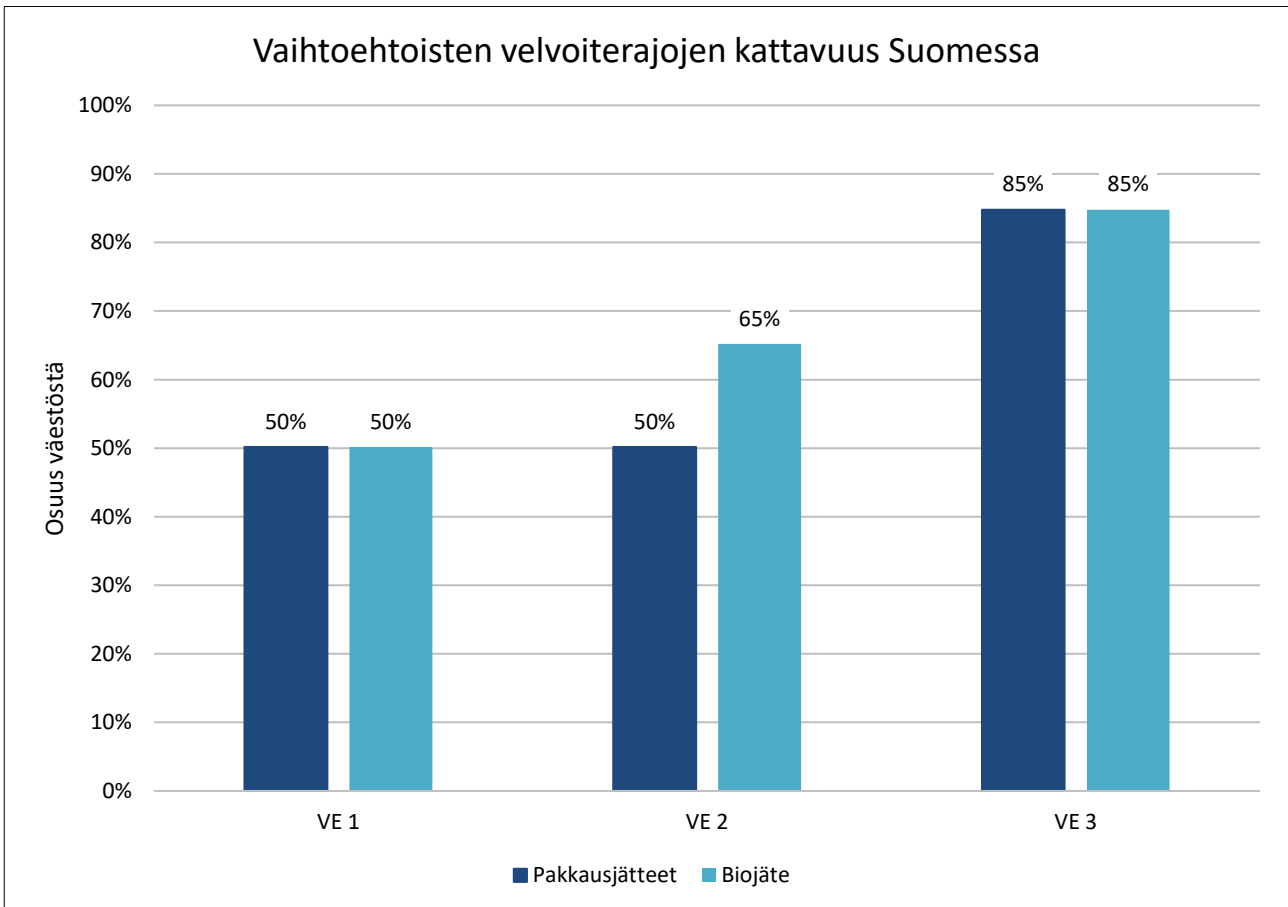
Tarkasteltavat erilliskerättävät pakkausjätelajit ovat muovi-, kartonki-, metalli- ja lasipakkaukset. Metallin osalta tarkasteluun sisältyy metallipakkausten lisäksi myös muut pienmetallit, sillä lajitteluohjeet sallivat niiden keräyksen samaan keräysastiaan. Kartonki sisältää kartonkipakkausten lisäksi myös pahvipakkaukset sekä paperikassit ja -pussit. Kaikkien pakkausjätteiden osalta käytetyt lajittelukertymät sisältävät myös jätteistöihin päätyneet lajitteluohjeiden vastaiset materiaalit. Kiinteistö voi vapautua biojätteen erilliskeräysvelvoitteesta kotikompostoimalla tuottamansa biojätteet itse omassa kompostorissa. Siten biojätteen lajitteluvelvoite sisältää myös kotikompostoinnin.

Ympäristöministeriön jätelakityöryhmä on mietinnössään (EU:n jätesäädöspaketin täytäntöönpano – työryhmän mietintö, 2019) ehdottanut valtakunnalliseksi velvoiterajaksi vaihtoehtoa (VE) 2 sillä erotuksella, että jätelakityöryhmän ehdotuksessa velvoiteraja viisi koskisi vain taajamissa sijaitsevia kiinteistöjä. Tällä erolla ei todettu olevan merkittävää vaikutusta tässä selvityksessä laskettuihin VE 2:n kustannus- tai ympäristövaikutustuloksiin, sillä vain noin 1,9 % vähintään viiden huoneiston kiinteistöistä sijaitsee haja-asutusalueella ja näissä kiinteistöissä asuu noin 0,5 % vähintään viiden huoneiston kiinteistöjen asukkaista.

Eri velvoiterajojen piiriin nykyisin kuuluvien asukkaiden lukumäärätiedot vaihtelevat alueittain ja jätelajeittain. Tässä selvityksessä käytetyt valtakunnalliset nykytilan tiedot perustuvat Jätekipa-hankkeen asukastietoihin (Salmenperä et al., 2019). Voimassa olevat erilliskeräyksen velvoiterajat eri jätelaitosten toimialueilla on esitetty liitteessä 1. Mikäli vaihtoehtoisten velvoiterajojen asukasmäärät olisi selvityksessä määritetty liitteessä 1 esitettyjen tietojen perusteella, kiinteistökeräyksen piiriin kuuluisi arvioitua enemmän asukkaita, koska aluekohtaiset velvoiterajat ovat joillain alueilla kiristyneet Jätekipa-hankkeen jälkeen. Tätä

selvitystä varten ei ollut saatavilla riittävän kattavaa tietoa erilliskeräyksen piiriin kuuluvien asukkaiden valtakunnallisesta lukumäärästä, minkä vuoksi selvityksessä hyödynnettiin Jätekipa-hankkeen tietoja.

Tässä selvityksessä tarkastelluilla velvoiterajoilla lisättäisiin huomattavasti erilliskeräysvelvoitteen piiriin kuuluvien asukkaiden lukumäärää Suomessa nykytilaan verrattuna. Pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoitteen piiriin kuuluvien asukkaiden lukumäärä lisääntyisi enemmän kuin biojätteen, sillä biojätteellä on nykyisin pääosin tiukemmat keräysvelvoitteet kuin pakkausjätteillä (ks. alueelliset erot liitteestä 1). Kuvassa 1 on esitetty, kuinka suuri osuus Suomen asukkaista kuuluisi erilliskeräysvelvoitteen piiriin selvityksessä tarkastelluilla erilliskeräyksen velvoiterajoilla. On huomattava, että pakkausjätteen kiinteistökeräystä tehdään jonkin verran myös kiinteistön haltijan vapaaehtoisesti järjestämänä.



**Kuva 1.** Erilliskeräysvelvoitteeseen kuuluva osuus Suomen asukkaista tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa (VE 1–3). Pakkausjätteille VE 2 on sama kuin VE 1.

Jokaiselle taulukossa 1 esitetylle erilliskeräysvaihtoehdolle (VE 0–3) arvioidaan vaikutukset nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä (ks. lisätietoa luvusta 2.2). Täten selvityksessä arvioidaan yhteensä kahdeksan vaihtoehdon vaikutuksia.

## 2.2 Lajittelukertymät

### 2.2.1 Nykyiset lajittelukertymät

Erilliskerättyjen jätemäärien laskenta perustuu yksittäisten asukkaiden keskimääräisiin lajittelukertymiin kiinteistö- ja ekopistekeräyksessä. Lajittelukertymällä tarkoitetaan jätemäärää (kg/as/a), jonka yksi asukas

keskimäärin lajittelee keräysastiaan vuodessa. Lajittelukertymä on kiinteistökeräyksessä suurempi kuin ekopistekeräyksessä. Laskennassa käytetyt kiinteistökeräyksen lajittelukertymät perustuvat Suomen Kiertovoiman raportoihin keskimääräisiin lajittelukertymiin (Suomen Kiertovoima, 2018). Keskimääräisille lajittelukertymille ekopistekeräyksessä on myös käytetty samoja kertymiä kuin JäteKiva-hankkeessa (Salmenperä et al., 2019). Taulukossa 2 on esitetty laskennassa käytetyt lajittelukertymät kiinteistö- ja ekopistekeräyksessä nykyisillä lajittelukertymillä. Biojätteen lajittelukertymälle on käytetty suurempaa arvoa (52 kg/as/a) pienkiinteistöissä asuvien kuin muiden asukkaiden (43 kg/as/a) osalta. Biojätteelle ei ole vastaavaa ekopistekeräystä kuin pakkausjätteille. Biojätteen lajittelukertymien oletettiin olevan samat erilliskeräyksen ja kotikompostoinnin välillä.

**Taulukko 2.** Nykyiset keskimääräiset lajittelukertymät kiinteistökeräykseen ja ekopistekeräykseen kuuluvilla asukkailla.

Jätelaji	Kiinteistökeräyksen keskimääräinen lajittelukertymä (kg/as/a)	Ekopistekeräyksen keskimääräinen lajittelukertymä (kg/as/a)
Biojäte	43–52*	-
Muovi	9	1,1
Kartonki	12	5,6
Lasi	5	1,4
Pienmetalli	2	1

\*Pientaloasukkailla on käytetty biojätteiden lajittelukertymää 52 kg/as/a ja suuremmissa kiinteistöissä asuvilla 43 kg/as/a.

Jätteenkeräyksen mallintamisessa oletuilla tyhjennysväleillä, eli kuinka usein kiinteistön jätteenkeräysastiat keskimäärin tyhjenetään, on suuri vaikutus tuloksiin. Alueellisten jätehuoltomallinnusten perusteella kokemusperäistä tietoa suurten kiinteistöjen (> 10 huoneistoa/kiinteistö) tyhjennysväleistä oli saatavilla selvitystä varten huomattavasti enemmän kuin pienten kiinteistöjen, ja näitä tietoja käytettiin laskennassa. Pienemmistä asuinkiinteistöistä kattavaa tietoa ei ollut saatavilla alueellisista jätehuoltomallinnuksista, joten tyhjennysvälit määriteltiin laskennallisesti jätekertymien pohjalta. Taulukossa 3 on esitetty tyhjennysvälien arvioinnissa käytetyt oletukset 1-4 ja 5-9 huoneiston kiinteistöille nykyisillä lajittelukertymillä. On otettava huomioon, että lajittelukertymä on jäteastian päätyvän materiaalin kokonaismassa ja sisältää hyödynnettävän jättemateriaalin lisäksi myös epäpuhtauksia, kosteutta ja lajitteluun kelpaamattomia materiaaleja.

**Taulukko 3.** Asuinkiinteistöjen lajittelukertymät ja niiden pohjalta määritellyt tyhjennysvälit 1-4 ja 5-9 huoneiston kiinteistöillä nykyisillä lajittelukertymillä.

Jätelaji	Huoneistoa/ kiinteistö	Keskimäärin asukkaita/ kiinteistö	Lajiteltua jätettä kiinteistöltä (kg/a)	Jäteastian tilavuus (l)	Tyhjennysväli (vk) (ja tyhjennysten lukumäärä/a)
Biojäte	1-4	2,6	135	140	2 (26 krt/a)
	5-9	11,1	477	240	1,3 (39 krt/a)
Muovi	1-4	2,6	23	240	8 (6,5 krt/a)
	5-9	11,1	100	660	4 (13 krt/a)
Kartonki	1-4	2,6	31	240	8 (6,5 krt/a)
	5-9	11,1	133	660	4 (13 krt/a)
Lasi	1-4	2,6	13	140	26 (2 krt/a)
	5-9	11,1	56	240	26 (2 krt/a)
Pienmetalli	1-4	2,6	5	140	26 (2 krt/a)
	5-9	11,1	22	240	26 (2 krt/a)

Taulukossa esitetyt tyhjennysvälit on määritetty olettaen, että biojätettä lukuun ottamatta jätelajien lajittelukertymät olisivat pienikiinteistöissä samat kuin suurissa asuinkiinteistöissä (kerros- ja rivitaloissa), joilta hyötyjätteitä nykyisin pääosin kerätään kiinteistökohtaisilla keräysastioilla. On mahdollista, että pienikiinteistöissä, kuten omakotitaloissa, keskimääräinen lajittelukertymä olisi todellisuudessa suurempi kuin suuremmissa kiinteistöissä. Näin ollen pakkausjätteiden jättekertymät ja astiatyhjennysvälit VE 3:ssa voi olla arvioitu todenmukaista alhaisemmiksi. Jättekertymien lisäksi tyhjennysväliin vaikuttaa merkittävästi myös kiinteistöllä olevan keräysastian koko.

Jäteastioiden tyhjennykselle voi olla jätehuoltomääräyksissä määritelty pisin sallittu tyhjennysväli. Biojätteen aiheuttamien hajuhaittojen ja haittaeläinongelmien ehkäisemiseksi biojäteastia on usein tyhjennettävä viikon tai kahden välein. Hyvin usean kunnan alueella tällä hetkellä voimassa olevien jätehuoltomääräysten mukaisesti biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli on usein kesäaikaan yksi viikko ja talvella mahdollisesti kaksi viikkoa. Biojäteastian tyhjennys viikon tai kahden viikon välein on tiheä pienikiinteistöille, joissa jätettä muodostuu suhteellisen vähän, jolloin jäteastian täyttöaste jää alhaiseksi. Pidempiä biojätteen tyhjennysvälejä on käytössä esimerkiksi Perämeren Jätehuollon ja Mustankorkean toimialueilla, joilla biojätteen tyhjennysväli pienikiinteistöllä voi olla neljä viikkoa talviaikana ja kaksi viikkoa kesäaikana (Perämeren jätelautakunta, 2016; Jyväskylän seudun jätelautakunta, 2017). Valtakunnallisessa mallinnuksessa on oletettu, että biojätteen tyhjennysväli on korkeintaan kaksi viikkoa.

### 2.2.2 Korkeammat lajittelukertymät

Biojätteen ja pakkausjätteiden keräys mallinnettiin nykyisten lajittelukertymien lisäksi myös käyttämällä korkeampia lajittelukertymiä. Korkeammat lajittelukertymät on määritetty Jätekiiva-hankkeessa (Salmenperä et al., 2019) arvioitujen lajittelutehokkuuden kasvupotentiaalien perusteella. Lajittelukertymän kasvu sekä laskennassa käytetyt lajittelukertymät korkeamman lajittelutehokkuuden vaihtoehdossa on esitetty taulukossa 4. Biojätteelle on käytetty eri lajittelukertymiä pienikiinteistöissä ja suuremmissa kiinteistöissä asuville.



**Taulukko 4.** Lajittelutehokkuudet korkeamman lajittelutehokkuuden vaihtoehdossa kiinteistökeräykseen ja ekopistekeräykseen kuuluvilla asukkailla.

Jätelaji	Lajittelukertymän kasvu nykytilaan verrattuna (%)	Kiinteistökeräyksen keskimääräinen lajittelukertymä (kg/as/a)	Ekopistekeräyksen keskimääräinen lajittelukertymä (kg/as/a)
Biojäte	20	50-62*	-
Muovi	100	18	2,2
Kartonki	67	20	9,3
Lasi	20	6	1,7
Pienmetalli	100	4	2,0

\*Pientaloasukkaille on käytetty biojätteille kertymää 62 kg/as./a ja suuremmissa kiinteistöissä asuville 50 kg/as/a.

Lajittelukertymän kasvupotentiaalit perustuvat sekajätteessä oleviin jätemääräpotentiaaleihin. Salmenperän et al. (2019) mukaan kyseiset lajittelukertymän kasvupotentiaalit ovat mahdollisia, kun arvioidaan, kuinka paljon sekajätteen koostumuselvitysten perusteella sekajätteessä on biojätettä ja kutakin pakkausjätelajia. Nämä arviot eivät kuitenkaan ole täysin yhteneviä markkinoille saatettujen pakkausmäärien perusteella arvioitujen kertymien kanssa. Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy on arvioinut, että markkinoille saatettujen pakkausmäärien perusteella lasipakkausjätettä pitäisi syntyä yhteensä noin 6 kg/as/a, muovipakkausjätettä noin 18 kg/as/a, kuitupakkausjätettä noin 20 kg/as/a ja metallipakkausjätettä noin 3 kg/as/a (RINKI Oy, 2019). Eri lähteissä ilmoitettujen jätemäärien mukaan erilliskerättyjen ja sekajätteessä koostumuselvitysten perusteella olevien pakkausten yhteenlasketut määrät ovat huomattavasti suuremmat kuin markkinoille saatetut pakkausmäärät (Suomen Kiertovoima, 2019a; Pirkanmaan ELY-keskus, 2019; RINKI Oy, 2019). Ero voi johtua esimerkiksi epätarkkuuksista sekajätteen koostumuselvityksissä tai siitä, että kaikkia markkinoille saatettuja pakkausmateriaaleja ei ole tilastoitu.

Taulukossa 5 on esitetty, mitä oletuksia kiinteistökeräyksen tyhjennysvälien pituuden arvioissa käytettiin mallinnettaessa jätteenkeräystä korkeammilla lajittelukertymillä. Lajittelukertymä sisältää hyödynnettävän jätemateriaalin lisäksi myös epäpuhtauksia, kosteutta ja lajitteluun kelpaamattomia materiaaleja.

**Taulukko 5.** Lajittelukertymät ja niiden avulla määritellyt tyhjennysvälit 1-4 huoneiston ja 5-9 huoneiston kiinteistöillä korkeammilla lajittelukertymillä.

Jätelaji	Huoneistoa / kiinteistö	Keskimäärin asukkaita / kiinteistö	Lajiteltua jätettä kiinteistöltä (kg/a)	Jäteasian tilavuus (l)	Tyhjennysväli (vk) ja tyhjennysten (lukumäärä/a)
Biojäte	1-4	2,6	161	140	2 (26 krt/a)
	5-9	11,1	555	240	1,3 (39 krt/a)
Muovi	1-4	2,6	47	240	4 (13 krt/a)
	5-9	11,1	200	660	3 (17 krt/a)
Kartonki	1-4	2,6	52	240	4 (13 krt/a)
	5-9	11,1	222	660	3 (17 krt/a)
Lasi	1-4	2,6	16	140	26 (2 krt/a)
	5-9	11,1	67	240	16 (2,6 krt/a)
Pienmetalli	1-4	2,6	10	140	26 (2 krt/a)
	5-9	11,1	44	240	16 (2,6 krt/a)

## 2.3 Jätehuoltomallinnus

Valtakunnallisessa jätehuoltomallinnuksessa on hyödynnetty LCA Consulting Oy:n aiemmin toteuttamia alueellisia jätehuoltomallinnuksia kunnallisille jätelaitoksille. Alueelliset selvitykset, joita on hyödynnetty valtakunnallisen mallinnuksen pohjana, on esitetty taulukossa 6.

**Taulukko 6.** LCA Consulting Oy:n toteuttamat alueelliset jätehuoltomallinnukset, joita on hyödynnetty valtakunnallisessa mallintamisessa.

Kunnan jätelaitos	Jätelajit	Tarkastellut alueet	Toteutettu	Lähde
Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY)	Biojäte, kartonki, muovi	Koko HSY:n toimialua	2018	LCA Consulting, 2018a,c
Jättekukko Oy	Biojäte, kartonki, muovi, lasi, pienmetalli	Viisi kuntaa	2017	LCA Consulting, 2017a
Lapin Jätehuolto kuntayhtymä	Biojäte, kartonki, muovi, lasi, pienmetalli	Kaksi kuntaa	2019	LCA Consulting, 2019a
Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy	Biojäte	Viisi kuntaa	2019	LCA Consulting, 2019b
Mustankorkea Oy	Muovi	Kolme kuntaa	2018	LCA Consulting, 2018b
Pirkanmaan Jätehuolto Oy	Biojäte, kartonki, muovi, lasi, pienmetalli	Kaksi kuntaa	2017	LCA Consulting, 2017b
Puhas Oy	Biojäte, kartonki, muovi, lasi, pienmetalli	Viisi kuntaa	2018/2019	LCA Consulting, 2019c
Vestia Oy	Biojäte, muovi	Viisi kuntaa	2018	LCA Consulting, 2018d

Suomi on valtakunnallisessa mallinnuksessa jaettu neljään tyyppialueeseen. Jätteenkeräyksen keskimääräiset ominaislaskenta-arvot kullekin tyyppialueelle on määritetty alueellisten jätehuoltomallinnusten perusteella. Tyyppialueet on jaettu kuntien väkiluvun perusteella kolmeen kategoriaan. Lapin alue on lisäksi otettu huomioon omana alueenaan muita alueita pidempien keräys- ja kuljetusetäisyyksien vuoksi. Tyyppialueet ovat seuraavat:

1. kunnat, joissa on > 60 000 asukasta
2. kunnat, joissa on 10 000–60 000 asukasta
3. kunnat, joissa on < 10 000 asukasta
4. Lappi

Keräyksen ominaiskustannus ja päästöt määräytyvät usean osatekijän summana. Vaikuttavia tekijöitä keräykseen kuluvaan aikaan ja siten keräyskustannuksiin ovat esimerkiksi kiinteistökonta keräysalueella, keräyspisteiden keskimääräiset etäisyydet, jätteen vastaanotto-/tyhjennyspaikan sekä jäteautojen varikon sijainti keräysalueeseen nähden. Alueellisten jätehuoltomallinnusten perusteella havaittiin, että jätteenkeräyksen ominaiskustannus ja -päästöt korreloivat usein kunnan väkiluvun kanssa. Esimerkiksi suuressa kaupungissa jätekuormien tyhjennyspaikat ja jäteautojen varikot ovat usein lähellä, ja pieniin kuntiin verrattuna suurempi osuus asukkaista asuu tiiviisti kerros- ja rivitaloissa, jolloin keräys voidaan

suorittaa kustannusten ja päästöjen näkökulmasta tehokkaammin. Siksi selvityksessä käytetyt tyyppialueet on määritelty kuntien väkiluvun perusteella.

Suomen väkiluvun jakautuminen tyyppialueille on esitetty taulukossa 7. Taulukossa on lisäksi esitetty taajamissa ja vähintään viiden huoneiston kiinteistöissä asuvan väestön jakautuminen tyyppialueille. Taulukosta nähdään, että yli 60 000 asukkaan kunnissa asuu selkeästi eniten Suomen väestöstä tarkastelluilla väestön luokittelutavoilla.

**Taulukko 7.** Suomen väestön jakautuminen käytetyille tyyppialueille.

Tyyppialue	Osuus väkiluvusta	Taajamissa asuvan väestön osuudet	≥ 5 huoneiston kiinteistöissä asuvan väestön osuudet
Kunnat (> 60 000 asukasta)	49 %	55 %	69 %
Kunnat (10 000–60 000 asukasta)	33 %	32 %	24 %
Kunnat (< 10 000 asukasta)	15 %	10 %	5 %
Lappi	3 %	3 %	2 %
Σ	100 %	100 %	100 %

Alueellisten jätehuoltomallinnusten pohjalta kullekin tyyppialueelle määritettiin kerättävään jätemäärään suhteutetut jätteenkeräyksen ominaiskustannukset (€/t) sekä ominaispäästöt, joiden perusteella valtakunnallisia keräyksen kustannuksia ja ympäristövaikutuksia arvioitiin. Vaikka mallinnuksen mahdollistamiseksi Suomi jaettiin tyyppialueisiin, eli mallinnusta yksinkertaistettiin, jätteiden keräys- ja käsittelyjärjestelmien sekä niiden toimintatapojen alueelliset vaihtelut pyrittiin ottamaan selvityksessä huomioon, koska jätehuoltojärjestelmät eroavat toisistaan huomattavasti alueellisesti.

Mallinnuksessa on tehty seuraavia yksinkertaistuksia mallinnuksen mahdollistamiseksi koko Suomen alueelle. Jätteiden keräysjärjestelmät on oletettu keskitetyksi kilpailutetuiksi sekä nykytilassa että vaihtoehtoissa. Jätteiden erilliskeräys on mallinnettu olettaen, että keräys suoritetaan yksilokerokeräyksenä. Monilokerokeräyksen vaikutusta keräyksen kustannuksiin ja ympäristövaikutuksiin on arvioitu herkkyystarkastelussa. Erilliskeräysvelvoitetta kiristettäessä on oletettu, että jokaiselle kyseiseen velvoiterajaan kuuluvalla uudella kiinteistöllä tulee oma kiinteistökohtainen jäteastia kullekin jätelajille. Biojätteen erilliskeräysveloitteesta voidaan mahdollisesti poiketa kotikompostoinnalla itse kiinteistössä syntyvä biojäte. Tämän on oletettu vaikuttavan vain pienikiinteistöihin. Pienikiinteistöjen (1-4 huoneiston kiinteistöjen) osalta on oletettu, että 40 % kyseisistä kiinteistöistä liittyy erilliskeräykseen ja loput 60 % kotikompostoivat biojätteet.

## 2.4 Yhdyskuntajättemäärät ja kierrätysasteiden laskenta

Yhdyskuntajätteen kierrätysaste on selvityksessä laskettu vuoden 2017 yhdyskuntajätetilaston (Tilastokeskus 2019a) ja siinä esitettyjen jätemäärätietojen perusteella. Velvoiterajavaihtoehdot vaikuttavat selvityksessä vain kotitalouksilta erilliskerättyihin jätemääriin. Julkisilta kiinteistöiltä ja elinkeinotoiminnasta kerättyjen sekä PALPA-keräykseen ohjautuvien jätemäärien ei oleteta muuttuvan. Ympäristö- ja kustannusvaikutusten arviointi sisältää kiinteistöiltä ja ekopisteiltä kerätyt jätemäärät. PALPA-keräyksestä ja yritysjetteen

erilliskeräyksestä aiheutuvat kustannukset ja ympäristövaikutukset on pyritty rajaamaan selvityksen ulkopuolelle, vaikka kuntien keräys sisältää osin myös yritysätteitä. Biojätteen osalta tilastoiduista erilliskerätyn biojätteen määrästä ei tilastoinnin epätarkkuuden takia voida erottaa kuntien vastuulle kuuluvien jätteiden (pääosin kotitaloudet ja kunnan vastuulle kuuluvat muut kiinteistöt) ja elinkeinotoiminnan jätteitä, joten biojätteen vaikutusarviointilaskenta sisältää nämä kaikki biojätteet, pois lukien puutarhajätteet.

Nykytilassa syntyville yhdyskuntajättemäärille on käytetty vuoden 2017 yhdyskuntajätetilastoa (Tilastokeskus 2019a), joka on esitetty taulukossa 8.

**Taulukko 8.** Yhdyskuntajättekertymä vuodelta 2017 (Tilastokeskus 2019a).

Jätelaji	Jättemäärä (t)			
	Yhteensä	Kierrätys materiaalina	Energiäkäyttö	Sijoitus kaatopaikalle
Sekajäte	1 211 364	4 331	1 191 827	15 206
Paperi ja kartonkijäte	507 710	469 105	38 605	0
Biojäte	390 780	351 695	37 569	1 516
Lasijäte	74 842	74 790	0	52
Metallijäte	156 096	156 096	0	0
Puujäte	39 584	137	39 445	2
Muovijäte	35 152	13 667	21 060	425
Sähkö- ja elektroniikka-laiteromu	54 086	54 086	0	0
Muut erilliskerätyt	174 918	7 699	164 786	2 433
Muut ja erittelemättömät	167 057	8 527	152 262	6 268
Σ	2 811 589	1 140 133	1 645 554	25 902

Erilliskeräysvelvoiterajavaihtoehtojen jättemäärien laskennassa arvioitiin, kuinka monta asukasta liittyy erilliskeräyksen piiriin keräysvelvoitteen kiristyessä. Asukkaiden lukumäärän perusteella vastaavasti laskettiin jättemäärät taulukoissa 5 ja 6 esitettyjen lajittelukertymien perusteella. Tiukempien erilliskeräyksen velvoite-rajojen myötä kiinteistökeräykseen ohjautuva jättemäärä kasvaa, mutta ekopistekeräykseen ohjautuva pakkausjättemäärä sekä sekajättemäärä vähenevät. Ekopistekeräyksestä kiinteistökeräykseen siirtyvien asukkaiden lajittelukertymä kasvaa, mikä kasvattaa erilliskerätyn jätteen kokonaismäärää. Pakkausjätteiden lisäkertymät kiinteistökeräyksessä vähentävät sekajätteen ja ekopistekerätyn jätteen määrää. Biojätteelle ei ole samanlaista ekopistekeräystä kuin pakkausjätteille, joten biojätteen osalta oletetaan, että laskennassa käytetty biojättekertymä vähentää vain sekajätteen määrää.

Mallinnuksessa oletetaan, että erilliskeräyksen laajetessa vain kotitalouksien pakkaus- ja biojättekertymät sekä tämän myötä sekajättekertymät muuttuvat. Muun yhdyskuntajätteen eli julkisessa toiminnassa sekä elinkeinotoiminnassa syntyvän jättemäärän on oletettu pysyvän vuoden 2017 mukaisella tasolla. Vastaavasti myös kierrätykseen ohjautuvien pantillisten pakkausjätteiden jättemäärien ei ole oletettu muuttuvan. Yhdyskuntajätteen kokonaismäärän (2 811 589 tonnia vuodessa) ei ole myöskään oletettu muuttuvan.

Laskennassa nykytilan määrittely pohjautuu Tilastokeskuksen ylläpitämään viralliseen yhdyskuntajätetilastoon vuodelta 2017 (Tilastokeskus, 2019a). On otettava huomioon, että kyseinen tilasto ei ole kaikilta osin yhteneväinen muiden tilastojen kanssa. Esimerkiksi Pirkanmaan ELY-keskuksen

ylläpitämän pakkausjätetilaston perusteella vuonna 2017 kierrätettiin materiaalina 34 565 tonnia muovipakkauksia (Pirkanmaan ELY-keskus, 2019). Yhdyskuntajätetilaston (Tilastokeskus, 2019a) perusteella muovijätettä kierrätettiin yhteensä vain 13 667 tonnia (ks. taulukko 8) sisältäen muovipakkausjätteen sekä muun yhdyskuntajätteen luokiteltavan muovijätteen. Jos vuoden 2017 yhdyskuntajätetilastossa esitetty kierrätettyjen muovipakkausten määrä olisi vastaava kuin pakkausjätetilastossa (Pirkanmaan ELY-keskus, 2019) esitetty (34 565 tonnia), olisi yhdyskuntajätteen kierrätysaste noin 0,7 prosenttiyksikköä tilastoitua suurempi.

Tässä selvityksessä erilliskeräysvaihtoehtojen kierrätysasteet laskettiin sekä nykyisellä että uudella laskentatavalla. Kierrätysasteiden uudessa laskentatavassa laskennassa on huomioitu käsittelyprosesseissa syntyvät rejektit. Nykyisen laskentatavan mukaan yhdyskuntajätteen kierrätysaste oli 40,6 % vuonna 2017 (Tilastokeskus, 2019a). EU-säädöksissä määritellyn uuden laskentatavan mukainen kierrätysaste on laskettu LASSE-raportin mukaisesti (Tilastokeskus, 2019b).

LASSE-raportissa kierrätysasteiden laskennassa on huomioitu erilliskerätyistä ja kierrätykseen ohjautuvista jätemääristä erotellut rejektit, jotka eivät päädy kierrätykseen vähentämällä ne kierrätettäväksi laskettavasta määrästä. Jätevoimalakuonasta eroteltavien metallien massa on puolestaan lisätty kierrätysasteisiin. Selvityksessä on oletettu, että sekajätteen sisältämistä metalleista 62 % päätyy jätteenpolton kuonaan. Arvio perustuu sekajätteen sisältämiin metalleihin (Suomen Kiertovoima, 2019a) ja jätevoimalalta (Fortum Waste Solutions, 2019a) saatuihin tietoihin jätteenpolton kuonista talteen otetuista metalleista. Kuonan sisältämistä metalleista 90 % magneettisista ja 70 % ei-magneettisista on oletettu saatavan talteen ja ohjautuvan kierrätykseen (Fortum Waste Solutions, 2019a). Laskennassa käytetyt jätelajikohtaiset rejektien osuudet on esitetty taulukossa 9.

**Taulukko 9.** Jätelajikohtaiset rejektien osuudet.

Jätelaji	Rejektin osuus kierrätykseen ohjatusta jätteestä	Lisähuomioita
Biojäte	0 %	Biojätteestä tullaan erottamaan todennäköisesti rejektia, joka päätyy polttoon. Tätä osuutta ei ole huomioitu.
Kartonki	11 %	LASSE-raportti: 0,4 % paalilankaa, 10,6 % muuta rejektia (pääosin muovia)
Lasi	Pantittomat: 3 % Pantilliset: 1 %	LASSE-raportti: Käsittelylaitoksella syntyvä rejektin 1-5 %
Pienmetalli	Pantittomat: 0 % Pantilliset: 2 %	LASSE-raportti: Pantillisen metallipakkausjätteen rejektin määrä on 1-3 %
Muovi, kotitaloudet	Pantittomat: 25 % Pantilliset: 0 %	
Muovi, yritykset	5 %	

Laskennassa tarkastellaan vain kotitalouksissa syntyvien pantittomien pakkausjäte- ja biojättemäärien kasvun aiheuttamia muutoksia yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen. Tämä pätee myös kierrätysasteen laskentaan uudella laskentatavalla. On otettava huomioon, että selvityksen kierrätysastetulokset eivät vastaa uudella laskentatavalla laskettavaa valtakunnallista yhdyskuntajätteen kierrätysastetta, koska laskennassa on huomioitu vain LASSE-raportissa esitettyjen pakkausjätteiden rejektien vähentämisen vaikutusta yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen. Muiden yhdyskuntajätteen luokiteltavien jätelajien rejektejä ei ole

vähennetty materiaalina kierrätetyistä jätemääristä. Siten uuden laskutavan aiheuttama muutos yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen on todellisuudessa suurempi kuin tämän selvityksen tuloksissa esitetään. LASSE-raportissa ei esitetty rejektin osuutta erilliskerätyille biojätteelle, joten biojätteen rejektin osuudeksi on oletettu 0 %. Kierrätysasteen laskennassa myös biojätteestä erotellut rejektit tullaan vähentämään kierrätysasteista.

Vuoden 2017 yhdyskuntajätetilaston (Tilastokeskus, 2019a) mukaan erilliskerätyistä jätelajeista päätyi kierrätykseen 90,0 % biojätteestä, 92,4 % kartongista ja paperista, 99,9 % lasista, 100 % metallista ja 38,9 % muovista. Tässä selvityksessä erilliskerätyistä jätelajeista kierrätykseen päätyvät osuudet on laskettu olettaen, että erilliskeräysvelvoitteen laajentuessa kotitalouksilta saatava jätteiden lisäsaanto päätyy kokonaan kierrätykseen. Siten energiahyödyntämiseen ja kaatopaikalle päätyvän bio- ja pakkausjätteen määrien ei ole oletettu muuttuvan vuoden 2017 yhdyskuntajätetilastoinnista.

## 2.5 Kustannusvaikutusten arviointi

---

Tässä selvityksessä arvioidaan jätteenkeräyksestä ja -käsittelystä aiheutuvia valtakunnallisia kokonaiskustannuksia kunnalliselle jätehuollolle ja tuottajayhteisöille olettaen, että jätteen kustannusvastuu pakkausjätteen keräyksen ja käsittelyn järjestämisestä jatkuisi nykykäytännön mukaisena. Lisäksi tarvittavat investointikustannukset arvioidaan ja esitetään erikseen, vaikka ne sisältyvät myös keräys- ja käsittelykustannuksiin. Tämän mukaisesti tässä selvityksessä kunnallisen jätehuollon kustannuksilla tarkoitetaan seka-, bio- ja pakkausjätteen velvoiterajojen mukaisen kiinteistökohtaisen keräyksen, kunnan jätelaitoksen järjestämän pakkausjätteen täydentävän aluekeräyksen sekä jätteenkäsittelyn kustannuksia. Tuottajayhteisön kustannuksilla tarkoitetaan pakkausjätteen ekopistekeräyksen, vastaanottoterminaalien ja vastaanottoon toimitetun pakkausjätteen käsittelyn kustannuksia. Lisäksi selvityksessä arvioidaan yleisellä tasolla jätteenkeräyksessä tarvittavia kuljetuskalustoinvestointeja sekä asuinkiinteistöille kohdistuvia jäteastiahankintojen kustannuksia. Käsittelyyn liittyvissä mahdollisissa investointikustannuksissa arvioidaan ainoastaan uusien biokaasulaitosten investointikustannukset. Muiden jätelajien osalta tarvittavia tietoja investointitarpeesta ja -kustannuksista ei ole arvioitu, koska riittävän kattavaa tietoa kustannusten arviointiin ei ollut saatavilla selvitystä varten.

Selvityksessä on arvioitu keräys- ja käsittelykustannuksia, jotka jätelaitokset maksavat urakoitsijoille keräyssuoritteista ja käsittelylaitoksille jätteiden käsittelystä. Jätelaitoksille aiheutuu kustannuksia myös muista jätehuollon toiminnoista kuten viestinnästä, asiakaspalvelusta, hallinnosta jne. Näitä ei ole sisällytetty selvitykseen, koska niitä tai uuden erilliskeräysvelvoitteen myötä aiheutuvia muutoksia ei pystytty luotettavasti arvioimaan.

### 2.5.1 Keräys- ja käsittelykustannusten arviointi

Kunnalliseen jätehuoltoon kohdistuvia jätteenkeräyksen ja -käsittelyn kustannuksia on arvioitu eri erilliskeräysvelvoitevaihtoehdoilla sekajätteelle, biojätteelle sekä metalli-, lasi-, kartonki- ja muovipakkauksille. Kunnallisen jätehuollon kustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, joita kunnan jätelaitoksille aiheutuu kunnan vastuulle kuuluvien jätteiden jätehuollon järjestämisestä. Tarkastellut kunnallisen jätehuollon kustannukset muodostuvat biojätteen, pakkausjätteiden ja sekajätteen keräyksestä ja käsittelystä tai toimittamisesta käsittelyyn.

Tuottajayhteisöille kohdistuvien kustannusten arvioinnissa on huomioitu RINKI-ekopistekeräyksestä aiheutuvat metalli-, lasi-, kartonki- ja muovipakkausjätteiden keräyskustannukset sekä RINKI-ekopistekeräyksellä ja kunnallisella täydentävällä keräyksellä kerättyjen pakkausten terminaali- ja käsittelykustannukset. Muiden pakkausjätteiden kuin muovin materiaalilla on positiivinen arvo, ja pakkausjätteiden kierrätykseen toimittamisesta saaduilla tuloilla katetaan osin keräyksestä, terminaalitoiminnoista ja kuljetuksista tuottajayhteisöille aiheutuvia kustannuksia.

Vuonna 2018 annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston jätedirektiivi (2018/851) edellyttää, että tuottajat maksavat vähintään 80 % pakkausjätteen erilliskeräyksen ja sen jälkeisen kuljetuksen ja käsittelyn kustannuksista. Tuottajayhteisöjen olisi tämän veloitteen täyttämiseksi maksettava kunnille kompensatioita pakkausjätteiden keräyksestä aiheutuvista kustannuksista. Tässä selvityksessä kustannusjako kuntien ja tuottajayhteisöjen välillä oletettiin pysyvän nykyisenlaisena.

Selvityksessä käytetyt seka- ja biojätteen määrätiedot ovat Tilastokeskuksen yhdyskuntajätetilastosta, jossa ei ole eroteltu jätteiden syntylähteitä. Kunnan vastuulle kuulumattomista seka- ja biojättemääristä ei ollut tietoja saatavissa, joten elinkeinotoiminnan jätemääriä ei voitu erottaa kunnalliseen keräykseen kuuluvista jätteistä. Kunnan vastuulle kuuluvia jätteitä ovat pääosin asuinkiinteistöjen ja kunnan hallinto- ja palvelutoiminnan kiinteistöjen jätteet, mutta osin myös esimerkiksi kivijalkaliikkeiden jätteet sekä kunnan toissijaisiin jätehuoltopalveluihin (TSV-palveluihin) kuuluvat jätteet (Jätelaki 646/2011, 32–33 §). Seka- ja biojätteen kustannuslaskenta sisältää tilastoinnin vuoksi myös muita kuin asumisessa syntyneitä jätteitä, eli palvelu- ja elinkeinotoiminnasta syntyneitä seka- ja biojätteitä. Seka- ja biojättemäärät ja niille lasketut kustannukset sisältävät siten suhteessa enemmän elinkeinotoiminnan jätettä kuin pakkausjätteille lasketut tulokset. Pakkausjätteiden erottelu kuntien keräämiin jätteisiin oli mahdollista tuottajayhteisöjen oman tilastoinnin ansiosta.

Kiinteistökeräyksen keräyskustannukset on arvioitu keräykseen kuluvan ajan perusteella. Kunnan jätelaitoksille tai tuottajayhteisöille aiheutuvia muita kustannuksia kuten hallinto-, viestintä- ja asiakaspalvelukustannuksia ei ole huomioitu selvityksessä.

#### *2.5.1.1 Kunnallisen keräyksen kustannusarviointi*

Kunnalliseen jätehuoltoon kohdistuvat jätteenkeräyksen kustannukset sisältävät sekä kiinteistökeräyksen että kunnan jätelaitoksen täydentävän aluekeräyksen. Keräyskustannukset on arvioitu olettaen, että jätteet kerätään yksilokerokeräyksellä. Monilokero- tai korttelikeräyksellä mahdollisesti saavutettavia kustannussäästöjä on arvioitu erikseen herkkyytarkastelussa.

Kuntien alueellinen jätteenkeräys on mallinnettu taulukossa 1 esitettyjen tietojen pohjalta. LCA Consultingin kehittämällä Jätteen Erilliskeräyksen Optimointi (JEKO) -työkalulla on arvioitu biojätteen ja pakkausjätteiden keräykseen vuodessa kuluva aika vaihtoehtoisilla velvoiterajoilla, ja keräyskustannusten arviointiin on käytetty tuntiperusteista hinnoittelua. Laskennassa on oletettu, että keräyksen tuntikustannus on 70 €/h. Alueelliset keräyksen ominaiskustannukset (€/t) laskettiin jakamalla tuntiperusteisen hinnoittelun pohjalta laskettu keräyskustannus kerätyllä jätemäärällä.

Keräyksen kustannusten arviointia on yksinkertaistettu olettaen, että sekajätteen keräyksen astiamäärät ja tyhjennysvälit sovitetaan muuttuvaan tilanteeseen niin, että sekajätteen keräyksen ominaiskustannus (€/t) pysyy vakiona.

### *2.5.1.2 RINKI-ekopistekeräyksen kustannusarviointi*

RINKI-ekopistekeräyksen kustannuksia on arvioitu tuottajayhteisöiltä saatujen kustannustietojen perusteella. Ekopistekeräykselle on määritelty kullekin jätelajille kerättyyn jätemäärään suhteutettu ominaiskustannus (€/t), joka sisältää ekopisteisiin liittyvät kulut (leasing, vuokrat, kunnossapito) sekä keräyslogistiikan kulut. Näiden kustannustekijöiden on oletettu muuttuvan samassa suhteessa ekopistekeräykseen päätyvien jätemassojen kanssa, eli ominaiskustannuksen ei ole oletettu muuttuvan. Oletettavaa on, että ekopistekertymien pienentyessä keräyksen kustannustehokkuus huononee, jolloin laajennetuissa velvoiterajavaihtoehdoissa ekopistekeräyksen ominaiskustannus on todennäköisesti suurempi kuin nykytilassa. Tällä arvioitiin olevan pieni vaikutus valtakunnallisiin kokonaiskustannuksiin. Kuten kunnallisen jätehuollon kustannusarvioinnissa, myös RINKI-ekopistekeräyksen laskennan johdonmukaisuuden vuoksi selvityksessä ei ole huomioitu muita kustannuksia, kuten hallinnon ja viestinnän kustannuksia.

### *2.5.1.3 Käsittelyn kustannusarviointi*

Jätteiden käsittelykustannuksia on arvioitu ominaiskustannuksilla (€/t), jotka määritettiin kunnallisilta jätelaitoksilta sekä tuottajayhteisöiltä saatujen tietojen pohjalta. Kunnalliselle jätehuollolle aiheutuvat käsittelykustannukset muodostuvat biojätteen ja sekajätteen käsittelystä. Useilla jätelaitoksilla on oma käsittelylaitos biojätteelle, jolloin käsittelykustannus muodostuu laitoksen operointikustannuksista sekä investointien kuoleuksesta. Jätelaitoksille, joilla ei ole omaa käsittelylaitosta, kustannus muodostuu porttimaksuista sekä mahdollisista siirtokuormauksista ja -kuljetuksista. Sekajätteen käsittelykustannus muodostuu porttimaksuista sekä mahdollisista siirtokuormauksista ja -kuljetuksista. Kunnallisen keräyksen pakkausjätteet voidaan toimittaa tuottajayhteisöjen osoittamiin vastaanottoterminaaleihin ja tuottajayhteisö vastaa käsittelykustannuksista.

Tuottajayhteisöille aiheutuvat käsittelykustannukset puolestaan muodostuvat RINKI-ekopistekeräyksestä ja kuntien täydentävällä keräyksellä kerättyjen pakkausjätteiden terminaalitoiminnoista ja kierrätykseen toimittamisesta. Käsittelykustannukset ja materiaalien arvot vaihtelevat jätelajeittain. Muovijätettä lukuun ottamatta kuluttajapakkausjätteillä on positiivinen arvo, joten jätemateriaalien myynnistä saatavilla tuloilla voidaan kattaa osa keräyksen, terminaalitoimintojen ja kuljetusten kustannuksista.

Taulukossa 10 on esitetty kustannuslaskennassa käytetyt ominaiskustannukset sekä käytetyt lähteet. Osa tiedoista ei ole julkisia, joten niitä ei voida esittää raportissa.



**Taulukko 10.** Kustannusarvioinnissa käytetyt yksikkökustannukset ja niiden lähteet.

Lähtötieto	Käytetty arvo	Lähde
Biojätteen ja pakkausjätteiden täydentävän keräyksen kustannus kunnalliselle jätehuollolle	Vaihtelevat	Laskettu LCA Consultingin alueellisten mallien pohjalta
Pakkausjätteiden RINKI-ekopistekeräyksen kustannus tuottajayhteisöille	Tiedot luottamuksellisia	Mepak-Kierrätys Suomen Kuitukierrätys Suomen Uusiomuovi Suomen Pakkauskierrätys RINKI
Sekajätteen erilliskeräyksen kustannus kunnalliselle jätehuollolle keskimäärin	85 €/t	Määritetty jätteenkerääjien kanssa käytyjen keskustelujen sekä LCA Consultingin alueellisten mallien pohjalta
Biojätteen käsittelyn kustannus kunnalliselle jätehuollolle keskimäärin (sis. mahdolliset siirtokuljetukset ja käsittelyn porttimaksun)	76 €/t	LCA Consultingin omat lähteet (keskiarvo useasta eri lähteistä)
Sekajätteen käsittelyn kustannus kunnalliselle jätehuollolle keskimäärin (sis. mahdolliset siirtokuljetukset ja käsittelyn porttimaksun)	80 €/t	LCA Consultingin omat lähteet (keskiarvo useasta eri lähteistä)
Pakkausjätteiden käsittelyn kustannus kunnalliselle jätehuollolle keskimäärin	0 €/t	
Pakkausjätteiden käsittelyn kustannus tuottajayhteisöille keskimäärin	Tiedot luottamuksellisia	Mepak-Kierrätys Suomen Kuitukierrätys Suomen Uusiomuovi Suomen Pakkauskierrätys RINKI

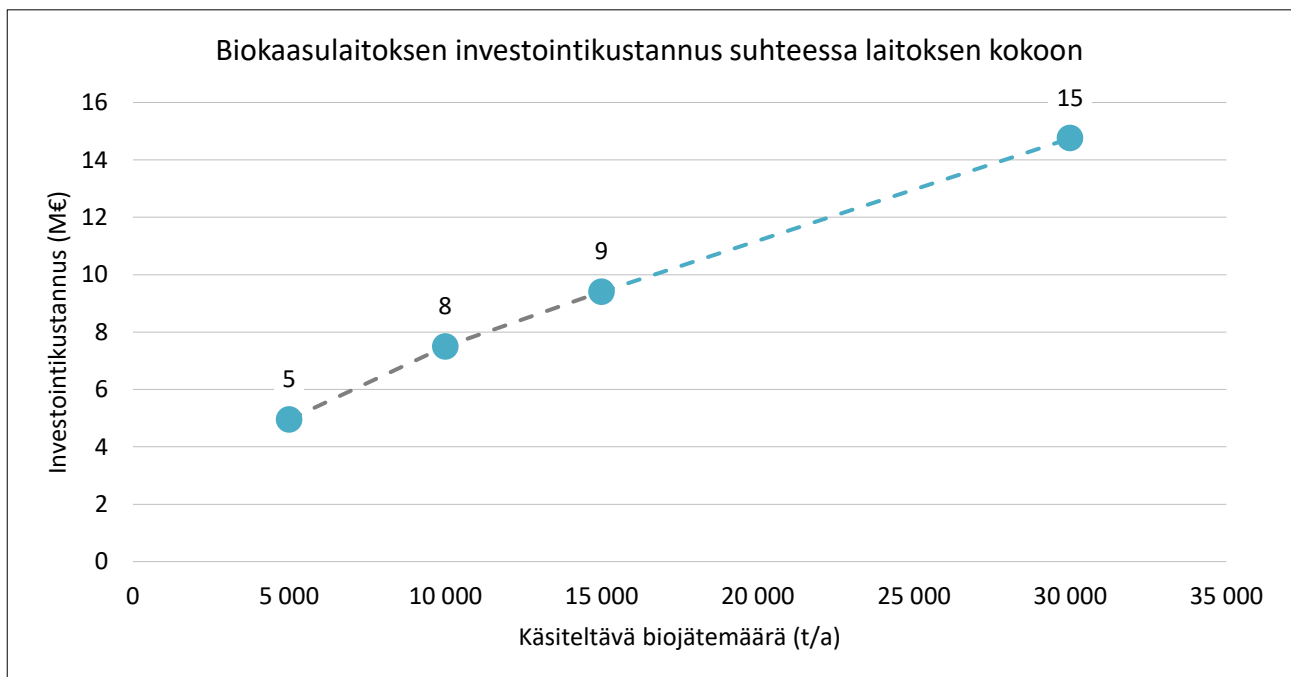
### 2.5.2 Investointikustannukset

Investointikustannusten arvioinnissa on otettu huomioon investoinnit keräyskalustoon ja biojätteiden käsittelylaitoksiin valtakunnallisella tasolla eri erilliskeräysvaihtoehdoissa. On otettava huomioon, että nämä investointikustannukset sisältyvät käsittelykustannuksiin kunnallisen jätehuollon ja tuottajayhteisöjen kokonaiskustannusten laskennassa. Investointikustannukset on kuitenkin laskettu erikseen myös omana kustannustekijänä lisätietona. Keräyskaluston ja käsittelylaitosten investointikustannusten lisäksi selvityksessä on arvioitu yksittäisille asuinkiinteistöille kohdistuvia, mahdollisista jäteastioiden investoinneista aiheutuvia kustannuksia. Keräyskaluston lisäkustannukset on arvioitu olettaen, että jätelajit kerätään yksilokeräyksenä. Lisäkustannusten arvio perustuu laskennalliseen keräysajan kasvuun nykytilaan nähden. Yhden jäteauton käyttöasteeksi oletetaan 80 h/vko, kun autoa käytetään kahdessa vuorossa. Yksilokeraisen pakkaavan jäteauton investointikustannuksena on laskennassa käytetty 190 000 € (Lassila & Tikanoja 2019).

Jätteenkäsittelylaitoksiin kohdistuvissa lisäkustannuksissa on tarkasteltu vain biojätteen käsittelyn lisäkustannuksia, koska tietoa pakkausjätteiden käsittelyn lisäkustannusten arvioimiseksi ei ollut riittävästi saatavilla selvitystä varten. Siten selvityksessä on oletettu nykyisen pakkausjätteen käsittelykapasiteetin riittävän erilliskeräysvelvoitteen laajentuessa. Laajentuvasta erilliskeräyksestä aiheutuvat biojätteen

käsittelyn lisäkustannukset on arvioitu olettaen lisäkustannusten kohdistuvan uusiin biokaasulaitoksiin. On otettava huomioon, että useilla alueilla erilliskerätyn biojättemäärän lisääntyminen ei välttämättä aiheuta tarvetta investoida uuteen biokaasulaitokseen, vaan olemassa olevien laitosten käsittelykapasiteettia voidaan myös nostaa. Kapasiteetin noston kustannuksia ei ole selvityksessä arvioitu, joten biojätteen käsittelyn lisäkustannusten arviointi keskittyy vain uusien biokaasulaitosten investointikustannuksiin.

Biokaasulaitosten investointikustannukset käsiteltävän biojättemäärän perusteella perustuvat Suomen Biovoima Oy:ltä saatuihin arvioihin investointikustannuksesta syötemääriltään eri kokoisille biokaasulaitoksille (ks. kuva 2). Biokaasulaitosten investointikustannusarviot sisältävät laitoksen esikäsitteilyn, syöttölaitteet ja rakennukset, mutta eivät maatöitä, mädätysjäännöksen varastoja, mahdollista separaattoria tai muita tarvittavia töitä. Investointikustannukset riippuvat useasta eri tekijästä, joten esitetyt kustannukset ovat suuntaa antavia arvioita.



**Kuva 2.** Biokaasulaitoksen investointikustannus suhteessa laitoksen käsittelykapasiteettiin (Suomen Biovoima Oy, 2019).

Kiinteistökohtaisten keräysastioiden investointikustannusten arviointi on haastavaa, koska keräysastiat voidaan ostaa tai vuokrata kunnan jätelaitokselta tai muulta toimijalta. Osa asuinkiinteistöistä voi myös esimerkiksi korvata olemassa olevia sekajäteastioita muovipakkaus- tai kartonkiastioilla. Keräysastioiden ja kompostorien hankintahintoja ei ole yllä esitettyjen syiden vuoksi sisällytetty kokonaiskustannusten laskentaan. Keräysastioiden investointikustannukset arvioitiin olettaen seuraavat vaihteluvälit jäteastioiden ja kompostorien hankintahinnoille:

- 240 l jäteastia: 40-100 € (K-Rauta, 2019; Gerdmans, 2019)
- 660 l jäteastia: 200-400 € (K-Rauta, 2019; Gerdmans, 2019)
- kompostori: 200-500 € (K-Rauta, 2019; Kekkilä, 2019; Biolan, 2019)
- monilokeroastia: 150-200 € (Lassila & Tikanoja, 2019).

Keräysastioiden ja kompostorien investointikustannusten vaihteluvälien perusteella laskettiin investointikustannusten vaihteluväli yhdelle kiinteistölle.

## 2.6 Työllisyysvaikutukset keräyksestä ja käsittelystä

Jätteenkeräyksen työllisyysvaikutus nykytilassa ja erilliskeräyksen laajentumisen vaihtoehtoissa on arvioitu keräykseen käytettävän työajan perusteelle hyödyntäen LCA Consultingin JEKO-työkalua, jolla on arvioitu keräykseen käytettävän työajan lisääntyminen erilliskeräyksen velvoiterajavaihtoehtoilla. Keräykseen käytettävä aika (h) on selvityksessä muutettu henkilötyövuosiksi (htv) suhteella 1 htv = 1 624 h. Jätteenkäsittelyn työllisyysvaikutus on selvityksessä vastaavasti arvioitu käyttämällä jätelajikohtaisia kertoimia ( $htv/t_{\text{jäte}}$ ) (ks. taulukko 11). Kertoimissa on ensisijaisesti käytetty jätteenkäsittelijöiltä saatua tietoa. Mikäli tietoa ei ole ollut saatavilla, on käytetty toissijaisesti Eunomia Research & Consulting Ltd:n raportissa (Papineschi et al., 2018) esitettyjä tietoja.

**Taulukko 11.** Jätteenkäsittelyn työllisyyskertoimet ja niiden lähteet.

Jätelaji	Työllisyyskerroin käsittelylle (htv/t)	Lähde
Biojäte	0,50	Suomen Biokierto ja Biokaasu ry, 2019
Metalli	0,62	Papineschi et al., 2018
Lasi*	ei julkinen tieto	RINKI Oy 2019
Kartonki	ei julkinen tieto	Stora Enso 2019
Muovi	ei julkinen tieto	Fortum Waste Solutions 2019b
Sekajäte	0,10	Papineschi et al., 2018

\* Lasin työllisyyskerroin kuvaa sitä toimintaa, joka tapahtuu Suomessa, eli terminaali-, runkokuljetus- ja satamatoimintoja.

## 2.7 Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arvioinnissa on käytetty GaBi-elinkaariarviointiohjelmaa (Thinkstep 2019). Lisäksi arvioinnissa on hyödynnetty LCA Consulting Oy:n JEKO-työkalua jätteiden keräyksen mallinnuksessa. Selvityksessä arvioidut ympäristövaikutusluokat ja niiden arvioinnissa käytetyt vaikutusarviointimenetelmät on esitetty taulukossa 12.

**Taulukko 12.** Ympäristövaikutusluokat ja niiden arvioinnissa käytetyt menetelmät.

Ympäristövaikutusluokka	Vaikutusarviointimenetelmä	Yksikkö
Ilmastonlämpeneminen	CML2001 – Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years), excl biogenic carbon	kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Rehevoityminen	CML2001 – Jan. 2016, Eutrophication Potential (EP)	kg PO <sub>4</sub> -ekv.
Happamoituminen	CML2001 – Jan. 2016, Acidification Potential (AP)	kg SO <sub>2</sub> -ekv.
Fossiilisten luonnonvarojen ehtyminen	CML2001 – Jan. 2016, Abiotic Depletion (ADP fossil)	MJ
Hiukkaspäästöt	ReCiPe 2016 v1.1 Midpoint (H) – Fine Particulate Matter Formation	kg PM <sub>2.5</sub> -ekv.

Taulukossa esitettyjen ympäristövaikutusten lisäksi selvityksessä tarkastellaan jätehuollon ravinnekiertoa. Jätehuollon ravinnekiertotarkastelussa on huomioitu biologisen jätteenkäsittelyn keskeisimmissä prosessivaiheissa tapahtuvat muutokset syötteiden, eli biojätteiden, ravinteissa. Tarkasteltu biologinen jätteenkäsittelymenetelmä erilliskerätylle biojätteelle on biokaasulaitoskäsittely, eli mädätys, jossa muodostunut mädäte laitostuokompostoidaan. Taustaprosessien, eli esimerkiksi energian tai polttoaineiden tuotannon, vaikutusta ravinteiden kiertoon ei ole huomioitu selvityksessä. Myös kotikompostointi on huomioitu laskennassa. Ravinnekiertovaikutusten laskentamenetelmä pohjautuu *Menetelmäkuvaus*

*ravinnejalanjäljen laskemiseksi* -raporttiin (Ypyä et al., 2015). Ravinnelaskennassa on lisäksi hyödynnetty LCA Consulting Oy:n laatimaa Excel-pohjaista ravinnelaskentatyökalua ja aikaisemmin toteutettuja jätehuoltojärjestelmien ravinnekiertotarkasteluja.

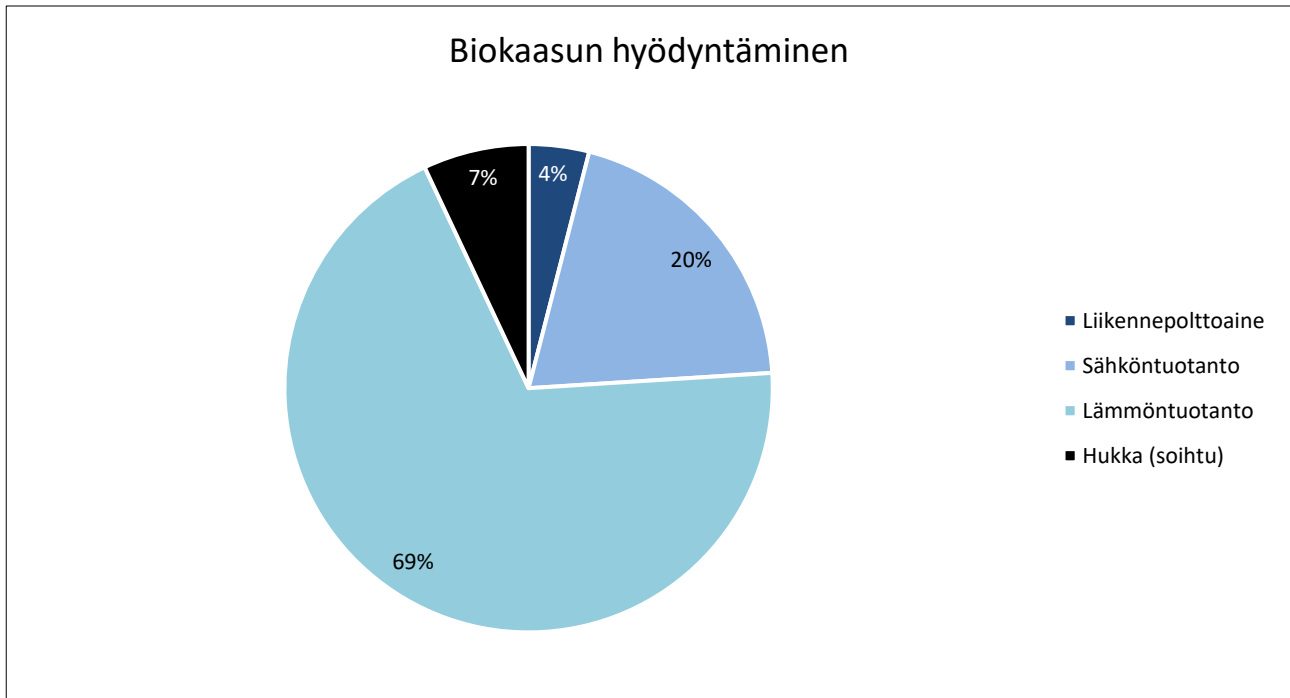
Tarkastellut ravinteet olivat typpi (N) ja fosfori (P), joille arvioitiin biojätteen sisältämät kokonaismäärät ja käsittelyprosesseissa tapahtuvat häviöt. Sekajätteen joukossa poltetun biojätteen ravinteet hukataan, sillä polton tuhkat on oletettu ravinnehyötykäyttöön soveltumattomiksi. Ravinnekierroksen laskennassa on oletettu, että biojätteessä on typpeä 0,9 % ja fosforia 0,07 % kokonaismassasta. Typpeä arvioidaan hukattavan biologisessa käsittelyssä häviönä ilmaan ja jätevesien mukana yhteensä 15 % biojätteen sisältämästä tyypestä. Fosforia hukataan biologisessa käsittelyssä syntyvien jätevesien ja rejektien mukana. Biologisen käsittelyprosessin fosforihäviöksi on arvioitu 0,2 % biojätteen sisältämästä fosforista. Fosforia ei hukata häviönä ilmaan, sillä fosfori ei haihdu tai kaasuunnu prosessissa.

Jätelajien käsittelyn ympäristövaikutusten arvioinnin pääperiaatteet on kuvattu seuraavissa alaluvuissa.

### 2.7.1 Biojäte

Biojätteen keräyksen ympäristövaikutukset on arvioitu alueellisten jätehuoltomallinnusten perusteella määritettyjen ominaiskulutusten ja -päästöjen perusteella. Biojätteet kuljetetaan tyypillisesti pakkaavilla jäteautoilla suoraan käsittelylaitoksiin. Joillain alueilla biojätteet kuljetetaan ensin siirtokuormausasemalle ja siirtokuormataan suurempina kuormina käsittelyyn. Keskimääräiset siirtokuljetusmatkat ovat lyhyitä, sillä biojätteiden käsittelylaitoksia on useita, ja suurimmassa osassa tapauksista siirtokuljetuksia ei tarvita. Mallinnuksessa biojätteen keskimääräisenä siirtokuljetusmatkana Suomessa käytettiin viittä kilometriä, sisältäen alueet, joissa siirtokuljetuksia tarvitaan, sekä alueet, joissa niitä ei tarvita.

Biojätteen käsittelyn ympäristövaikutusten arvioinnissa oletetaan, että biojätteet käsitellään biokaasulaitoksilla. Biojätteestä oletettiin muodostuvan 150 Nm<sup>3</sup> biokaasua yhtä biojätetonna kohden. Biokaasun metaanipitoisuudeksi oletettiin 63,5 %. Nykytilan mallintamisessa biojätteistä tuotettu biokaasu on oletettu hyödynnettävän vuoden 2017 hyötykäyttäjakauman mukaisesti (ks. kuva 3). Biojätteen erilliskeräyksen laajentuessa biojätteen lisäsaannosta tuotettavan biokaasun oletettiin päätyvän liikennepolttoainekäyttöön.



**Kuva 3.** Biokaasun hyötykäyttäjakauma Suomessa vuonna 2017 (Huttunen et al., 2018).

Mädätysjäännös oletettiin käsiteltävän kompostoimalla ja siitä oletettiin valmistettavan multaa, jota voidaan hyödyntää maanparannusaineena. Mädätysjäännöksestä tuotetun kompostin on tällöin oletettu korvaavan turvetta mullanvalmistuksessa. Mädätysjäännökseen sisältämällä ravinteilla on lisäksi oletettu hyvitetävän teollisia NPK-lannoitteita, jolloin vältetään niiden valmistuksen ympäristövaikutus. Hyvityssuhde on selvityksessä laskettu mädätteen sisältämän typen perusteella.

Biojätteen kotikompostoinnissa muodostuvat päästöt on arvioitu kirjallisuuslähteiden perusteella (Andersen et al., 2011; Lléo et al., 2013; Saer et al., 2013; Quiros et al., 2014). On otettava huomioon, että kotikompostoinnin päästöt vaihtelevat merkittävästi kompostointitavasta ja olosuhteista riippuen. Siten laskenta-arvojen valinta ja käyttö sisältää enemmän epävarmuutta kuin usein laitospäätöiden käsittelyn tapauksissa. Kotikompostoinnin keskimääräisten ilmastolämpenemisvaikutusten arviointiin käytettiin kerrointa 87 kg CO<sub>2</sub>-ekv./tonni biojätettä, joka määritettiin keskiarvona kotikompostoinnin päästöjä arvioivien tutkimusten pohjalta. Kotikompostoidun biojätteen ei ole selvityksessä oletettu vähentävän teollisten lannoitteiden tai maanparannusaineiden käyttöä kotitalouksissa, ja sen vuoksi hyvityksiä ei ole otettu huomioon kotikompostoinnissa.

### 2.7.2 Pakkausjätteet

Pakkausjätteiden keräyksen ympäristövaikutukset on arvioitu jätelajikohtaisilla polttoaineen ominaiskulutusten ja niiden perusteella määritettyjen ominaispäästöjen perusteella. Ominaiskulutukset ja -päästöt perustuvat alueellisiin jätehuoltomallinnuksiin. Kun pakkausjätteet on kerätty asuinalueilta tai keräyspisteiltä, jätteet kuljetetaan käsittelyyn joko suoraan tai vastaanottoterminaalien kautta. Arvioidut keskimääräiset siirtokuljetusmatkat vastaanottoterminaalista käsittelyyn on esitetty taulukossa 13.

**Taulukko 13.** Keskimääräiset siirtokuljetusmatkat eri jätelajeille.

Jätelaji	Keskimääräinen siirtokuljetusmatka käsittelyyn (km)	Huomioitavaa
Muovi	200 km	Siirtokuljetus kuluttajapakkauksia käsittelevälle laitokselle (Riihimäelle)
Pienmetalli	200 km	Pienmetalleilla on useita käsittelijöitä. Laskennassa on oletettu, että kaikki toimitetaan metalliteollisuudelle Suomessa, vaikka osa päätyy mahdollisesti ulkomaihin.
Lasi	250 km (maantiekuljetus satamaan) ja 1 800 km (laivakuljetus Englantiin) tai 2 000 km (laivakuljetus Alankomaihin)	Siirtokuljetus Porvoon satamaan, josta edelleen laivoilla Englantiin tai Alankomaihin.
Kartonki	150 km	Kartongilla on useita käsittelijöitä. Oletettu, että kaikki toimitetaan kartonkiteollisuudelle Suomessa, vaikka osa päätyy ulkomaille.

Erilliskerätyt ja RINKI-ekopisteiltä kerätyt muovipakkaukset toimitetaan muovipakkausten tuottajayhteisön, Suomen Uusiomuovi Oy:n, sopimustermiinaalien kautta Fortum Waste Solutions Oy:n käsittelylaitokselle Riihimäelle. Muovipakkausten mallinnuksessa on oletettu Riihimäen laitoksen käsittelevän kuluttajamuovipakkaukset myös erilliskeräyksen laajentuessa ja jätemäärien kasvaessa. Selvityksessä on oletettu, että 70 % lajitelluista ja erilliskerätyistä muovipakkauksista hyödynnetään materiaalina. Materiaalihyödyntämisen on oletettu jakautuvan siten, että erilliskerätyistä muoveista 40 % hyödynnetään kierrätysmuovigranulaattien ja 30 % muoviprofiilien valmistuksessa; loput hyödynnetään energiana (Fortum Waste Solutions, 2019c). Kierrätysmuovigranulaattien on oletettu korvaavan neitseellisiä muovigranulaatteja (PP, LD-PE, HD-PE ja PET). Muoviprofiilien, joita valmistetaan muovijätteen sekalaisesta muovijakeesta, on sen sijaan oletettu korvaavan puuta. Erilliskerätyjä muoveja (30 %), jotka eivät sovellu kierrätykseen, on oletettu hyödynnettävän energiana Fortum Waste Solutionsin Riihimäen tuotantolaitoksella.

Erilliskerätyt ja RINKI-ekopisteiltä kerätyt pienmetallit toimitetaan metallipakkausten tuottajayhteisön, Mepak-Kierrätys Oy:n, sopimustermiinaalien kautta kierrätyslaitoksille. Eri metallijakeet ja kierrätykseen kelpaamaton materiaali erotellaan ja eri metallijakeet toimitetaan niitä hyödyntävälle metalliteollisuudelle. Erilliskerätyistä pienmetalleista 5 % on arvioitu olevan kierrätykseen soveltumatonta rejektiä, joka loppusijoitetaan kaatopaikalle. Kierrätykseen soveltuvasta metallista 15 % on arvioitu olevan alumiinia ja loput pääosin tinattua terästä. Muiden metallien osuus on oletettu niin pieneksi, että niitä ei ole huomioitu laskennassa. Kierrätetyn alumiinin ja teräksen on oletettu korvaavan neitseellistä alumiinia ja terästä uusien metallituotteiden valmistuksessa. Metallin käsittelyn ja kierrätyksen on oletettu tapahtuvan Suomessa, vaikka todellisuudessa osa kierrätysmetallista päätyy ulkomaille. Kuljetusmatkoilla on kuitenkin arvioitu olevan pieni vaikutus ympäristövaikutusten kokonaistuloksiin.

Kunnallisesta keräyksestä ja RINKI-ekopisteiltä kerätyt lasipakkaukset toimitetaan Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy:n sopimustermiinaaleihin. Erilliskerätyt lasipakkaukset kuljetetaan terminaaleista Porvoon satamaan, josta ne toimitetaan edelleen laivarahdilla Englantiin ja Alankomaihin varsinaiseen käsittelyyn. Suurin osa lasista päätyy uusien pakkauslasien valmistukseen, ja tällöin kierrätetyn lasin oletetaan korvaavan neitseellisestä materiaalista valmistettua pakkauslasia. Loput kierrätykseen soveltuvasta lasista päätyy

betoniharkkojen ja -elementtien sekä lasivillan valmistukseen. Lasin kierrätykseen soveltumaton rejektimateriaali hyödynnetään energiana (polttokelpoinen rejekti) tai materiaalina (metallit).

Erilliskerätyt ja RINKI-ekopisteiltä kerätyt kartongit toimitetaan kuitupakkausten tuottajayhteisön, Suomen Kuitukierrätys Oy:n, sopimustermiineihin ja sieltä edelleen kartonkiteollisuudelle. Selvityksessä on oletettu, että kaikki kerätty kuluttajapakkauskartonki käsitellään Suomessa. 10 % erilliskerätyistä kartongista on arvioitu olevan kierrätykseen soveltumatonta rejektiä, joka on pääosin muovia. Kierrätykseen soveltumaton rejekti, kuten myös kierrätykseen kelpaamaton kuitu (15 % kuitumassasta), on oletettu poltettavan kartonkitehtaan omissa kattiloissa ja tuotettu energia hyödynnettävän käsittelyprosessissa. Kuitumateriaalista 85 % on arvioitu olevan kierrätykseen soveltuvaa kuitua, josta valmistetaan hylsykartonkia ja muita uusiokartonkituotteita sekoittamalla kierrätyskuitua neitseelliseen kuituun. Kierrätetystä kuidusta valmistetun uusiomassan on oletettu korvaavan neitseellistä sellua.

### 2.7.3 Sekajäte

Sekajätteen keräyksen polttoaineen ominaiskulutuksen ei ole oletettu muuttuvan, vaikka erilliskeräysvelvoite laajentuu. Tämä pohjautuu oletukseen, että sekajätteen keräystä, kuten astiatyhjennysvälejä, sopeutetaan muuttuvaan tilanteeseen. Jotta erilliskeräyksen laajentumisen vaikutusta sekajätteen keräyksen polttoaineen ominaiskulutukseen voitaisiin arvioida, kokemukseräistä tutkimustietoa tarvittaisiin. Sekajätteen keräyksen jälkeen jätteet kuljetetaan siirtokuormausasemalle tai suoraan käsittelyyn.

Tällä hetkellä Suomessa on yhdeksän sekajätettä polttavaa jätevoimalaa (Suomen Kiertovoima, 2019b). Kiinteistöiltä kerätyt sekajätteet toimitetaan polttoon joko suoraan tai siirtokuormausasemien kautta. Tässä selvityksessä sekajätteen keskimääräiseksi siirtokuljetusmatkaksi on oletettu 50 km.

Sekajäte on oletettu käsiteltävän jätteenpolttolaitoksissa, jotka perustuvat arinapolttotekniikkaan. Arinapolttotekniikan ansiosta sekajätettä ei tarvitse mekaanisesti esikäsitellä (esimerkiksi murskata) ennen polttoprosessia. Jätteenpolttolaitosten energiantuotannon keskimääräiseksi kokonaisvuosihyötysuhteeksi on oletettu 82 %, josta 70 % on lämpöä ja 30 % sähköä. Siten lämmöntuotannon keskimääräinen kokonaisyhyötysuhde on 57,4 % ja sähköntuotannon 24,6 %. Polton ympäristövaikutukset on mallinnettu niin sanotusti moduuleittain, eli sekajätteen jätejakeiden vaikutukset (esimerkiksi vaikutus lämpöarvoon, päästöihin sekä kuonan ja tuhkan määrään) on arvioitu jätejaekohtaisesti, jotta sekajätteen koostumuksen muutosten vaikutuksia on voitu arvioida. Taulukossa 14 on esitetty jätejakeiden osuudet sekajätteessä ja jätteenpolton kannalta olennaiset ominaisuustiedot. Sekajätteen koostumustieto vastaa kotitalouksien sekajätteen keskimääräistä koostumusta (Suomen Kiertovoima, 2019a). Jätejakeiden ominaisuustiedot perustuvat kirjallisuuslähteisiin (mm. Tchobanoglous et al., 1993).

**Taulukko 14.** Eri jätejakeiden osuudet sekajätteestä sekä niiden ominaisuudet (\*kartongin CO<sub>2</sub>-päästökerroin muodostuu kartongissa olevasta muovista).

Jätejakee	Osuus sekajätteestä nykytilassa (m-%)	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (LHV) (MJ/kg)	CO <sub>2</sub> -päästökerroin (g/MJ)	Tuhkapitoisuus (palamaton aines) (%)
Biojäte	32,8	3	0	8
Kartonki ja pahvi	8,2	14	13,2*	17
Muovi	16,7	30	74,1	10
Lasi	2,4	0	0	98
Metalli	2,3	0	0	98
Muut	37,6	9	10,3	34

Jätteenpoltossa tuotetun sähkön ja lämmön on oletettu korvaavan keskimääräistä verkkosähkön ja kaukolämmön tuotantoa Suomessa. Jätteenpoltossa syntyvien tuhkien, kuonien ja APC-jätteen (eli savukaasun käsittelyssä syntyvän jätteen) käsittelyn ympäristövaikutus on otettu huomioon mallinnuksessa. Selvityksessä on oletettu, että jätteenpolton kuoniin päätyy 62 % sekajätteen sisältämistä metalleista. Niistä saadaan talteen ja kierrätettyä 90 % ferriittisistä ja 70 % ei-ferriittisistä metalleista. Metallien talteenottoasteet perustuvat jätteenpolttolaitokselta saatuun tietoon (Fortum Waste Solutions, 2019a) ja kotitalouksien sekajätteen keskimääräiseen koostumukseen (Suomen Kiertovoima, 2019a).

## 2.8 Herkkyystarkastelut

Tässä selvityksessä jouduttiin tekemään useita yleistäyksiä ja oletuksia, jotta valtakunnallisten tulosten tuottaminen oli mahdollista. Tässä aluvuussa tarkastellaan herkkyystarkastelun avulla, miten tietyillä jätteiden keräykseen liittyvillä keinoilla ja vaihtoehtoisilla laskentaoletuksilla voidaan vaikuttaa kustannus- ja ympäristövaikutustuloksiin. Herkkyystarkasteluissa on muutettu seuraavia lähtöoletuksia:

- biojäteastian tyhjennysväli
- biojätteen erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuus
- keräystapa kiinteistökeräyksessä
  - a. monilokerokeräys
  - b. korttelikeräys
- jäteautojen käyttämä polttoaine keräyksessä

Herkkyystarkasteluissa tarkastellaan vaikutuksia keräyskustannuksiin sekä ilmastonlämpenemiseen. Poikkeuksena jäteautojen käyttämän polttoaineen herkkyystarkastelussa tarkastellaan vain vaikutusta ilmastonlämpenemiseen. Tässä raportissa esitettyjen herkkyystarkasteluiden lisäksi tehtiin erillinen energiatuotannon vaikutustarkastelu, jossa jätehuollon ilmastonlämpenemisaikutus arvioitiin, kun sekajätteen poltolla tuotetulla energialla korvataan uusiutuvaa energiantuotantoa keskimääräisen energiantuotannon sijaan. Näitä tuloksia ei ole sisällytetty tähän raporttiin.

Edellä esitetyt herkkyystarkastelut tehtiin alueellisia jätehuoltomalleja hyödyntäen kolmelle mahdollisimman erilaiselle kohdekunnalle. Valitut kohdekunnat sijaitsevat kahden eri jätelaitoksen alueilla. Kuntien nimiä ei voida julkaista tässä raportissa, vaan ne esitetään nimillä Kunta 1, Kunta 2 ja Kunta 3. Herkkyystarkasteluun valitut kohdekunnat olivat seuraavat:



- Kunta 1: yli 100 000 asukkaan kaupunki, jossa noin 32 % asukkaista asuu pienikiinteistöissä. Kunnan taajama-aste on 86 %.
- Kunta 2: Noin 15 000 asukkaan kunta, jonka asukkaista noin 78 % asuu pienikiinteistöissä. Kunnan taajama-aste on noin 71 %.
- Kunta 3: Alle 5 000 asukkaan kunta, jonka asukkaista noin 67 % asuu pienikiinteistöissä. Kunnan taajama-aste on noin 46 %.

Seuraavissa alaluvuissa on kerrottu tarkemmin käytetyistä laskenta-arvoista ja -oletuksista kussakin herkkyystarkasteluvaihtoehdossa.

### 2.8.1 Biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli

Biojätteen keräyksen mallinnuksessa on lähtökohtaisesti oletettu pisimmän sallitun astiatyhjennysvälin olevan vuodenajasta riippumatta kaksi viikkoa. Pisimmällä sallitulla tyhjennysvälillä pyritään ehkäisemään hajuhaittojen syntymistä sekä haittaeläinten pesiytymistä keräysastioihin tai niiden läheisyyteen. Pisin sallittu tyhjennysväli vaikuttaa lähinnä pienikiinteistöihin, joissa biojätettä ei keskimäärin ehdi muodostua riittävästi, jotta tyhjennysväli olisi täyttöasteiden näkökulmasta optimoitua. Suurissa kiinteistöissä pisimmällä sallitulla tyhjennysvälillä ei ole vaikutusta, sillä jäteastia usein täyttyy, ja on tyhjennettävä ennen, kun astia on jätehuoltomääräysten puitteissa viimeistään tyhjennettävä.

Tässä herkkyystarkastelussa pienikiinteistöjen biojäteastian tyhjennysväliksi muutetaan neljä viikkoa talviaikaan (lokakuusta huhtikuun loppuun) ja kaksi viikkoa kesäaikaan (toukokuusta syyskuun loppuun). Kyseiset tyhjennysvälit pienikiinteistöille kesä- ja talviaikaan ovat nykyisinkin käytössä esimerkiksi Perämeren Jätehuollon toimialueella (Perämeren jätelautakunta, 2016) ja Jyväskylän seudulla (Jyväskylän seudun jätelautakunta, 2017). Astiatyhjennysväleillä voidaan vaikuttaa tarvittavien keräysajojen määrään, ja siten sekä keräyksestä aiheutuvat kustannukset että päästöt pienenevät.

### 2.8.2 Biojätteen erilliskeräykseen liittyvät pienikiinteistöt

Erilliskeräysvaihtoehdoissa, jossa biojätteiden erilliskeräysvelvoite asetetaan koskemaan myös omakotitaloja (VE 3 ja osin VE 2), biojätteiden erilliskeräykseen on oletettu liittyvän 40 % pienikiinteistöistä. Arvio pohjautuu viimeisimpään tietoon Jyväskylän alueen (Jyväskylä, Laukaa, Muurame) biojätekeräyksestä. Jyväskylän alueella biojätteen erilliskeräysvelvoite koskee jo nykyisin kaikkia asuinkiinteistöjä (Jyväskylän seudun jätelautakunta, 2017). Erilliskeräysvelvoite ei koske kiinteistöjä, jotka kotikompostoivat biojätteensä itse.

Tässä herkkyystarkastelussa oletetaan, että biojätteiden erilliskeräysvelvoitteen koskiessa kaikkia taajamakiinteistöjä biojätteiden erilliskeräykseen liittyy pienikiinteistöistä 80 %. Tällöin vain 20 % pienikiinteistöjen asukkaista kompostoisi biojätteensä itse. Tämä lisää tarvittavien keräysajojen määrää ja siten keräyksestä aiheutuvia kustannuksia ja päästöjä. Samalla se lisää myös biokaasulaitoskäsittelyyn ohjautuvaa biojättemäärää ja vähentää kotikompostoidun biojätteen määrää, mikä vaikuttaa keräyksen lisäksi myös käsittelyn kustannuksiin ja ympäristövaikutuksiin.

### 2.8.3 Monilokerokeräys

Laskennassa oletettiin, että jätelajit kerätään yksilokerokeräyksenä omina reittijoinaan. Todellisuudessa osajätteenkeräyksestä toteutetaan jo nykyisin monilokerokeräyksenä. Siinä vähintään kahta eri jätelajia kerätään samaan jäteautoon, jossa on kaksi tai useampi lokero eri jätelajeille. Monilokerokeräyksen tai sen

variaatioiden osuutta koko valtakunnan jätekeräyksestä ei pystytty arvioimaan, joten laskenta tehtiin yksilokerokeräykselle.

Monilokerokeräykselle on useita vaihtoehtoja, mutta lähtökohtana on, että jätelajit, joita muodostuu lähestulkoon yhtä paljon ja joiden keräysastioiden tyhjennysrytmi on samankaltainen, kerätään samaan ajoneuvoon. Kaksilokerokeräys järjestetään tyypillisesti seuraavasti yhdessä kerättävien jätelajien osalta: metalli ja lasi; kartonki ja muovi; sekajäte ja biojäte. Tässä selvityksessä tarkastellaan useita monilokerokeräysvaihtoehtoja ja niissä arvioituja keräyskustannuksia, ja keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutusta verrataan yksilokerokeräyksellä saatuihin mallinnustuloksiin kolmen tarkastelukunnan alueilla.

Tarkastellut monilokerovaihtoehdot ovat seuraavat:

1. pakkausjätteiden kaksilokerokeräys, kun pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoite asetetaan kaikille vähintään 5 huoneiston kiinteistöille
2. pakkausjätteiden nelilokerokeräys 1-4 huoneiston kiinteistöiltä
3. sekajätteen ja biojätteen kaksilokerokeräys, kun biojätteen erilliskeräysvelvoite asetetaan kaikille vähintään 5 huoneiston kiinteistöille
4. sekajätteen ja biojätteen kaksilokerokeräys, kun biojätteen erilliskeräysvelvoite asetetaan kaikille kiinteistöille taajamissa

#### *2.8.3.1 Pakkausjätteiden kaksilokerokeräys velvoiterajalla viisi*

Monilokerokeräyksen herkkyystarkasteluvaihtoehdossa 1 tarkastellaan pakkausjätteiden keräyksestä aiheutuvia kustannuksia ja kasvihuonekaasupäästöjä, kun pakkausjätteet kerätään kaksilokerokeräyksenä tarkastelukuntien kaikilta vähintään viiden huoneiston kiinteistöiltä. Pakkausjätteiden kaksilokerokeräyksessä seuraavat jätelajit kerätään yhdessä: lasi ja pienmetalli; kartonki ja muovi. Tarkastelualueilla yhdessä kerätyille jätelajeille on samat tyhjennyspaikat. On otettava huomioon, että Suomessa on useita alueita, joissa näille on eri vastaanottotermiinaalit, jolloin tyhjennysajoihin kuluu suhteessa enemmän aikaa kuin tarkastelluissa tapauksissa.

#### *2.8.3.2 Pakkausjätteiden nelilokerokeräys pienikiinteistöillä*

Monilokerokeräyksen herkkyystarkasteluvaihtoehdossa 2 tarkastellaan pakkausjätteiden nelilokerokeräystä 1-4 huoneiston kiinteistöillä. Tässä keräysvaihtoehdossa kullekin jätelajille erilliset jäteastiat korvataan kiinteistöllä yhdellä nelilokeroisella jäteastialla. Nelilokeroastioiden keräykseen tarvitaan niin ikään erityinen nelilokeroastian keräysajoneuvo. Tarkastelu on rajattu vain 1-4 huoneiston kiinteistöihin, joille nelilokeroastian on arvioitu sopivan. Tätä suuremmat kiinteistöt, joissa keräys toteutettaisiin edelleen erillisillä jäteastioilla, on rajattu tämän herkkyystarkastelun ulkopuolelle. Tavallisia yksilokeroisia jäteastioita ei voida tyhjentää nelilokeroajoneuvoon, joten nelilokerokeräys vaatii omat keräysreitit. Yksilokero- ja nelilokerokeräyksen vertailtavuuteen vaikuttaa merkittävästi oletetut yksilokero- ja nelilokeroastian tyhjennysväli. Selvityksessä on laskettu tulokset kahdelle monilokeroastian tyhjennysvälivaihtoehdolle ja vertailtu niitä yksilokerokeräykseen. Ensimmäisessä monilokeroastian tyhjennysväliksi oletetaan kahdeksan viikkoa ja toisessa vaihtoehdossa neljä viikkoa. Ensimmäisessä vaihtoehdossa monilokeroastian tyhjennysväliksi oletetaan sama tyhjennysväli (kahdeksan viikkoa) kuin muovi- ja kartonkijäteastioille yksilokerokeräyksessä. Toisen vaihtoehdon tyhjennysväli neljä viikkoa voi olla relevantti tilanne esimerkiksi, jos yksilokeroastian tyhjennysrytmi on pienikiinteistön tuottamalle jätemäärälle sopiva, ja monilokeroastian

myötä yhdelle jätelajille esim. muoville tai kartongille tarkoitetun lokeron vetoisuus (tilavuus) pienenee, jolloin tyhjennyksiä tarvitaan enemmän. Myös jätehuoltomääräykset voivat määrittää pienkiinteistöissä syntyvien pakkausjätteiden määrään nähden liian lyhyen tyhjennysvälin, jolloin tyhjennysväli ei ole yksilokerokeräyksessä täyttöasteiden näkökulmasta optimaalinen tai kiinteistölle valitaan riittävän suuri monilokeroastia, jotta monilokeroastialla voidaan pitää sama tyhjennysrytmi kuin se olisi muovin ja kartongin yksilokeroastioilla. Näin voi olla esimerkiksi korvattaessa 240 litran astiat 660 litran monilokeroastialla.

#### *2.8.3.3 Bio- ja sekajätteen kaksilokerokeräys velvoiterajalla viisi*

Monilokerokeräyksen herkkyytarkasteluvaihtoehdossa 3 tarkastellaan biojätteen ja sekajätteen keräyksestä aiheutuvia kustannuksia ja ilmastolämpenemisvaikutusta, kun biojäte kerätään kaksilokerokeräyksellä yhdessä sekajätteen kanssa tarkastelukuntien kaikilta vähintään viiden huoneiston kiinteistöiltä. Samalla kaksilokeroautolla kerätään 1-4 huoneiston kiinteistöiltä sekajäteastia. Laskennassa on oletettu, että uusien biojätekeräykseen liittyvien kiinteistöjen biojäteastiatyhjennykset sovitetaan olemassa olevien sekajäteastiatyhjennysvälien rytmiin. Tällöin siirtymät keräyspisteiden välillä pysyvät samoina kuin yksilokerokeräyksessä.

#### *2.8.3.4 Bio- ja sekajätteen kaksilokerokeräys velvoiterajalla yksi*

Monilokerokeräyksen herkkyytarkasteluvaihtoehdossa 4 tarkastellaan biojätteen ja sekajätteen keräyksestä aiheutuvia kustannuksia ja ilmastolämpenemisvaikutusta, kun biojätteen lajitteluvaihtoehto asetetaan tarkastelukunnissa kaikille taajamien asuinkiinteistöille, myös omakotitaloille. Tarkastelussa on oletettu, samoin kuin yksilokerokeräyksessä, että 40 % pienikiinteistöistä liittyy erilliskeräykseen. Näin ollen 60 %:lta pienikiinteistöistä tyhjenetään vain sekajäteastia. Lisäksi on oletettu, että biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli on kaksi viikkoa vuodenajasta riippumatta. Tämä on useissa tapauksissa lyhyempi kuin sekajäteastian aiempi tyhjennysväli, joten jäteauto joutuu käymään kiinteistöllä aiempaa useammin.

### **2.8.4 Korttelikeräys**

Yhtenä keräysvaihtoehtona tarkasteltiin korttelikeräystä, jossa pienikiinteistöjen jätteenkeräys toteutetaan yhteisillä korttelikeräyspisteillä. Laskennassa oletetaan, että korttelikeräyspisteillä hoidetaan biojätteen sekä pakkausjätteiden erilliskeräys. Sekajätteen keräystä ei ole huomioitu.

Tarkastelukuntien osalta ei pystytty tekemään tarkkaa kartoitusta siitä, kuinka suuressa osassa kuntien pienikiinteistöistä jätteenkeräys olisi mahdollista järjestää korttelikeräyksenä tai millä tarkastelukuntien alueilla korttelikeräys olisi mahdollista toteuttaa. Korttelikeräyksen mallinnus on tehty olettaen, että kaikkien tarkastelukuntien 1-4 huoneiston kiinteistöjen jätehuolto järjestetään korttelikeräyksenä.

Gaia Consulting Oy:n korttelikeräysselvityksessä (Pitkämäki et al., 2018) arvioitiin, että korttelikeräyksessä jätteiden keräyspisteitä voi olla yksi 20–50 kotitaloutta kohden, riippuen alueesta. Tässä tarkastelussa on oletettu, että tiheästi asutussa Kunnassa 1 yksi korttelikeräyspiste palvelee keskimäärin 40 asuinkiinteistöä, ja Kunnassa 2 ja 3 keskimäärin 30 asuinkiinteistöä. Keräysastioiden keskimääräiset tyhjennysvälit korttelikeräyspisteillä on arvioitu seuraavasti: biojäte-, kartonki- ja muovipakkausjäteastia oletetaan tyhjennettävän kerran viikossa, metalli- ja lasiastia joka neljäs viikko. Korttelikeräyksessä oletetaan käytettävän vain yksilokeroajoneuvoja.

### 2.8.5 Uusiutuvat polttoaineet keräyksessä

Suomessa jätteenkeräyksen polttoaineena käytetään nykyisin pääosin fossiilista dieseliä. Joillain alueilla keräystä suoritetaan ainakin osittain uusiutuvilla polttoaineilla, kuten biokaasulla. Laskennassa on oletettu, että jätteenkeräyksen polttoaine on fossiilinen diesel. Tässä herkkyystarkastelussa arvioidaan, kuinka paljon pienempi ilmastonlämpenemisvaikutus voidaan saavuttaa, mikäli jätteenkeräys toteutettaisiin fossiilisen dieselin sijaan täysin uusiutuvalla dieselillä tai biokaasulla. Uusiutuvan dieselin on oletettu olevan Nesteen MY-dieseliä.

Uusiutuvan dieselin valmistuksesta ja käytöstä aiheutuva ilmastonlämpenemisvaikutus on noin 9 % fossiilisen dieselin valmistuksesta ja käytöstä aiheutuvasta ilmastonlämpenemisvaikutuksesta. Biokaasun ilmastonlämpenemisvaikutuksen on herkkyystarkastelussa oletettu olevan noin 18 % maakaasun valmistuksen ja käytön ilmastonlämpenemisvaikutuksesta. On otettava kuitenkin huomioon, että biokaasun valmistuksen kasvihuonekaasupäästöt vaihtelevat tuotantolaitoskohtaisesti muun muassa tuotannon metaanihäviöistä tai -vuodoista johtuen.

## 3 TULOKSET

### 3.1 Jättemäärät ja velvoiterajan vaikutus kierrätysasteisiin

Erilliskeräysvelvoitteen kiristämisen oletetaan lisäävän kotitalouksilta erilliskerättyjä jättemääriä. Taulukossa 15 on esitetty, miten kiinteistökeräysvelvoitteen kiristäminen vaikuttaa laskennallisesti erilliskerättyihin jättemääriin (VE 1–3) nykyisillä lajittelukertymillä laskettuna. Taulukossa esitetty erilliskerättyjen jätelajien kokonaismäärä vastaa vuoden 2017 tilastoitua yhdyskuntajätteen kokonaismäärää (Tilastokeskus, 2019a).

**Taulukko 15.** Yhdyskuntajättemäärät ja niissä tapahtuvat muutokset tarkastelluilla erilliskeräysvaihtoehdoilla nykyisillä kotitalouksien lajittelukertymillä laskettuna.

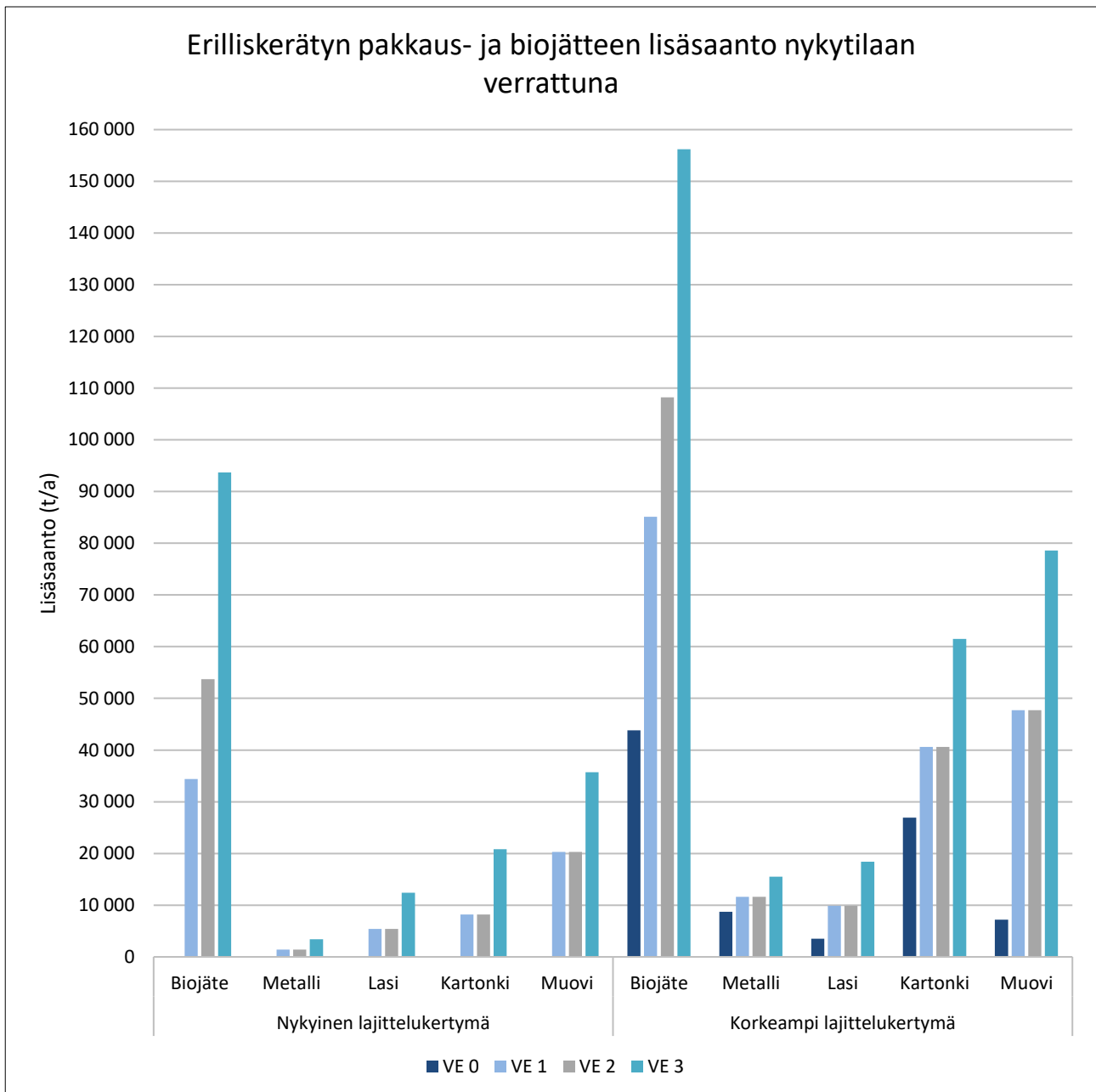
Jätelaji	Tarkennus	Erilliskerätty jättemäärä (t/a)			
		VE 0 (2017)	VE 1	VE 2	VE 3
Sekajäte	Kotitalouksista, julkisista kiinteistöistä ja elinkeinotoiminnasta	1 211 400	1 141 700	1 122 400	1 045 400
Biojäte (kiinteistöiltä erilliskerätty)	Kotitalouksista	92 500	126 900	142 300	158 300
	Julkisista kiinteistöistä ja elinkeinotoiminnasta	171 600	171 600	171 600	171 600
Biojäte (muu)	Biojäte kotikompostointiin	54 800	54 800	58 700	82 700
	Puutarhajäte jäteasemille	71 890	71 890	71 890	71 890
Metalli	RINKI-ekopistekeräyksestä	5 440	4 080	4 080	2 220
	Kunnallisesta keräyksestä	3 560	6 350	6 350	10 160
	PALPA-keräyksestä	17 600	17 600	17 600	17 600
	Muu metalli	129 500	129 500	129 500	129 500
Lasi	RINKI-ekopistekeräyksestä	8 620	6 640	6 640	4 030
	Kunnallisesta keräyksestä	12 560	19 910	19 910	29 560
	PALPA-keräyksestä	52 000	52 000	52 000	52 000
	Muu lasi	1 660	1 660	1 660	1 660
Kartonki	RINKI-ekopistekeräyksestä	16 410	11 370	11 370	3 700
	Kunnallisesta keräyksestä	33 940	47 220	47 220	67 410
	Muu kartonki	250 820	250 820	250 820	250 820
Muovi	RINKI-ekopistekeräyksestä	5 790	2 970	2 970	820
	Kunnallisesta keräyksestä	1 380	24 450	24 450	42 060
	PALPA-keräyksestä	12 600	12 600	12 600	12 600
	Muu muovi	15 380	15 380	15 380	15 380
Muu yhdyskuntajäte	Erilliskerätty paperijäte, puujäte, sähkö- ja elektroniikkalaiteromu ja muut	642 180	642 180	642 180	642 180

Taulukossa 16 on esitetty jätekertymät olettaen, että asukkaiden keskimääräiset lajittelukertymät kasvavat aiemmin esitetyn taulukon 4 mukaisesti. Korkeamman lajittelukertymän oletettiin vaikuttavan vain kotitalouksien jättemääriin.

**Taulukko 16.** Yhdyskuntajättemäärät ja niissä tapahtuvat muutokset tarkastelluilla erilliskeräysvaihtoehdoilla korkeammilla kotitalouksien lajittelukertymillä laskettuna.

Jätelaji	Tarkennus	Erilliskerätty jätemäärä (t/a)			
		VE 0 (2017)	VE 1	VE 2	VE 3
Sekajäte	Kotitalouksista, julkisista kiinteistöistä ja elinkeinotoiminnasta	1 121 300	1 016 500	993 300	881 200
Biojäte (kiinteistöiltä erilliskerätty)	Kotitalouksista	125 400	166 700	185 100	204 300
	Julkisista kiinteistöistä ja elinkeinotoiminnasta	171 600	171 600	171 600	171 600
Biojäte (muu)	Biojäte kotikompostointiin	65 700	65 700	70 400	99 200
	Puutarhajäte jäteasemille	71 890	71 890	71 890	71 890
Metalli	RINKI-ekopistekeräyksestä	10 870	8 160	8 160	4 440
	Kunnallisesta keräyksestä	6 850	12 420	12 420	20 050
	PALPA-keräyksestä	17 600	17 600	17 600	17 600
	Muu metalli	129 500	129 500	129 500	129 500
Lasi	RINKI-ekopistekeräyksestä	10 350	7 960	7 960	4 840
	Kunnallisesta keräyksestä	14 280	23 110	23 110	34 680
	PALPA-keräyksestä	52 000	52 000	52 000	52 000
	Muu lasi	1 660	1 660	1 660	1 660
Kartonki	RINKI-ekopistekeräyksestä	27 360	18 950	18 950	6 170
	Kunnallisesta keräyksestä	49 920	72 040	72 040	105 690
	Muu kartonki	250 820	250 820	250 820	250 820
Muovi	RINKI-ekopistekeräyksestä	11 580	5 940	5 940	1 630
	Kunnallisesta keräyksestä	2 760	48 910	48 910	84 120
	PALPA-keräyksestä	12 600	12 600	12 600	12 600
	Muu muovi	15 380	15 380	15 380	15 380
Muu yhdyskuntajäte	Erilliskerätty paperijäte, puujäte, sähkö- ja elektroniikkalaiteromu ja muut	642 180	642 180	642 180	642 180

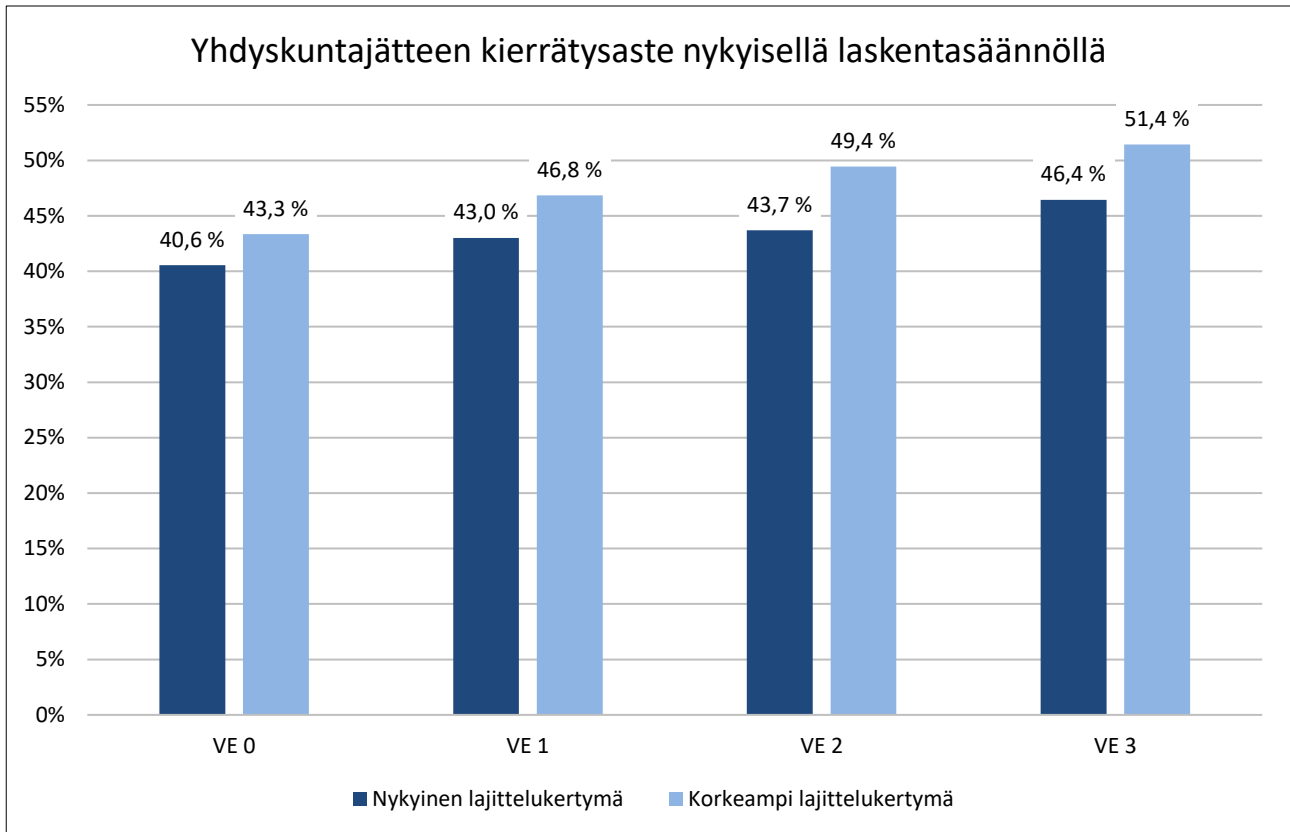
Jätelajikohtaiset erilliskerätyt lisäsaannot nykytilaan (vuoden 2017 jätetilastoon) verrattuna eri tarkasteluvaihtoehdoilla on esitetty kuvassa 4. Lisäsaannot on laskettu nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä.



**Kuva 4.** Jätelajikohtaiset erilliskeräykseen ohjautuvat lisäsaannot nykyisillä sekä korkeammilla lajittelukertymillä. Biojätteen osalta lisäsaanto sisältää myös kotikompostoidut biojätteet.

Kuvasta 4 havaitaan, että velvoiterajan kiristyminen lisää eniten erilliskerätyn ja kotikompostoidun biojätteen määrää. Erilliskeräyksen laajentaminen lisäisi myös kierrätettävän muovipakkausjätteen määrää merkittävästi. Lisäksi tulokset havainnollistavat, kuinka suuri vaikutus kotitalouksien lajittelukertymillä on erilliskerätyihin hyötyjätteiden määriin.

Kuvassa 5 on esitetty yhdyskuntajätteen kierrätysaste nykyistä yhdyskuntajätteen kierrätysasteen laskentasääntöä käyttäen ja lisäksi olettaen, että kierrätykseen päätyy lisäsaanto, joka laajennetulla kiinteistöjen erilliskeräyksellä saadaan kerättyä.

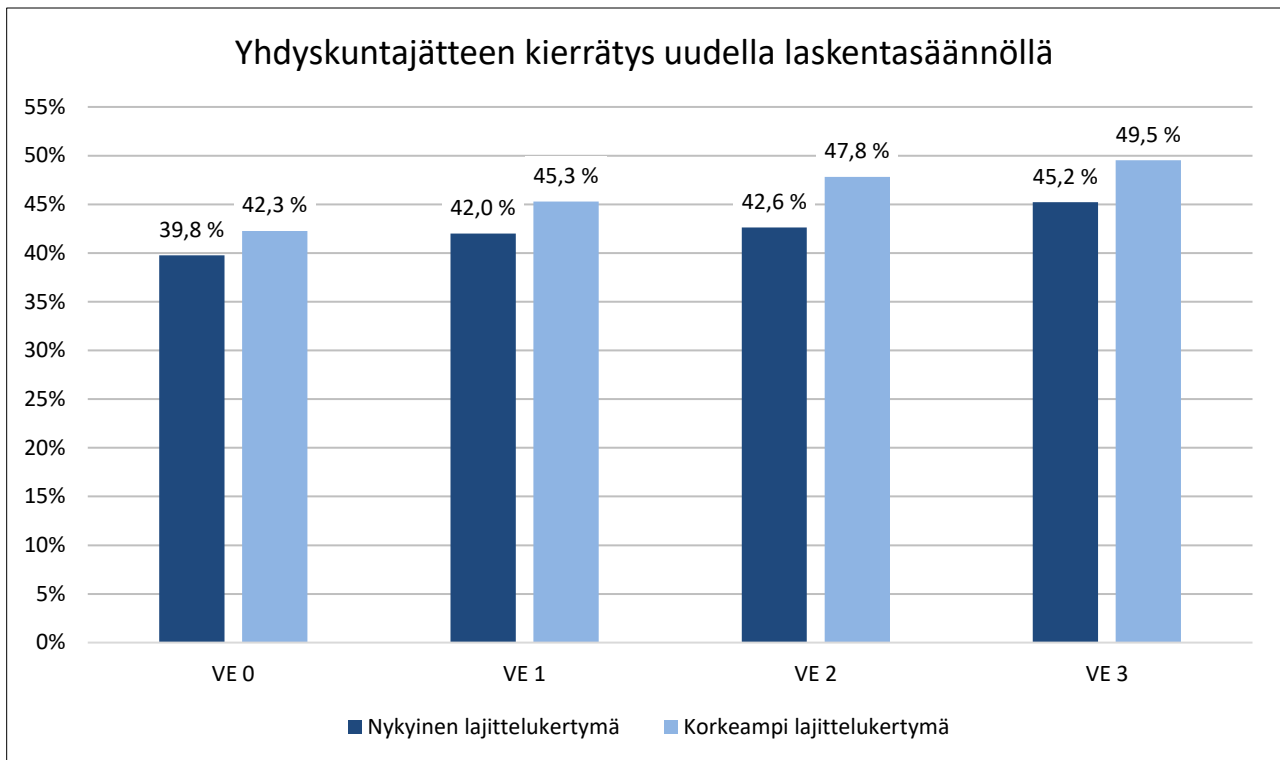


**Kuva 5.** Yhdyskuntajätteen kierrätysaste nykyisillä ja korkeammilla kotitalouksien lajittelukertymillä, kun kierrätysaste on laskettu nykyisellä kierrätysasteen laskentasäännöllä.

Tulokset osoittavat, että kotitalouksien laajemmalla erilliskeräyksellä ja korkeammilla lajittelukertymillä voitaisiin tarkastelluilla erilliskeräysvaihtoehdoilla saavuttaa korkeintaan noin 51 %:n kierrätysaste. EU:n asettamien korkeampien kierrätysasteiden (55 % vuoteen 2025, 60 % vuoteen 2030 ja 65 % vuoteen 2035 mennessä) saavuttaminen edellyttää myös hallinto-, palvelu- ja elinkeinotoiminnan jätteen kierrätyksen lisäämistä, jota ei tässä selvityksessä tarkasteltu. Tulokset osoittavat lisäksi, että kotitalouksien lajittelukertymän kasvaminen lisää yhdyskuntajätteen kierrätysastetta huomattavasti: VE 2:ssa jopa noin 6 prosenttiyksikköä. Kotitalouksien lajittelukertymän kasvaminen on täten tarpeellista yhdyskuntajätteen kierrätysasteen nostamiseksi.

Kuvassa 6 on esitetty yhdyskuntajätteen kierrätysaste soveltaen LASSE-raportin (Tilastokeskus, 2019b) mukaista laskentaa olettaen, että bio- ja pakkausjätteen erilliskeräyksen lisäsaanto toimitetaan kierrättäjille. Uuden laskentasäännön mukaan kierrätetyn jätteen määrä lasketaan siten, että kierrätykseen ohjautuvasta jätemäärästä vähennetään kierrätykseen kelpaamattomat rejektit. Selvityksessä on oletettu, että jätevoimalakuonista erotetut metallit voidaan tämän uuden laskentasäännön mukaan lisätä kierrätettyyn jätemäärään. Kierrätysasteiden laskennassa huomioidut rejektien määrät ovat erisuuruiset pantillisille ja pantittomille pakkausjätteille. Jätelajeista suurin vaikutus uudella laskentasäännöllä on muovipakkausjätteisiin, joista vähennettävä rejektin määrä on oletusarvoisesti 25 % kierrätyslaitokselle ohjautuvasta jätemäärästä.





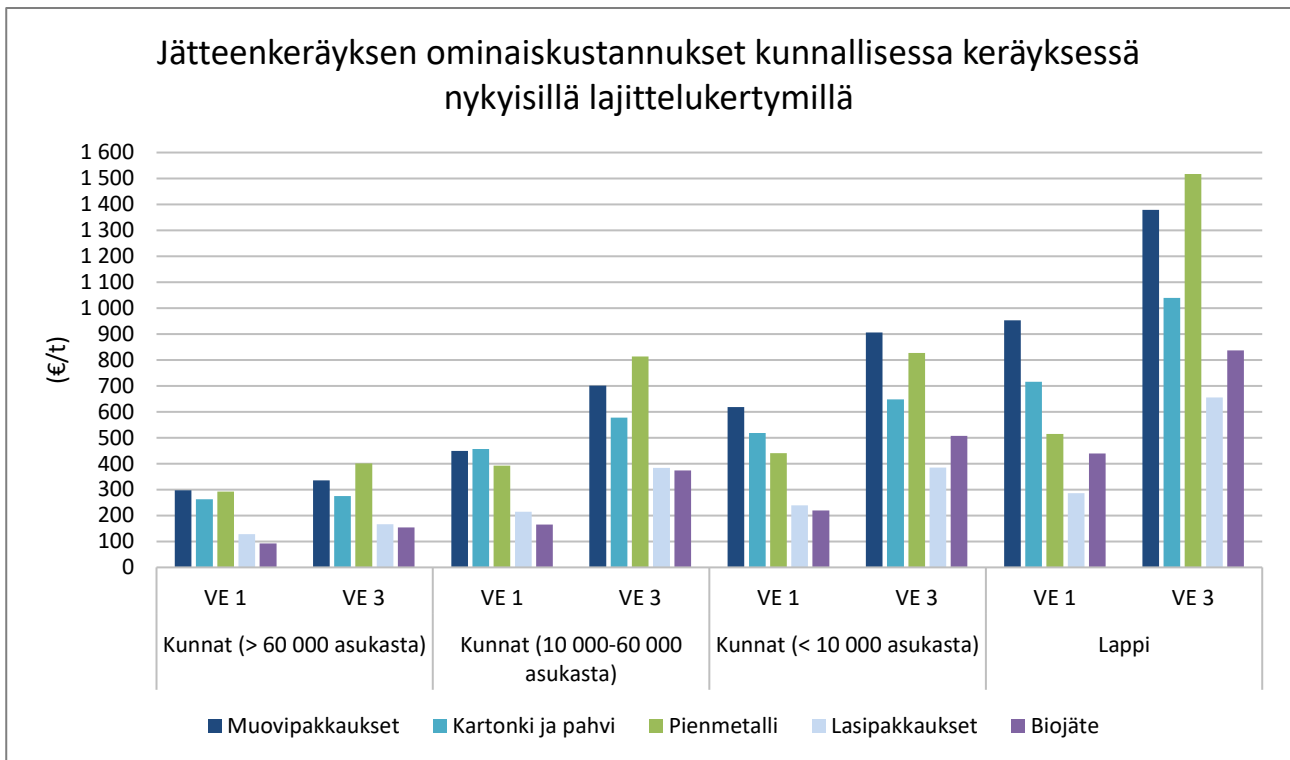
**Kuva 6.** Yhdyskuntajätteen kierrätysaste nykyisillä ja korkeammilla kotitalouksien lajittelukertymillä, kun kierrätysaste on laskettu uudella laskentasäännöllä, jossa rejektien vaikutus kierrätysasteeseen on huomioitu LASSE-raportin mukaisella laskentatavalla.

Kuten kuvasta 6 nähdään, pakkausjätteiden rejektien vähentäminen kierrätetystä jätemäärästä pienentää nykytilan (VE 0) yhdyskuntajätteen kierrätysastetta on noin 0,8 prosenttiyksikköä nykyiseen laskentasääntöön verrattuna. Tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa (VE 1-3) kierrätysaste olisi noin 1,0–1,9 prosenttiyksikköä pienempi nykyisen laskentamenetelmän mukaiseen kierrätysasteeseen verrattuna. Todennäköisesti yhdyskuntajätteen kierrätysaste laskee uudella laskentasäännöllä arvioitua enemmän, sillä tässä laskennassa huomioitiin vain pakkausjätteiden rejektit eikä esimerkiksi biojätteen tai muiden jätelajien rejektejä. Uudella laskentasäännöllä laskettuna yhdyskuntajätteen kierrätysaste jäisi kaikissa tarkasteluvaihtoehdoissa alle 50 %:n, kun erilliskeräysvelvoitteen laajentamisen oletettiin koskevan vain kotitalouksia.

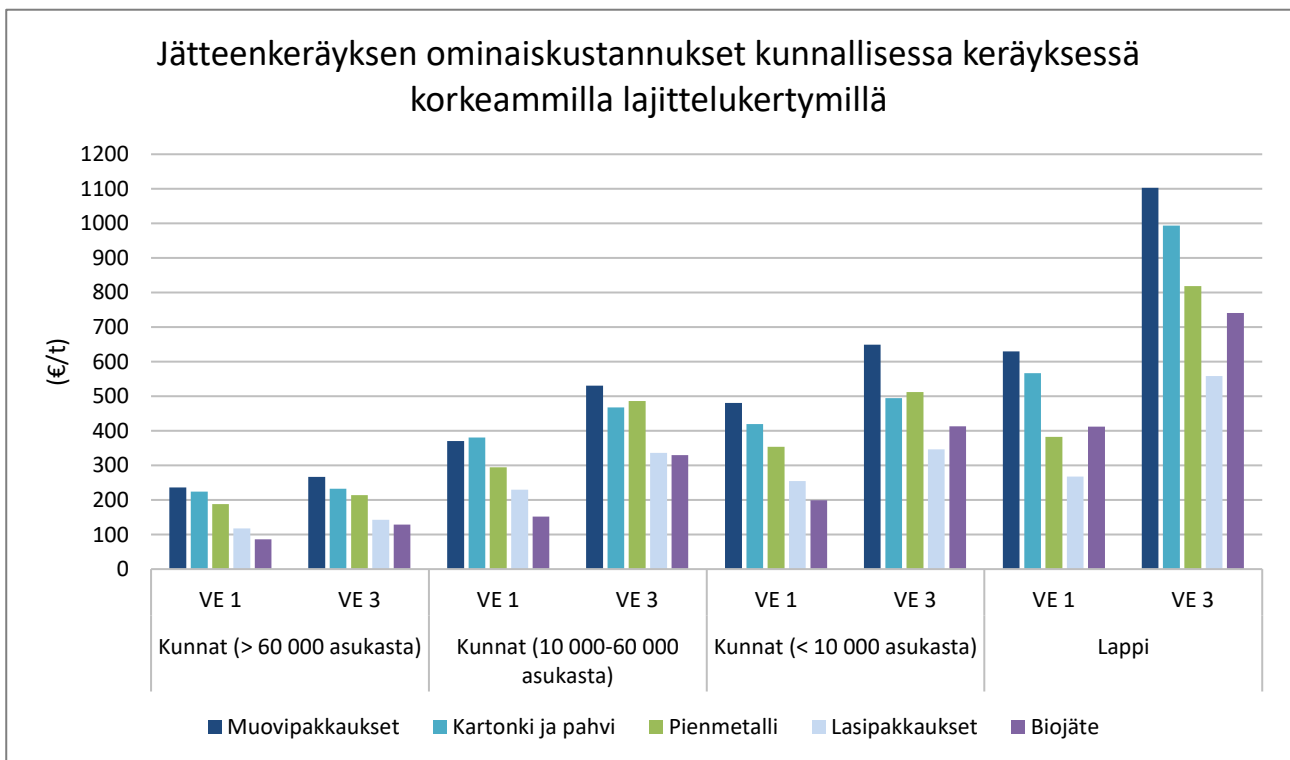
## 3.2 Kustannusvaikutukset

### 3.2.1 Kustannukset kunnalliselle jätehuollolle ja tuottajayhteisöille

Kuvissa 7 ja 8 on esitetty jätteiden erilliskeräyksestä kunnalliselle jätehuollolle aiheutuvat jätelajikohtaiset ominaiskustannukset (€/t) erilliskeräysvaihtoehdoissa 1 ja 3 (VE 1 ja 3) eri tyyppialueilla nykyisillä (kuva 7) ja korkeammilla (kuva 8) lajittelukertymillä. VE 2:lle vastaavia ominaiskustannuksia ei voida määrittää, sillä kyseisessä erilliskeräysvaihtoehdossa on tarkasteltu biojätteelle päällekkäisiä velvoiterajoja. Pakkausjätteiden osalta VE 2:n ominaiskustannukset vastaavat VE 1:n ominaiskustannuksia. Kuvissa 7 ja 8 esitetyt pakkausjätteen keräyksen ominaiskustannukset sisältävät sekä kiinteistökeräyksen että kuntien RINKI-ekopistekeräystä täydentävän ekopistekeräyksen.



Kuva 7. Jätteenkeräyksen ominaiskustannukset (€/t) kunnallisessa keräyksessä nykyisillä lajittelukertymillä.

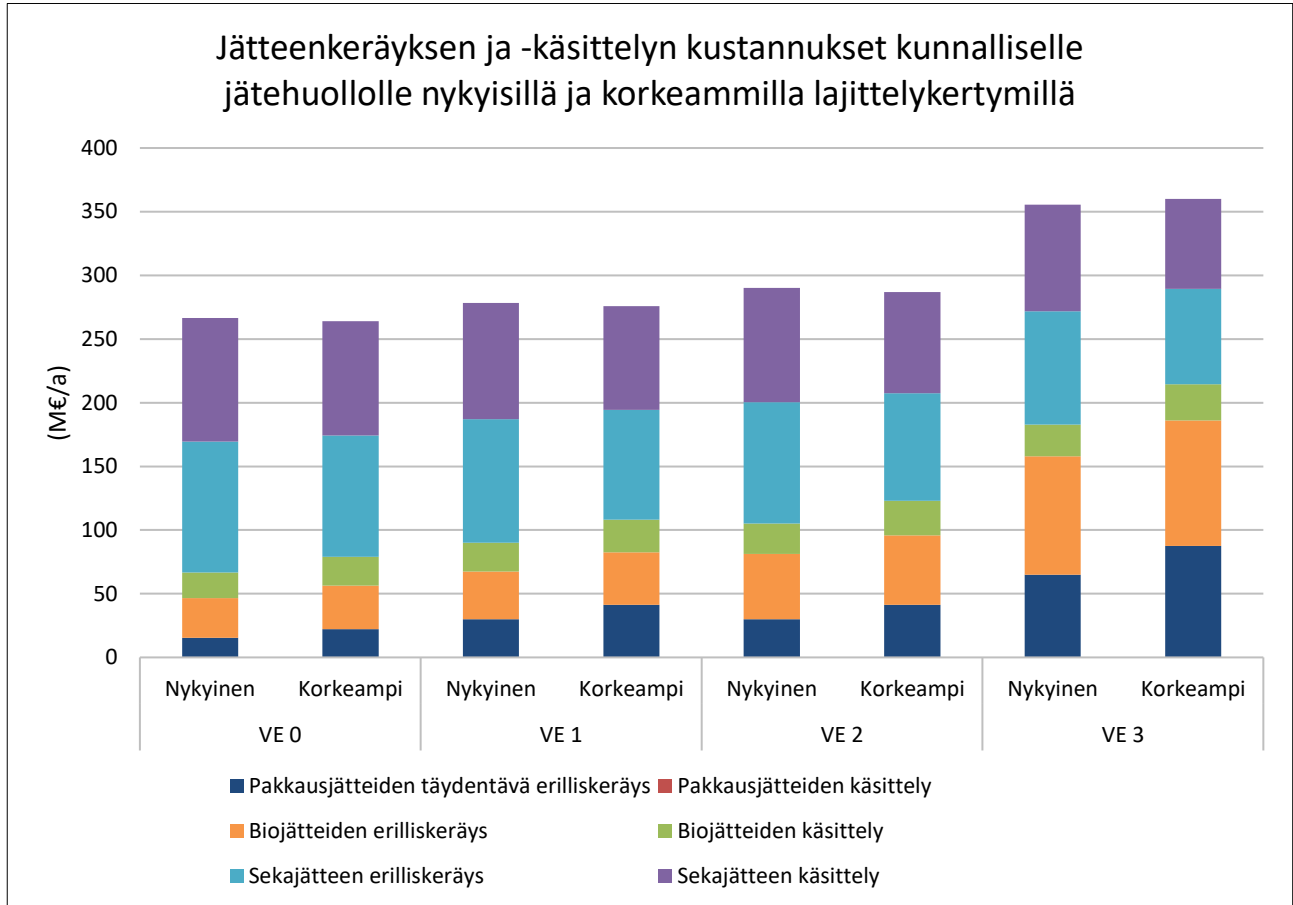


Kuva 8. Jätteenkeräyksen ominaiskustannukset (€/t) kunnallisessa keräyksessä korkeammilla lajittelukertymillä.

Kuvista 7 ja 8 nähdään, että kunnalliselle jätehuollolle aiheutuvat erilliskeräyksen ominaiskustannukset ovat pienissä kunnissa (< 10 000 asukasta) huomattavasti suuremmat kuin suurissa kunnissa (> 60 000 asukasta). Lapissa ominaiskustannukset erilliskeräysvaihtoehdossa 3 (VE 3) ovat noin 280-450 % suuremmat kuin suurissa kunnissa (> 60 000 asukasta) nykyisillä lajittelukertymillä. Korkeammilla lajittelukertymillä ominaiskustannukset ovat vastaavasti 280-480 % suuremmat Lapissa kuin suurissa kunnissa (VE 3). Yllä

esitetyt kuvat lisäksi osoittavat, että jätelajikohtaiset ominaiskustannukset vähenevät lajittelukertymien kasvaessa.

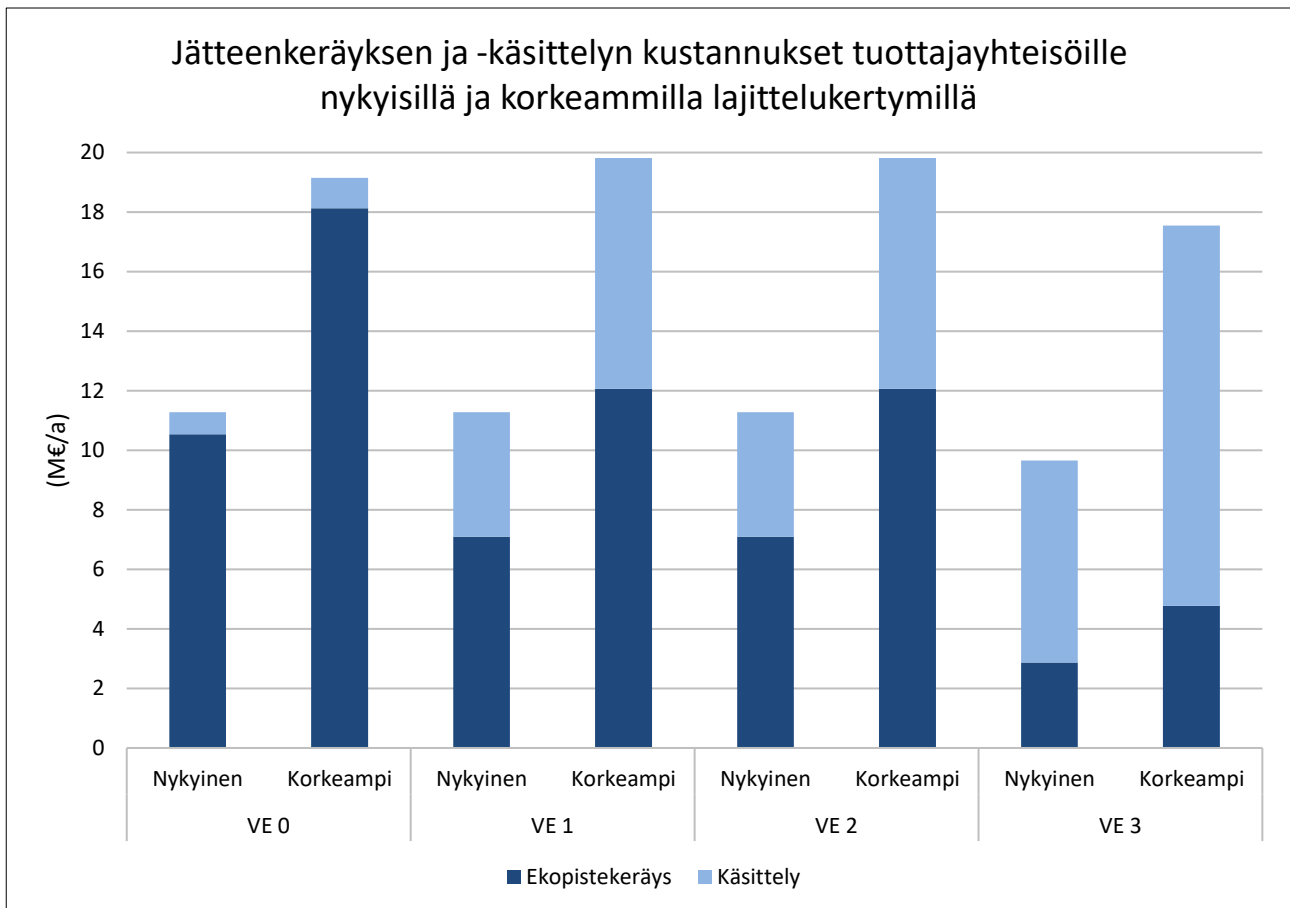
Jätteenkeräyksen ja -käsittelyn arvioidut kokonaiskustannukset kunnalliselle jätehuollolle on esitetty kuvassa 9. Kustannukset on laskettu sekä nykyisillä että korkeammilla lajittelukertymillä.



**Kuva 9.** Kunnalliselle jätehuollolle aiheutuvat jätteenkeräyksen ja -käsittelyn valtakunnalliset kokonaiskustannukset nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä.

Tulosten perusteella jätteenkeräyksestä ja -käsittelystä kunnalliselle jätehuollolle aiheutuvat kustannukset kasvavat nykyisillä lajittelukertymillä VE 1:ssä noin 12 M€, VE 2:ssa noin 24 M€ ja VE 3:ssa noin 89 M€ vuodessa. Tulosten perusteella korkeammilla lajittelukertymillä kokonaiskustannukset ovat samansuuruiset tai hieman pienemmät kuin nykyisillä lajittelukertymillä laskettuna. Pienempi kustannus johtuu sekajätteenkeräyksellä ja -käsittelyllä saavutettavista säästöistä, kun sekajätteen määrä vähenee johtuen pienempiin keräyskustannuksiin ja porttimaksuihin.

Jätteenkeräyksen ja -käsittelyn arvioidut kokonaiskustannukset tuottajayhteisöille on esitetty kuvassa 10. Kustannukset on laskettu sekä nykyisillä että korkeammilla lajittelukertymillä. Kustannukset on arvioitu nykyisen kustannusjakauman perusteella, eli tuottajayhteisöt maksavat vain pakkausjätteiden RINKI-ekopistekeräyksestä ja kierrätyksestä. EU:n jätedirektiivi (2018/851) edellyttää, että tuottajien tulisi maksaa vähintään 80 % pakkausjätteen erilliskeräyksen sekä sen jälkeisen kuljetuksen ja käsittelyn kustannuksista. Tuottajayhteisöjen olisi tämän veloitteen täyttämiseksi mahdollisesti maksettava kunnille kompensatioita, joiden seurauksena tuottajayhteisöille aiheutuvat kulut olisivat suuremmat kuin kuvassa 10 on esitetty.

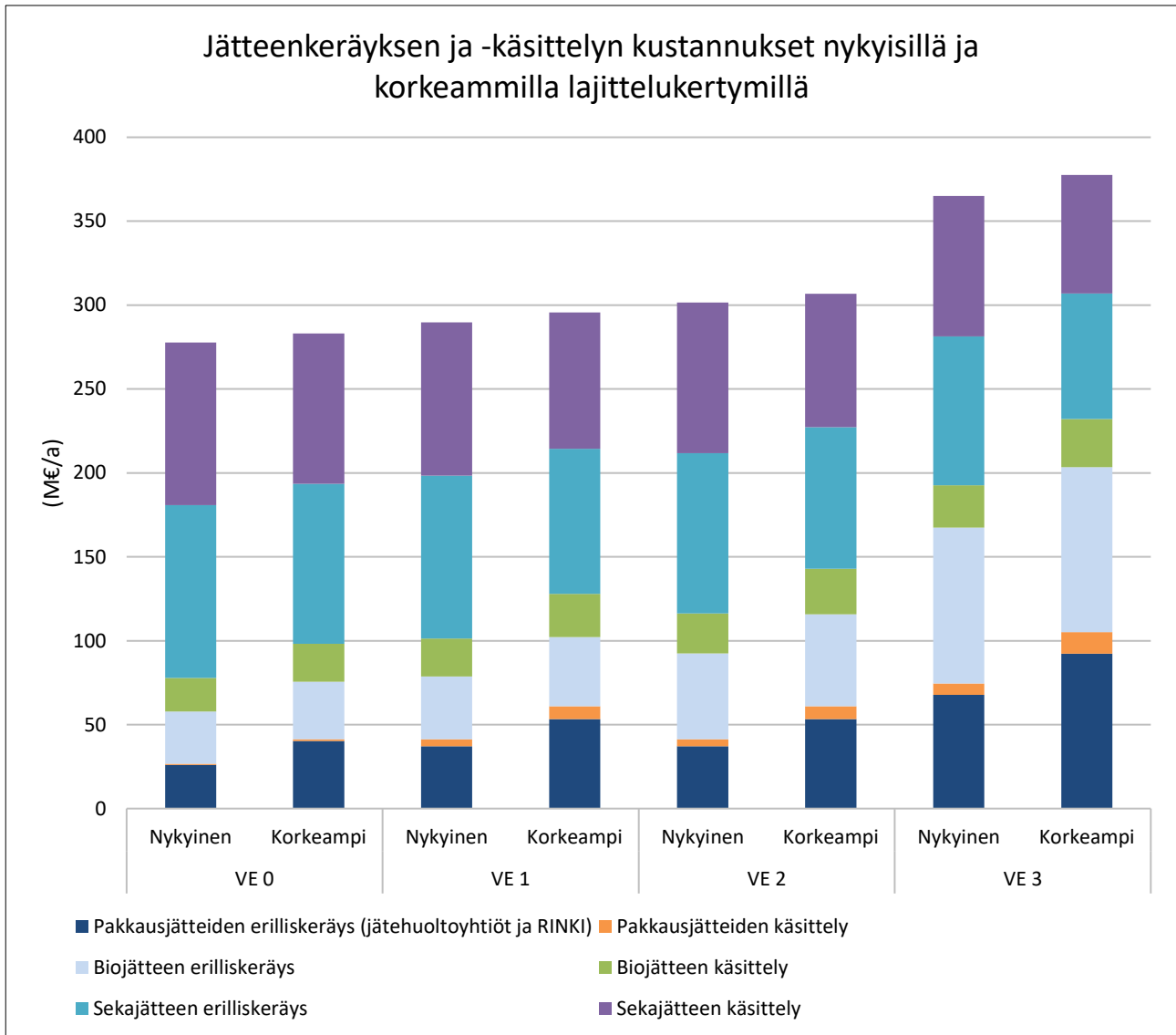


**Kuva 10.** Jätteenkeräyksen ja -käsittelyn kustannukset tuottajayhteisöille.

Tulosten perusteella tuottajayhteisöjen kokonaiskustannuksissa ei aiheutuisi merkittävää muutosta nykytilasta olettaen, että tuottajayhteisöt eivät osallistu jätedirektiivin mukaisesti kunnallisen keräyksen kustannuksiin. Erilliskerättyjen pakkausjättemäärien kasvaessa tuottajayhteisöjen käsittelykustannukset kasvavat nykyisestä, kun vastaavasti ekopistekeräyksen kustannukset vähenevät. Käsittelykustannusten kasvu johtuu pääosin muovipakkausjätteen käsittelyn porttimaksusta, koska muovipakkausjätteen määrä kasvaa erilliskeräysvaihtoehdoissa enemmän kuin muiden pakkausjätteiden. Ekopistekeräyksen kustannus laskee, kun yhä suurempi osa lajittelukertymästä ohjautuu kiinteistökeräykseen. Vähentyvän ekopistekertymän myötä ekopisteastioiden tyhjennystarve vähenee, ja oletettavasti osa ekopisteistä poistetaan käytöstä.

On otettava huomioon, että RINKI-ekopistekeräyksen kustannukset on arvioitu käyttäen keräykselle samaa ominaiskustannusta erilliskeräysvaihtoehdosta riippumatta. On kuitenkin oletettavaa, että keräyksen kustannustehokkuus heikkenee ekopistekertymien pienentyessä, jolloin ominaiskustannus kasvaisi nykyistä suuremmaksi. Tätä muutosta ei ole kuitenkaan arvioitu tässä selvityksessä, ja sen vuoksi esitetyt keräyskustannukset ovat vaihtoehdoissa 1–3 todennäköisesti alhaisemmat kuin todellisuudessa.

Jätteenkeräyksen ja -käsittelyn kokonaiskustannukset kunnalliselle jätehuollolle ja tuottajayhteisöille nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä on esitetty kuvassa 11. Kuva on yhdistelmä kahdesta edellisestä kuvasta.



**Kuva 11.** Jätteenkeräyksen ja -käsittelyn kokonaiskustannukset kunnalliselle jätehuollolle ja tuottajayhteisöille nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä.

Tulokset osoittavat, että kotitalouksien velvoite- ja laajentaminen lisää jätehuollon, pois lukien hallinnoinnista, viestinnästä ja asiakaspalvelusta aiheutuvia, kokonaiskustannuksia noin 12–100 M€ erilliskeräysvaihtoehdosta ja asukkaiden lajittelukertymistä riippuen. Kokonaiskustannukset ovat korkeammilla lajittelukertymillä noin 2–3 % suuremmat kuin nykyisillä lajittelukertymillä.

Kuluttajapakkausjätteiden keräys- ja käsittelykustannusten on nykyisin arvioitu olevan noin 27 M€. VE 1:llä ja 2:lla pakkausjätteiden keräys- ja käsittelykustannus olisi valtakunnallisesti noin 41 M€ vuodessa nykyisillä lajittelukertymillä ja noin 61 M€ korkeammilla lajittelukertymillä laskettuna. VE 3:lla pakkausjätteiden keräys- ja käsittelykustannus olisi valtakunnallisesti noin 75 M€ vuodessa nykyisillä lajittelukertymillä ja noin 105 M€ korkeammilla lajittelukertymillä laskettuna.

Erilliskeräyksen laajentuessa bio- ja pakkausjätteen keräys- ja käsittelykustannukset kasvavat huomattavasti enemmän kuin sekajätteen keräys- ja käsittelykustannukset pienenevät. Säästöt sekajätteen keräyksessä ja käsittelyssä kohdistuvat kunnalliselle jätehuollolle. Kerättäessä bio- ja pakkausjätteet kaikilta asuinkiinteistöiltä taajamissa (VE 3) keräyskustannusten osuus kasvaa huomattavasti. Nykyisillä

lajittelukertymillä jätteenkeräyksen osuus kokonaiskustannuksista on noin 58–68 %, kun taas korkeammilla lajittelukertymillä keräyksen osuus on noin 60–70 %.

### 3.2.2 Investointikustannukset

#### 3.2.2.1 Keräyskalusto

Jätteen erilliskeräyksen laajentuessa keräysajoneuvoihin tarvittavat investointikustannukset vaihtoehtoisissa (VE 1-3) on esitetty taulukossa 17. Investointikustannukset on arvioitu erilliskeräykseen kuluvan ajan perusteella.

**Taulukko 17.** Keräysajoneuvojen tarvittava lisäys sekä investointikustannukset vaihtoehtoisilla velvoiterajoilla.

Erilliskeräysvaihtoehdot	VE 1	VE 2	VE 3
Erilliskeräyksen laajentuessa keräysajoneuvoja tarvitaan lisää nykyiseen verrattuna (kpl)	41	92	349
Investointikustannus (M€)	7,8	17,6	66,3

Taulukossa esitetyt investointikustannukset ja niiden kuoletukset on sisällytetty keräyskustannuksiin (laskennassa käytetty 70 €/h). Siten ne sisältyvät jo edellä aluvuossa 3.2.1 esitettyihin jätteenkeräyksen kustannuksiin.

#### 3.2.2.2 Käsittelylaitokset

Erilliskerättävien biojättemäärien kasvaessa tarvitaan lisäkapasiteettia biojätteiden biologiseen käsittelyyn. Tässä selvityksessä on oletettu, että biojätteet käsitellään biokaasulaitoksilla. Lisääntyneen käsittelykapasiteetin tarpeen on oletettu johtavan käsittelylaitosinvestointeihin (ks. luku 2.5.2). Käsittelykapasiteetti vaikuttaa vahvasti biokaasulaitoksen investointikustannuksiin. Usean pienen käsittelylaitoksen investointikustannus on huomattavasti suurempi kuin yhden tai muutaman suuren laitoksen. Toisaalta logistisesti usean pienen laitoksen rakentaminen muutaman ison laitoksen sijaan voi olla perusteltua lyhyemmällä kuljetusetäisyyksillä. Taulukossa 18 on esitetty investointikustannukset tarkastelluilla erilliskeräysvaihtoehdoilla olettaen, että nykyisten laitoksen käsittelykapasiteetti ei riitä biojätteen lisäsaannon käsittelyyn ja, että uusien laitosten käsittelykapasiteetti on 5 000–30 000 tonnia biojätettä vuodessa.

**Taulukko 18.** Tarvittava investointikustannus biokaasulaitoksiin vaihtoehtoisilla velvoiterajoilla nykyisillä lajittelukertymillä laskettuna.

Erilliskeräysvaihtoehdot	VE 1	VE 2	VE 3
Lisäys erilliskerättyyn biojättemäärään (käsittelykapasiteetin lisätarve) (t/a)	34 400	49 700	65 700
Investointikustannus (M€)	20–35	29–50	37–69

On otettava huomioon, että osa lisäsaannosta voidaan todennäköisesti käsitellä nykyisillä käsittelylaitoksilla. Lisäksi käsittelykapasiteettia voidaan lisätä olemassa olevien laitosten käsittelykapasiteettia kasvattamalla. Näitä mahdollisuuksia ei ole huomioitu taulukossa 18 esitetyissä luvuissa. Koska biojätteen kuljettaminen pitkien etäisyyksien päähän ei ole kannattavaa, uudet biokaasulaitokset sijoitettaisiin todennäköisesti alueille, joissa kerätyn biojätteen määrä kasvaisi merkittävästi nykyisestä.

### 3.2.2.3 Kiinteistöjen jäteastiat

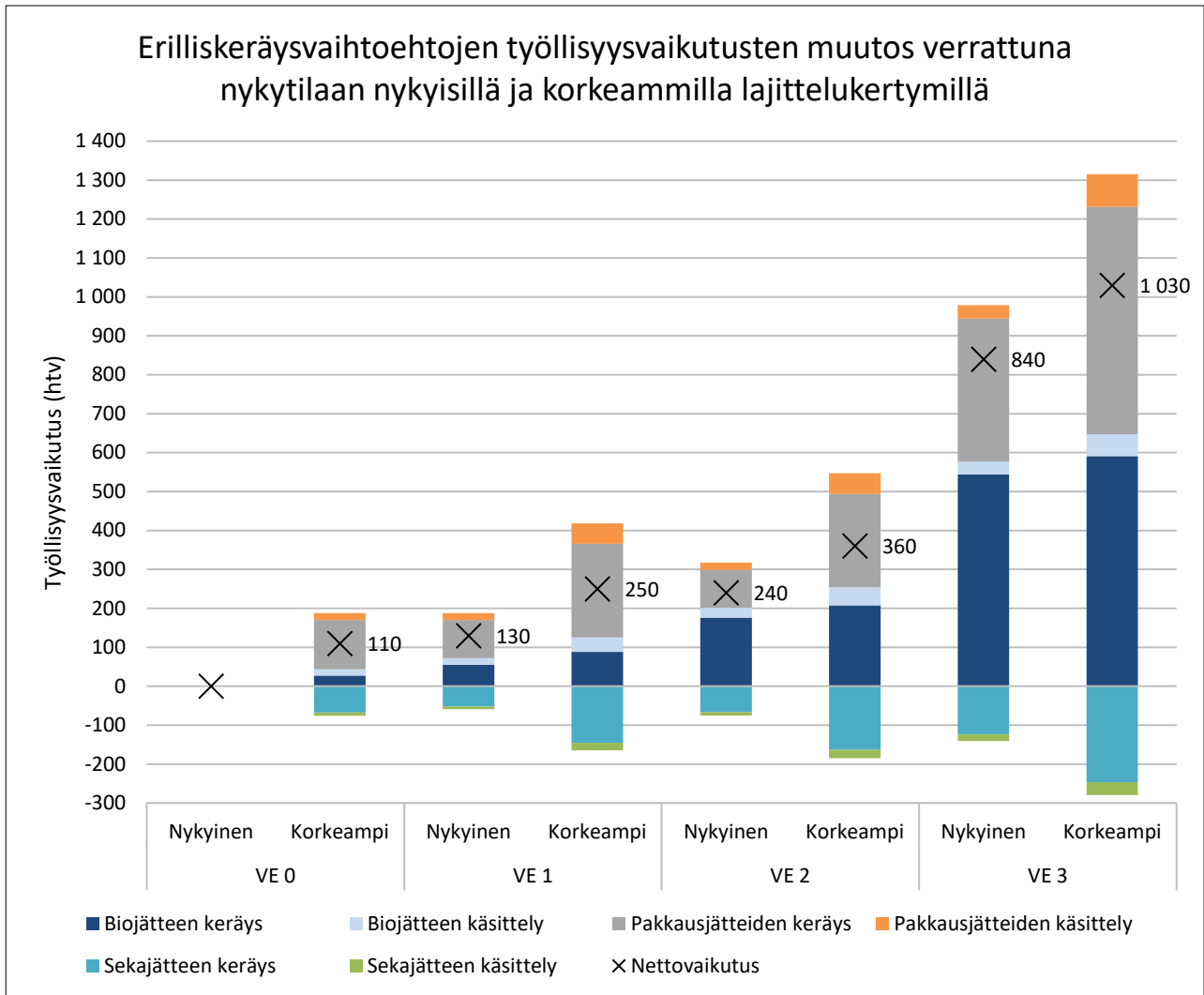
Kotitalouksien keräysastioiden hankintakustannuksia on tässä selvityksessä tarkasteltu yksittäisen kiinteistön näkökulmasta. Kiinteistöille tarvittavien uusien keräysastioiden investointikustannukset on arvioitu olettaen, että kiinteistöille ostetaan uudet keräysastiat erilliskeräyksen laajentuessa (ks. luku 2.5.2). Taulukossa 19 on esitetty investointikustannukset esimerkkikiinteistöille, kun kiinteistö ostaa omat keräysastiat. On huomioitava, että mikäli kiinteistöille ostetaan kompostori keräysastian sijaan, sen investointikustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin jäteastian. Keräysastioiden investointikustannuksia Suomen tasolla ei ole tässä selvityksessä arvioitu, koska riittävän kattavaa tietoa muun muassa jäteastioiden määrästä nykytilassa, niiden lisätarpeesta ja tilantarpeen rajoittavista tekijöistä ei ollut saatavilla.

**Taulukko 19.** Esimerkkikiinteistöille aiheutuvat keräysastioiden investointikustannukset.

Esimerkkikiinteistö	Investointikustannus (€)
Asuinkiinteistö (esim. omakotitalo), joka hankkii 240 l astiat biojätteelle, metallille, lasille, kartongille ja muoville	200-500 €
Asuinkiinteistö (esim. omakotitalo), joka hankkii 240 l astiat metallille, lasille, kartongille ja muoville sekä biojätteelle oman kompostorin	360-1 000 €
Asuinkiinteistö (esim. omakotitalo), joka hankkii 240 l astian biojätteelle ja 4-lokeroastian metallille, lasille, kartongille ja muoville	190-300 €
Asuinkiinteistö (esim. rivitalo), joka hankkii 240 l astiat biojätteelle, metallille ja lasille sekä 660 l astiat kartongille ja muoville	520-1 100 €

## 3.3 Työllisyysvaikutukset

Erilliskeräysvelvoitteen kiristymisen työllisyysvaikutukset henkilötyövuosina (htv) on arvioitu tässä selvityksessä jätteenkeräyksen ja -käsittelyn työllisyysvaikutuksina (ks. luku 2.6). Koska riittävän kattavaa tietoa muun muassa suunnittelun, rakentamisen, asiakaspalvelun ja viestinnän työllisyysvaikutusten arvioimiseksi ei ollut saatavilla selvitystä varten, työllisyysvaikutusten arviointi keskittyi keräyksen ja käsittelyn työllisyysvaikutuksiin, jotka on esitetty kuvassa 12. Kuvassa on esitetty sekä positiiviset että negatiiviset työllisyysvaikutukset nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä muutoksena nykytilaan, jonka arvo on kuvassa 0. Negatiiviset työllisyysvaikutukset syntyvät pienemmästä sekajätteen keräyksen ja käsittelyn tarpeesta.



**Kuva 12.** Jätteenkeräyksen ja -käsittelyn arvioidut työllisyysvaikutukset verrattuna nykytilaan nykyisillä lajittelukertymillä.

Jätteen erilliskeräysvelvoitteen kiristyminen vaikuttaa erityisesti jätteenkeräyksen lisätarpeeseen ja siten keräykseen tarvittavaan työvoimaan. Suurin työllisyysvaikutus olisi erilliskeräysvaihtoehdolla 3 (VE 3), jossa bio- ja pakkausjätteiden keräysvelvoite on asetettu kaikille asuinalueille taajamissa. Tällöin työvoiman tarve jätelajien keräyksessä kasvaisi laskennallisesti nykyisestä yli 800 henkilötyövuodella. Bio- ja pakkausjätteen keräyksen ja käsittelyn positiiviset työllisyysvaikutukset ovat huomattavasti suuremmat kuin vähentyneen sekajätteen keräyksen ja käsittelyn negatiiviset työllisyysvaikutukset. On huomioitava, että työllisyysvaikutukset on arvioitu olettaen, että jätteet kerätään yksilokeroautoilla. Mikäli jätteet kerättäisiin monilokeroautoilla, bio- ja pakkausjätteen positiivinen työllisyysvaikutus olisi pienempi.

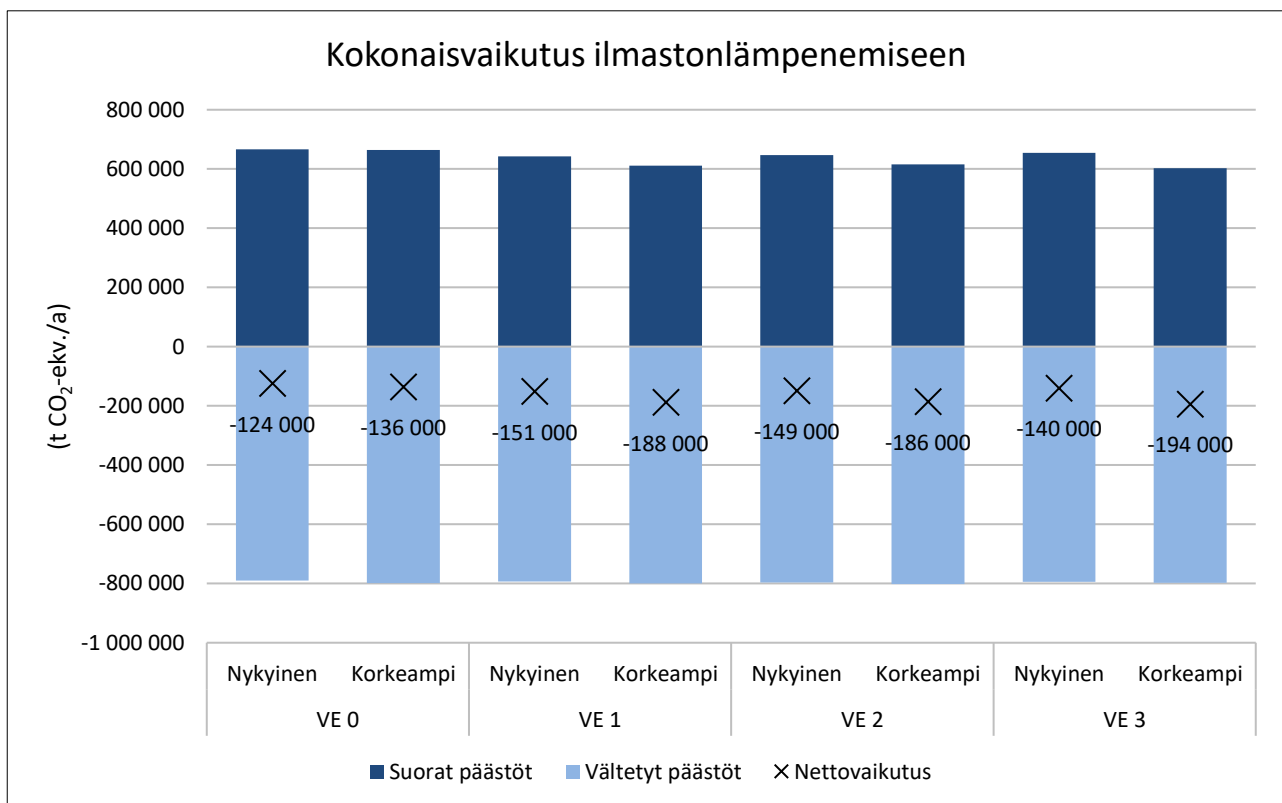
### 3.4 Ympäristövaikutukset

Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset on esitetty seuraavissa alaluissa vaikutusluokittain. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon, että ympäristövaikutukset on arvioitu niiden jätelajien keräykselle ja käsittelylle, joiden määrät muuttuvat kotitalouksien erilliskeräystä laajennettaessa. Siten ympäristövaikutusten arviointi sisältää pantittomien kuluttajapakkausten, erilliskerätyn sekä kotikompostoidun biojätteen ja sekajätteen keräyksen ja käsittelyn.



### 3.4.1 Ilmastonlämpeneminen

Jätehuoltoketjun (sisältäen jätteenkeräyksen, -kuljetuksen ja -käsittelyn sekä kierrätyksen) vaikutukset ilmastonlämpenemiseen nykytilassa (VE 0) ja erilliskeräysvaihtoehdoissa (VE 1-3) nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä on esitetty kuvassa 13. Vaikutukset on esitetty jätehuollon suorina päästöinä sekä vältettyinä päästöinä, eli päästöhyvityksinä, kun jätteestä talteen otetulla energialla tai materiaalilla korvataan muuta tuotantoa. Suorien ja vältettyjen päästöjen summa, eli nettovaikutus, kertoo erilliskeräysvaihtoehdon kokonaisvaikutuksen.



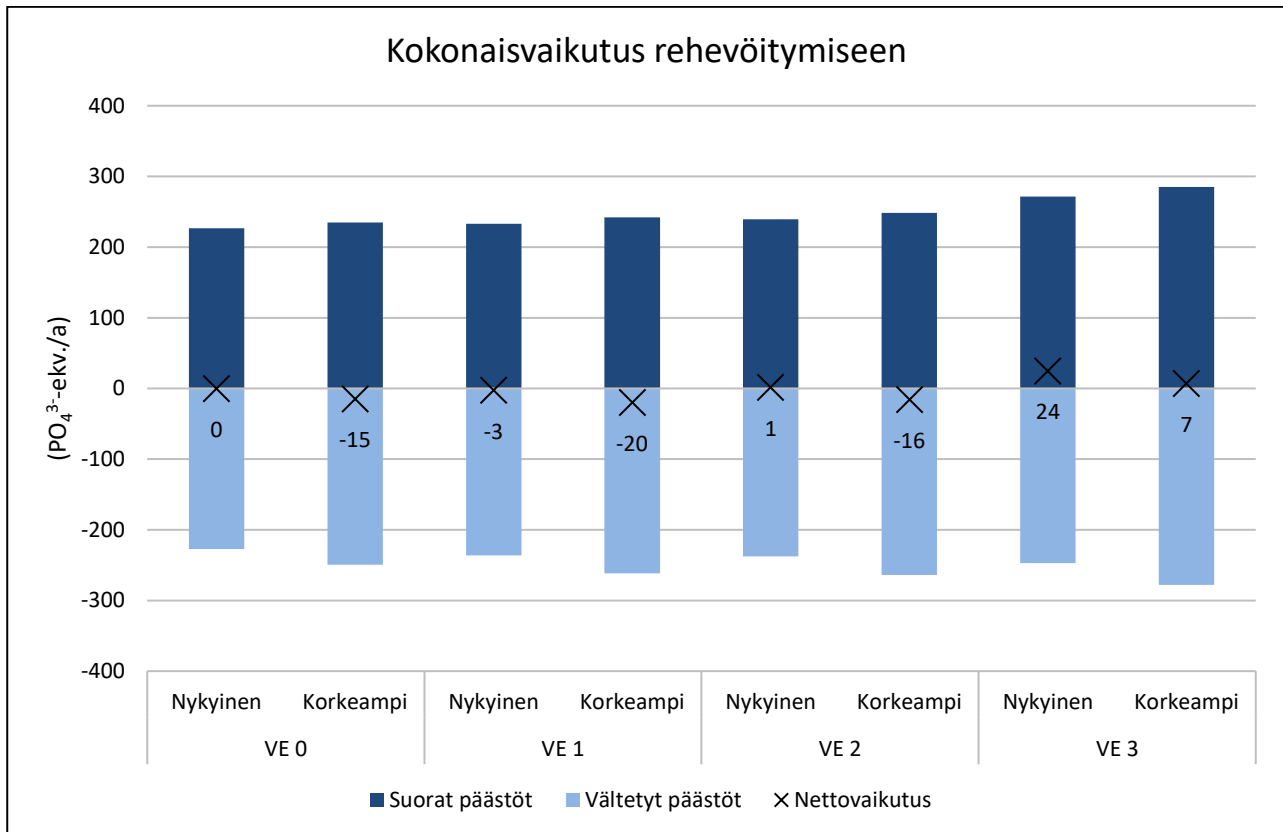
Kuva 13. Keräyksen, käsittelyn ja kierrätyksen kokonaisvaikutukset ilmastonlämpenemiseen.

Tulokset osoittavat, että bio- ja pakkausjätteen erilliskeräyksen laajentamisella saavutetaan ilmastonlämpenemisen kannalta positiivinen kokonaisvaikutus, eli erilliskeräysvaihtoehtojen (VE 1-3) kokonaisvaikutus on nykytilaa (VE 0) pienempi. Suurin ilmastohyöty nykyisillä lajittelukertymillä saavutetaan vaihtoehdolla, jossa erilliskeräysvelvoite koskee kaikkia vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöjä Suomessa (VE 1). Päästövähennys on tällöin noin 27 000 t CO<sub>2</sub>-ekv./a, joka vastaa noin 13 000 henkilöauton keskimääräistä vuosittaista päästöä Suomessa, kun yhdellä autolla ajetaan noin 14 000 kilometriä vuodessa ja dieselautojen osuus on 41 %. Kun jätteenkeräys toteutetaan yksilokeräyksenä, jätteenkeräysvelvoitteen laajentaminen kaikille asuinkiinteistöille taajamissa (VE 3) ei nykyisillä lajittelukertymillä lisää ilmastohyötyjä verrattuna erilliskeräysvaihtoehtoon, jossa bio- ja pakkausjätteet kerätään kaikilta vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöiltä (VE 1). Korkeammilla lajittelukertymillä suurin ilmastohyöty saavutetaan, kun erilliskeräysvelvoite laajennetaan kaikille asuinkiinteistöille taajamissa (VE 3). Korkeammilla lajittelukertymillä CO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästöjä saataisiin laskennallisesti vähennettyä valtakunnallisesti noin 58 000 t CO<sub>2</sub>-ekv./a nykyiseen erilliskeräyksen laajuuteen verrattuna. Tämä vastaa noin 28 000 henkilöauton keskimääräistä vuosittaista päästöä. Kuvasta 13 nähdään lisäksi, kuinka

korkeammilla lajittelukertymillä saavutetaan matalampi nettovaikutus eli suurempi ilmastoehyöty. Tarkemmat jätelajikohtaiset tulokset suorista ja vältetyistä päästöistä on esitetty liitteissä 2-11.

### 3.4.2 Rehevöityminen

Kuvassa 14 on esitetty nykytilan ja erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutus vesistöjen rehevöitymiseen nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä. Tulokset on esitetty samalla tavalla kuin ilmastonlämpenemisvaikutukset, eli jätehuollosta aiheutuvina suorina ja vältettyinä päästöinä, joiden summa kertoo kokonais- eli nettovaikutusta.



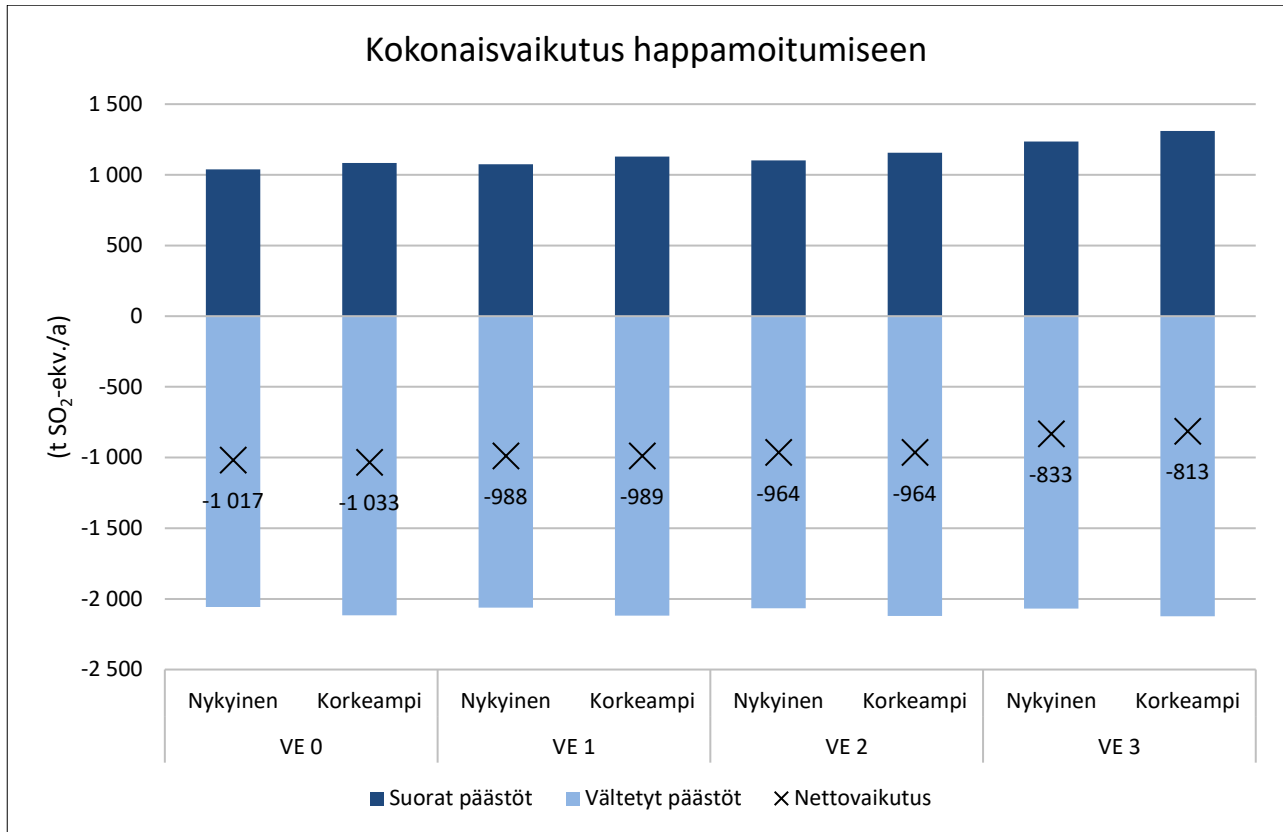
Kuva 14. Keräyksen, käsittelyn ja kierrätyksen kokonaisvaikutukset vesistöjen rehevöitymiseen.

Tulosten perusteella velvoiterajalla viisi (VE 1) voidaan saavuttaa nykytilaa (VE 0) ja muita tarkasteltuja erilliskeräysvaihtoehtoja (VE 2 ja 3) pienempi vaikutus rehevöitymiseen sekä nykyisillä että korkeammilla lajittelukertymillä. Biojätteen käsittely muodostaa merkittävän osuuden suorista päästöistä. Biojätteen käsittelystä aiheutuvat suorat päästöt ovat tulosten perusteella huomattavasti suuremmat kuin biojätteen kierrätyksellä saavutettavat vältetyt päästöt. Tämä aiheutuu pääosin kompostoinnissa vapautuvista typpikaasuista, erityisesti ammoniakkipäästöistä. Laitoskompostoinnissa ammoniakkia (NH<sub>3</sub>) on mahdollista ottaa talteen esimerkiksi pesurein ja biosuodattimin, mutta kotikompostoinnissa vapautuvaa ammoniakkia tai muita typpiyhdisteitä on vaikeampi hallita. Muiden jätelajien osalta keräyksestä ja käsittelystä aiheutuvat suorat päästöt ovat pienemmät kuin saavutettavat päästöhyvitykset. Pakkausjätelajeista suurimmat hyödyt saavutetaan kartongin kierrätyksellä, kun kierrätyskuidulla vältetään neitseellisen sellun tuotantoa.

Käytetyillä laskentaoletuksilla jätteenpolton päästöhyvitykset ovat suuremmat kuin jätteenpolton suorat rehevöitymisvaikutukset. Suurimmat hyvitykset saadaan, kun vältetään kivihiilen ja biomassan poltosta syntyvien typen oksidi -päästöjen (NO<sub>x</sub>) syntymistä energiantuotannossa.

### 3.4.3 Happamoituminen

Kuvassa 15 on esitetty nykytilan ja tarkasteltujen erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutus happamoitumiseen nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä. Tulokset on esitetty samalla tavalla kuin yllä, eli jätehuollosta aiheutuvina suorina ja vältettyinä päästöinä, joiden summa kertoo kokonais- eli nettovaikutuksen.



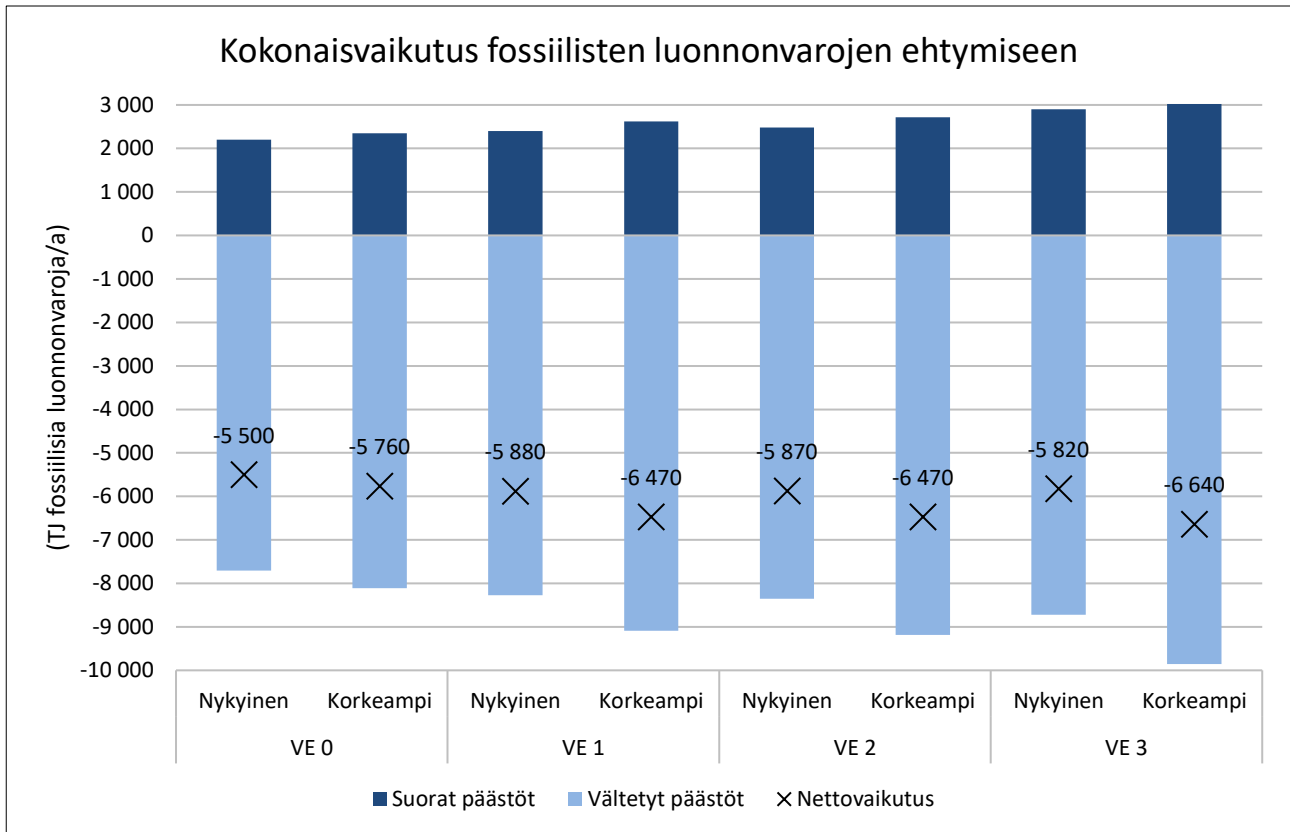
Kuva 15. Keräyksen, käsittelyn ja kierrätyksen kokonaisvaikutukset happamoitumiseen.

Tulosten perusteella velvoiterajan tiukentamisella ei saavuteta nykyistä pienempää happamoitusvaikutusta. Sekajätteen energiahyödyntämisellä saavutettavat päästöhyödyt ovat käytetyillä korvasoletuksilla merkittävästi suuremmat kuin poltosta aiheutuvat happamoitumista aiheuttavat päästöt. Merkittävimmät happamoitumista aiheuttavat päästöt ovat rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>) sekä typen oksidit (NO<sub>x</sub>). Suurin yksittäinen tulokseen vaikuttava tekijä on kivihiilellä tuotetun energian korvaaminen jätteenpoltossa tuotetulla energialla, jolloin vältetään kivihiilen poltossa muodostuvia SO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-päästöjä.

Hyötyjätteiden käsittelyn vaikutuksista biojätteen käsittelyllä on merkittävin happamoitusvaikutus. Biojätteen keräyksen ja käsittelyn suorat päästöt ovat merkittävästi suuremmat kuin saavutettavat päästöhyödyt. Merkittävimmät happamoitusvaikutusta aiheuttavat päästöt ovat ammoniakkipäästöt (NH<sub>3</sub>) biojätteen käsittelystä (laitos- ja kotikompostointi) ja SO<sub>2</sub>-päästöt biokaasun energiahyödyntämisestä.

### 3.4.4 Fossiilisten luonnonvarojen ehtyminen

Kuvassa 16 on esitetty nykytilan ja tarkasteltujen erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutus fossiilisten luonnonvarojen ehtymiseen nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä. Tulokset on esitetty samalla tavalla kuin yllä, eli jätehuollosta aiheutuvina suorina ja vältettyinä päästöinä, joiden summa kertoo kokonais- eli nettovaikutuksen.

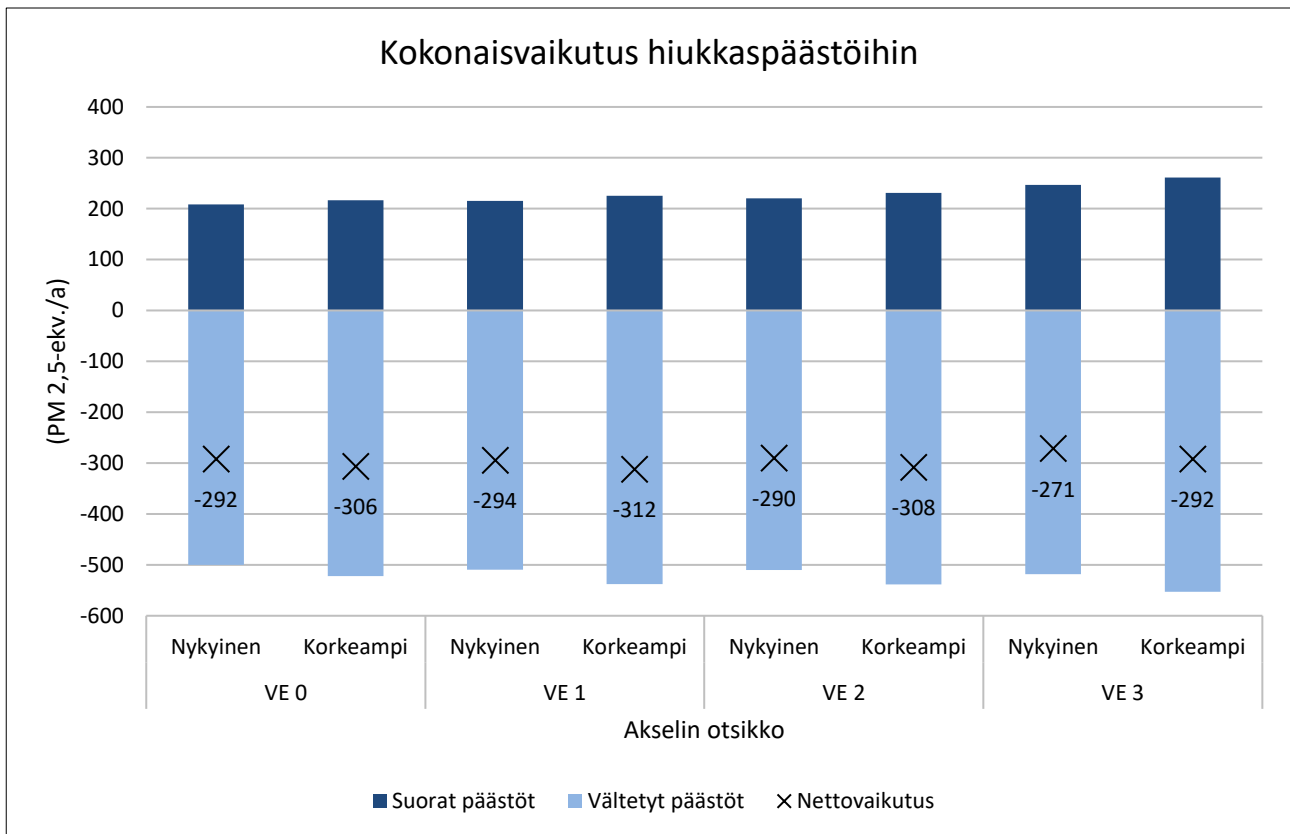


**Kuva 16.** Keräyksen, käsittelyn ja kierrätyksen kokonaisvaikutukset fossiilisten luonnonvarojen ehtymiseen.

Tulokset osoittavat, että kaikilla velvoiterajavaihtoehdoilla (VE 1-3) voidaan saavuttaa nykyistä pienempi vaikutus fossiilisten luonnonvarojen ehtymiseen. Kuvasta nähdään, että merkittävimmät hyödyt fossiilisten luonnonvarojen ehtymisen näkökulmasta voidaan saavuttaa lajittelukertymiä kasvattamalla. Selkeästi suurin hyöty nykytilaan verrattuna saavutetaan muovipakkausten kierrätyksellä. Kierrätetyllä muovilla voidaan korvata neitseellisen muovin valmistusta, mikä säästää fossiilisia luonnonvaroja. On huomioitava, että kierrätyksellä saavutettava hyöty fossiilisten luonnonvarojen ehtymisen näkökulmasta olisi suurempi, mikäli sekajätteen energiahyödyntämisellä ei korvattaisi fossiilisten polttoaineiden käyttöä. On odotettavissa, että sekajätteen poltolla saavutettava hyöty pienenee tulevaisuudessa, kun energiantuotannossa vähennetään fossiilisten polttoaineiden käyttöä.

### 3.4.5 Hiukkaspäästöt

Kuvassa 17 on esitetty nykytilan ja tarkasteltujen erilliskeräysvaihtoehtojen vaikutus hiukkaspäästöihin nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä. Tulokset on esitetty samalla tavalla kuin yllä, eli jätehuollosta aiheutuvina suorina ja vältettyinä päästöinä, joiden summa kertoo kokonais- eli nettovaikutuksen.



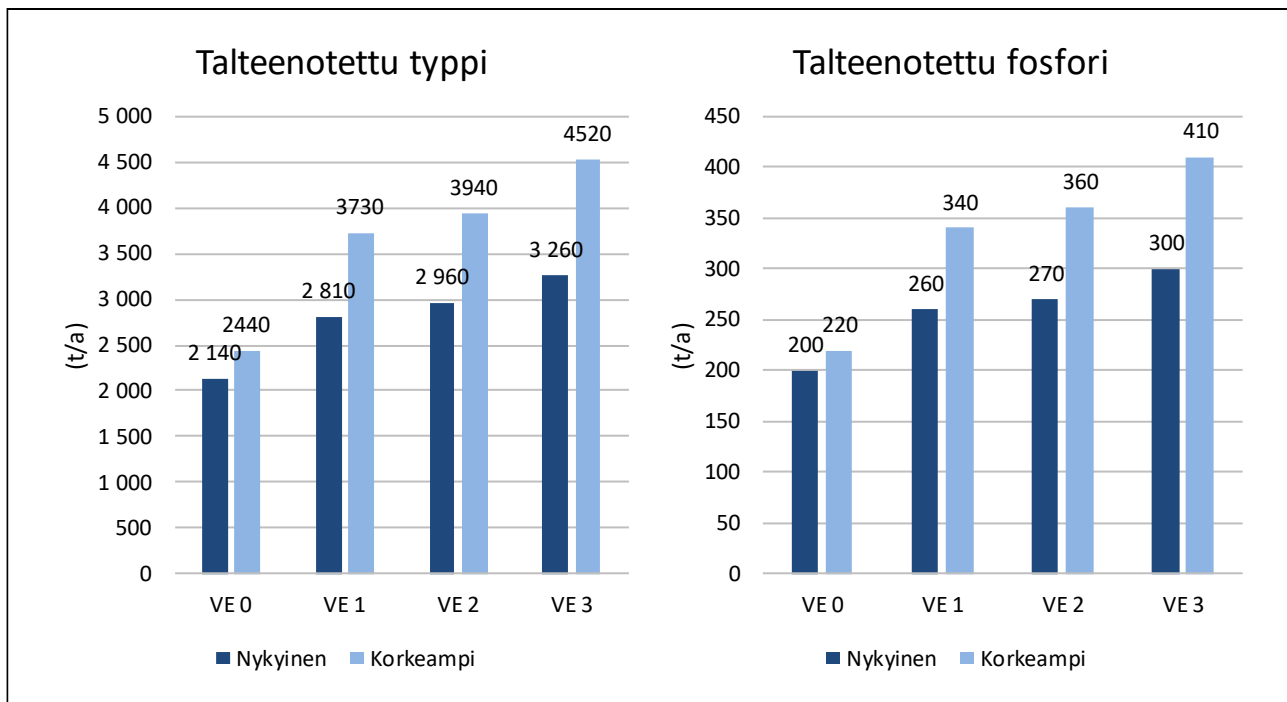
**Kuva 17.** Keräyksen, käsittelyn ja kierrätyksen kokonaisvaikutukset hiukkaspäästöihin.

Tulosten perusteella kokonaisvaikutus hiukkaspäästöihin ei muutu merkittävästi. Erilliskeräyksen laajentamisen myötä jätelajien keräyksen ja käsittelyn hiukkaspäästöjen määrä kasvaa. Vastaavasti kierrätystä lisäämällä saavutetaan suuremmat päästöhyvitykset. Lisääntyneiden päästöjen ja päästöhyvitysten välinen erotus on suhteellisen pieni, joten nettovaikutuksessa ei ole merkittävää eroa tarkasteltujen vaihtoehtojen välillä. Tulosten perusteella hiukkaspäästöjä voitaisiin hieman pienentää kaikille yhteisellä velvoiterajalla viisi (VE 1) nykyisestä (VE 0), mutta tätä tiukemmalla keräysvelvoitteella ei saavutettaisi suurempia hyötyjä nykytilaan verrattuna. Korkeammalla lajittelukertymällä voidaan saavuttaa erilliskeräysvelvoitteen laajentamista suuremmat hyödyt hiukkaspäästöjen näkökulmasta.

Muiden jätelajien paitsi biojätteen keräyksestä ja käsittelystä aiheutuvat hiukkaspäästöt ovat pienemmät kuin kierrätyksellä saavutettavat päästöhyvitykset. Myös sekajätteen energiahyödyntämisellä korvattavan energiantuotannon (päästöhyvitysten) vaikutus on merkittävä. Kivihiilen poltossa syntyy erityisesti hiukkaspäästöjä, ja kivihiilen korvaamisella energiantuotannossa saavutetaan merkittäviä päästöhyötyjä. Tulevaisuudessa jätteenpoltolla saavutettava päästöhyöty on todennäköisesti nykyistä pienempi.

### 3.4.6 Ravinteiden talteenotto ja hyödyntäminen

Kuvassa 18 on esitetty nykytilassa ja tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa talteenotetun typen ja fosforin määrät. Talteenotettujen ravinteiden määrät ovat esitetty kokonaismäärinä (t/a).



**Kuva 18.** Talteenotetun tyyden ja fosforin määrä nykyisillä ja korkeammilla lajittelukertymillä. Huom. tyyden osalta asteikko on noin kymmenkertainen fosforiin verrattuna.

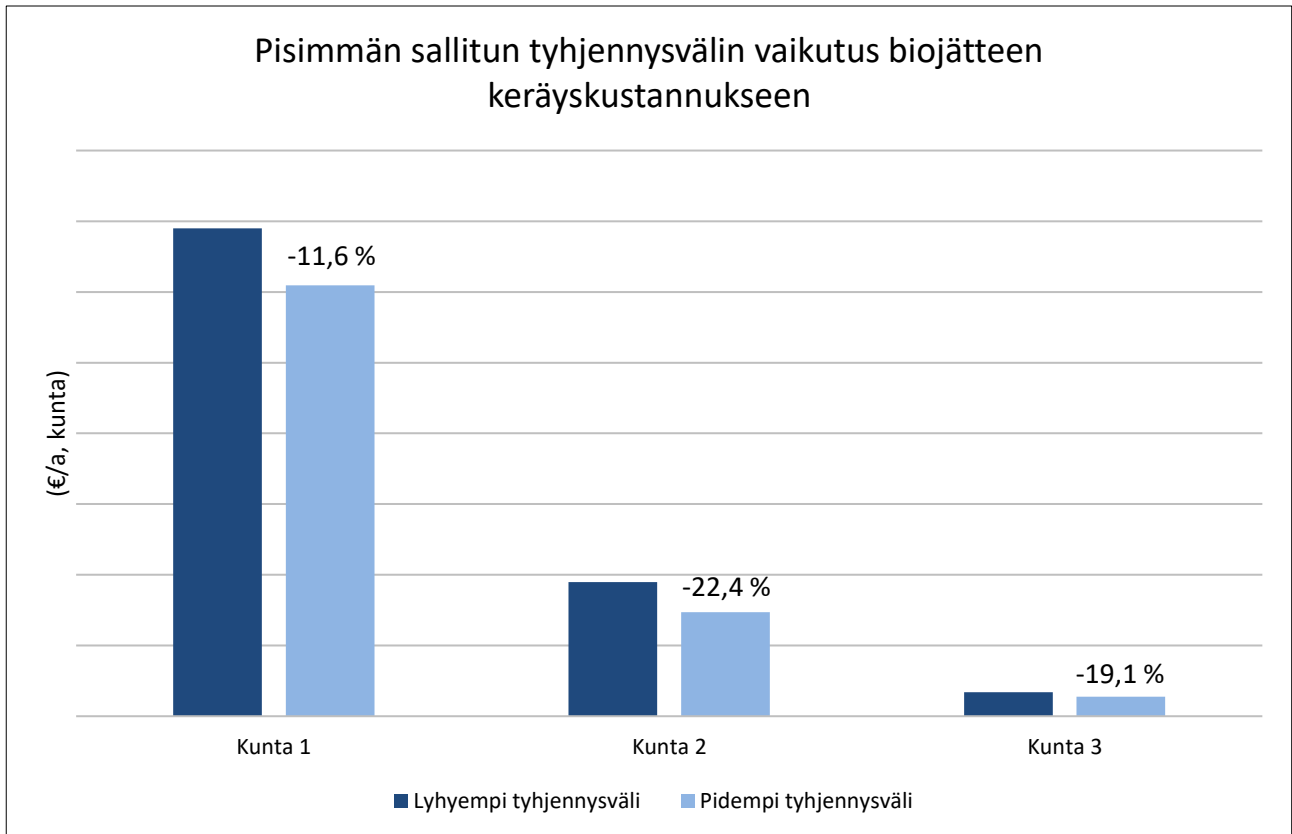
Talteenotetun tyyden ja fosforin määrä nykytilassa ja erilliskeräysvaihtoehdoilla on suoraan suhteessa erilliskerätyyn ja kotikompostoituihin biojätteen määrään. Korkeammalla lajittelukertymällä velvoitearajalla yksi (VE 3) voidaan saada ravinteita (tyyppiä ja fosforia) kierrätettäväksi noin kaksinkertainen määrä nykytilaan (VE 0) verrattuna.

### 3.5 Herkkyystarkastelut

Selvityksessä toteutettiin herkkyystarkastelut ennalta määräytyville laskennan kannalta olennaisille lähtöoletuksille ja laskentaparametreille (ks. luku 2.8). Herkkyystarkastelut on laskettu kolmelle eri kokoiselle ja erilaisilla tyyppialueilla edustavalle esimerkkikunnalle. Näin ollen tuloksia ei voida suoraan yleistää esimerkiksi valtakunnallisiksi tuloksiksi. Jätteiden keräyksen mallinnuksessa kustannusvaikutukset on laskettu keräykseen kuluvan ajan perusteella.

#### 3.5.1 Biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli

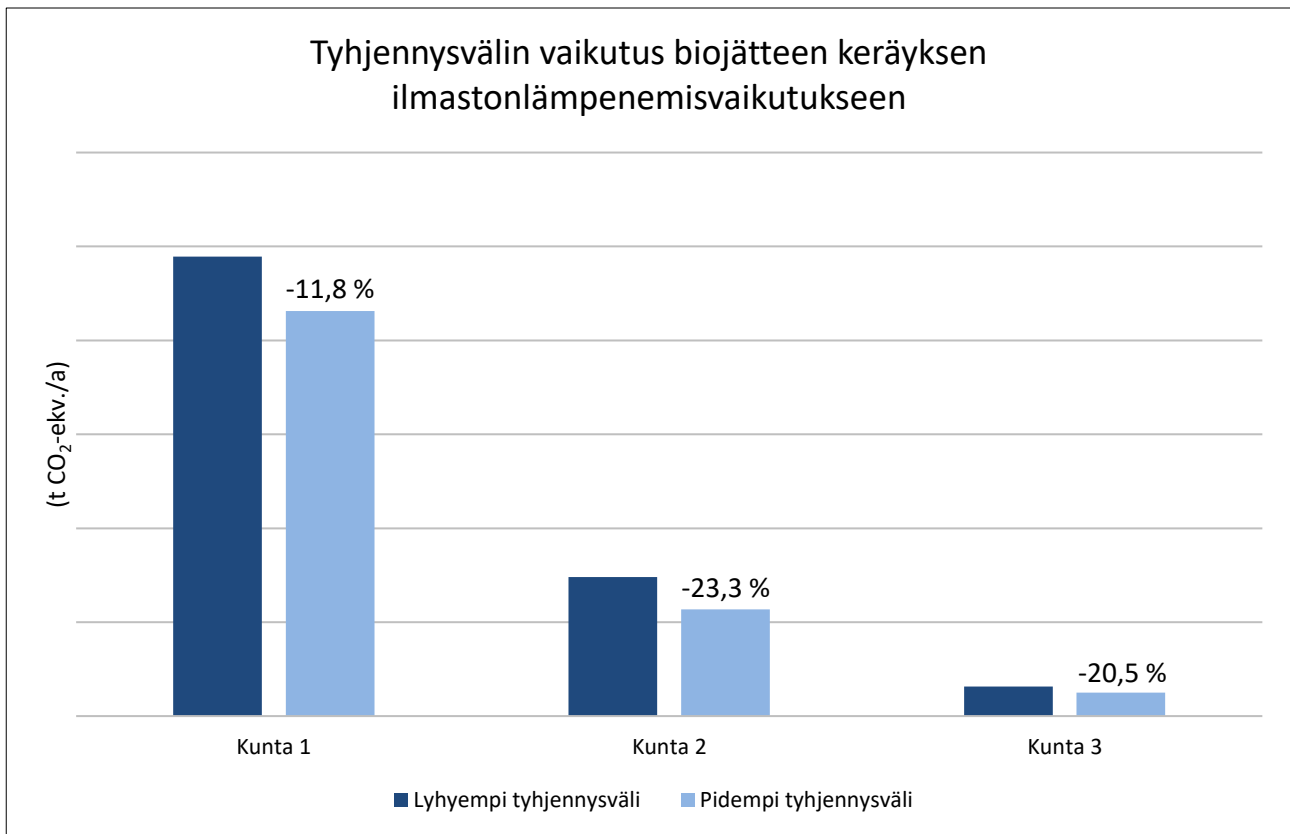
Selvityksessä oletettiin, että pisin sallittu tyhjennysväli biojäteastialle on kaksi viikkoa ympäri vuoden. Tämä vaikuttaa erityisesti pienkiinteistöihin, joissa jätettä syntyy vähän, ja pisin sallittu tyhjennysväli määrittää tyhjennysrytmin täyttöasteen sijaan. Suurissa kiinteistöissä biojätettä syntyy enemmän ja tyhjennysväli voidaan määrittää biojäteastian täyttymisnopeuden mukaan. Herkkyystarkastelussa tyhjennysväliä muutettiin talviaikana kahdesta viikosta neljään viikkoon. Pienien ja pienehköjen kiinteistöjen astiatyhjennysvälin muuttamisen vaikutus biojätteen keräyskustannuksiin kolmessa esimerkkikunnassa on esitetty kuvassa 19. Huomioitavaa on, että biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli vaikuttaa vain pienikiinteistöihin, eli herkkyystarkastelulla on vaikutusta selvityksen erilliskeräysvaihtoehtoihin VE 3 ja 2, joista jälkimmäisessä vain yli 10 000 asukkaan taajamissa. Herkkyystarkastelulla ei ole vaikutusta erilliskeräysvaihtoehtoon VE 1.



**Kuva 19.** Pisimmän sallitun astiatyhjennysvälin vaikutus biojätteen keräyskustannukseen. Lyhyempi tyhjennysväli on pienillä kiinteistöillä kaksi viikkoa. Pidempi tyhjennysväli on pienillä kiinteistöillä talvella neljä viikkoa, kesällä kaksi viikkoa.

Biojäteastian tyhjennysvälin kasvattaminen vähentää astiatyhjennysten ja tarvittavan keräysajon määrää. Yllä esitetystä kuvasta nähdään, että suurin suhteellinen säästö saadaan esimerkkikunnassa 2. Kunnassa 2 omakotitalojen osuus on suuri (noin 78 % asukkaista asuu pienikiinteistöissä), ja kunnassa on suhteellisen suuri taajama-aste (noin 71 %). Tällaisissa kunnissa muutokset pienikiinteistöjen keräyksessä vaikuttavat merkittävästi koko alueen jätehuollon kustannuksiin, jätemääriin ja ympäristövaikutuksiin. Pienin suhteellinen vaikutus biojäteastian pisimmällä sallitulla tyhjennysväliä oli Kunnassa 1, eli suuressa kaupungissa, jossa pienikiinteistöjä on tarkastelluista kunnista suhteellisesti vähiten.

Biojäteastian tyhjennysvälin vaikutus keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutukseen on esitetty kuvassa 20.



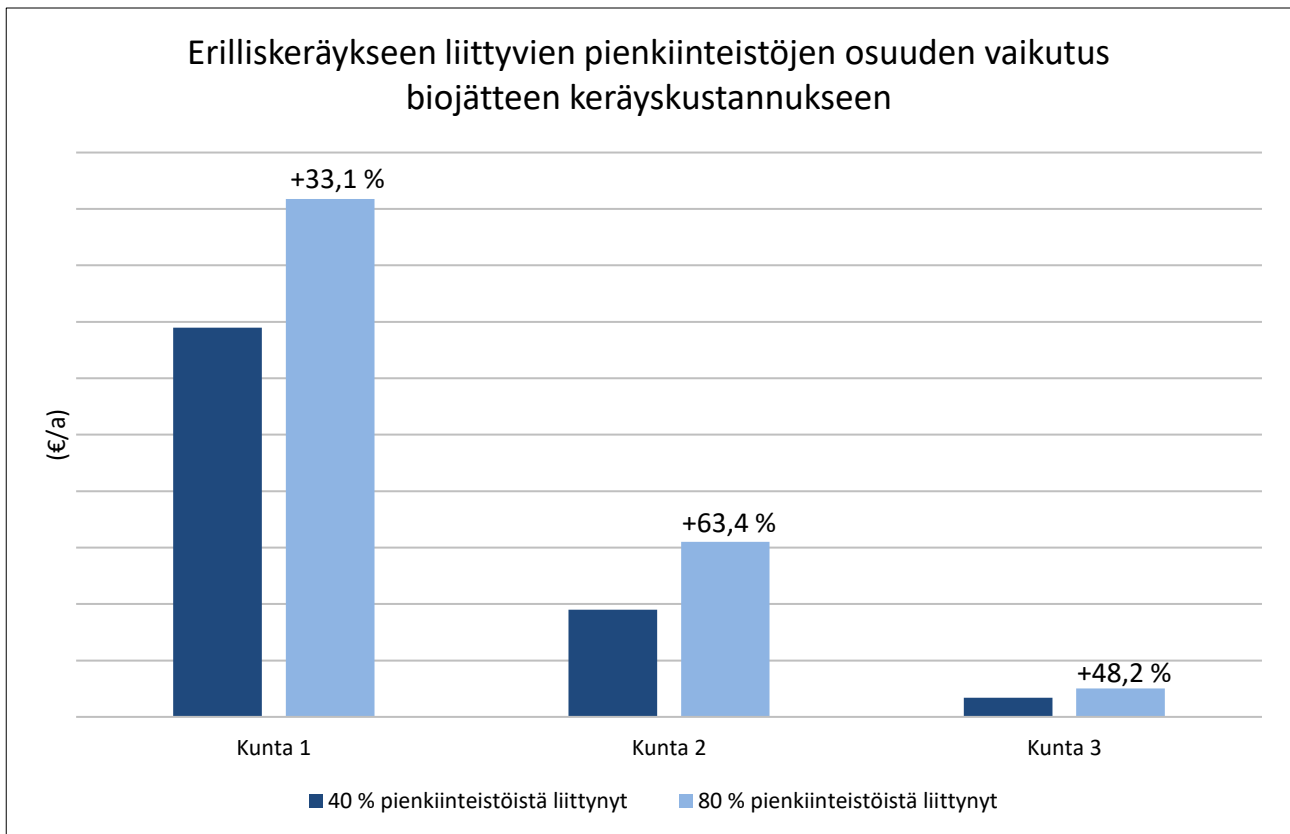
**Kuva 20.** Astiatyhjennysvälin vaikutus biojätteen keräyksen ilmastolämpenemisvaikutukseen. Lyhyempi tyhjennysväli on pienillä kiinteistöillä kaksi viikkoa. Pidempi tyhjennysväli on pienillä kiinteistöillä talvella neljä viikkoa, kesällä kaksi viikkoa.

Biojäteastian tyhjennysvälin pidentämisellä saavutettava ilmastohyöty on suhteellisesti samaa suuruusluokkaa kuin saavutettavat kustannushyödyt. Tyhjennysvälin pidentämisellä talvella kahdesta viikosta neljään viikkoon voidaan laskennallisesti vähentää esimerkkikunnissa keräyksen kasvihuonekaasupäästöjä noin 12–23 % verrattuna tilanteeseen, jossa pisin sallittu tyhjennysväli on kaksi viikkoa ympäri vuoden.

### 3.5.2 Biojätteen erilliskeräykseen liittyvät pienikiinteistöt

Selvityksessä oletettiin, että velvoiterajavaihtoehdossa, jossa biojätteen erilliskeräys laajennetaan myös pienikiinteistöille, erilliskeräykseen liittyy 40 % kaikista pienikiinteistöistä ja loput 60 % pienikiinteistöistä kotikompostoi biojätteensä. Herkkystarkastelussa arvioitiin vaihtoehtoa, jossa 80 % pienikiinteistöistä liittyy järjestettyyn erilliskeräykseen aiemmin oletetun 40 %:n sijaan. Kuvassa 21 on esitetty, mikä on biojätteen erilliskeräykseen liittyvien kiinteistöjen osuuden vaikutus biojätteen keräyskustannuksiin kolmessa esimerkkikunnassa. Huomioitavaa on, että biojäteastian pisin sallittu tyhjennysväli vaikuttaa vain pienikiinteistöihin, eli tällä on vaikutusta selvityksen erilliskeräysvaihtoehtoihin VE 3 ja 2, joista jälkimmäisessä vain yli 10 000 asukkaan taajamissa. Herkkystarkastelulla ei ole vaikutusta erilliskeräysvaihtoehtoon VE 1. Jätteenkeräys on oletettu toteutettavan yksilökeräyksenä.



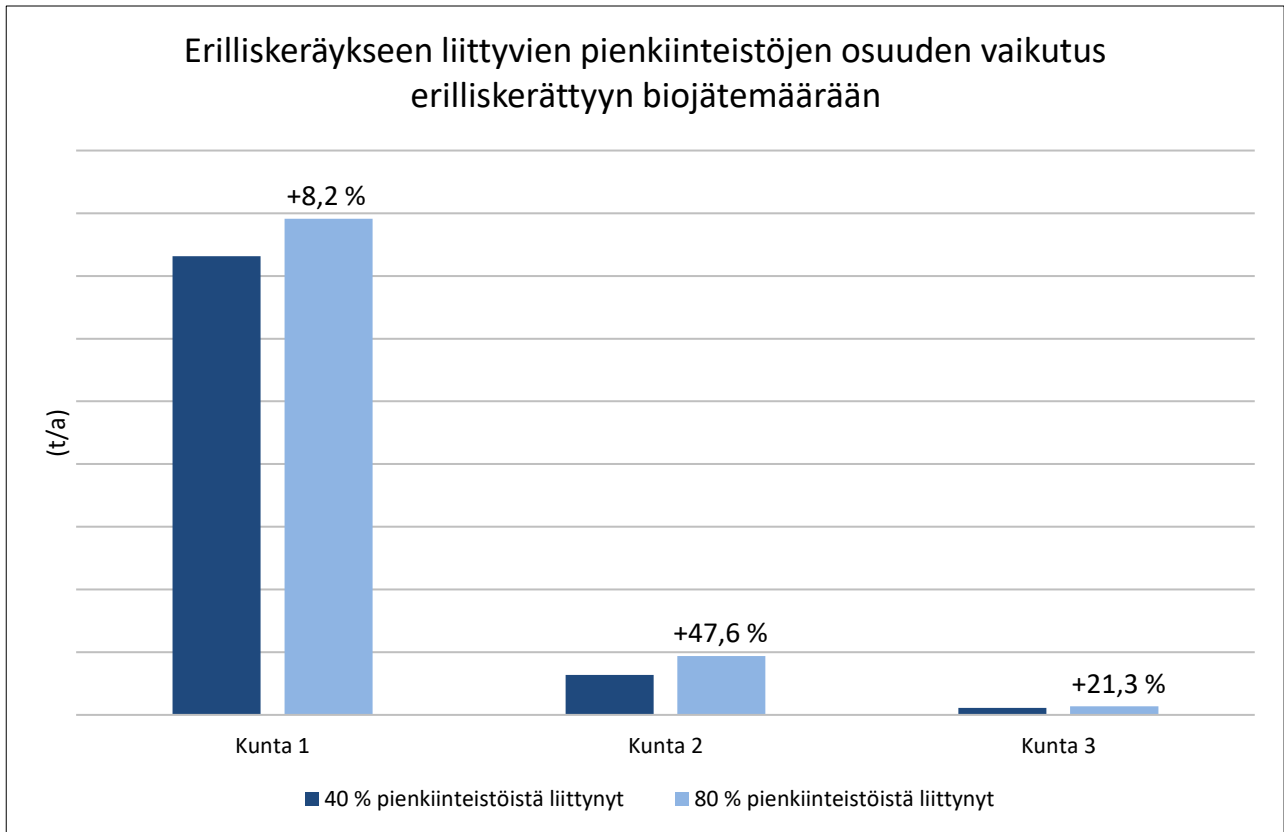


**Kuva 21.** Erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuuden vaikutus biojätteen keräyskustannukseen.

Kuten kuvasta nähdään, biojätteen erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuudella on merkittävä vaikutus biojätteen keräyskustannukseen. Mitä suurempi osuus asukkaista asuu pienkiinteistöissä, sitä enemmän biojätteen suhteellinen keräyskustannus suurenee. Siten pientalovaltaisessa Kunnassa 2 muutos on tarkastelluista kunnista suurin. Pienin, mutta silti merkittävä, keräyskustannusten muutos on suuressa kaupungissa (Kunta 1), jossa suurin osa asukkaista asuu kerros- ja rivitaloissa. Keräyskustannusten näkökulmasta kotikompostointi on suositeltava vaihtoehto pienkiinteistöjen biojätteiden käsittelylle.

Kuvassa 21 on esitetty muutoksia vain biojätteen keräyskustannuksissa. Keräyskustannusten lisäksi myös biojätteen käsittelykustannukset lisääntyvät, kun laitospöytä ohjautuu laajentuneen erilliskeräyksen myötä enemmän biojätettä. Käsittelykustannusten voidaan yleisellä tasolla olettaa määräytyvän suoraan suhteessa kerättyyn jätemäärään.

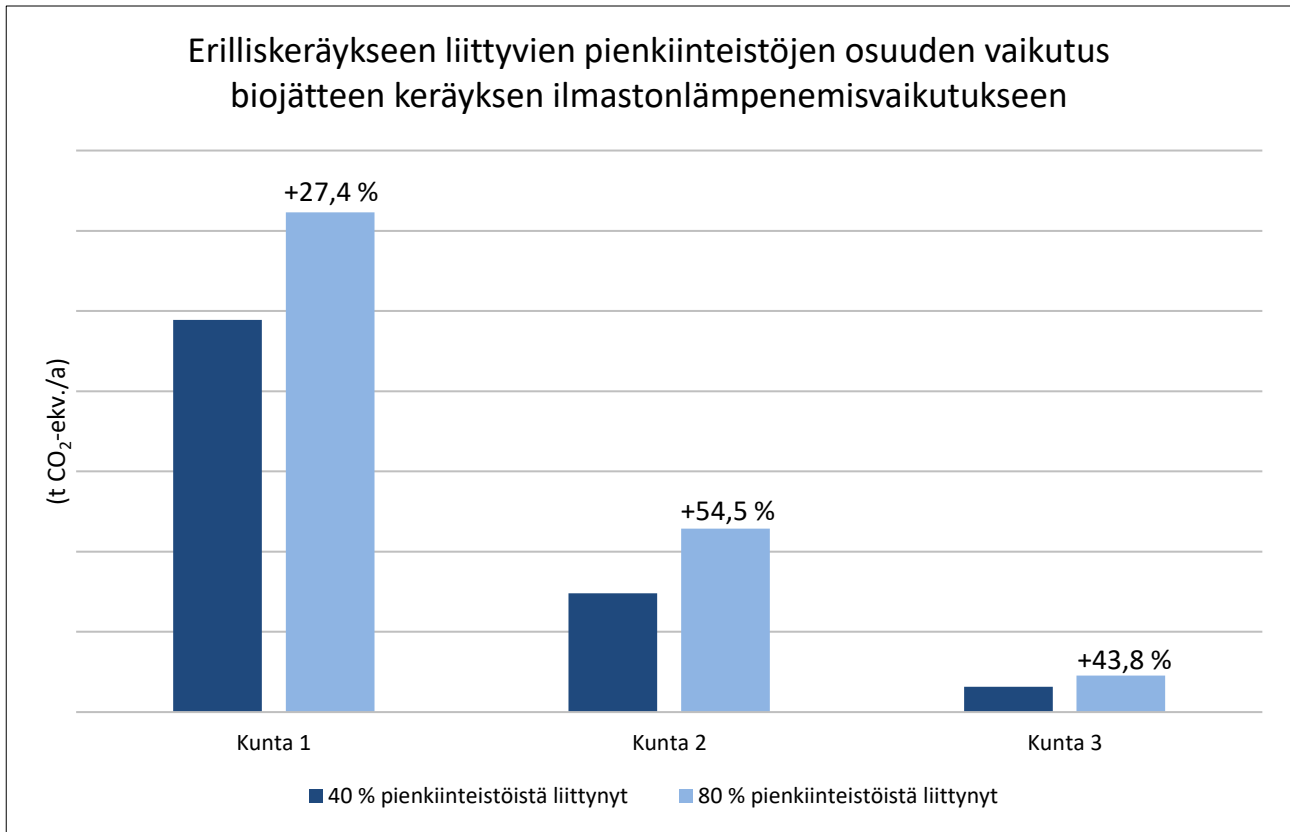
Erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuuden vaikutus erilliskerättyyn biojättemäärään on esitetty kuvassa 22.



**Kuva 22.** Erilliskeräykseen liittyvien pienikiinteistöjen osuuden vaikutus erilliskerätyyn biojättemäärään.

Kuten kuvasta nähdään, erilliskeräykseen ohjautuva jätemäärä kasvaa suhteessa huomattavasti vähemmän kuin erilliskeräyksen kustannus. Tämä kuvastaa pienikiinteistöjen biojätekeräyksen tehottomuutta, kun tyhjennysväli on kaksi viikkoa. Yksittäisten kiinteistöjen biojäteastioiden tyhjennyspainot ovat keskimäärin pieniä, jolloin keräykseen kuluva aika on suuri suhteessa kerätyn biojätteen määrään.

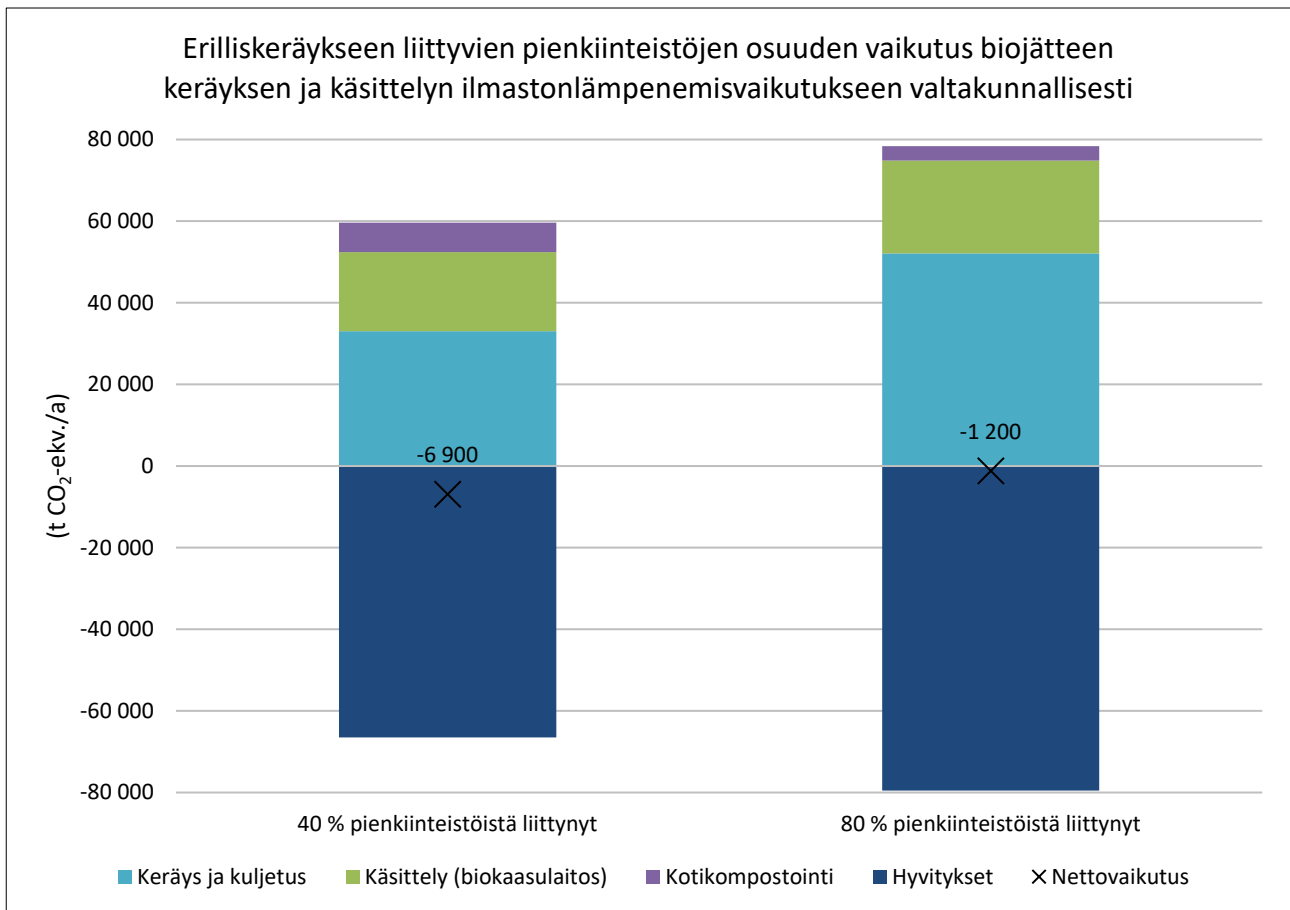
Erilliskeräykseen liittyvien pienikiinteistöjen osuuden kasvu lisää myös keräyksen ilmastolämpenemisvaikutusta. Kuvassa 23 on esitetty, kuinka paljon erilliskeräykseen liittyvien pienikiinteistöjen määrä lisää biojätteen keräyksen ilmastolämpenemisvaikutusta.



**Kuva 23.** Erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuuden vaikutus biojätteen keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutukseen.

Erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuuden kasvattaminen 80 %:iin lisää merkittävästi biojätteen keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutusta. Esimerkkikunnissa keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutus kasvaa noin 27–55 %, kun 80 % pienkiinteistöistä oletetaan liittyvän erilliskeräykseen aiemmin oletetun 40 %:n sijaan. Muutokset ovat hieman pienempiä kuin keräyskustannusten muutokset, mutta huomattavasti suurempia kuin erilliskerätyn jätemäärän muutokset.

Erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuus vaikuttaa keräyksen lisäksi myös käsittelyn päästöihin ja biojätteen kierrätyksellä saavutettavaan päästöhyvityksiin. Kuvissa 22 ja 23 esitetyissä tuloksissa on yleistetty valtakunnallisesti, että Kunta 1 edustaa kaikkia suuria kuntia (> 60 000 asukasta), Kunta 2 kaikkia keskisuuria kuntia (10 000–60 000 asukasta) ja Kunta 3 kaikkia pieniä kuntia (< 10 000 asukasta). Tämän pohjalta arvioitiin yleisellä tasolla, miten erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuus kasvattaisi valtakunnallisesti biojätteen käsittelyn ilmastonlämpenemisvaikutuksia. Valtakunnallinen kokonaisvaikutus on esitetty kuvassa 24 tilanteelle, jossa biojätteen erilliskeräysvelvoite laajennetaan kaikille asuinkiinteistöille kaikissa Suomen taajamissa.



**Kuva 24.** Biojätteen erilliskeräykseen liittyvien pienkiinteistöjen osuuden vaikutus biojätteen käsittelyn ilmastolämpenemisvaikutukseen valtakunnallisesti.

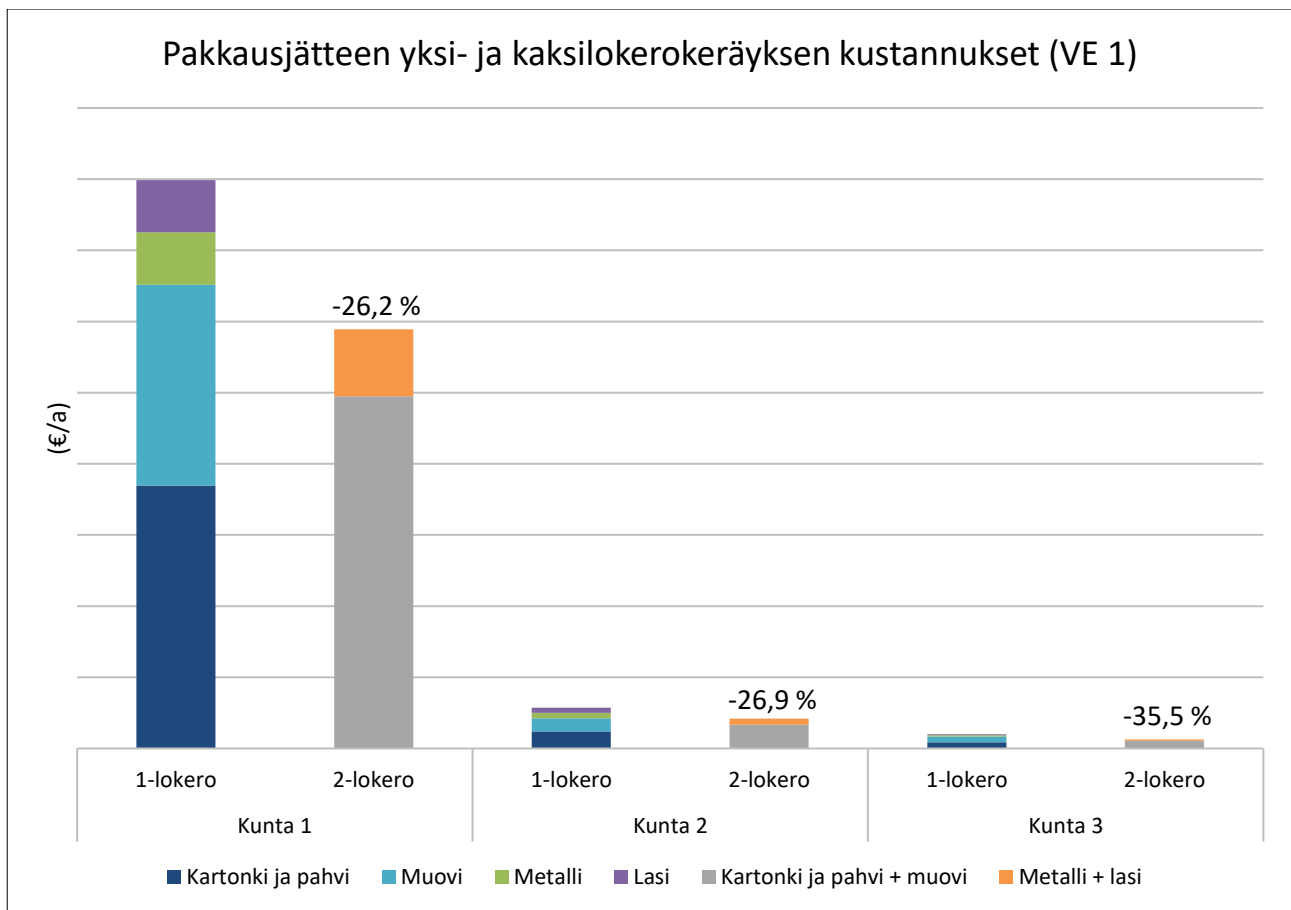
Kun erilliskeräykseen liittyy lisää pienkiinteistöjä, lisääntyneen kerättävän jätemäärän myötä myös keräyksen ja laituskäsittelyn päästöt kasvavat. Toisaalta kotikompostoinnin päästöt laskevat tällöin. Suuremman biojättemäärän ohjautuessa biokaasulaituskäsittelyyn biojätteen kierrätyksestä saadaan enemmän päästöhvityksiä. Olettaen, että lisääntynyt biojättemäärä hyödynnetään kokonaisuudessaan liikennepolttoaineen (biometaanin) valmistuksessa, ovat liikennepolttoaineen avulla saavutetut päästöhvitykset samaa suuruusluokkaa kuin lisääntyneestä keräyksestä ja käsittelystä aiheutuneet päästöt. Tulosten perusteella lisäpäästöhvitykset jäävät hieman pienemmiksi kuin biojätteen keräyksen ja käsittelyn lisäpäästöt, joten kokonaisuudessaan ilmastohyötyjä ei saavuteta.

### 3.5.3 Monilokerokeräys

Selvityksessä oletettiin, että jätteenkeräys toteutetaan yksilokeroajoneuvoilla. Tässä luvussa on tarkasteltu, voidaanko monilokerokeräyksellä vähentää jätelajien keräyskustannuksia ja keräyksen ilmastolämpenemisvaikutusta kolmen esimerkkikunnan tapauksissa. Tarkastelussa on sekä pakkausjätteiden erilliskeräys kaksi-, neli- ja yksilokerokeräyksenä että biojätteen ja sekajätteen erilliskeräys kaksi- ja yksilokerokeräyksenä.

### 3.5.3.1 Pakkausjätteet velvoiterajalla viisi kaksilokerokeräyksenä

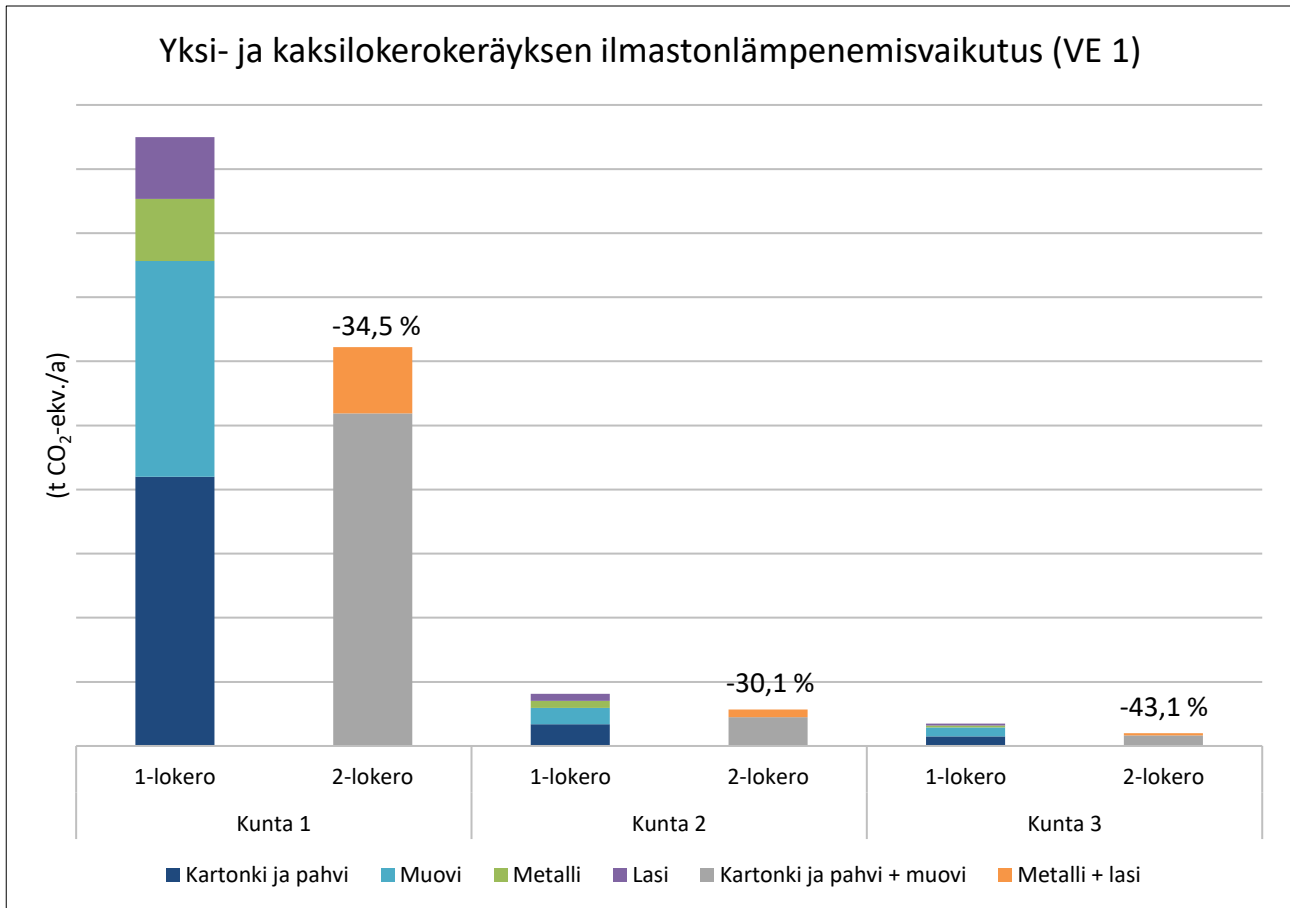
Metalli-, lasi-, kartonki- ja muovipakkausjätteen kaksilokerokeräyksen kustannuksia ja ilmastonlämpenemisvaikutusta yksilokerokeräykseen verrattuna on tarkasteltu velvoiterajalla viisi eli vaihtoehdossa, jossa pakkausjätteet kerättäisiin kunnissa kaikilta vähintään viiden huoneiston kiinteistöiltä (VE 1). 1-4 huoneiston kiinteistöt eivät olleet mukana tässä tarkastelussa. Keräysmallissa on oletettu, että metalli ja lasi kerätään omilla keräysreiteillä, ja kartonki ja muovi omilla keräysreiteillä. Laskentamallilla määritellyt keräyskustannukset on esitetty kuvassa 25.



**Kuva 25.** Pakkausjätteen yksi- ja kaksilokerokeräyksen kustannukset kolmelle esimerkkikunnalle pakkausjätteiden velvoiterajalla viisi (VE 1).

Kuvassa esitettyjen tulosten perusteella kaksilokerokeräyksellä voidaan esimerkkikunnissa laskennallisesti pienentää keräykseen kuluva aikaa ja siten keräyskustannuksia 26–36 %. Kaksilokerokeräyksellä saavutettava säästö yksilokerokeräykseen verrattuna oli suurin Kunnassa 3, joka sijaitsi kauimpana pakkausjätteiden vastaanottoterminaaleista eli kuormien tyhjennyspaikoista. Kaksilokerokeräyksellä siirtymisiin keräyspisteeltä toiselle kuluu suhteessa vähemmän aikaa kuin yksilokerokeräyksessä. Tyhjennysajoihin puolestaan kuluu kaksilokerokeräyksellä kokonaisajasta suhteessa enemmän aikaa kuin yksilokerokeräyksellä. Kaksilokeroajoneuvossa keräystilaa yhdelle jätelajille on vähemmän kuin yksilokeroajoneuvossa, joten lokero täyttyy yksilokerokeräystä nopeammin.

Kuvassa 26 on esitetty vastaavan erilliskeräysvaihtoehdon keräyksestä aiheutuva ilmastonlämpenemisvaikutus yksi- ja kaksilokerokeräyksessä.



**Kuva 26.** Pakkausjätteen yksi- ja kaksilokerokeräyksen ilmastolämpenemisvaikutus kolmelle esimerkkikunnalle pakkausjätteiden velvoiteajalla viisi (VE 1).

Mallinnustulosten perusteella kaksilokerokeräyksellä voidaan esimerkkikunnissa pienentää keräyksestä aiheutuvaa ilmastolämpenemisvaikutusta 30–43 % yksilokerokeräykseen verrattuna. Kaksilokerokeräyksellä saavutetut ilmastohyödyt ovat 3–8 prosenttiyksikköä suuremmat kuin kustannushyödyt. Merkittävin selittävä tekijä on, että keräyksestä aiheutuvat päästöt syntyvät pääosin siirtymäajoista keräyspisteiden välillä, jolloin polttoaineen kulutus on suurin. Kuten aiemmin on todettu, kaksilokerokeräyksellä voidaan vähentää keräyspisteiden välisten siirtymien määrää, millä on vielä merkittävämpi vaikutus keräyksen päästöihin kuin keräykseen kuluvaan aikaan ja siten kustannuksiin.

### 3.5.3.2 Pakkausjätteet pienkiinteistöiltä nelilokerokeräyksenä

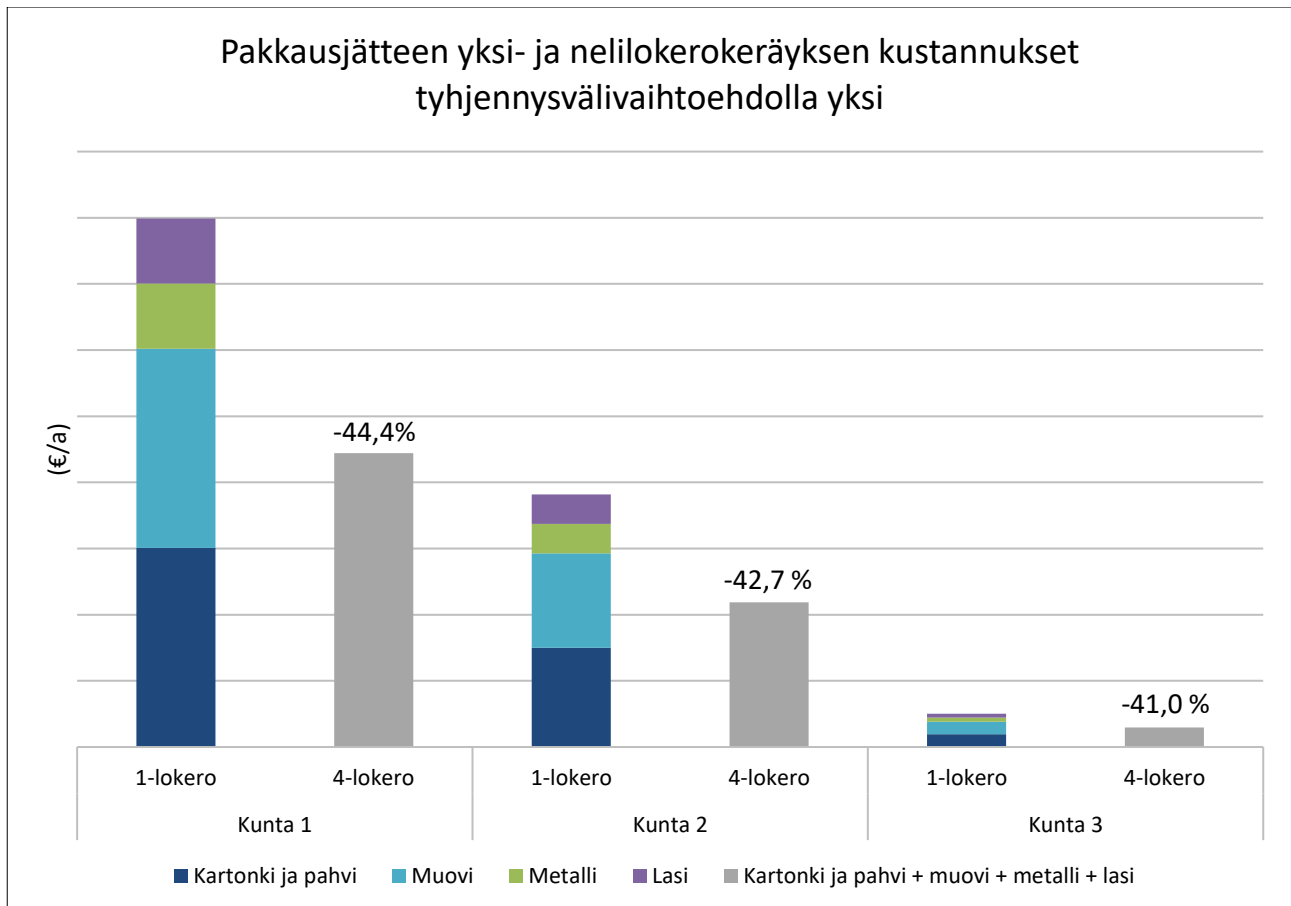
Erilliskeräysvaihtoehdossa, jossa pakkausjätteitä erilliskerätään myös pienkiinteistöiltä (VE 3), yksilokerokeräys tarkoittaa, että pienkiinteistöillä tulisi olla jokaiselle jätelajille oma jäteastia. Tässä herkkyytarkastelussa tarkastellaan vaihtoehtoa, jossa 1-4 huoneiston kiinteistöjen pakkausjätteet kerätään yksilokerokeräyksen sijaan nelilokerokeräyksenä. Tässä vaihtoehdossa pienkiinteistöjen metalli-, lasi-, kartonki- ja muovipakkausjätteelle on yksi nelilokeroinen keräysastia, ja keräys suoritetaan nelilokeroisella ajoneuvolla. Viiden tai useamman huoneiston kiinteistöt eivät ole mukana tässä tarkastelussa.

Yksi- ja nelilokerokeräyksen vertailuun vaikuttaa merkittävästi oletetut tyhjennysvälit yksi- ja nelilokeroastialle. Yksilokerokeräys on mallinnettu seuraavilla astiatyhjennysvälien oletuksilla. Muovi- sekä kartonkiastiat tyhjenetään kahdeksan viikon välein ja metalli- sekä lasiastiat 26 viikon välein.

Kahta monilokerokeräyksen tyhjennysvälivaihtoehtoa verrattiin yksilokerokeräykseen. Monilokeron astiatyhjennysvälit olivat:

1. Tyhjennysvälivaihtoehto yksi: Tyhjennysväli kahdeksan (8) viikkoa
2. Tyhjennysvälivaihtoehto kaksi: Tyhjennysväli neljä (4) viikkoa

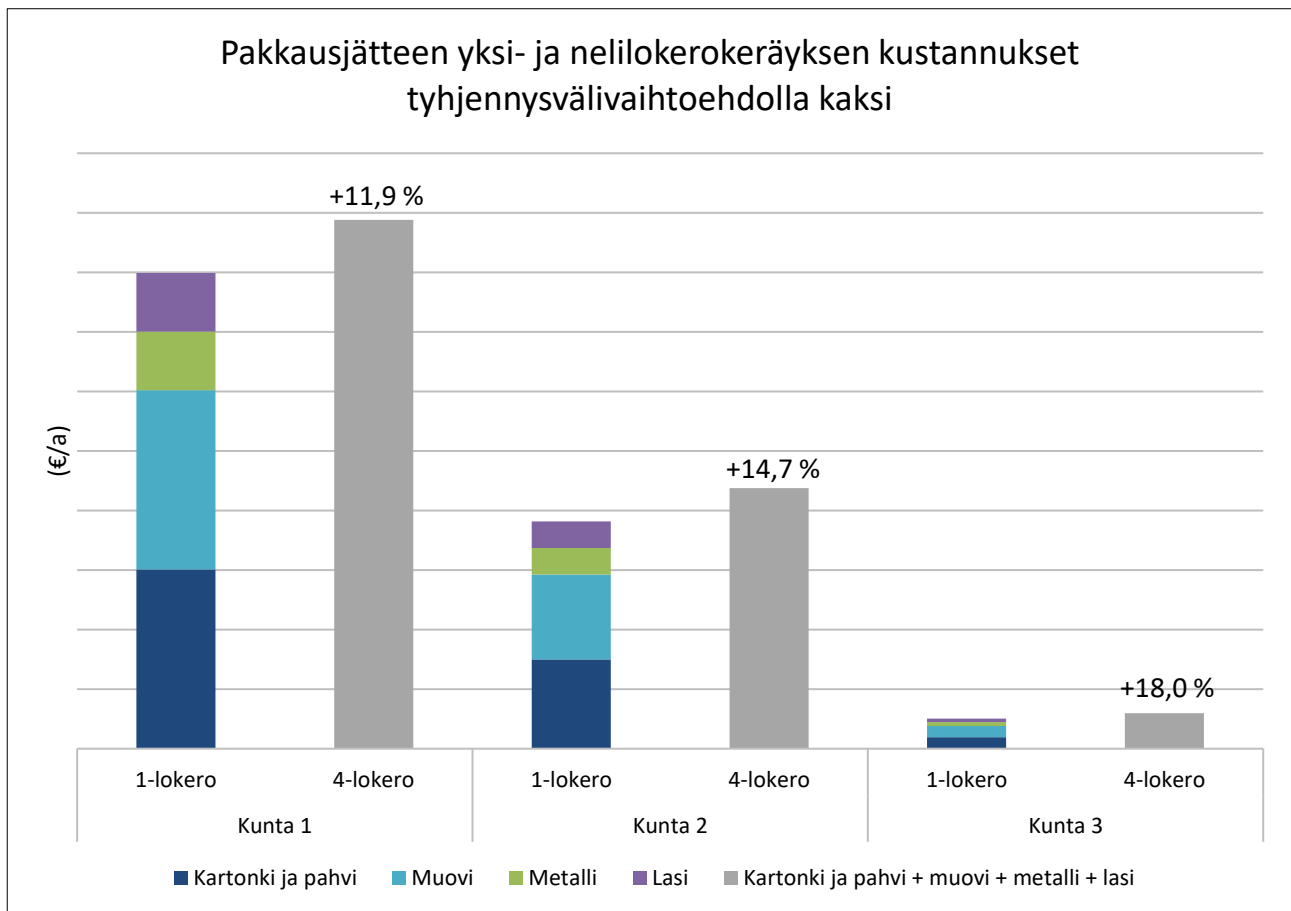
Kuvassa 27 on esitetty monilokerokeräyksen kustannuksia kolmessa esimerkkikunnassa ensimmäisellä tyhjennysvälivaihtoehdolla. Tässä nelilokeroastian tyhjennysväliksi on asetettu sama kuin muovi- ja kartonkiastialle yksilokerokeräyksessä, eli keskimäärin kahdeksan viikkoa.



**Kuva 27.** Pakkausjätteen yksi- ja nelilokerokeräyksen kustannukset kolmelle esimerkkikunnalle kerätessä pakkausjätteet 1-4 huoneiston kiinteistöiltä, kun nelilokeroastian tyhjennysväliksi on oletettu kahdeksan viikkoa.

Kuten kuvasta nähdään, astiatyhjennysväliillä on merkittävä vaikutus nelilokerokeräyksellä mahdollisesti saavutettaviin kustannushyötyihin. Tällä tyhjennysvälivaihtoehdolla nelilokerokeräys vähensi kustannuksia tarkastelluissa esimerkkikunnissa 41–44 % yksilokerokeräykseen verrattuna. Tämän perusteella voidaan todeta, että nelilokerokeräyksellä voidaan saavuttaa pienkiinteistöillä kustannushyötyjä yksilokerokeräykseen verrattuna, mikäli nelilokeroastian tyhjennysväli on sama kuin muovi- ja kartonkiasteastian tyhjennysväli yksilokerokeräyksessä. Tilanne on mahdollinen esimerkiksi tapauksessa, jossa 240 litran yksilokeroastiat korvataan 660 litran nelilokeroastialla, jolloin yhdelle jätelajille varattu tilavuus ei pienene yksilokeroastiaan verrattuna. Toinen mahdollinen tilanne on, että pisin sallittu tyhjennysväli yksilokeroasteastialle on pienikiinteistöillä syntyvään jätemäärään nähden liian lyhyt, jolloin täyttöasteet jäävät pieniksi. Tällöin pienempikin tilavuus riittää saman tyhjennysvälin säilyttämiseksi.

Kuvassa 28 on esitetty toisen tyhjennysvälivaihtoehdon keräyskustannukset yksi- ja nelilokerokeräyksessä, kun pakkausjätteet kerätään 1-4 huoneiston kiinteistöiltä neljän viikon tyhjennysväliä.



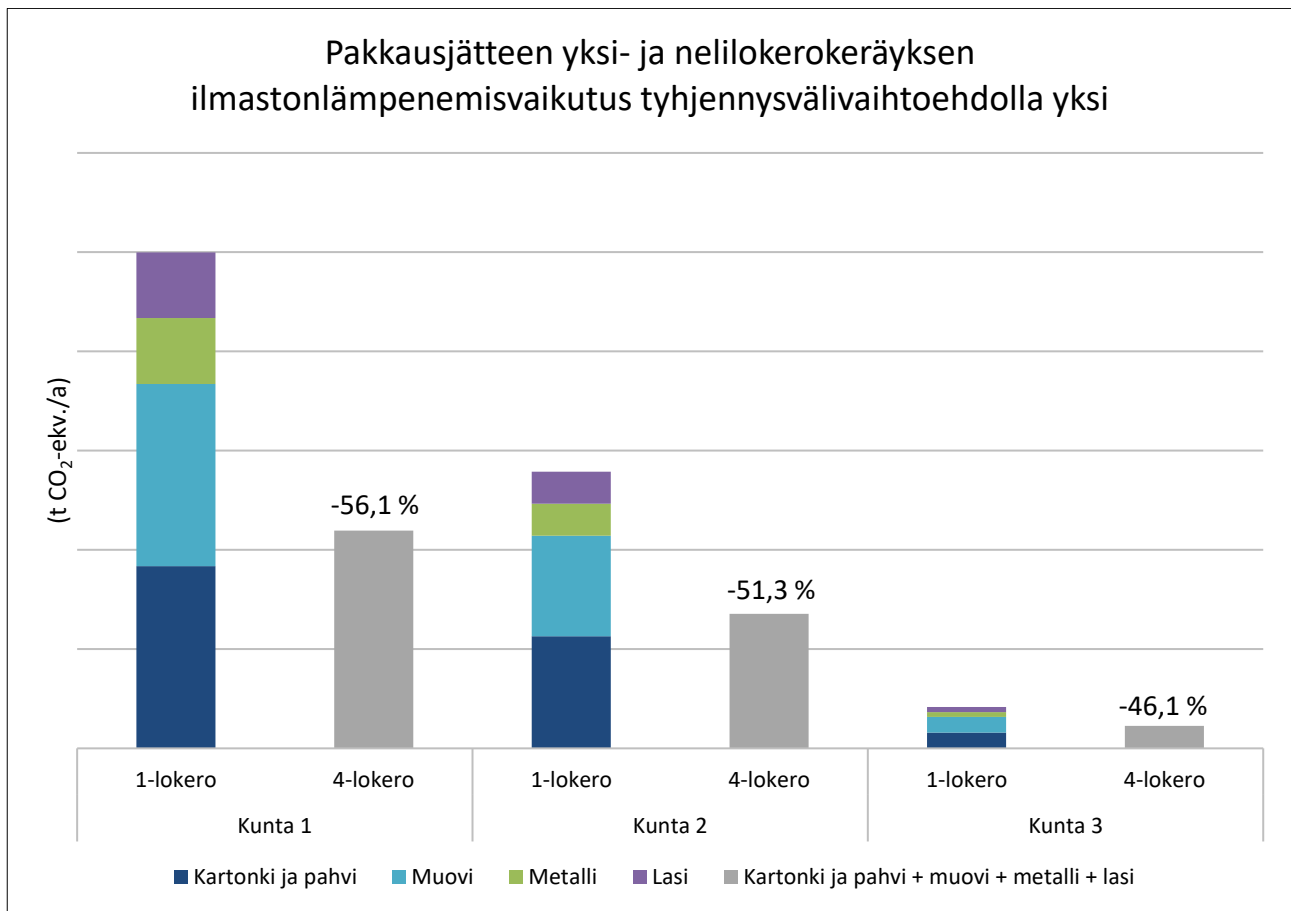
**Kuva 28.** Pakkausjätteen yksi- ja nelilokerokeräyksen kustannukset kolmelle esimerkkikunnalle kerätessä pakkausjätteet 1-4 huoneiston kiinteistöiltä, kun nelilokeroastian tyhjennysväliksi on oletettu neljä viikkoa.

Mallinnustulosten perusteella nelilokerokeräyksellä ei saavuteta kustannushyötyjä yhdessäkään tarkastellussa esimerkkikunnassa, jos nelilokeroastialle asetetaan tyhjennysväliksi puolet (neljä viikkoa) siitä ajasta, joka on yksilokerokeräyksessä muovi- ja kartonkijäteastioille (kahdeksan viikkoa). Tilanne on mahdollinen esimerkiksi tapauksessa, jossa 240 litran yksilokeroastiat korvataan 360 litran nelilokeroastialla. Monilokeroastian tilavuudeltaan pienemmät lokerot täyttyvät nopeammin kuin yksilokeroastia, joten tyhjennystarve on tiheämpi. Mikäli kahdeksan viikkoa on pienikiinteistöjen täyttöasteen kannalta sopiva tyhjennysväli 240 litran astioiden yksilokerokeräyksessä, 360 litran nelilokeroastia joudutaan tyhjentämään huomattavasti useammin kuin yksilokeroastia.

Tässä tarkasteluvaihtoehdossa nelilokerokeräyksellä ei voida merkittävästi vähentää astiatyhjennyksiä ja siten siirtymäaikoja keräyspisteeltä toiselle. Vastaavasti astiatyhjennyksiin kuluu laskennan mukaan enemmän aikaa kuin yksilokerokeräyksessä; monilokeroastian tyhjennykseen kuluu keskimäärin kaksinkertainen aika yksilokeroastian tyhjennykseen verrattuna. Lisäksi tyhjennysajoihin kuluu laskentamallin mukaan monilokerokeräyksessä enemmän aikaa kuin yksilokerokeräyksessä, sillä eri pakkausjätteiden vastaanottoterminaalit ovat eri paikoissa. Tarkastelluissa kunnissa metallilla ja lasilla on oletettu sama vastaanottoterminaalit, ja muovilla ja kartongilla sama terminaalit.



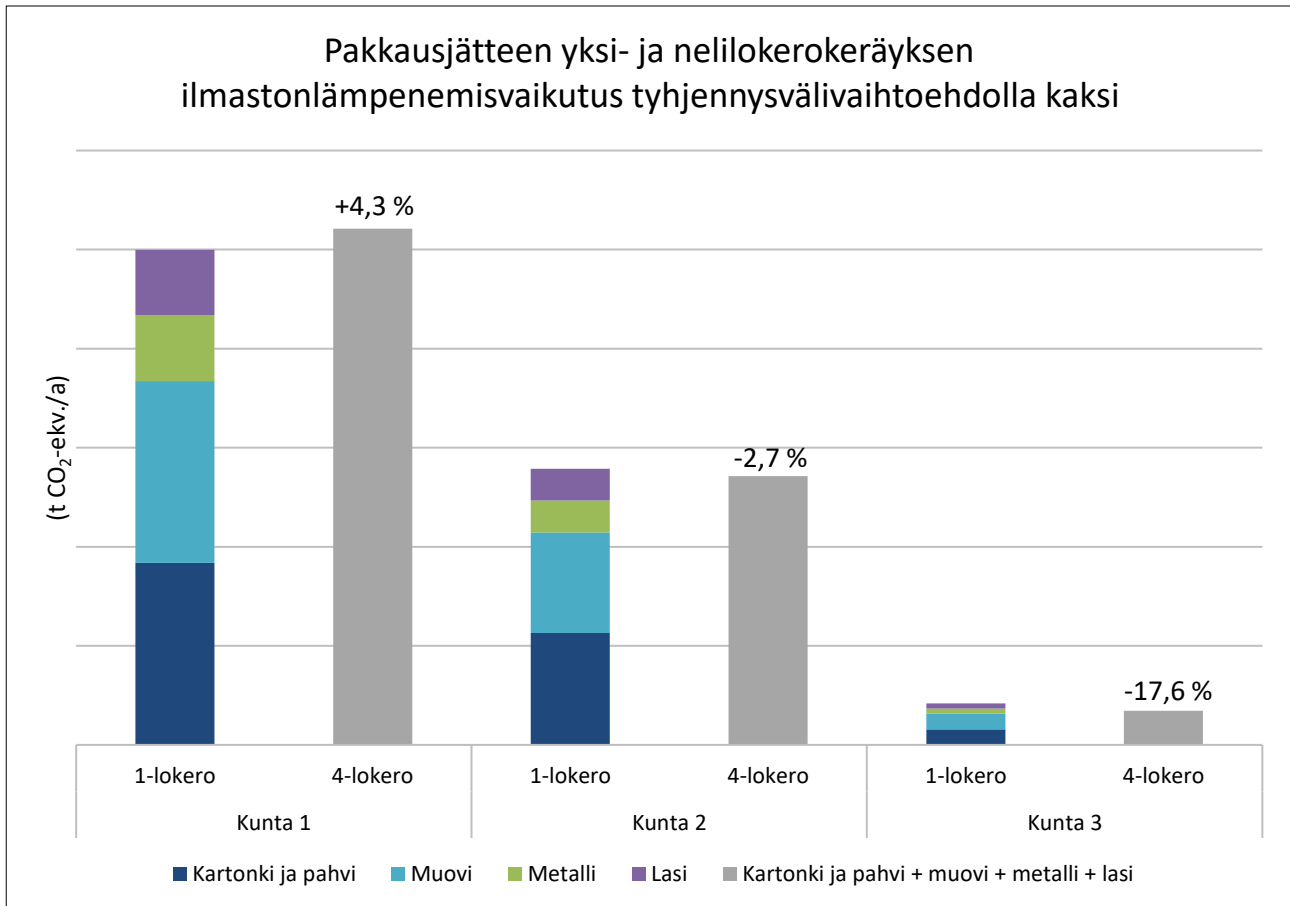
Kuvassa 29 on esitetty pakkausjätteiden keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutus kolmelle esimerkkikunnalle kerätessä pakkausjätteet pienkiinteistöiltä tyhjennysvälivaihtoehdolla yksi.



**Kuva 29.** Pakkausjätteen yksi- ja nelilokerokeräyksen ilmastonlämpenemisvaikutus kolmelle esimerkkikunnalle kerätessä pakkausjätteet 1-4 huoneiston kiinteistöiltä, kun nelilokeroastian tyhjennysväliksi on oletettu kahdeksan viikkoa.

Mikäli nelilokeroastioiden tyhjennysväli voidaan pitää samana kuin muovi- ja kartonkijäteastioiden tyhjennysväli, voidaan pienkiinteistöjen pakkausjätekeräyksessä nelilokerokeräyksellä vähentää merkittävästi ilmastonlämpenemisvaikutusta yksilokerokeräykseen verrattuna. Tulosten perusteella nelilokerokeräyksen päästöt ovat kahdessa esimerkkikunnassa alle puolet yksilokerokeräyksen päästöistä. Kun nelilokeroastialle on asetettu sama tyhjennysväli kuin muovi- ja kartonkijäteastioiden yksilokerokeräyksessä, saavutetaan sekä pienemmät astiatyhjennysmäärät että pienemmät päästöt jokaisella jätekeräyksen osa-alueella: siirtymäajoissa keräyspisteeltä toiselle, astiatyhjennyksissä sekä tyhjennysajoissa.

Pakkausjätteiden keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutus kolmelle esimerkkikunnalle kerätessä pakkausjätteet pienkiinteistöiltä tyhjennysvälivaihtoehdolla kaksi on esitetty kuvassa 30.



**Kuva 30.** Pakkausjätteen yksi- ja nelilokerokeräyksen ilmastonlämpenemisvaikutus kolmelle esimerkkikunnalle kerätessä pakkausjätteet 1-4 huoneiston kiinteistöiltä, kun nelilokeroastian tyhjennysväliksi on oletettu neljä viikkoa.

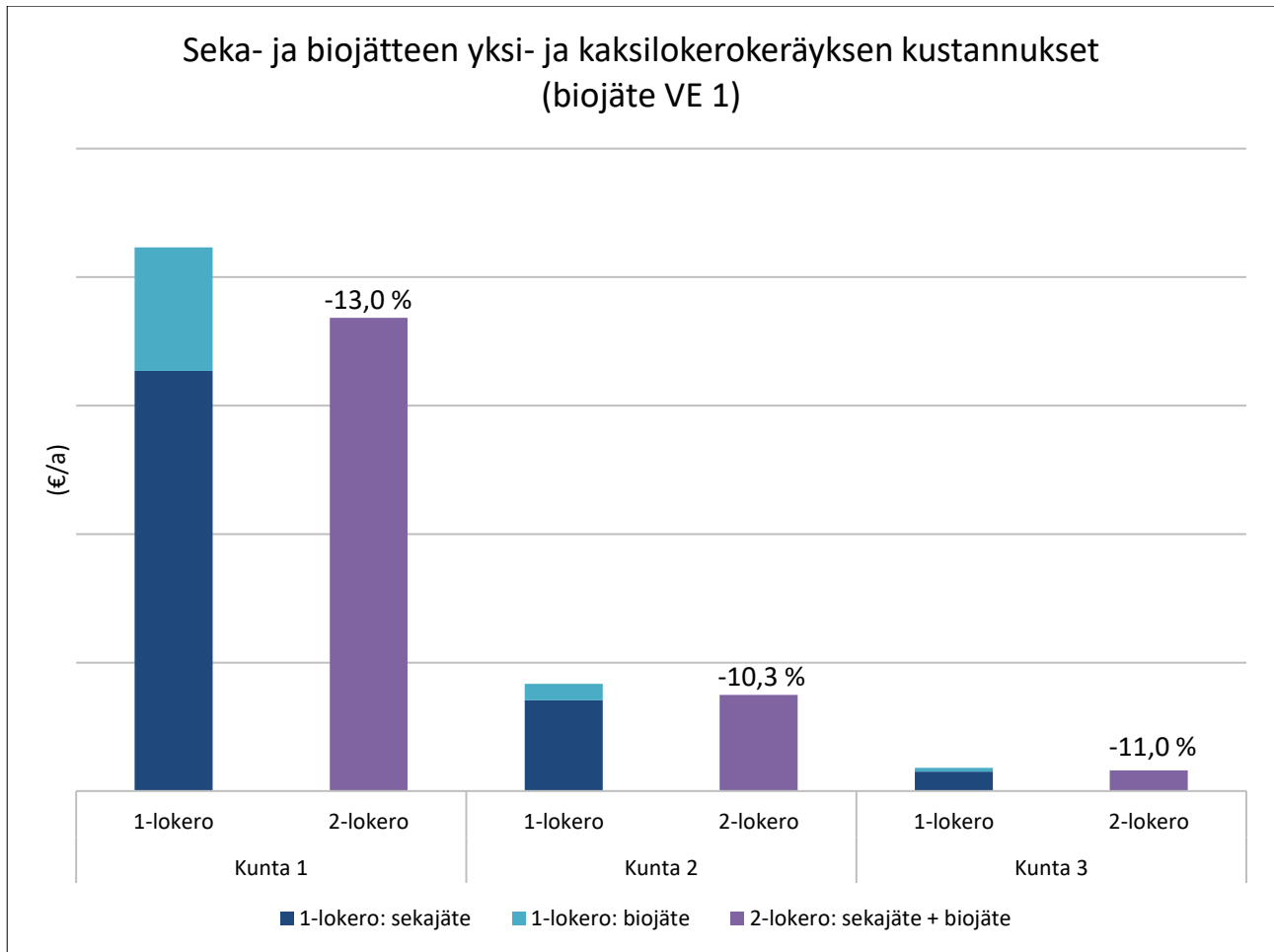
Kuvassa esitettyjen tulosten perusteella nelilokerokeräyksellä saavutettiin yksilokerokeräystä pienempi ilmastonlämpenemisvaikutus Kunnissa 2 ja 3 myös tilanteessa, jossa nelilokeroastian keskimääräinen tyhjennysväli on puolet muovi- ja kartonkijäteastioiden yksilokerokeräyksen tyhjennysvälistä. Kunnat 2 ja 3 edustivat keskiuurta ja pientä kuntaa.

Vaikka tällä tyhjennysvälivaihtoehdolla nelilokerokeräyksellä ei saatu lyhennettyä keräykseen kuluva aikaa ja siten saavutettu kustannushyötyjä yksilokerokeräykseen verrattuna, kasvihuonekaasupäästöt silti pienenevät. Tällä tyhjennysvälivaihtoehdolla astiatyhjennyksiin kuluva aika ja kuorman tyhjennysajoihin kuluva aika ovat nelilokerokeräyksessä suuremmat kuin yksilokerokeräyksessä, mutta siirtymiin keräysalueella keräyspisteeltä toiselle kuluu nelilokerokeräyksessä vähemmän aikaa. Sama havainto pätee polttoaineen kulutukseen. Siirtymät keräyspisteiden välillä kuluttavat polttoainetta huomattavasti enemmän kuin tyhjennysajot, jotka ovat usein pääosin tasaista maantieajoa. Astiatyhjennyksissä taas polttoainetta kuluu tyhjäkäyntiin ja astian tyhjennykseen. Siten suurin vaikutus keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutukseen saadaan vähentämällä keräyspisteiden välisten siirtymien määrää.

### 3.5.3.3 Bio- ja sekajäte kaksilokerokeräyksenä biojätteen velvoiteajalla viisi

Bio- ja sekajätteen kaksilokerokeräyksen kustannuksia ja ilmastonlämpenemisvaikutusta yksilokerokeräykseen verrattuna on tarkasteltu velvoiteajalla viisi eli vaihtoehdossa, jossa biojäte kerättäisiin tarkastelukunnissa kaikilta vähintään viiden huoneiston kiinteistöiltä (VE 1). Sekajäte kerätään, kuten nykyisin, kaikilta kiinteistöiltä. Laskennassa oletettiin, että kaikilla vähintään viiden huoneiston

kiinteistöillä, jotka liittyvät uutena kiinteistönä biojätteen erilliskeräykseen, biojäteastian tyhjennysrytmi sopeutetaan sekajäteastian tyhjennysrytmiin, millä minimoidaan ylimääräisiä ajoja. Laskentamallilla määritellyt keräyskustannukset bio- ja sekajätteen yksi- ja kaksilokerokeräykselle biojätteen velvoiterajalla viisi on esitetty kuvassa 31.

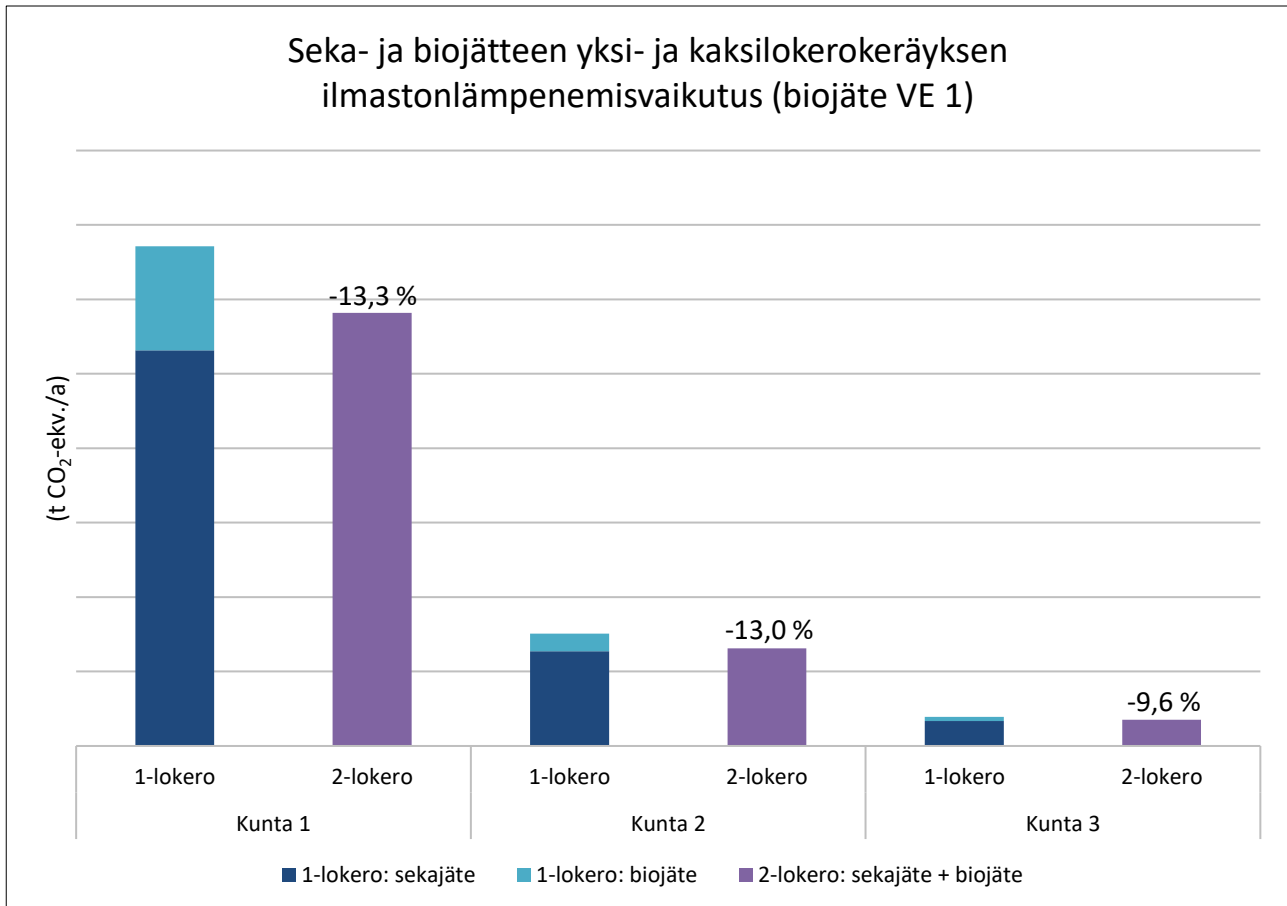


**Kuva 30.** Seka- ja biojätteen yksi- ja kaksilokerokeräyksen kustannukset erilliskeräysvaihtoehdossa yksi (VE 1) eli biojätteen velvoiterajalla viisi.

Tulosten perusteella kaksilokerokeräyksellä voidaan pienentää keräyskustannuksia kaikissa esimerkkikunnissa. Seka- ja biojätteen yhteenlaskettujen kustannusten näkökulmasta keräyskustannukset ovat kaksilokerokeräyksessä 11–13 % pienemmät kuin yksilokerokeräyksessä. Toisesta näkökulmasta esitettynä, biojätekeräyksen aiheuttama lisäkustannus sekajätekeräykseen on kaksilokerokeräyksessä 57–68 % pienempi kuin yksilokerokeräyksessä. Toisin sanoen, mikäli kyseisissä kunnissa ei ole lainkaan biojätekeräystä vaan pelkkä sekajätekeräys, biojätekeräyksen aloittaminen kaikilta vähintään viiden huoneiston kiinteistöiltä kannattaisi keräyskustannusten näkökulmasta toteuttaa kaksilokerokeräyksenä sopeuttamalla biojäteastiatyhjennykset sekajäteastiatyhjennysten kanssa samaan rytmiin, mikäli se on mahdollista toteuttaa. Tällöin biojätteestä aiheutuva lisäkustannus olisi alle puolet verrattuna tilanteeseen, jossa biojätteet kerättäisiin yksilokeroajoneuvoilla. Tämä edellyttää, että biojätteen ja sekajätteen tyhjennyspaikat ovat lähellä toisiaan. Laskennassa ei huomioitu investointeja monilokeroajoneuvoihin.

Laskentamallilla määritelty keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutus bio- ja sekajätteen yksi- ja kaksilokerokeräykselle biojätteen velvoiterajalla viisi on esitetty kuvassa 32.

### Seka- ja biojätteen yksi- ja kaksilokerokeräyksen ilmastolämpenemisvaikutus (biojäte VE 1)

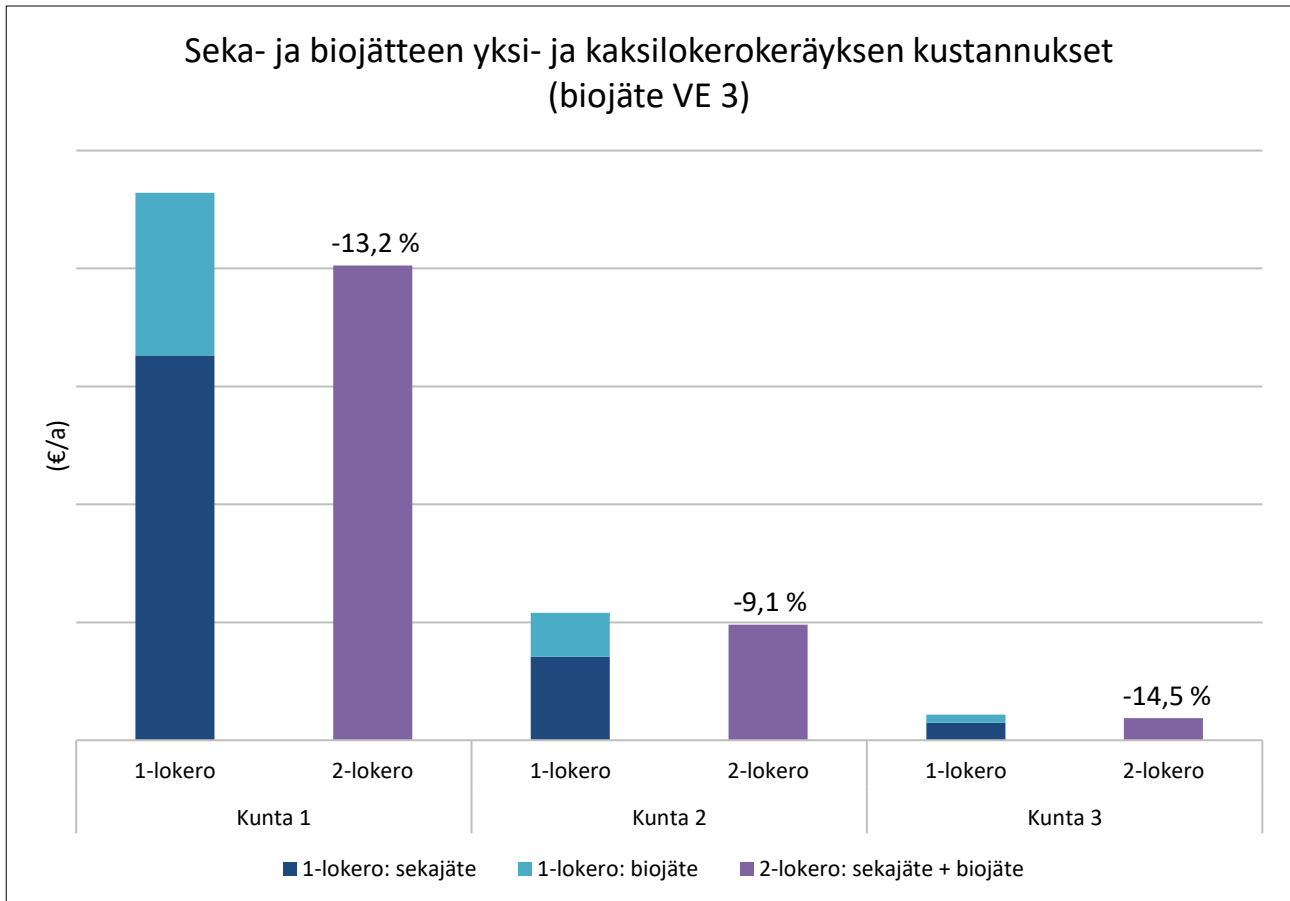


**Kuva 31.** Seka- ja biojätteen yksi- ja kaksilokerokeräyksen ilmastolämpenemisvaikutus erilliskeräysvaihtoehdossa yksi (VE 1) eli biojätteen velvoiterajalla viisi.

Lasketatulosten perusteella kaksilokerokeräyksessä saavutettava ilmastohyöty on esimerkkikunnissa suhteellisesti samaa suuruusluokkaa kuin hyöty keräykseen kuluva ajassa ja siten kustannuksissa. Myös ilmastolämpenemisvaikutuksen näkökulmasta bio- ja sekajätteen kaksilokerokeräyksellä saavutetaan hyötyjä yksilokerokeräykseen verrattuna. Esimerkkikunnissa jäteautokuormien tyhjennyspaikat biojätteelle ja sekajätteelle ovat lähellä toisiaan. Mikäli tyhjennyspaikkojen välillä olisi suuri etäisyys, erot olisivat oletetusti hieman pienempiä.

#### 3.5.3.4 Bio- ja sekajäte kaksilokerokeräyksenä biojätteen velvoiterajalla yksi

Bio- ja sekajätteen kaksilokerokeräyksen kustannuksia ja ilmastolämpenemisvaikutusta yksilokerokeräykseen verrattuna on tarkasteltu myös biojätteen velvoiterajalla yksi taajamissa eli vaihtoehdossa, jossa biojätteen erilliskeräysvelvoite asetettaisiin kaikille taajamien asuinkiinteistöille (VE 3). Tässä erilliskeräysvaihtoehdossa on oletettu, että 40 % taajamien pienkiinteistöistä sekä kaikki suuremmat kiinteistöt ovat liittyneet biojätteen erilliskeräykseen. Biojäteastian pisimmäksi sallituksi tyhjennysväliksi on oletettu kaksi viikkoa. Kuvassa 33 on esitetty erilliskeräysvaihtoehdon keräyskustannukset yksi- ja kaksilokerokeräykselle kolmessa esimerkkikunnassa.

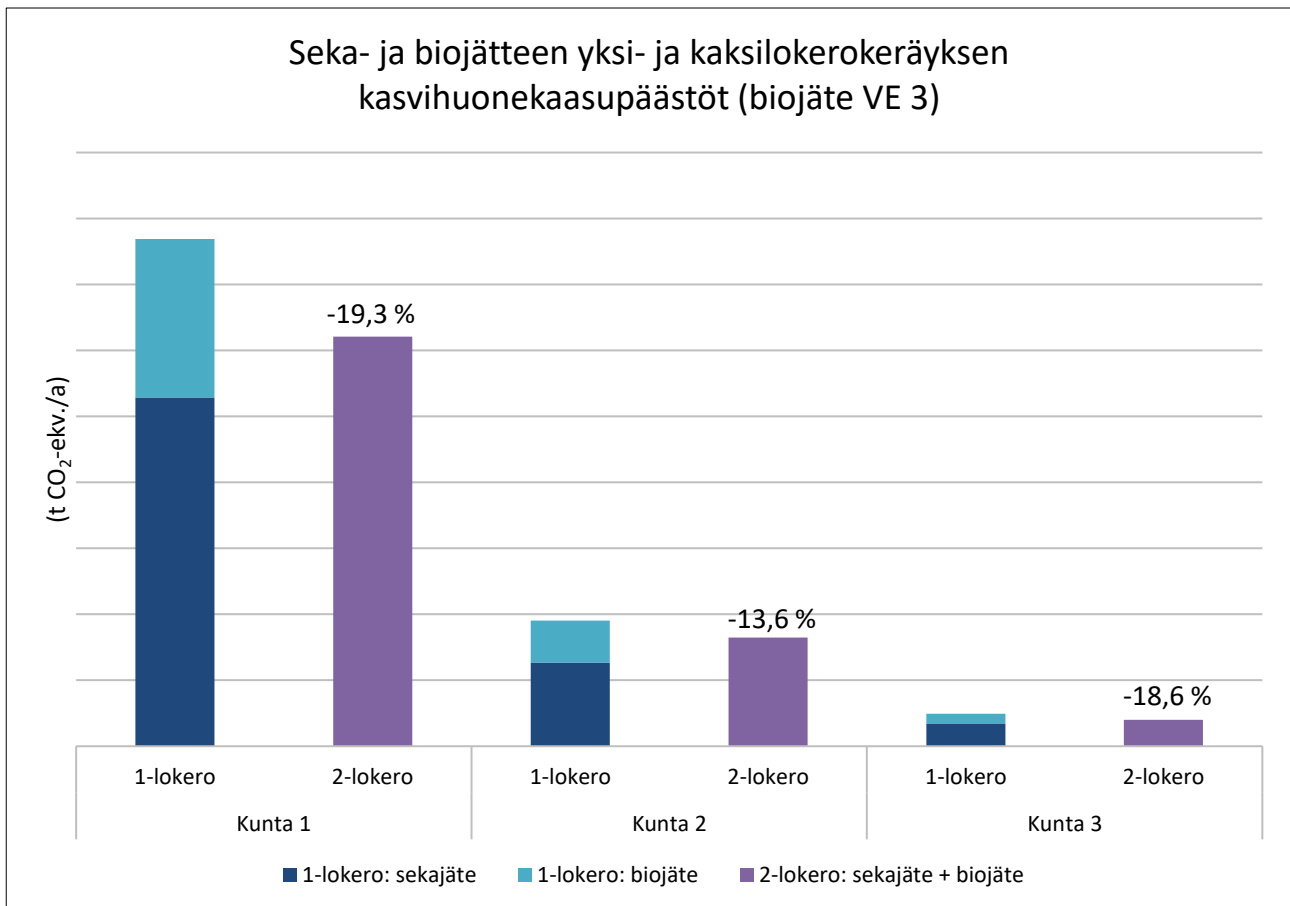


**Kuva 32.** Seka- ja biojätteen yksi- ja kaksilokerokeräyksen kustannukset erilliskeräysvaihtoehdossa 3 (VE 3), jossa biojätteen erilliskeräysvelvoite on asetettu kaikille taajamien asuinkiinteistöille.

Tulosten perusteella kaksilokerokeräyksellä voidaan tarkastellulla erilliskeräysvaihtoehdolla pienentää keräyskustannuksia kaikissa esimerkkikunnissa. Seka- ja biojätteen yhteenlaskettujen kustannusten näkökulmasta keräyskustannukset ovat kaksilokerokeräyksessä 9–15 % pienemmät kuin yksilokerokeräyksessä.

Laskennassa on oletettu, että kiinteistöillä olisi omat jäteastiat sekajätteelle ja biojätteelle. Mikäli keräys toteutettaisiin kaksilokeroastioilla, biojätteen pisin tyhjennysväli voisi vaikuttaa myös sekajätteen astiatyhjennysväleihin. Jos esimerkiksi yksilokeroisen sekajäteastian tyhjennysväli pienikiinteistöllä on normaalisti neljä viikkoa ja pisin sallittu tyhjennysväli biojätteelle on kaksi viikkoa, kaksilokeroastian myötä myös sekajätteen tyhjennysväli lyhenee kahteen viikkoon. Tämä voi pienentää kaksilokerokeräyksen hyötyjä.

Kolmen esimerkkikunnan seka- ja biojätteen yksi- ja kaksilokerokeräyksestä aiheutuva ilmastonlämpenemisvaikutus erilliskeräysvaihtoehdossa 3 on esitetty kuvassa 34.



**Kuva 33.** Seka- ja biojätteen yksi- ja kaksilokerokeräyksen kasvihuonekaasupäästöt erilliskeräysvaihtoehdossa 3 (VE 3), jossa biojätteen erilliskeräysvelvoite on asetettu kaikille taajamien asuinalueille.

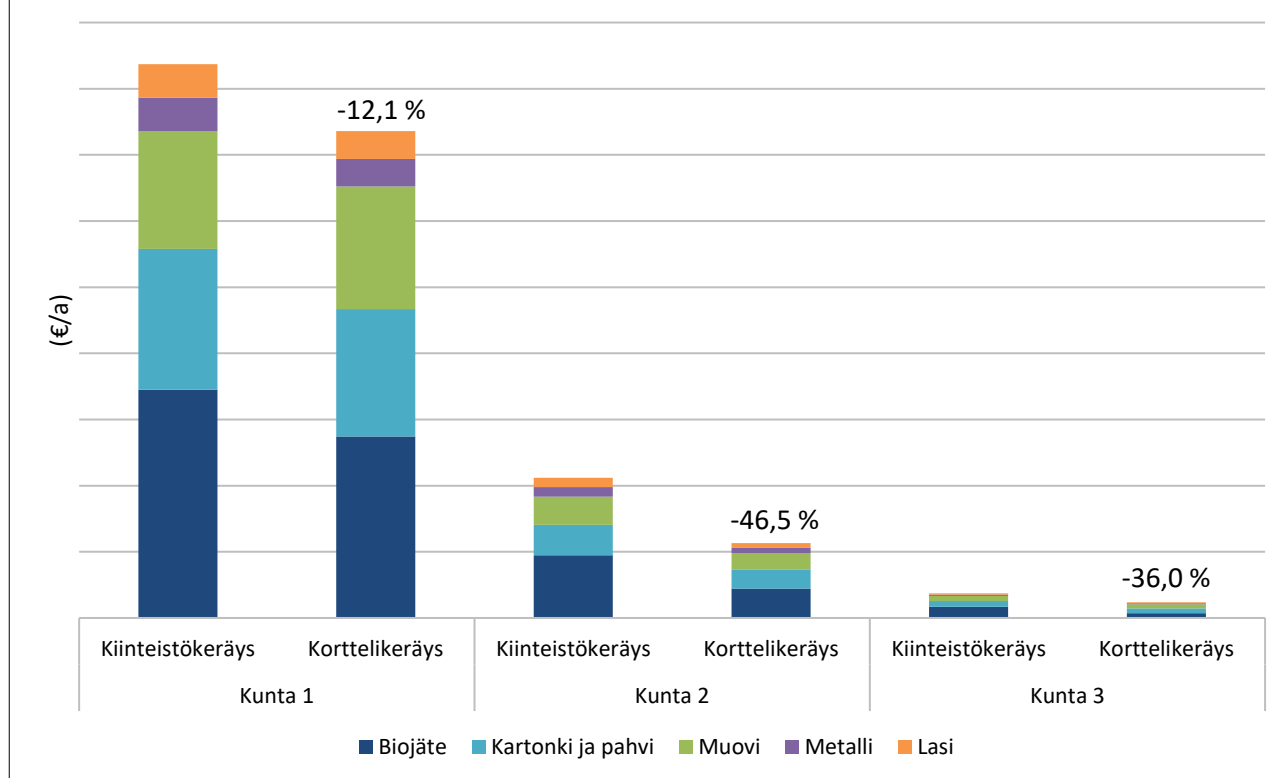
Lasketatulosten perusteella kaksilokerokeräyksessä saavutettava ilmastohyöty on esimerkkikunnissa samaa suuruusluokkaa kuin hyöty keräykseen kuluva ajassa ja siten kustannuksissa. Myös ilmastolämpenemisvaikutuksen näkökulmasta bio- ja sekajätteen kaksilokerokeräyksellä saavutetaan hyötyjä yksilokerokeräykseen verrattuna. Seka- ja biojätteen keräyksestä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat kaksilokerokeräyksessä 14–19 % pienemmät kuin yksilokerokeräyksessä.

### 3.5.4 Korttelikeräys

Yhtenä keräysvaihtoehtona pienkiinteistöjen bio- ja pakkausjätteiden keräykseen on tarkasteltu korttelikeräystä. Tässä keräysvaihtoehdossa on oletettu, että esimerkkikuntien kaikki 1-4 huoneiston kiinteistöt kuuluvat korttelikeräyksen piiriin ja vähintään viiden huoneiston kiinteistöiltä keräys toteutetaan samalla tapaa kiinteistökohtaisena keräyksenä kuin aiemmin on oletettu.

Kiinteistökohtaisen keräyksen ja korttelikeräyksen keräyskustannukset velvoiterajalla yksi taajamissa (VE 3) on esitetty kuvassa 35.

### Kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen ja korttelikeräyksen keräyskustannukset (VE 3)

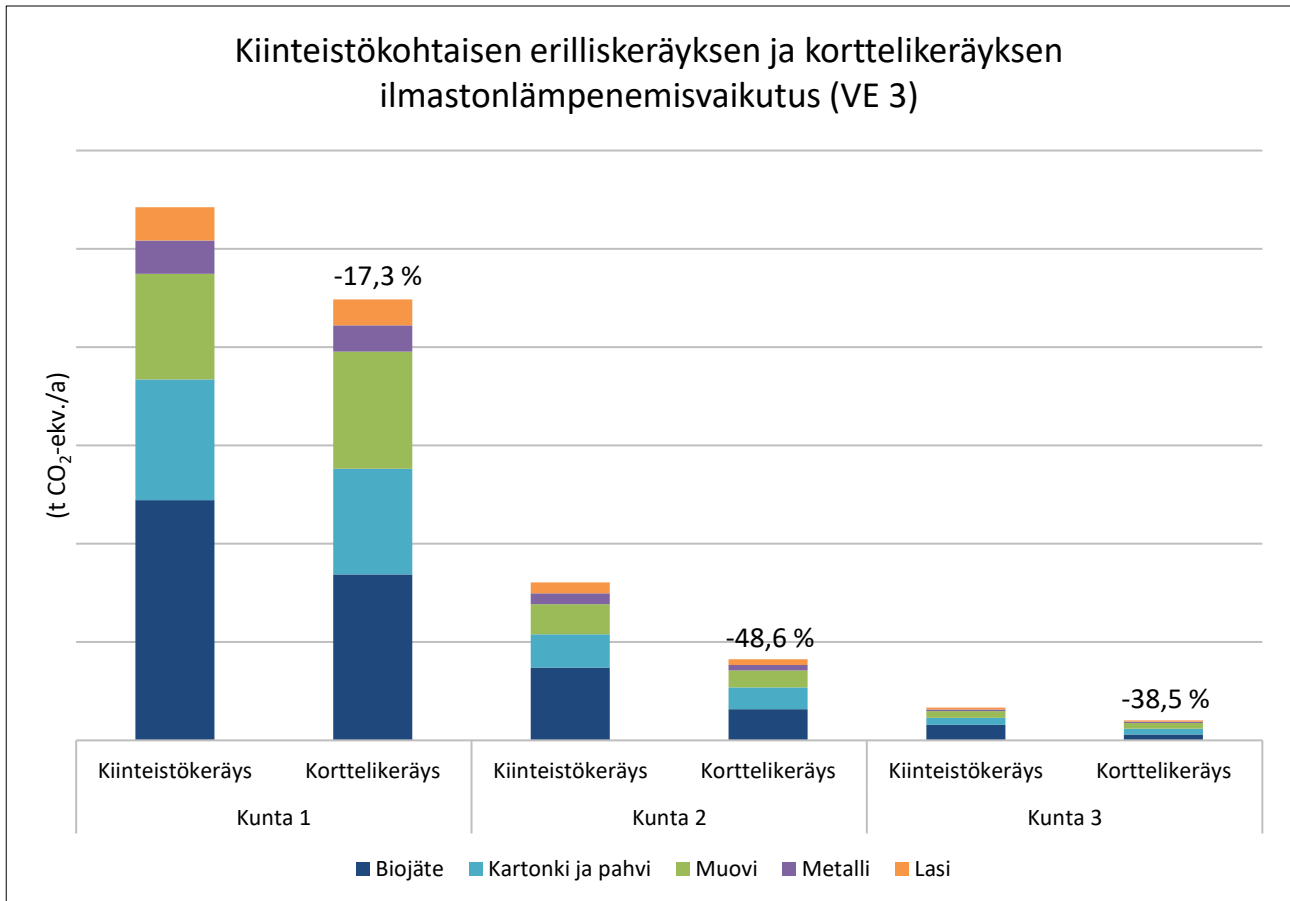


**Kuva 34.** Kiinteistökohtaisen keräyksen ja korttelikeräyksen keräyskustannukset taajamissa velvoiterajalla yksi (VE 3).

Tulosten perusteella pienkiinteistöjen korttelikeräyksellä saavutetaan esimerkkikunnissa laskennallisesti 12–47 % pienemmät keräyskustannukset kuin pelkällä kiinteistökeräyksellä. Hyödyt ovat sitä suuremmat, mitä suurempi osuus kunnan asukkaista kuuluu korttelikeräykseen. Siten Kunnassa 2, jossa lähes 80 % asukkaista asuu pienkiinteistöissä, korttelikeräyksen suhteellinen kustannushyöty kiinteistökeräykseen verrattuna on merkittävästi suurempi kuin esimerkiksi Kunnassa 1, jossa suurin osa asukkaista asuu kerros- tai rivitaloissa.

Suurimmat kustannussäästöt saavutetaan biojätteen keräyksessä. Kiinteistökohtaisessa keräyksessä biojäteastian kahden viikon tyhjennysväli on omakotitalokiinteistöillä liian lyhyt, ja astian täyttöaste jää alhaiseksi. Usean kiinteistön yhteinen keräysastia (korttelikeräys) mahdollistaa tyhjennysvälin optimoinnin täyttöasteiden näkökulmasta. Korttelikeräyksellä voidaan minimoida astiatyhjennysten määrää ja keräyspisteiden välistä ajoa ja mahdollistaa kaikille kiinteistöille suhteellisen lyhyt etäisyys lähimmälle keräyspisteelle.

Kuvassa 36 on esitetty kiinteistökohtaisen keräyksen ja korttelikeräyksen ilmastolämpenemisvaikutus velvoiterajalla yksi taajamissa (VE 3) tarkastelluissa esimerkkikunnissa.



**Kuva 35.** Keräyksen ilmastonlämpenemisvaikutus kiinteistökohtaisessa keräyksessä sekä korttelikeräyksessä.

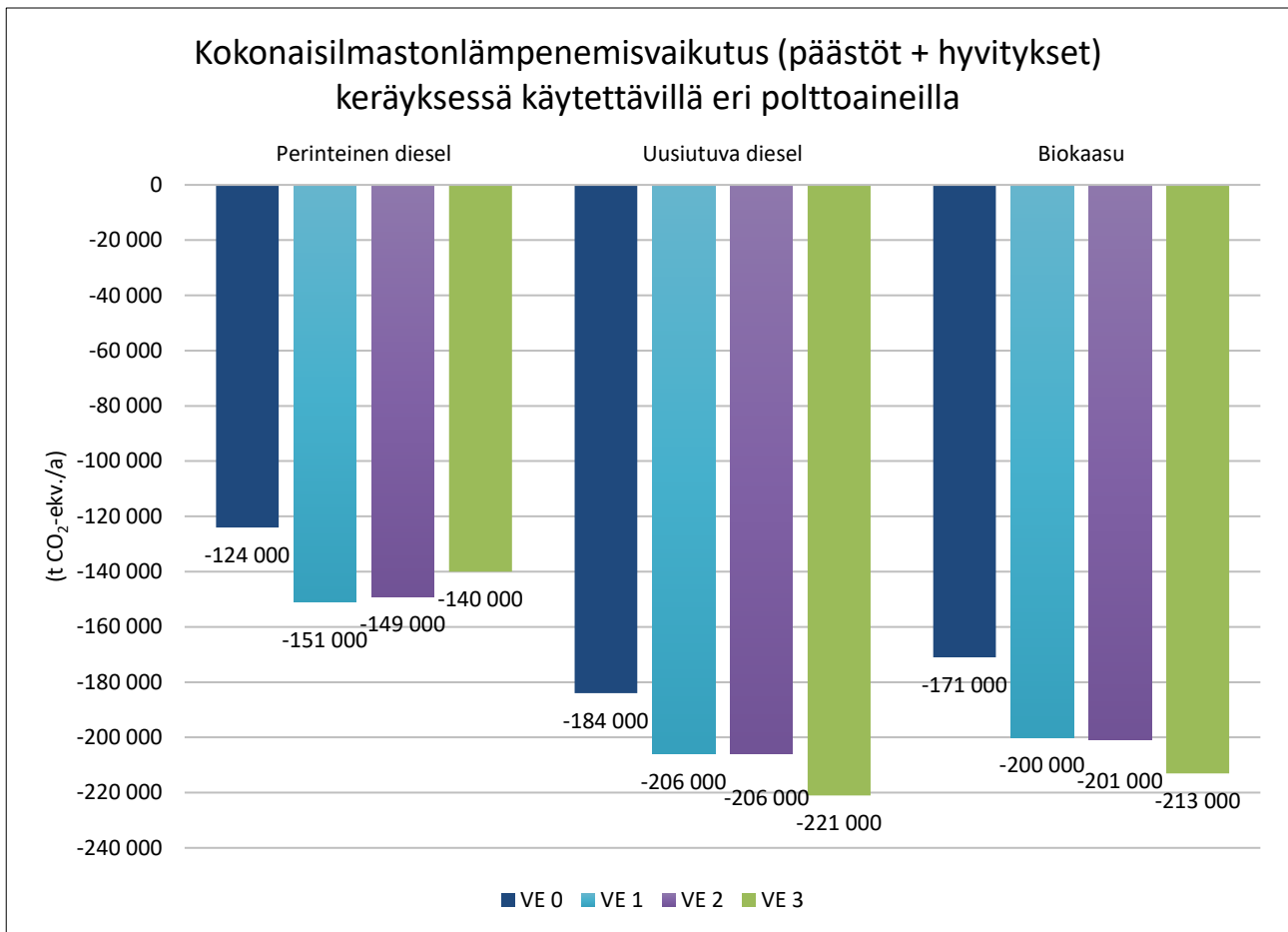
Kuvassa 36 esitettyjen tulosten perusteella korttelikeräyksellä saavutettavat ilmastoehdyt kiinteistökohtaiseen keräykseen verrattuna ovat suhteellisesti samaa suuruusluokkaa kuin kuvassa 35 esitetyt kustannushyödyt. Myös keräyksestä aiheutuvien päästöjen näkökulmasta voidaan omakotitalovaltaisissa kunnissa korttelikeräyksellä saavuttaa suurimmat hyödyt.

### 3.5.5 Uusiutuvat polttoaineet keräyksessä

Selvityksessä oletettiin jätteenkeräyksessä käytettävän polttoaineen olevan fossiilista dieseliä. Keräyksessä voidaan käyttää, kuten joillain alueilla nykyisin jo käytetään, myös uusiutuvia, bioperäisiä polttoaineita. Herkkystarkastelussa on arvioitu, mitä ilmastonlämpenemisen kokonaisvaikutukset ovat tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa, mikäli keräyksessä käytettäisiin fossiilisen dieselin sijaan uusiutuvaa (Neste MY) dieseliä tai biokaasua.

Ilmastonlämpenemisen nettovaikutus keräyksen eri polttoaineilla on esitetty kuvassa 37.





**Kuva 36.** Ilmastonlämpenemisen nettovaikutus keräyksen eri polttoaineilla nykyisillä lajittelukertymillä laskettuna.

Tarkasteltujen erilliskeräysvaihtoehtojen nettovaikutus ilmastonlämpenemiseen olisi merkittävästi pienempi, mikäli jätteenkeräys toteutettaisiin uusiutuville polttoaineilla. Käytettyjen laskentaoletusten pohjalta saatujen tulosten mukaan uusiutuvalla dieselillä voitaisiin erilliskeräyksen laajuudesta riippuen vähentää jätteenkeräyksestä, ja siten koko jätehuollosta aiheutuvia, ilmastonlämpenemisvaikutuksia noin 60 000–81 000 tonnia CO<sub>2</sub>-ekv. vuodessa verrattuna keräykseen fossiilisella dieselillä. Biokaasulla vastaava vähennys olisi laskennallisesti noin 47 000–73 000 tonnia CO<sub>2</sub>-ekv. vuodessa erilliskeräysvaihtoehdosta riippuen.

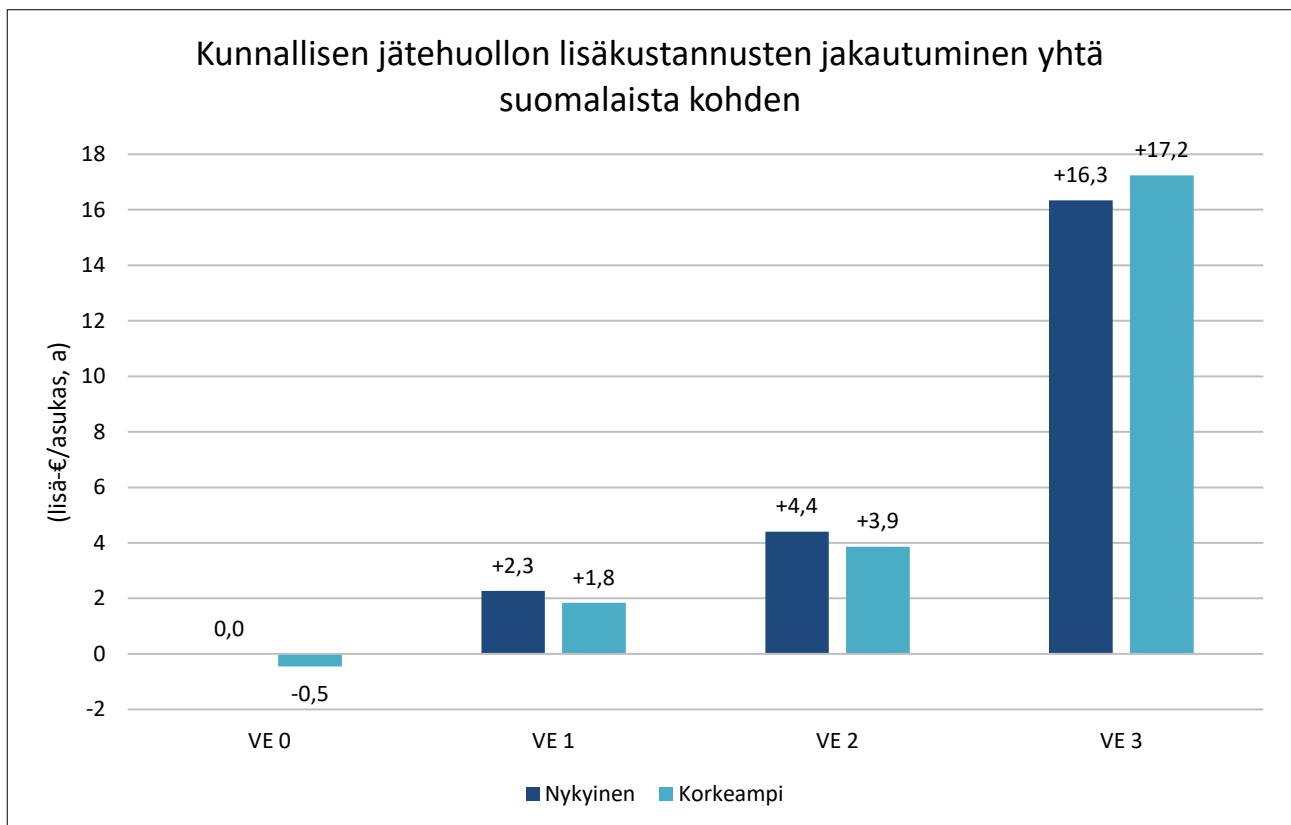
Nykyisillä lajittelukertymillä laskettuna suurin ilmastohyöty fossiilista dieselinä keräyksen polttoaineena käyttäen saavutetaan erilliskeräyksen velvoitearajalla viisi (VE 1). Tällöin ilmastohyöty nykyiseen erilliskeräyksen laajuuteen verrattuna on noin 27 000 tonnia CO<sub>2</sub>-ekv. vuodessa, mikä vastaa noin 13 000 henkilöauton keskimääräistä päästöä Suomessa, kun yhdellä autolla ajetaan keskimäärin 14 000 kilometriä vuodessa ja dieselautojen suoriteosuus on 41 %. Uusiutuvaa dieselinä keräyksen polttoaineena käyttäen, nykyisillä lajittelukertymillä laskettuna suurin ilmastohyöty saavutettaisiin, jos bio- ja pakkausjätteiden keräys laajennettaisiin kaikkiin asuinalueisiin taajamissa (VE 3). Tällöin ilmastohyöty nykyiseen erilliskeräyksen laajuuteen verrattuna (fossiilista dieselinä käyttäen) olisi noin 81 000 tonnia CO<sub>2</sub>-ekv. vuodessa, mikä vastaa noin 38 000 henkilöauton keskimääräistä päästöä Suomessa. Korkeammilla lajittelukertymillä saavutettava ilmastohyöty olisi vielä suurempi.

Uusiutuvan dieselin ja biokaasun käytön (polton) päästöt ovat 0 kg CO<sub>2</sub>-ekv., johtuen niiden bioperäisestä alkuperästä. Kyseisten polttoaineiden ilmastonlämpenemisvaikutus syntyy niiden valmistusvaiheessa

syntyvistä päästöistä. Bioperäisistä jätteistä ja tähteistä valmistetun uusiutuvan Neste MY -dieselin hiilijalanjälki on noin 9 % perinteisen fossiilisen dieselin hiilijalanjäljestä. Tässä selvityksessä käytetty biokaasun hiilijalanjälki on noin 18 % perinteisen fossiilisen dieselin hiilijalanjäljestä. Biokaasun hiilijalanjälki kuitenkin vaihtelee tuotantolaitoksesta riippuen. Parhaimmillaan se voi olla yhtä alhainen kuin uusiutuvan dieselin.

### 3.6 Erilliskeräysvaihtoehtojen lisäkustannus yhtä suomalaista kohden

Selvityksessä arvioitiin, kuinka paljon tarkastellut asumisessa syntyvän jätteen erilliskeräysvaihtoehdot lisääisivät kunnallisen jätehuollon kustannuksia. Kustannusmuutoksia tarkasteltiin koko valtakunnan tasolla. Kuvassa 38 on lisäksi esitetty, mitä lisäkustannukset olisivat keskimäärin vuositasolla yhtä suomalaista kohden. Lisäkustannus on määritetty vähentämällä kunnalliselle jätehuollolle laskennallisesti aiheutuva keräys- ja käsittelykustannus vaihtoehdoissa VE 1–3 nykytilan (VE 0) keräys- ja käsittelykustannuksella. Saatu lisäkustannus on jaettu koko Suomen asukasmäärällä. Kustannuksissa ei ole mukana kunnalliselle jätehuollolle kohdistuvia viestintään, hallinnointiin ja asiakaspalveluun liittyviä kustannusmuutoksia.



**Kuva 37.** Kunnallisen jätehuollon lisäkustannuksen jakautuminen yhtä suomalaista kohden.

Vaihtoehdoilla VE 1 ja VE 2 jätehuoltokustannus lisääntyisi yhtä suomalaista kohden keskimäärin alle 5 euroa vuodessa. Vaihtoehdolla 3, jossa bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräysvelvoite laajennettaisiin kaikille asuinkiinteistöille taajamissa, lisäkustannus olisi huomattavasti muita tarkasteltuja vaihtoehtoja suurempi. Huomioitavaa on, että kustannukset eivät jakaannu tasaisesti kaikkien suomalaisten kesken. Suurelle osalle suomalaisista muutos ei näkyisi jätehuoltokustannuksissa lainkaan. Toisille muutos voi olla suuri. Suurin lisäkustannus kohdistuisi kiinteistöihin, joilla nykyisin on vain sekajätteen keräys. Tässä selvityksessä ei

arvioitu, millainen muutos olisi niille asukkaille, joiden asuinkiinteistöön velvoiterajamuutos kohdistuisi, sillä erilaisia variaatioita kustannusmuutoksista on lukemattomia.

### 3.7 Merkittävimmät epävarmuustekijät

---

Jätehuollon vaikutusten arviointi edellytti useiden oletusten tekemistä mallinnuksessa. Tässä luvussa tuodaan esiin selvityksen merkittäviä epävarmuustekijöitä, jotka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. Jätehuollon valtakunnallinen kustannus-, työllisyys- ja ympäristövaikutusten arviointi toteutettiin alueellisten jätehuoltomallinnusten perusteella (ks. luku 2.3) yleistäen alueellisten mallinnusten laskentaperiaatteita ja -parametreja. Väestön perusteella alueelliset jätehuoltomallinnukset kattavat merkittävän osuuden Suomen väestöstä noin 37 %.

Jätteenkeräys oletettiin selvityksessä toteutettavan yksilokerokeräyksenä sekä keskitetysti kilpailutetuiksi, mikä tulee ottaa huomioon erityisesti kustannusvaikutusten arvioinnissa ja tulosten tulkinnassa. Monilokerokeräystä hyödynnetään jo nykyisin useilla keräysalueilla, ja niillä voidaan usein suorittaa jätteenkeräystä kustannustehokkaammin. Erityisesti metalli ja lasi kerätään usein kaksilokerokeräyksenä. Monilokerokeräyksen ympäristö- ja kustannusvaikutusta yksilokerokeräykseen verrattuna arvioitiin erikseen herkkyystarkastelussa. Jätteenkeräyksen osalta oletettiin myös, että keräys on ympäristöministeriön jätelakityöryhmän antaman ehdotuksen (EU:n jätessäädöspaketin täytäntöönpano – työryhmän mietintö, 2019) mukaisesti keskitetysti kilpailutettua, mikä mahdollistaa keräysreittien optimoinnin. Kiinteistöjen kilpailuttamassa keräyksessä on mahdollista, että pienellä asuinalueella useat kuljetusyrietykset keräävät jätettä.

Jätteenkeräyksen ja -käsittelyn kustannusarvioinnissa huomioitiin toimintojen kustannukset keräyksen osalta tuntiperusteisesti (€/h) ja käsittelyn osalta tonniperusteisesti (€/t). Keräykseen ja käsittelyyn liittyy lisäksi esimerkiksi hallinnon, viestinnän ja asiakaspalvelun kustannukset. Näitä kustannuksia ei laskennassa huomioitu, sillä riittävän kattavaa tietoa niiden arvioimiseksi ei ollut saatavilla.

Herkkyystarkastelut toteutettiin selvityksessä arvioiden mallinnus- ja laskentaoletusten vaikutusta kolmen esimerkkikunnan jätehuollon kustannuksiin ja ilmastonlämpenemisvaikutukseen. Koska herkkyystarkastelut on laskettu kolmelle eri kokoiselle ja erilaisilla tyyppialueilla edustavalle esimerkkikunnalle, tuloksia ei voida yleistää suoraan valtakunnallisiksi tuloksiksi. Herkkyystarkastelujen tulokset antavat kuitenkin tärkeää tietoa tulosten vaihtelusta ja mahdollisesta epävarmuudesta yksittäisen kunnan näkökulmasta. Monilokerokeräys voidaan toteuttaa lukuisilla eri tavoilla, mikä hyvä huomioida herkkyystarkastelutuloksia tulkittaessa.

Selvityksen kustannus- ja ympäristövaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty Tilastokeskuksen vuoden 2017 yhdyskuntajätetilastoa (Tilastokeskus, 2019a). Täten yhdyskuntajätteen tilastointiin liittyvät epävarmuudet sisältyvät myös tämän selvityksen vaikutusarviointiin. Yhdyskuntajätetilaston tiedoissa kunnan vastuulle kuuluvaa seka- ja biojätteen määrää ei voida erottaa kokonaisjätemäärästä, joten laskennassa käytettiin tilastoituja kokonaismääriä. Biojätteen osalta puutarhajätteet on mahdollista rajata tarkastelun ulkopuolelle. Toinen tilastoinnista johtuva epävarmuustekijä on, että pakkausjätteiden keräysmäärien perusteella pakkausjätteitä syntyy huomattavasti enemmän kuin markkinoille saatetaan pakkauksia. Lisäksi selvityksessä käytetyt kuluttajapakkausjättemäärät saattavat sisältää myös esimerkiksi liiketoiminnassa syntyvää jätettä.

Asukkaiden keskimääräiset lajittelukertymät kiinteistökeräyksessä ja ekopistekeräyksessä perustuivat Suomen Kiertovoima ry:n (Suomen Kiertovoima, 2018) raportoiimiin keskimääräisiin lajittelukertymiin. Oletetut korkeammat lajittelukertymät perustuivat Jättekiva-hankkeessa (Salmenperä et al., 2019)

esitettyihin arvioihin lajittelutehokuuden kasvupotentiaalista. Suhteutettuna markkinoille saatettuihin pakkausjätteisiin laskennassa käytetyt korkeammat lajittelukertymät eivät ole mahdollisia, sillä pakkausjätelajikohtainen kierrätysaste olisi 100 %:a tai enemmän. Kun verrataan erilliskerättyjä pakkausjättemääriä sekajätteessä oleviin pakkausjättemääriin, oletettuja suuremman lajittelukertymän arvoja voidaan pitää realistisina.

Nykyisin kiinteistökeräykseen ja vapaaehtoiseen kompostointiin kuuluvien asukasmäärien osalta käytettiin Jätekuva-raportissa (Salmenperä et al., 2019) esitettyjä lukuja, jotka perustuvat vuoden 2014 tietoihin. Jätehuoltomääräyksiä on tämän jälkeen päivitetty usealla alueella ja erilliskeräyksen velvoiterajat ovat muuttuneet. Nykyisin erilliskeräyksen piiriin kuuluu enemmän asukkaita kuin tässä laskennassa on oletettu. Koska tietoa lajittelukertymistä on saatavilla rajallisesti. Näin ollen on epävarmaa, kuinka hyvin laskennassa käytetyt lajittelukertymät vastaavat todellisuutta, erityisesti kun uusia kiinteistöjä liitetään velvoiterajan piiriin. Erityisesti pienikiinteistöissä lajittelukertymien voidaan olettaa olevan suurempia kuin tällä hetkellä erilliskeräykseen pääosin kuuluvissa kerros- ja rivitaloissa. Pienikiinteistöjen mahdollisesti suurempaa lajittelukertymää ei kuitenkaan huomioitu tässä selvityksessä (muuten kuin biojätteen osalta) liian vähäisestä aineistosta johtuen. Selvityksen herkkyytarkasteluissa oletettiin, että korttelikeräyksessä lajittelukertymät vastaisivat kiinteistökohtaisen keräyksen lajittelukertymiä. Todellisuudessa asukaskohtainen lajittelukertymä on todennäköisesti pienempi korttelikeräyksessä kuin kiinteistökohtaisessa keräyksessä. Kokemusperäiset havainnot ovat osoittaneet, että lajittelun helppous kasvattaa lajittelukertymää. Tarkempaa tietoa lajittelukertymistä erilaisissa tilanteissa tarvittaisiin lajittelukertymien vaihtelun arvioimiseen.

Alueellisissa jätehuoltomallinnuksissa on käytetty eri jätelajeille niiden nykyisiä vastaanottopaikkoja. Vastaanottopaikoilla tarkoitetaan käsittelylaitosta, siirtokuormausasemaa tai pakkausjätteiden osalta tuottajayhteisön vastaanottoterminalia. Laskennassa ei ole huomioitu vastaanottopaikkojen mahdollista lisääntymistä erilliskeräyksen laajentuessa ja erilliskerättyjen jättemäärien lisääntyessä. Uudet vastaanottopaikat lyhentävät joillain alueilla jäteautojen siirtymäajojen tarvetta keräysalueen ja jätteen vastaanottopaikan välillä. Tällöin keräyksen ominaiskustannus voi olla pienempi kuin alueellisesti on mallinnettu.

Biojätteen ja pakkausjätteiden keräyksen ominaiskustannus kunnallisessa keräyksessä määritettiin erikseen kullekin erilliskeräysvaihtoehdolle ja erilaisille tyyppialueille. Sekajätteen ja RINKI-ekopistekeräyksen kustannuksia arvioitaessa käytettiin vakiokerrointa (€/t), jonka oletettiin pätevän kaikissa tarkasteltuvaihtoehdoissa. Tämä perustui oletukseen, että sekajätteen keräys ja RINKI-ekopistekeräys sopeutetaan astiamäärillä ja tyhjennysväleillä vallitsevaan tilanteeseen bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräystä laajennettaessa. Bio- ja pakkausjätteiden kustannusarviointi toteutettiin siten tarkemmalla tasolla kuin sekajätteen keräyksen ja RINKI-ekopistekeräyksen kustannusarviointi. Käytetty laskentatavan valinta johtui myös tarvittavien tietojen puutteesta. Tarvittaisiin enemmän tutkittua tietoa siitä, kuinka sekajätekeräys ja ekopistekeräys muuttuvat suhteessa kerättyihin jättemääriin, kun enemmän jätettä ohjautuu kiinteistökeräykseen.

Jätteenkäsittelylaitoksiin ja -tekniikoihin liittyvät oletukset on tärkeä ottaa huomioon tulosten tulkinnessa. Biojätteen käsittelyssä oletettiin, että asuinkiinteistöiltä erilliskerätty biojäte käsitellään biokaasulaitoksissa. Koska biokaasulaitosten lukumäärä on kasvanut viime vuosina ja lukumäärän odotetaan kasvavan lisää tulevaisuudessa, oletusta voidaan pitää perusteltuna. Käytännössä asuinkiinteistöiltä erilliskerättyä biojätettä käsitellään myös kompostointilaitoksissa ja kompostikentillä sekä mahdollisesti pieneltä osin myös polttamalla. Lisäksi selvityksessä oletettiin, että pakkausjätteiden nykyinen käsittelykapasiteetti riittää myös

erilliskeräyksen laajentuessa. Esimerkiksi kuluttajamuovipakkaukset kierrätetään tällä hetkellä vain Fortum Waste Solutionsin Riihimäen laitoksella. On kuitenkin oletettavissa, että käsittelykapasiteetti ei riitä erilliskeräysvelvoitteen kiristytessä pidemmällä aikavälillä. Uudet käsittelyvaihtoehdot voivat kasvattaa käsittelyn hintaa.

Lisäksi on otettava huomioon, että ympäristöministeriön jätelakityöryhmä on mietinnössään (EU:n jätesäädöspaketin täytäntöönpano – työryhmän mietintö, 2019) ehdottanut valtakunnalliseksi velvoiterajaksi vaihtoehtoa (VE) 2, sillä erotuksella, että velvoiteraja viisi koskisi vain taajamissa sijaitsevia kiinteistöjä. On arvioitu, että tällä erolla ei ole merkittävää vaikutusta tässä selvityksessä laskettuihin VE 2:n ympäristövaikutuksiin ja kustannuksiin, sillä vain noin 1,9 % vähintään viiden huoneiston kiinteistöistä sijaitsee haja-asutusalueella ja näissä kiinteistöissä asuu noin 0,5 % vähintään viiden huoneiston kiinteistöjen asukkaista.

Selvityksen toteutuksen aikana havaittiin, että jätehuollon perustutkimukselle olisi suuri tarve kuten myös kattavalle jätetietojärjestelmälle. Esimerkiksi alueellista jätelajikohtaisesta jätetilastointia ei ole käytettävissä useista kunnista edes jäteviranomaisilla. Lisäksi yrityksistä ja julkisista kiinteistöistä muodostuvien jätteiden osalta tietoa on saatavilla hyvin rajallisesti.

### 3.8 Tulosten koonti

Erilliskeräysvaihtoehtojen ympäristö-, kustannus- ja työllisyysvaikutusten arvioinnin tulokset on koottu taulukkoon 20 nykyisillä lajittelukertymillä. Taulukkoon 21 on vastaavasti koottu tulokset korkeammilla lajittelukertymillä.

**Taulukko 20.** Ympäristö-, kustannus- ja työllisyysvaikutusten arvioinnin tulokset nykyisillä lajittelukertymillä.

	VE 0 (2017)	VE 1	VE 2	VE 3
Materiaalina hyödynnetty jätemäärä nykyisellä laskentasäännöllä (t/a)	1 140 110	1 209 540 (+69 430)	1 228 770 (+88 660)	1 305 450 (+165 340)
Materiaalina hyödynnetty jätemäärä uudella laskentasäännöllä* (t/a)	1 118 020	1 180 540 (+65 520)	1 198 710 (+80 690)	1 271 000 (+152 980)
Yhdyskuntajätteen kierrätysaste nykyisellä laskentasäännöllä (%)	40,6	43,0 (+2,4)	43,7 (+3,1)	46,4 (+5,8)
Yhdyskuntajätteen kierrätysaste uudella laskentasäännöllä* (%)	39,8	42,0 (+2,2)	42,6 (+2,8)	45,2 (+5,4)
Laskennallisesti arvioitu keräys- ja käsittelykustannus** (M€/a)	278	290 (+12)	301 (+23)	365 (+87)
Työllisyysvaikutus nykytilaan verrattuna (htv/a)	-	+130	+240	+840
Ilmastonlämpenemisvaikutus (t CO <sub>2</sub> -ekv./a)	-124 000	-151 000 (-27 000)	-149 000 (-25 000)	-140 000 (-16 000)
Rehevöitymisvaikutus (t PO <sub>4</sub> -ekv./a)	0	-3 (-3)	1 (+1)	24 (+24)
Happamoitumisvaikutus (t SO <sub>2</sub> -ekv./a)	-1 017	-988 (+29)	-964 (+53)	-833 (+185)
Fossiilisten luonnonvarojen ehtymisvaikutus (TJ/a)	-5 500	-5 880 (-380)	-5 870 (-370)	-5 820 (-320)
Hiukkaspäästöt (t PM <sub>2,5</sub> -ekv./a)	-292	-294 (-2)	-290 (+2)	-271 (+21)
Talteenotettu typpi (t/a)	2 140	2 810 (+670)	2 960 (+820)	3 260 (+1120)
Talteenotettu fosfori (t/a)	200	260 (+60)	270 (+70)	300 (+100)

\*Huomioiden vain pakkausjätteiden vaikutukset yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen. Rejektien määrät on arvioitu LASSE-raportissa esitettyjen arvojen mukaisesti.

\*\*Kunnallisen jätehuollon ja pakkausten tuottajayhteisöjen kustannukset sisältäen ne kustannusosatekijät, joita tässä selvityksessä on arvioitu.

**Taulukko 21.** Ympäristö-, kustannus- ja työllisyysvaikutusten arvioinnin tulokset korkeammilla lajittelukertymillä.

	VE 0 (2017)	VE 1	VE 2	VE 3
Materiaalina hyödynnetty jätemäärä nykyisellä laskentasäännöllä (t/a)	1 218 590	1 316 910 (+98 320)	1 390 040 (+171 450)	1 446 140 (+227 550)
Materiaalina hyödynnetty jätemäärä uudella laskentasäännöllä* (t/a)	1 188 240	1 273 180 (+84 940)	1 344 200 (+155 960)	1 392 130 (+203 890)
Yhdyskuntajätteen kierrätysaste nykyisellä laskentasäännöllä (%)	43,3	46,8 (+3,5)	49,4 (+6,1)	51,4 (+8,1)
Yhdyskuntajätteen kierrätysaste uudella laskentasäännöllä* (%)	42,3	45,3 (+3,0)	47,8 (+5,5)	49,5 (+7,3)
Laskennallisesti arvioitu keräys- ja käsittelykustannus** (M€/a)	283	296 (+13)	307 (+24)	377 (+94)
Työllisyysvaikutus nykytilaan verrattuna (htv/a)	+110	+250 (+140)	+360 (+250)	+1 030 (+920)
Ilmastonlämpenemisvaikutus (t CO <sub>2</sub> -ekv./a)	-136 000	-188 000 (-52 000)	-186 000 (-50 000)	-194 000 (-58 000)
Rehevöitymisvaikutus (t PO <sub>4</sub> -ekv./a)	-15	-20 (-5)	-16 (-1)	7 (+22)
Happamoitusvaikutus (t SO <sub>2</sub> -ekv./a)	-1 033	-989 (+44)	-964 (+69)	-813 (+220)
Fossiilisten luonnonvarojen ehtymisvaikutus (TJ/a)	-5 760	-6 470 (-710)	-6 470 (-710)	-6 640 (-880)
Hiukkaspäästöt (t PM 2,5-ekv./a)	-306	-312 (-6)	-308 (-2)	-292 (+14)
Talteenotettu typpi (t/a)	2 440	3 730 (+1 290)	3 940 (+1 500)	4 520 (+2 080)
Talteenotettu fosfori (t/a)	220	340 (+120)	360 (+140)	410 (+190)

\*Huomioiden vain pakkausjätteiden vaikutukset yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen. Rejektien määrät on arvioitu LASSE-raportissa esitettyjen arvojen mukaisesti.

\*\*Kunnallisen jätehuollon ja pakkausten tuottajayhteisöjen kustannukset sisältäen ne kustannusosatekijät, joita tässä selvityksessä on arvioitu.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Selvityksessä arvioitiin, kuinka asumisessa syntyvän biojätteen ja kuluttajapakkausjätteiden vaihtoehtoiset valtakunnalliset erilliskeräysvelvoitteet vaikuttavat jätehuollon kustannuksiin, ympäristövaikutuksiin ja työllisyyteen. Lisäksi arvioitiin asumisessa syntyvän bio- ja pakkausjätteen erilliskeräyksen laajentamisen vaikutusta yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen. Valtakunnalliset tulokset laskettiin nykytilalle ja kolmelle erilliskeräysvaihtoehdolle nykyisillä sekä korkeammilla kotitalouksien lajittelukertymillä:

- VE 0: keräys nykyisellä erilliskeräyslaajuudella
- VE 1: bio- ja pakkausjätteen erilliskeräys kaikilta vähintään 5 huoneiston asuinkiinteistöiltä
- VE 2: bio- ja pakkausjätteen erilliskeräys kaikilta vähintään 5 huoneiston asuinkiinteistöiltä sekä biojätteen erilliskeräys kaikilta asuinkiinteistöiltä yli 10 000 asukkaan taajamissa
- VE 3: bio- ja pakkausjätteen erilliskeräys kaikilta asuinkiinteistöiltä taajamissa

Valtakunnallisen kierrätysasteen laskentaan sisällytettiin kaikki jätetilastoinnin mukaiset yhdyskuntajätteet vuoden 2017 tilastoinnin mukaisesti. Asumisessa syntyvien erilliskerättyjen pakkaus- ja biojättemäärien oletettiin muuttuvan erilliskeräysvelvoitteissa tapahtuvien muutosten seurauksena. Kiinteistöiltä kerättävän sekajätteen määrän oletettiin vähentyvän syntypaikkalajittelun lisääntyessä ja muiden jätelajien määrien oletettiin pysyvän muuttumattomina. Pakkausjätteiden osalta muutos erilliskeräysvelvoitteissa vaikuttaa vain pantittomiin kuluttajapakkausjätteisiin, jotka kerätään kiinteistöiltä ja ekopisteiltä. Kustannus-, ympäristö- ja työllisyysvaikutuslaskenta rajattiin vain näihin kuluttajapakkausjätteisiin. Laskennassa käytetyt tilastoidut kuluttajapakkausjättemäärät voivat sisältää pieniä määriä esimerkiksi yritysten pakkausjätettä. Biojätteen ja sekajätteen kustannus-, ympäristö- ja työllisyysvaikutuslaskenta sisältää kaiken yhdyskuntajätteen tilastoidun bio- ja sekajätteen, pois lukien jäteasemille toimitetun puutarhajätteen, joka sisältyy tilastoituihin biojättemääriin. Asumisessa syntyvän biojätteen lisäksi biojätetilastot sisältävät palvelu- ja elinkeinotoiminnassa syntyvää biojätettä, jota ei ole voitu erottaa asumisessa syntyvästä jätteestä.

Tulosten laskennassa käytettiin valtakunnallista jätehuollon mallinnusta, joka perustuu kahdeksan jätelaitosalueen mallinnuksiin ja niiden pohjalta tehtyihin yleistyksiin sekä määriteltyihin laskenta-arvoihin. Laskennassa tehdyt yleistykset, kuten oletus siitä, että keräys olisi kaikkialla keskitetysti kilpailutettua, vaikuttavat tuloksiin. Alueelliset mallinnukset sisältävät 32 Suomen kuntaa, joihin kuuluu yli kolmasosa Suomen asukkaista. Alueelliset mallinnukset jaettiin kuntien asukasluvun mukaan kolmeen tyyppialueeseen. Lisäksi Lapille luotiin alueelle tehtyjen mallinnusten perusteella oma tyyppialue. Näille tyyppialueille käytettiin yhteisiä, alueellisten mallinnusten pohjalta määriteltyjä tyyppialuekohtaisia keräyksen ominaiskustannuksia sekä -päästöjä.

Tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa (VE 1–3) kotitalouksien erilliskeräysvelvoitetta kiristämällä valtakunnallista yhdyskuntajätteen kierrätysastetta voitaisiin nykyisillä laskentasäännöillä laskettuna kasvattaa 2,5–5,9 prosenttiyksikköä nykyisestä (vuoden 2017 kierrätysasteesta), jos asukkaiden keskimääräisten lajittelukertymien (kg/as/a) oletetaan pysyvän nykyisellään. EU:n säädösten mukaisilla uusilla laskentasäännöillä, joissa erilliskerättyjen kierrätykseen toimitettujen jätteiden kierrätyskelvottomat rejektit huomioidaan nykyistä paremmin, vaikutus on hieman pienempi. Uusilla laskentasäännöillä laskettuna erilliskeräyksen laajentaminen kasvattaisi yhdyskuntajätteen kierrätysastetta 2,2–5,4

prosenttiyksikköä tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa, jos asukkaiden keskimääräisten lajittelukertymien oletetaan pysyvän nykyisellään.

Lajittelun tehostaminen olisi tehokas keino lisätä kierrätysastetta sekä kustannusten että ympäristövaikutusten näkökulmasta. Kierrätysasteiden laskentatavasta sekä keräyksen laajuudesta riippuen laskennassa käytetyillä korkeammilla lajittelukertymillä saavutetaan noin 2,5–5,7 prosenttiyksikköä korkeampi kierrätysaste kuin nykyisillä lajittelukertymillä. Tarkastelluista vaihtoehdoista suurin yhdyskuntajätteen kierrätysaste, noin 51 %, saavutettiin nykyisillä laskentasäännöillä laskettuna erilliskeräysvaihtoehdossa VE 3, jossa erilliskeräysvelvoite asetettaisiin kaikille asuinkiinteistöille taajamissa. Tämäkin onnistuisi vain nykyistä korkeammilla lajittelukertymillä olettaen, että syntyvä yhdyskuntajätteen määrä pysyy samana kuin 2017. Selvityksen tulokset osoittavat, että kotitalouksien erilliskeräysvelvoitteiden ja kotitalouksien lajittelukertymien kasvattaminen ovat merkittäviä kierrätystehokkuutta edistäviä toimia, mutta ainoina toimina riittämättömiä, jotta Euroopan Unionin yhdyskuntajätteelle asettamat kierrätysastetavoitteet uudella kierrätysasteen laskentatavalla saavutetaan. Asumisessa syntyvien bio- ja pakkausjätteiden lisäksi yhdyskuntajätteen kierrätysasteeseen vaikuttaa merkittävästi myös yrityksiltä ja julkisista kiinteistöistä erilliskerätyt jätelajit. Näiden jätelajien kierrätyksen tehostaminen lisäisi merkittävästi yhdyskuntajätteen kierrätysastetta.

Tarkastelluista jätelajeista suurin kierrätyspotentiaali on biojätteessä. Myös asumisessa syntyvien muiden jätelajien (sähkö- ja elektroniikkaromu, tekstiilijäte, muu muovi kuin pakkausmuovi) kierrätyksellä voidaan jonkin verran nostaa kierrätysastetta, mutta niiden vaikutusta ei tietopohjan puutteellisuuden vuoksi ollut mahdollista arvioida tämän selvityksen puitteissa. Nykyisillä lajittelukertymillä laskettuna erilliskeräykseen ja kotikompostointiin vuodessa ohjautuva biojättemäärä lisääntyisi nykyisestä VE 1:ssä laskennallisesti noin 34 000 tonnia, VE 2:ssa noin 54 000 tonnia ja VE 3:ssa noin 94 000 tonnia. Pakkausjätteistä suurimmat kierrätyspotentiaalit ovat kartonkipakkausjätteellä ja erityisesti muovipakkausjätteellä. Nykyisillä keskimääräisillä lajittelukertymillä laskettuna erilliskeräykseen vuodessa ohjautuva muovipakkausjättemäärä lisääntyisi nykyisestä VE 1:ssä (ja VE 2:ssa) noin 20 000 tonnia ja VE 3:ssa noin 36 000 tonnia. Kartongilla vastaavat määrät olisivat laskennallisesti noin 8 000 tonnia (VE 1 ja 2) ja 21 000 tonnia (VE 3). Keskimääräisten lajittelukertymien kasvaessa määrät ovat suuremmat. Erityisesti muovipakkausjätteellä mahdollisuus keskimääräisen lajittelukertymän kasvuun on suuri, ja tilastot ovat osoittaneet, että muovin lajittelutehokkuus voi realistisesti kasvaa Suomessa.

Alueelliset jätehuoltomallinnukset osoittivat, että jätteiden erilliskeräyksen keskimääräiset ominaiskustannukset, eli kustannus kerättyä jättemäärää kohden (€/t), vaihtelevat riippuen kerätystä jätelajista ja keräysalueesta. Keräyksen todettiin olevan kustannustehokkainta suurissa kaupungeissa, joissa asukkaat asuvat tiiviisti, usein suurissa kiinteistöissä, joista saadaan yhdellä tyhjennyskäynnillä kerättyä pienkiinteistöihin verrattuna huomattavasti enemmän jätettä. Lisäksi siirtymät keräyspisteiden välillä ovat lyhyitä ja jätekuormien tyhjennyspaikat sijaitsevat usein lähellä keräysalueita. Keräysmallinnukset osoittivat, että keräyksen ominaiskustannus (€/t) voi olla moninkertainen pienissä kunnissa verrattuna suuriin kaupunkeihin. Keräyksen laajentaminen pienkiinteistöille myös kasvattaa keräyksen ominaiskustannusta. Biojätteen keräysvelvoitteen laajentaminen kaikille asuinkiinteistöille taajamissa kasvatti usein keräyksen ominaiskustannusta yli kaksinkertaiseksi verrattuna tilanteeseen, että biojätettä kerättäisiin vain kaikilta vähintään viiden huoneiston kiinteistöiltä. Pakkausjätteiden osalta muutos oli pienempi kuin biojätteen, mutta silti useita kymmeniä prosentteja.



Laskennassa tarkasteltujen jätelajien keräyksen ja käsittelyn valtakunnallisiksi kokonaiskustannuksiksi arvioitiin nykyisellä keräyslaajuudella noin 278 M€ vuodessa. Tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa (VE 1–3) keräys- ja käsittelykustannukset kasvaisivat nykyisillä lajittelukertymillä VE 1:ssä noin 12 M€ vuodessa, VE 2:ssa noin 24 M€ vuodessa ja VE 3:ssa noin 87 M€ vuodessa. Korkeammilla lajittelukertymillä laskettuna valtakunnallisiksi kokonaiskustannuksiksi arvioitiin nykyisellä keräyslaajuudella noin 283 M€ vuodessa. Lisäkustannus tähän olisi korkeammilla lajittelukertymillä VE 1:ssä noin 12 M€ vuodessa, VE 2:ssa noin 24 M€ vuodessa ja VE 3:ssa noin 94 M€ vuodessa, eli samaa suuruusluokkaa kuin nykyisillä lajittelukertymillä.

Erilliskeräyksen laajentuessa sekajätteen keräyksen ja käsittelyn kustannusten osuus vähenee ja bio- sekä pakkausjätteen kustannusten osuus kokonaiskustannuksista kasvaa. Kokonaiskustannusten kasvu tarkoittaa, että bio- ja pakkausjätteiden erilliskeräyksen ja käsittelyn kustannukset kasvavat enemmän kuin sekajätteen keräys- ja käsittelykustannukset pienenevät. Velvoiterajalla viisi (VE 1) pakkausjätteiden keräyskustannusten kasvu nykytilaan verrattuna on suurempi kuin biojätteen keräyskustannusten kasvu, mutta laajennettaessa biojätteen keräystä myös pienikiinteistöille joko yli 10 000 asukkaan taajamissa (VE 2) tai kaikissa taajamissa (VE 3) biojätteen keräys- ja käsittelykustannukset kasvavat enemmän kuin pakkausjätteiden.

Selvityksessä arvioitiin keräys- ja käsittelykustannusten jakautumista kunnallisen keräyksen kustannuksiin ja tuottajayhteisöjen kustannuksiin nykyiseen vastuunjakoon pohjautuen (ks. luku 2.5) Tuottajayhteisöille kuluttajapakkausjätteiden keräyksestä ja käsittelystä aiheutuvat kustannukset, kun hallinnointiin ja viestintään liittyviä kuluja ei huomioida, ovat nykyisin hieman yli 11 M€, josta suurin osuus (yli 10 M€) aiheutuu ekopistekeräyksestä. Oletetut korkeammat lajittelukertymät kasvattaisivat tuottajayhteisöille pakkausjätteiden käsittelystä aiheutuvia kustannuksia noin 8 M€ vuodessa. Kiinteistökeräyksen velvoiterajalla ei laskennallisesti ollut suurta vaikutusta tuottajayhteisöjen kokonaiskustannuksiin, mikäli vastuunjako tuottajayhteisöjen ja kunnallisen jätehuollon välillä pysyy nykyisen kaltaisena. Tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa tuottajayhteisöjen kustannusjakauma muuttuisi siten, että pakkausjätteiden käsittelystä aiheutuvat kustannukset kasvaisivat erilliskeräytyjen pakkausjättemäärien lisääntymisen myötä, mutta RINKI-ekopistekeräyksestä aiheutuvat kustannukset pienenisivät. Lisääntyneet käsittelykustannukset aiheutuisivat pääosin erilliskeräytyjen muovipakkausten määrän lisääntymisestä. Mikäli tuottajat veloitetaan jätedirektiivin mukaisesti maksamaan vähintään 80 % jätteen erilliskeräyksen ja sen jälkeisen kuljetuksen ja käsittelyn kuljetuksista, tuottajayhteisöjen kustannukset kasvaisivat merkittävästi. On kuitenkin otettava huomioon, että kuluttajat maksavat lopulta jätehuollon kustannukset joko jätemaksuihin tai tuotteiden hintoihin sisällytettynä.

Laskennassa arvioitiin erikseen tarvittavia investointeja keräyskalustoon ja biojätteiden käsittelylaitoksiin vaihtoehtoisilla erilliskeräysvelvoitteilla. Keräyskalustoon tarvittavat investointikustannukset kasvaisivat merkittävästi, jos nykytilasta siirryttäisiin VE 3:een. Investointikustannusarviot kalustoon ovat VE 1:ssä 8 M€, VE 2:ssa 18 M€ ja VE 3:ssa 66 M€. Investointikustannusarviot biokaasulaitoksiin ovat VE 1:ssä 20–35 M€, VE 2:ssa 29–50 M€ ja VE 3:ssa 37–69 M€ riippuen tarvittavien laitosten määrästä ja koosta. Biokaasulaitosten vapaasta kapasiteetista ei ole tietoa, mikä aiheuttaa epätarkkuutta biokaasulaitosten investointien kustannusarviointiin. Tarvittavan lisäkäsittelykapasiteetin lisäksi laitosten sijainti ja tapauskohtainen kapasiteetti vaikuttavat valtakunnalliseen kokonaisinvestointitarpeeseen. Jos pienempiä laitoksia tarvitaan useita, on kokonaiskustannus suurempi verrattuna yhden tai muutaman suuremman laitoksen investointikustannukseen. Tarve investoida kiinteistöjen keräysastioihin voi vaihdella merkittävästi ja on hyvin tapauskohtaista. Omakotitaloissa, joissa siirryttäisiin pelkän sekajätteen keräyksestä useamman jätelajin erilliskeräykseen, investointikustannukset keräysastioihin voivat suurimmillaan olla satoja euroja.

Käytettävissä olevilla tiedoilla arvioitiin suuntaa antavasti erilliskeräysvaihtoehtojen työllisyysvaikutuksia jätteenkeräyksessä ja -käsittelyssä. Sekajätteen keräyksessä ja käsittelyssä työvoiman tarve vähenee, ja pakkaus- ja biojätteiden keräyksessä ja käsittelyssä työvoiman tarve lisääntyy. Tämä johtuu erityisesti suuremmasta erilliskeräyksen tarpeesta. VE 3:ssa henkilötyövuodet lisääntyisivät huomattavasti enemmän kuin muissa tarkastelluissa erilliskeräysvaihtoehdoissa. Nykyisillä lajittelukertymillä laskettuna henkilötyövuodet lisääntyisivät VE 1:ssä arviolta noin 130 htv, VE 2:ssa noin 240 htv ja VE 3:ssa noin 840 htv. Korkeammat kotitalouksien lajittelukertymät lisääisivät henkilötyövuosia nykyisellä keräyksen laajuudella noin 110 htv. Laajempi erilliskeräys lisäisi henkilötyövuosia korkeammilla lajittelukertymillä VE 1:ssä noin 140 htv, VE 2:ssa noin 250 htv ja VE 3:ssa noin 920 htv. On otettava huomioon, että työllisyysvaikutusten arviointi voi sisältää huomattavaa epävarmuutta. Arvioinnissa käytetyt laskenta-arvot ovat kirjallisuuslähteistä ja jätehuollon eri toimijoilta saatuja arvioita, jotka perustuvat nykyisen toiminnan työllisyysvaikutuksiin. Käytetyillä laskenta-arvoilla lasketut tulokset eivät välttämättä vastaa erilliskeräyksen laajentamisen lisäävää työllisyysvaikutusta Suomessa. Lisäksi erilliskeräyksen laajentaminen todennäköisesti lisää myös hallinnoinnissa, logistiikan suunnittelussa ja asiakaspalvelussa tarvittavia henkilöresursseja, mutta näitä ei tässä selvityksessä pystytty arvioimaan.

Selvityksen tulosten perusteella kaikilla selvityksessä arvioiduilla bio- ja pakkausjätteen erilliskeräyksen laajentamisen vaihtoehdoilla saavutetaan ilmastonlämpenemisen ja fossiilisten luonnonvarojen ehtymisen kannalta suotuisa vaikutus nykytilaan verrattuna, eli erilliskeräyksen laajentamisella saavutettavat hyödyt ovat lisääntyneestä keräyksestä ja käsittelystä aiheutuvia haittoja suuremmat. Rehevöitymisen ja hiukkaspäästöjen näkökulmasta paras vaihtoehto olisi VE1:n mukainen tilanne, mutta sen laajempi keräys lisää päästöjä nykytilaan verrattuna. Happamoitumisen näkökulmasta sen sijaan erilliskeräyksen laajentaminen nykytilasta lisää aiheutuvia päästöjä kaikissa tarkasteluvaihtoehdoissa. Kaikilla arvioiduilla bio- ja pakkausjätteen erilliskeräyksen laajentamisen vaihtoehdoilla ei saavutettu hyötyjä nykytilaan verrattuna. Merkittävä tekijä oli sekajätteen energiahyödyntämisellä saavutettavat päästöhyvitykset, kun korvataan vaihtoehtoisia polttoaineita sähkön- ja kaukolämmön tuotannossa. Yksittäisistä energiantuotantomuodoista erityisesti kivihiilen korvaamisella saavutetaan suuri hyöty kaikkien tarkasteltujen ympäristövaikutusten näkökulmasta.

Selvityksen herkkyystarkastelut osoittavat, että erilaisilla keräystavoilla sekä biojäteastian tyhjennysväliä pidentämällä voidaan tietyin edellytyksin pienentää keräyksestä aiheutuvia kustannuksia ja ilmastonlämpenemisvaikutusta. Keräystavoista esimerkiksi monilokerokeräyksellä ja korttelikeräyksellä on mahdollista pienentää keräyskustannusta ja keräyksestä aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Tulokset kuitenkin osoittivat, että monilokerokeräyksessä hyötyä yksilokerokeräykseen verrattuna ei välttämättä saavuteta, mikäli monilokeroastia joudutaan tyhjentämään useammin kuin yksilokerokeräyksessä käytettävä astia.

Kierrätystavoitteet ovat tärkeitä erityisesti luonnonvarojen riittävyyden näkökulmasta. Luonnonvaroja on olemassa nykyiseen kulutukseen nähden liian vähän, ja materiaaleja pitäisi entistä tehokkaammin pystyä hyödyntämään uudelleen. Kiertotalouden yksi tärkeimmistä tehtävistä on ehkäistä luonnonvarojen kestämatöntä käyttöä, ja jätehuolto on tärkeä ja erittäin olennainen osa kiertotaloutta.

# LÄHTEET

Andersen, J.K.; Boldrin, A.; Christensen, T.H.; Scheutz, C. 2011. Mass balances and life cycle inventory of home composting of organic waste. *Waste Management* 31 (9-10), 1934-1942.

Biolan, 2019. Tuotteet puutarhaan ja ekologiseen asumiseen. Saatavilla:

[www.biolan.fi/tuotteet/kompostorit.html](http://www.biolan.fi/tuotteet/kompostorit.html)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU), 2018/851, annettu 30 päivänä toukokuuta 2018, jätteistä annetun direktiivin 2008/98/EY muuttamisesta. [eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851)

EU:n jättesäädöspaketin täytäntöönpano – työryhmän mietintö, 2019.

[www.ym.fi/download/noname/%7BDE1B404D-5E3E-49EE-B067-B912617BD6E8%7D/149561](http://www.ym.fi/download/noname/%7BDE1B404D-5E3E-49EE-B067-B912617BD6E8%7D/149561) (16.9.2019)

Fortum Waste Solutions, 2019a. Henkilökohtainen tiedonanto. Jan Österbacka 15.8.2019.

Fortum Waste Solutions, 2019b. Henkilökohtainen tiedonanto. Reetta Anderson 12.8.2019.

Fortum Waste Solutions, 2019c. Verkkotiedote. Yrityksen www-sivut. Saatavilla:

[www.fortum.fi/media/2018/07/suomalaisten-kannattaa-kerata-muovipakkaukset-kierratykseen](http://www.fortum.fi/media/2018/07/suomalaisten-kannattaa-kerata-muovipakkaukset-kierratykseen)

Gerdmans, 2019. Jäteastia ja roska-astia sisä- ja ulkokäyttöön. Saatavilla: [www.gerdmans.fi/varasto-ja-teollisuus/ymp%C3%A4rist%C3%B6-j%C3%A4tteenk%C3%A4sittely/j%C3%A4teastiat-roska-astiat](http://www.gerdmans.fi/varasto-ja-teollisuus/ymp%C3%A4rist%C3%B6-j%C3%A4tteenk%C3%A4sittely/j%C3%A4teastiat-roska-astiat)

Huttunen, M. J.; Kuittinen, V.; Lampinen, A., 2018. Suomen biokaasurekisteri n:o 21.

[epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-952-61-2856-6/urn\\_isbn\\_978-952-61-2856-6.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-2856-6/urn_isbn_978-952-61-2856-6.pdf)

Jyväskylän seudun jätelautakunta, 2017. Kunnalliset jätehuoltomääräykset. Hyväksytty 6.4.2017. Saatavilla: [mustankorkea.fi/wp-content/uploads/2017/05/Jatehuoltomaaraykset\\_hyvaksytty\\_6.4.2017.pdf](http://mustankorkea.fi/wp-content/uploads/2017/05/Jatehuoltomaaraykset_hyvaksytty_6.4.2017.pdf)

Jätelaki 646/2011., 17.6.2011.

K-Rauta, 2019. Jäteastiat ja jätessäiliöt. Saatavilla: [www.k-rauta.fi/rautakauppa/jateastiat-ja-jatesailiot](http://www.k-rauta.fi/rautakauppa/jateastiat-ja-jatesailiot)

Kekkilä, 2019. Kompostorit. Saatavilla: [www.kekkila.fi/tuotteet/?cat=kompostorit](http://www.kekkila.fi/tuotteet/?cat=kompostorit)

Lassila & Tikanoja, 2019. Henkilökohtainen tiedonanto. Kimmo Hakkarainen 22.8.2019.

LCA Consulting Oy, 2017a. Erilliskeräyksen optimointi (Jätekukon toimialueella) – Ilmastonlämpenemisvaikutukset ja kustannukset.

LCA Consulting Oy, 2017b. Erilliskeräyksen optimointi (Pirkanmaan Jätehuollon toimialueella) – Kustannustarkastelu.

LCA Consulting Oy, 2018a. Kartongin erilliskeräyksen LCA (Helsingin seudun ympäristöpalveluiden toimialueella) – Ympäristövaikutukset ja kustannukset.

LCA Consulting Oy, 2018b. Muovipakkausten erilliskeräyksen täydentäminen Keski-Suomen alueella – Ilmastonlämpenemisvaikutukset ja kustannukset.

LCA Consulting Oy, 2018c. Muovipakkausten kiinteistökeräys (Helsingin seudun ympäristöpalveluiden toimialueella) – Ilmastonlämpenemisvaikutukset ja kustannukset.

LCA Consulting Oy, 2018d. Muovipakkausten ja biojätteen erilliskeräyksen ja käsittelyn ilmastonlämpenemisvaikutukset ja kustannukset (Vestian toimialueella).

LCA Consulting Oy, 2018–2019. Hyötyjätteiden erilliskeräyksen ja käsittelyn ilmastonlämpenemisvaikutukset ja kustannukset (Puhaksen toimialueen kunnissa).

LCA Consulting Oy, 2019a. Hyötyjätteiden jätehuollon kustannukset Lapecon toimialueella.

LCA Consulting Oy, 2019b. Biojätteiden ja muovipakkausten erilliskeräyksen ja käsittelyn ilmastonlämpenemisvaikutukset ja kustannukset (Loimi-Hämeen Jätehuollon toimialueella).

Lléo, T.; Albacete, E.; Barrena, R.; Font, X.; Artola, A.; Sánchez, A., 2013. Home and vermicomposting as suitable options for biowaste management. *Journal of Cleaner Production* 47, 70-76.

Mepak-Kierrätys Oy, 2019. Henkilökohtainen tiedonanto. Satu Estakari. Suulliset ja kirjalliset tiedonannot kesällä ja syksyllä 2019.

Myllymaa, T. & Dahlbo, H., 2012. Elinkaariarviointien käyttö Suomen jätehuollon ympäristövaikutusten tarkastelussa. Yhteenveto Suomen jätehuollon elinkaariarvioinneista ja ohjeita päätöksentekoa varten. Ympäristöministeriön raportteja 24/2012. Saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41347>

Papineschi, J.; von Eye, M.; Durrant, C.; Tomes, T., 2018. Increasing Recycling Sustainability in Finland – Cost Analysis of the Methods of Increasing Recycling FINAL REPORT. Eunomia Research & Consulting Ltd.

Perämeren jätelautakunta, 2016. Jätehuoltomääräykset: Kemi, Keminmaa, Tervola, Tornio ja Ylitornio. Voimaantulopäivä 1.4.2016. Saatavilla: [www.jakala.fi/files/1914/5933/0676/jatehuoltomaaraykset\\_2016.pdf](http://www.jakala.fi/files/1914/5933/0676/jatehuoltomaaraykset_2016.pdf)

Pirkanmaan ELY-keskus, 2019. Pakkaukset ja pakkausjätteet – markkinoille saatetut pakkaukset ja niiden hyödyntäminen vuosina 2003-2018. Julkaistu 21.11.2019.

Pitkämäki, A.; Kontiokari, V.; Saario, M., 2018. Selvitys pientaloalueiden korttelikeräyksen vaikutuksista. Gaia Consulting Oy.

RINKI Oy, 2019. Suomen Pakkausierrätys RINKI Oy. Juha-Heikki Tanskanen & Pertti Tammivuori. Suulliset ja kirjalliset tiedonannot kesällä ja syksyllä 2019.

Saer, A.; Lansing, S.; Davitt, N.H.; Graves, R.E., 2013. Life cycle assessment of a food waste composting system: environmental impact hotspots. *Journal of Cleaner Production* 52, 234-244.

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.

Stora Enso, 2019. Henkilökohtainen tiedonanto. Kristiina Veitola 2.8.2019.

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry, 2019. Henkilökohtainen tiedonanto. Anna Virolainen-Hynnä 11.6.2019.

Suomen Biovoima, Oy 2019. Henkilökohtainen tiedonanto. Joonas Luomala. 27.8.2019.

Suomen Kiertovoima, 2018. Tietoa kotitalouksien jätehuollosta 2017 – Jätteiden keräys kotitalouksista ja jätelajien vastaanottohinnot. Suomen Kiertovoima. Saatavilla: [kivo.fi/wp-content/uploads/KIVO-jatemaksut2017.pdf](https://kivo.fi/wp-content/uploads/KIVO-jatemaksut2017.pdf)

Suomen Kiertovoima, 2019a. Koostumustietopankki. Saatavilla: [kivo.fi/yymmarramme/koostumustietopankki/](https://kivo.fi/yymmarramme/koostumustietopankki/)

Suomen Kiertovoima, 2019b. Jätevoimalat. Saatavilla: [kivo.fi/yymmarramme/koostumustietopankki/](https://kivo.fi/yymmarramme/koostumustietopankki/)

Suomen Kuitukierrätys Oy, 2019. Henkilökohtainen tiedonanto. Juha-Pekka Salmi. Suulliset ja kirjalliset tiedonannot kesällä ja syksyllä 2019.

Suomen Uusiomuovi Oy, 2019. Henkilökohtainen tiedonanto. Vesa Soini. Suulliset ja kirjalliset tiedonannot kesällä ja syksyllä 2019.

Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S. A., 1993 (ensimmäinen painos). Integrated solid waste management – Engineering principles and management issues. McGraw-Hill International Editions – Civil Engineering Series.

Thinkstep, 2019. Life Cycle Assessment (LCA) with GaBi Software. Saatavilla: [www.thinkstep.com/software/gabi-software](http://www.thinkstep.com/software/gabi-software)

Tilastokeskus, 2019a. Jätetilasto 2017 – Yhdyskuntajätteet. Ympäristö ja luonnonvarat 2019. Saatavilla: [www.stat.fi/til/jate/2017/13/jate\\_2017\\_13\\_2019-01-09\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/jate/2017/13/jate_2017_13_2019-01-09_fi.pdf)

Tilastokeskus, 2019b. Yhdyskuntajätteiden ja pakkausjätteen käsittelyasteiden uudet laskentasäännöt sekä niiden vaikutus tiedonkeruuseen ja jätetilastoihin. Saatavilla: [www.ym.fi/download/noname/%7BA8B20A1E-4AB6-47C5-8FAB-FE73FAD477A5%7D/143805](http://www.ym.fi/download/noname/%7BA8B20A1E-4AB6-47C5-8FAB-FE73FAD477A5%7D/143805)

Ympäristöministeriö, 2018. Kierrätyksestä kiertotalouteen – Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023. Suomen ympäristö 1/2018. Saatavilla: [urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4774-6](https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4774-6)

Ypyä, J.; Grönman, K.; Virtanen, Y.; Seuri, P.; Soukka, R., Kurppa, S., 2015. Menetelmäkuvaus ravinnejalanjäljen laskemiseksi. Laskentaesimerkkinä elintarvikeketju. NUTS-hankkeen loppuraportti. Saatavilla: [urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-008-5](https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-008-5)

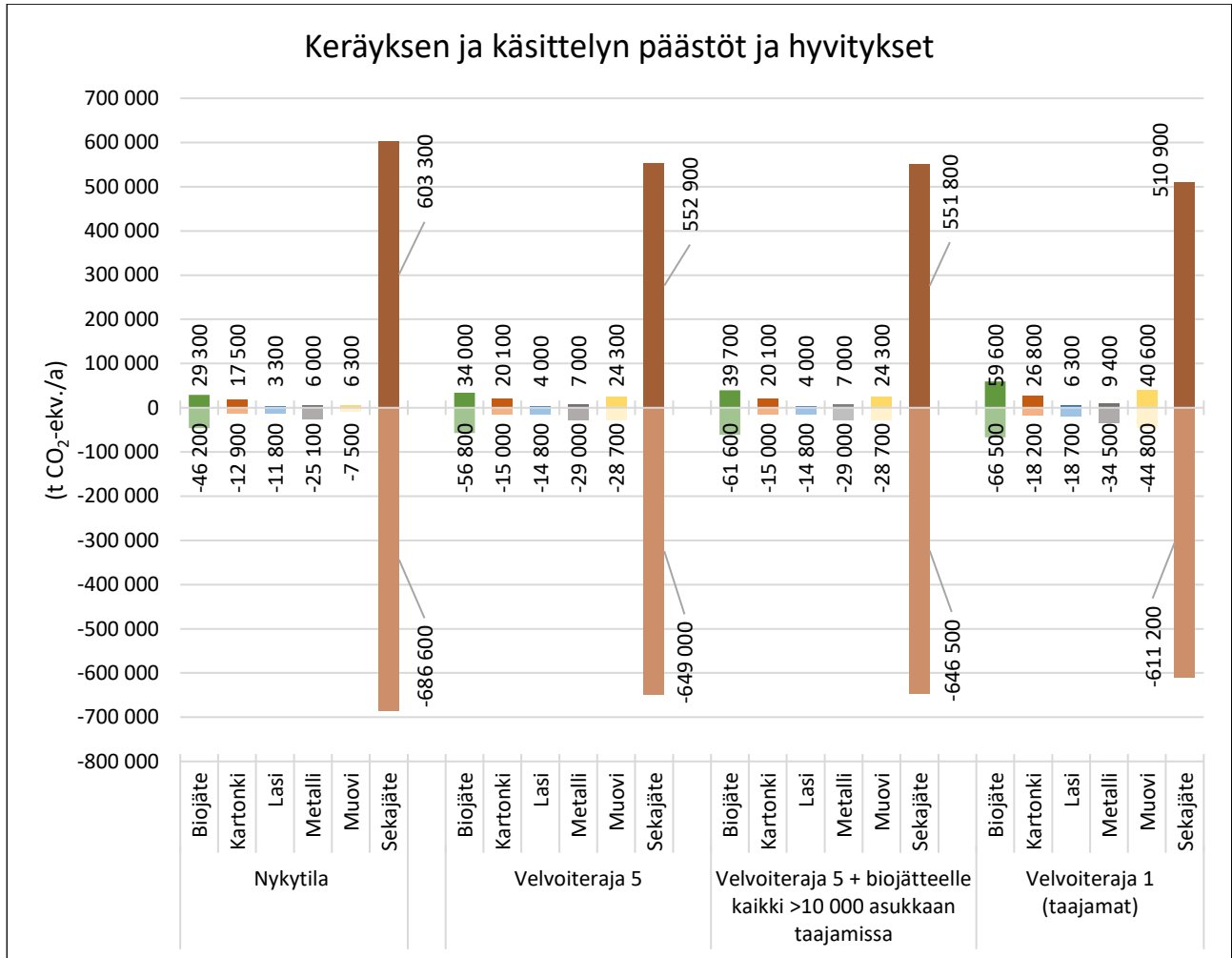
Quiros, R.; Villalba, G.; Muñoz, P.; Colón, J.; Font, X.; Gabarrell, X, 2014. Environmental assessment of two home composts with high and low gaseous emissions of the composting process. Resources, Conservation and Recycling 90, 9-20.

# LIITTEET

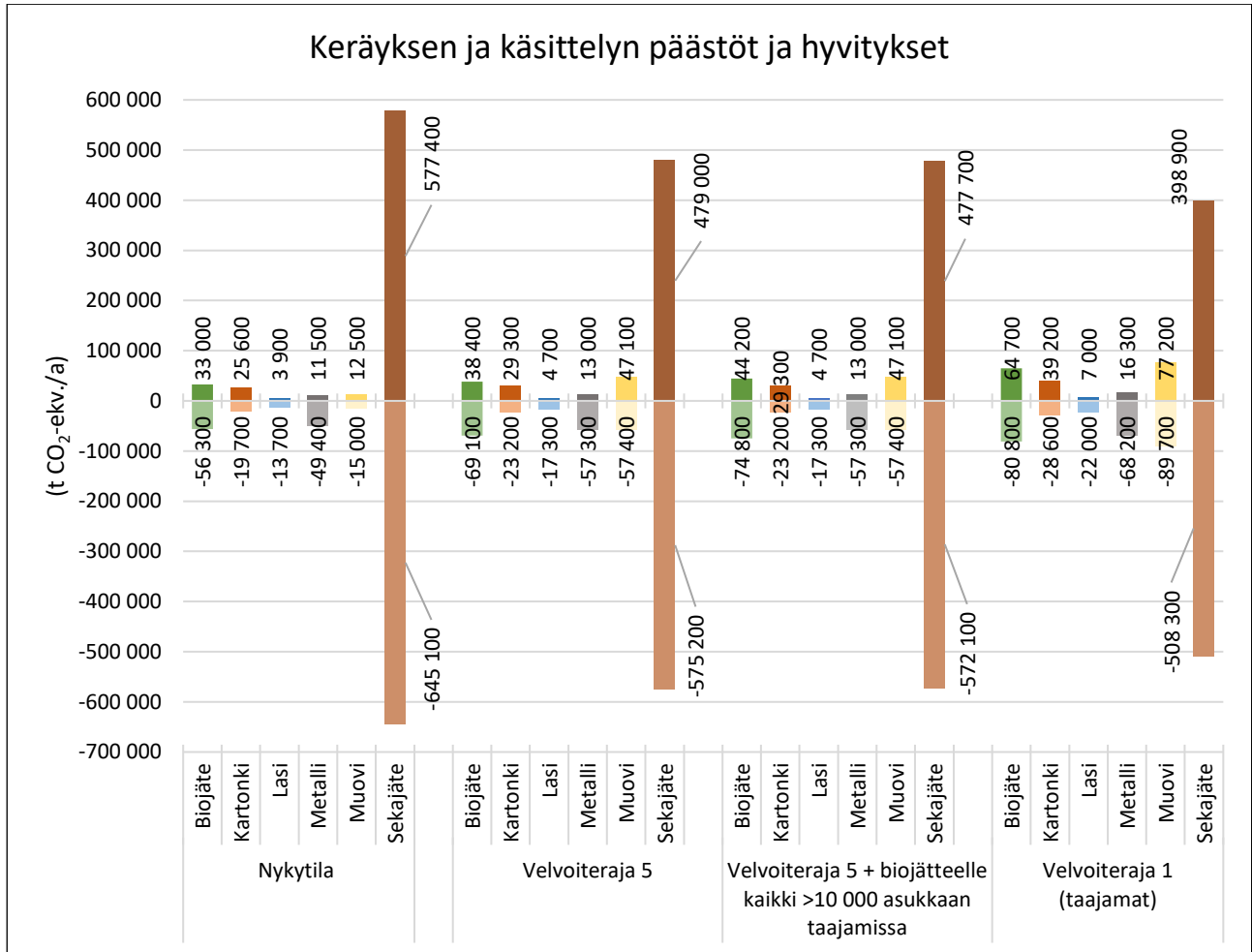
**LIITE 1:** Erilliskeräyksen velvoiterajat eri jätelaitosten toimialueille syyskuussa 2019.

Jätelaitos:	Erilliskeräyksen velvoiteraja (kiinteistön huoneistomäärän mukaisesti):				
	Pienmetalli	Lasi	Kartonki	Muovi	Biojäte
Botniasosk Ab	10	10	10	-	-
Ekorosk Ab	-	-	10	10	-
Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy	20	20	10	20	1
HSY:n jätehuolto	5	5	5	5	5
Jämsän Jätehuolto liikelaitos	5	5	5	-	5
Jättekukko Oy	10	10	5	10	5
Kainuun jätehuollon kuntayhtymä (Ekokymppi)	4	4	4	4	1
Keski-Savon Jätehuolto liikelaitoskuntayhtymä	-	-	-	-	5
Kiertokaari Oy	4	4	4	-	4
Kiertopakula	10	10	5	-	5
Kymenlaakson Jäte Oy	10	10	10	-	3
Lakeuden Etappi Oy	10	10	-	-	5
Lapin Jätehuolto kuntayhtymä	-	-	-	-	-
Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy	40	40	40	-	5
Lounais-Suomen Jätehuolto Oy	4	10	20	20	10
Metsäsairila Oy	5	5	5	-	1
Millespakka Oy	-	-	-	-	1
Mustankorkea Oy	5	5	5	-	1
Napapiirin Residuum Oy	-	-	-	-	5
Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy	10	10	10	-	10
Perämeren Jätehuolto Oy	4	4	4	-	4
Pirkanmaan Jätehuolto Oy	-	-	-	-	5
Porin kaupunki/Tekninen palvelukeskus/Jätehuolto	10	10	5	10	5
Puhas Oy	5	5	5	-	3
Rauman Seudun Jätehuoltolaitos	10	10	5	-	5
Rosk'n Roll Oy Ab	20	20	20	20	5
Sammakkokangas Oy	5	5	5	-	1
Savonlinnan seudun Jätehuolto Oy	-	-	10	-	1
Ab Stormossen Oy	5	5	-	-	5
Vestia Oy	10	10	10	-	10
Ylä-Savon jätehuolto	20	20	5	-	5

LIITE 2: Jätelajien keräyksen ja käsittelyn ilmastonlämpenemisvaikutus nykyisillä lajittelukertymillä.

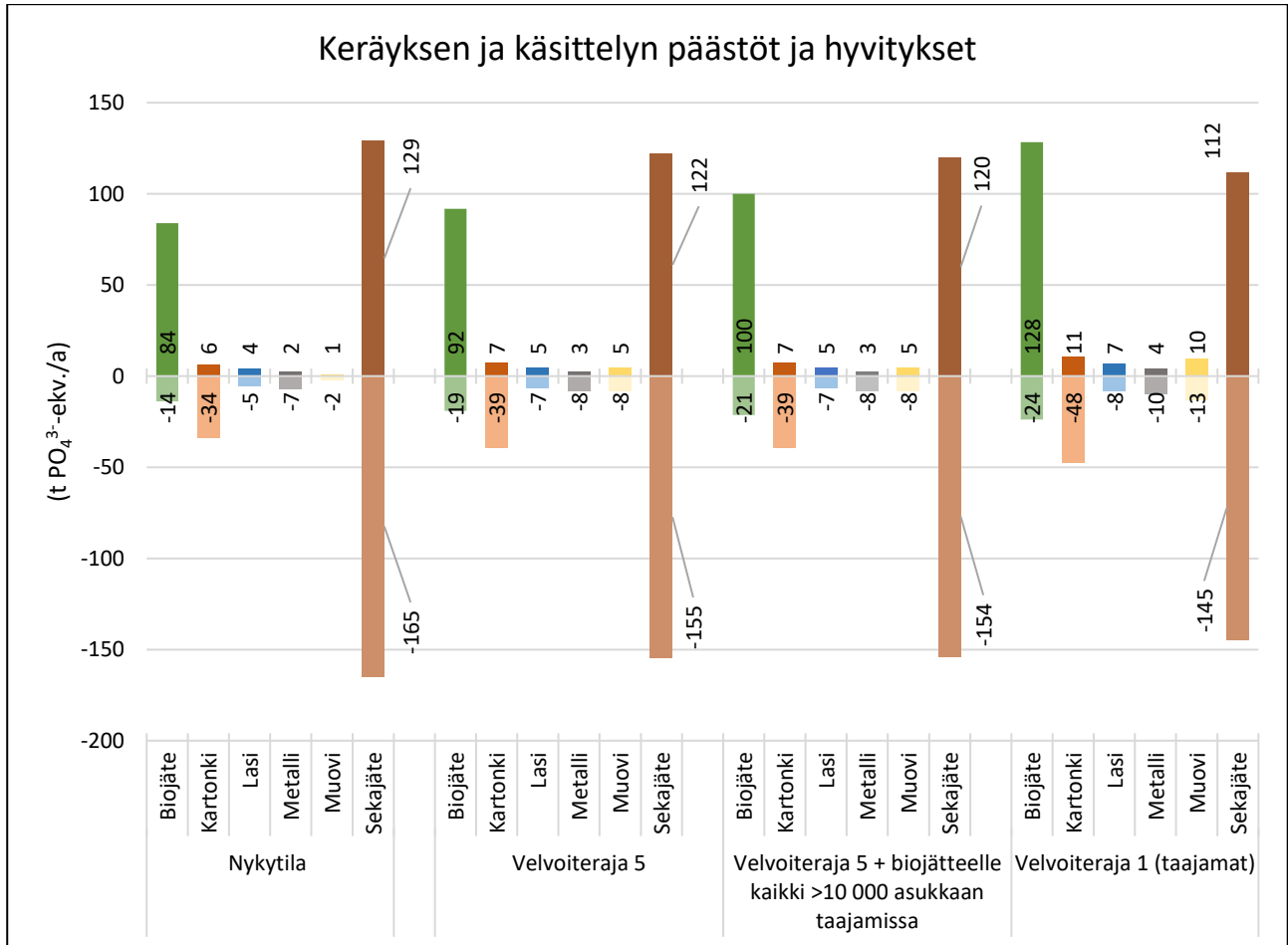


LIITE 3: Jätelajien keräyksen ja käsittelyn ilmastonlämpenemisvaikutus korkeammilla lajittelukertymillä.

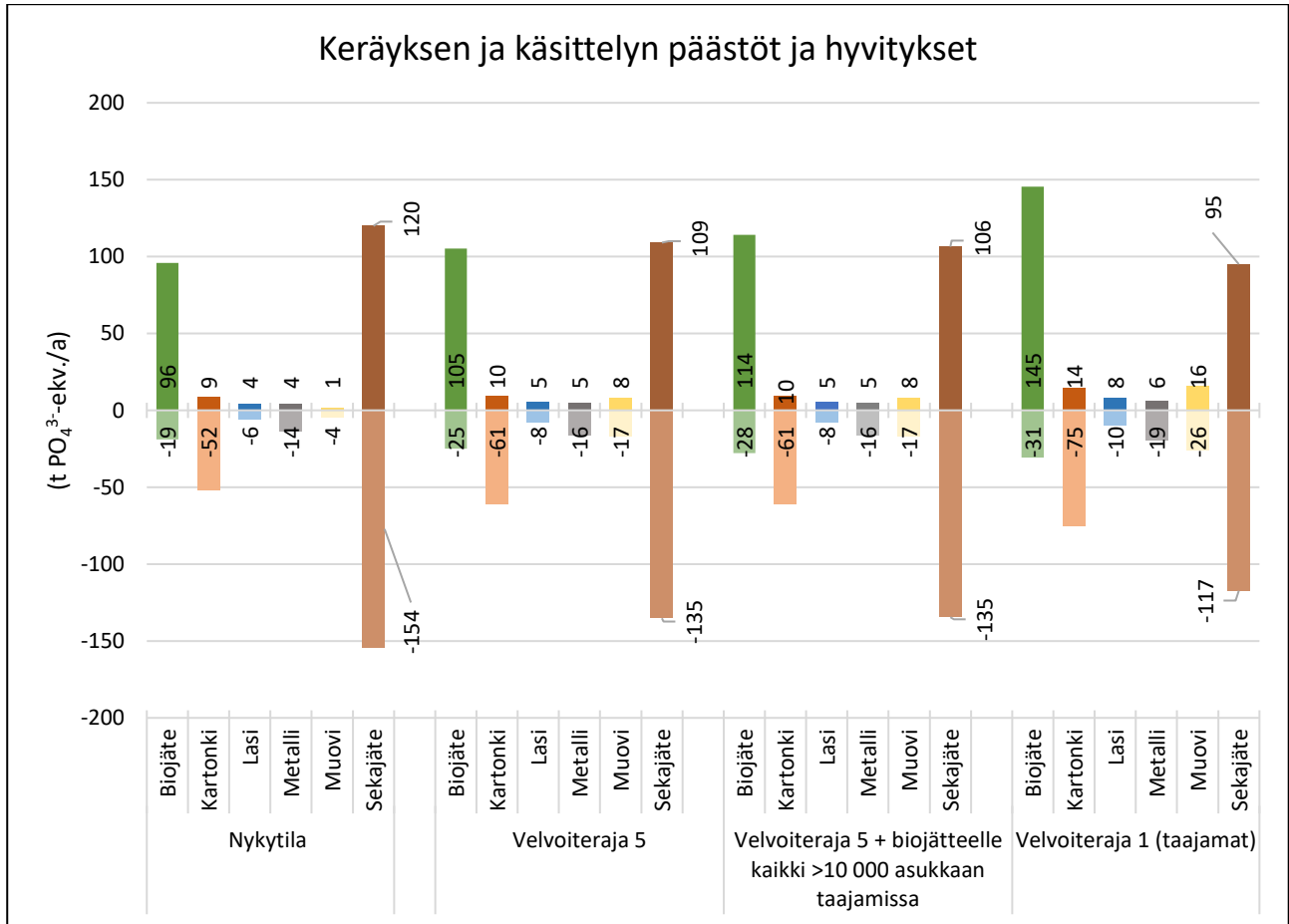




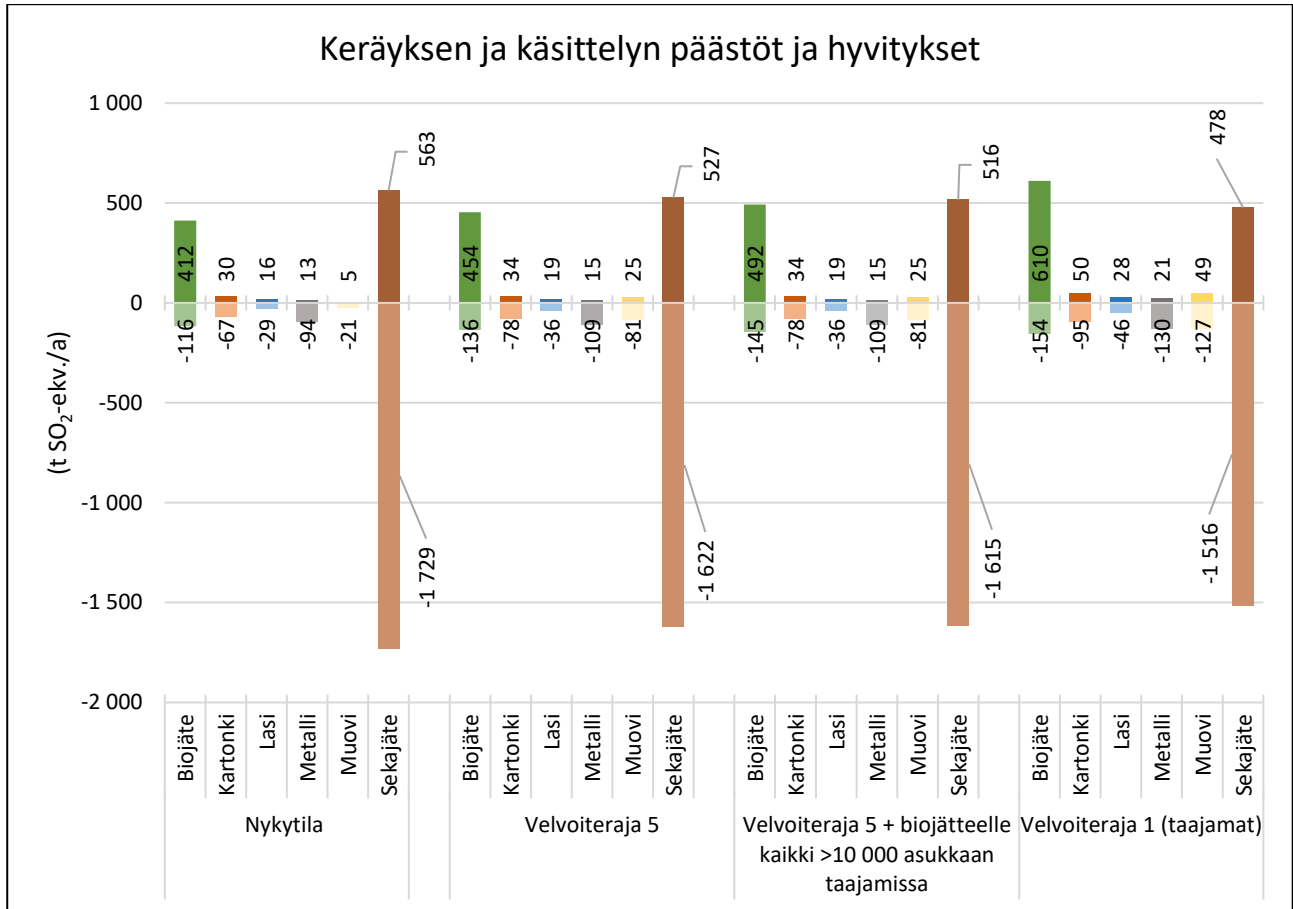
**LIITE 4:** Jätelajien keräyksen ja käsittelyn rehevöitymisvaikutus nykyisillä lajittelukertymillä.



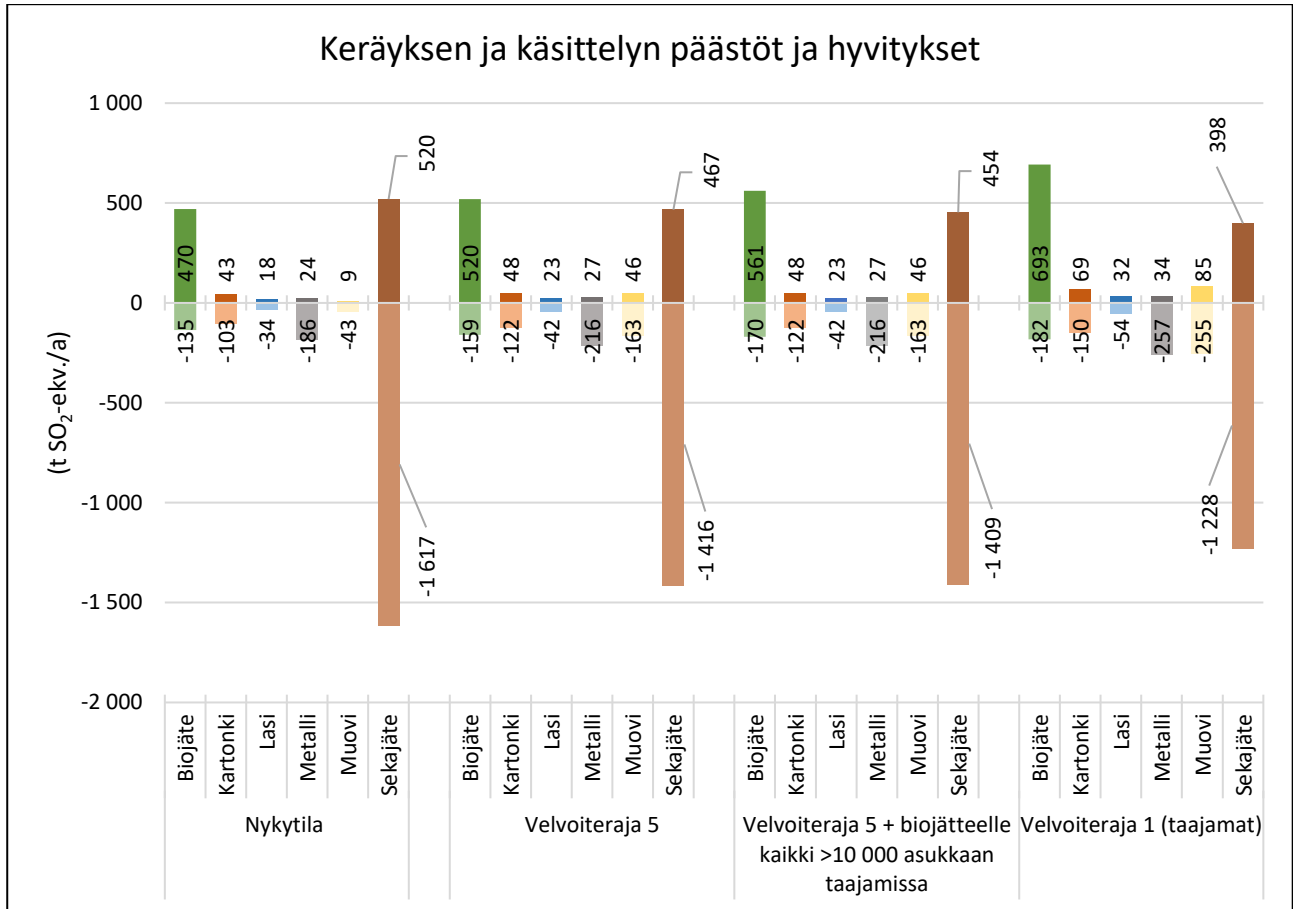
LIITE 5: Jätelajien keräyksen ja käsittelyn rehevöitymisvaikutus korkeammilla lajittelukertymillä.



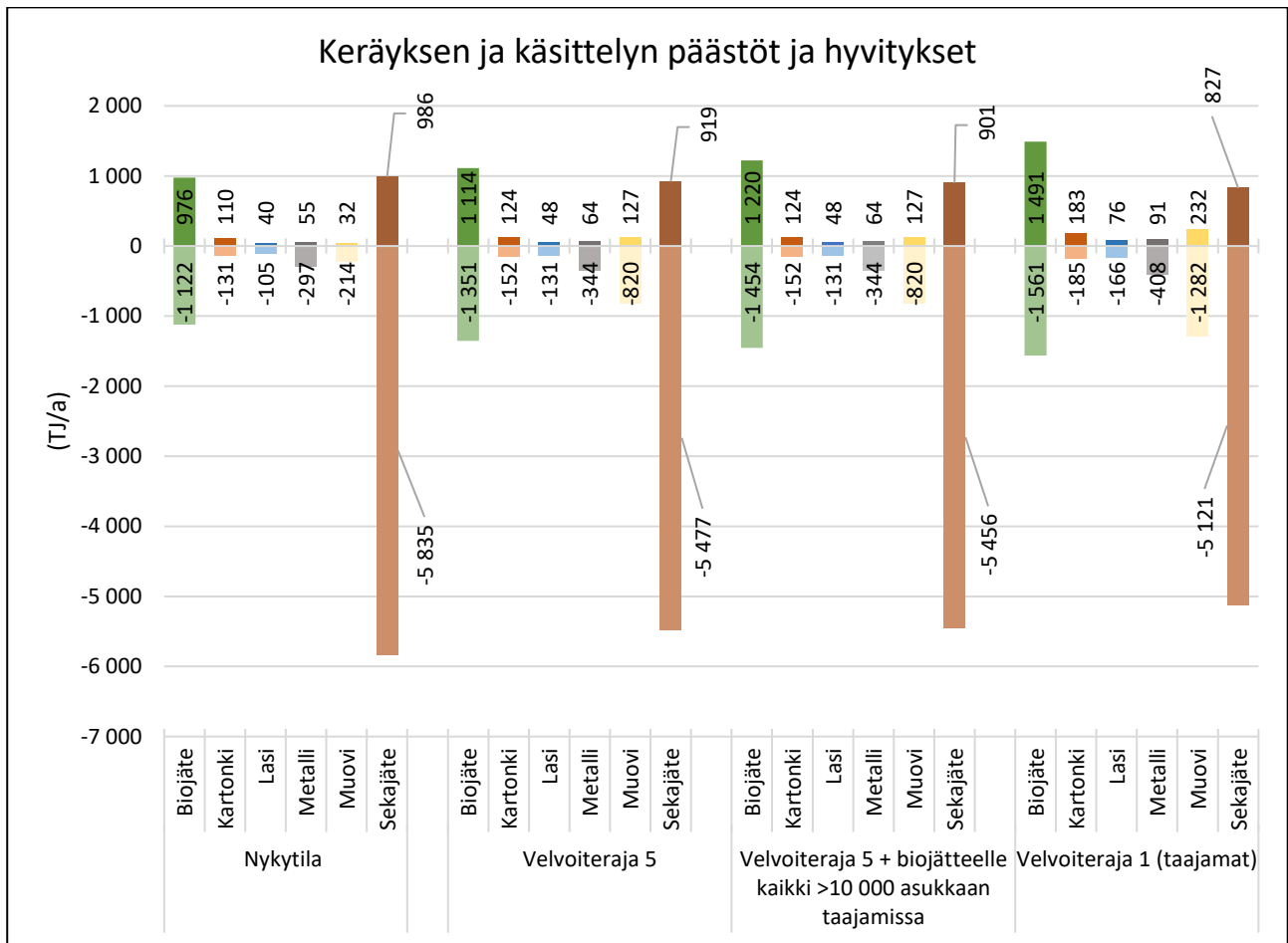
LIITE 6: Jätelajien keräyksen ja käsittelyn happamoitumisvaikutus nykyisillä lajittelukertymillä.



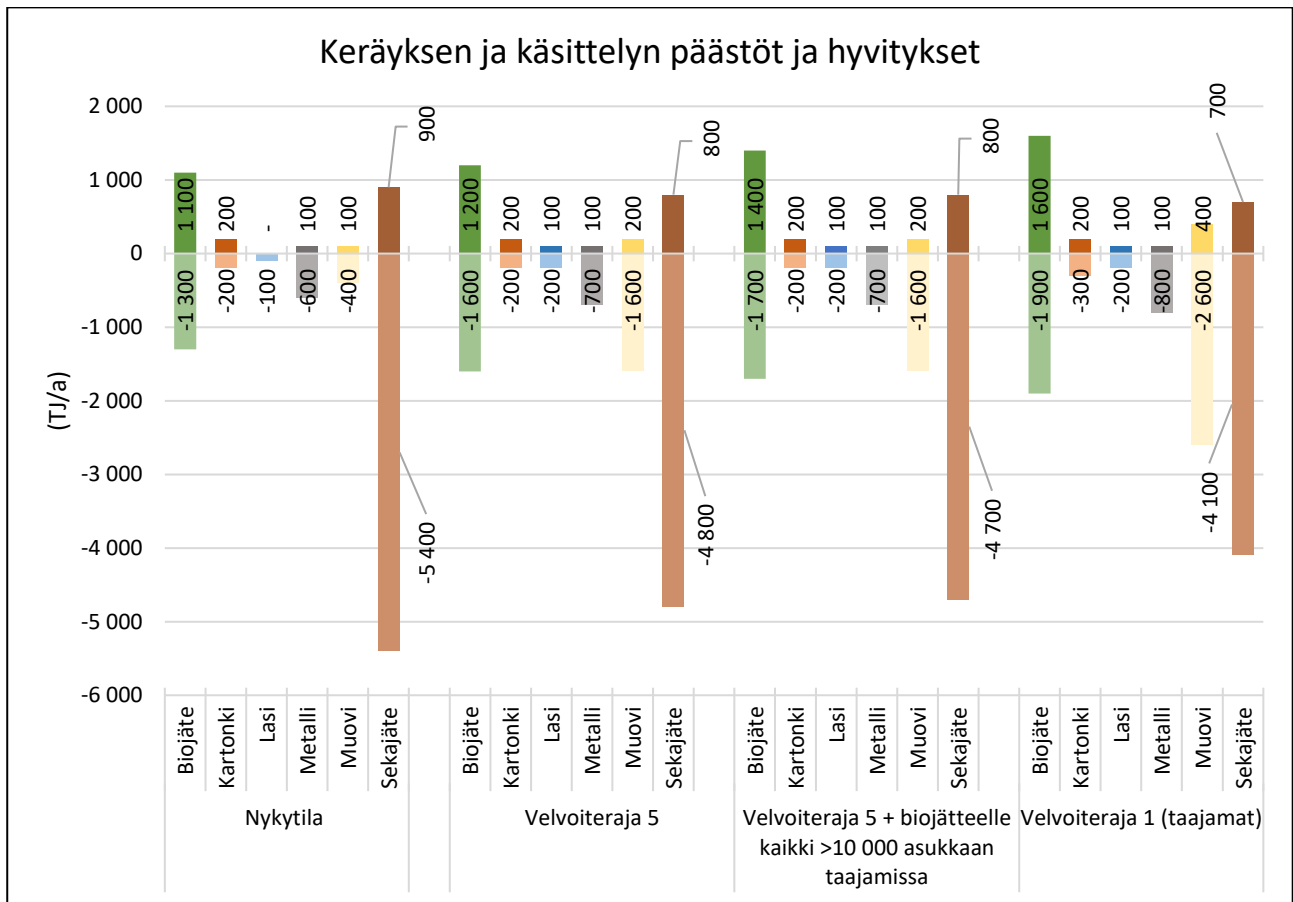
LIITE 7: Jätelajien keräyksen ja käsittelyn happamoitumisvaikutus korkeammilla lajittelukertymillä.



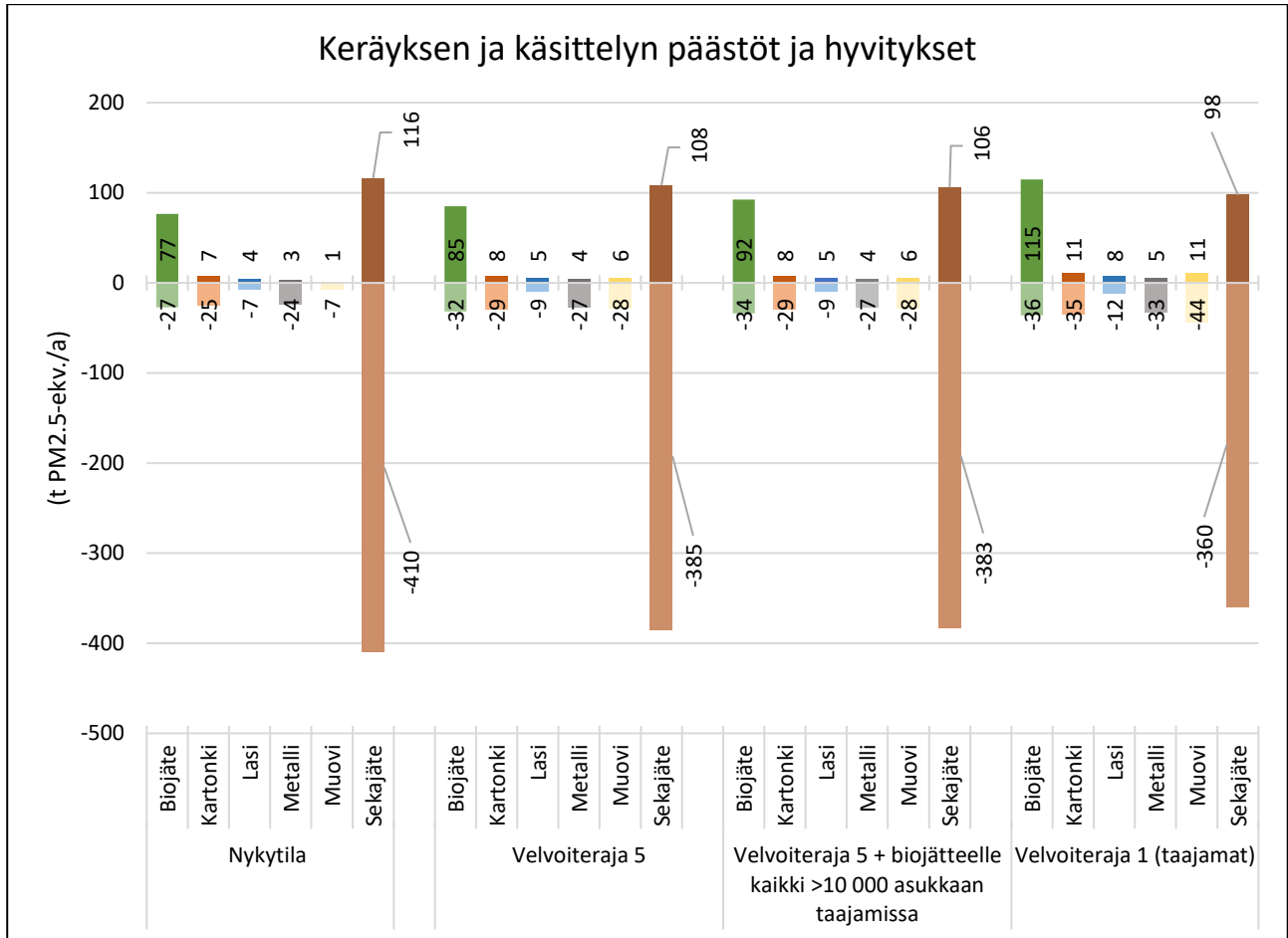
**LIITE 8:** Jätelajien keräyksen ja käsittelyn vaikutus fossiilisten luonnonvarojen ehtymiseen nykyisillä lajittelukertymillä.



**LIITE 9:** Jätelajien keräyksen ja käsittelyn vaikutus fossiilisten luonnonvarojen ehtymiseen korkeammilla lajittelukertymillä.



LIITE 10: Jätelajien keräyksen ja käsittelyn hiukkaspäästöt ja hyvitykset nykyisillä lajittelukertymillä.



LIITE 11: Jätelajien keräyksen ja käsittelyn hiukkaspäästöt ja hyvitykset korkeammilla lajittelukertymillä.

