



Metallien jakauma kuluttajakeräysjärjestelmissä - Mepak-tutkimus 2019

Tämä raportti korvaa 18.10.19 lähetetyn raportin. Tähän raporttiin on korjattu luvut taulukossa 26. Aiemmin lähetetty raportti on mitätöitävä.

Kirjoittajat: Suvi Jokinen, Tommi Kaartinen, Tuomo Mäkelä, John Bachér

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Metallien jakauma kuluttajakeräysjärjestelmissä - Mepak-tutkimus 2019		
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Mepak-Kierrätys Oy, Satu Estakari Mikonkatu 15 B 00100 Helsinki		Asiakkaan viite Mepak-tutkimus 2019
Projektin nimi Mepak-tutkimus 2019		Projektin numero 123243
Tiivistelmä Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma kuluttajilta erilliskerätyssä metallijätteessä sekä mahdolliset eroavaisuudet erilaisten asumismuotojen ja maantieteellisten alueiden välillä tilaajan tarjouspyynnössään määrittelemältä seitsemältä tutkimusalueelta, jotka kattoivat koko Suomen alueen Ahvenanmaata lukuun ottamatta. Kultakin tutkimusalueelta toteutettiin tutkimus sekä kiinteistökerätystä että aluekerätystä metallijätetuormasta, tutkittavia kuormia oli yhteensä 16. Yhdeltä tutkimusalueelta tutkittiin kuormien sisällön hajontaa lajittelemalla useammasta erillisestä kuormasta otetut näytteet sekä näytteenottomenetelmän ja lajittelun toistettavuutta samasta kuormasta otettavin rinnakkaisnäyttein. Tutkimuksen aikana näytteitä lajiteltiin yhteensä 20. Tutkimuksen lisäoptiona selvitettiin lisäksi, paljonko kuluttajakeräyksestä peräisin oleva pantiton pakkausmetallijäte sisältää metallia suhteessa muihin materiaaleihin. Tutkimuksen toteutus ajoittui aikavälille huhtikuu-heinäkuu 2019. Tutkimuksen tuloksena saatiin kuluttajakerätyn pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma sekä tutkimusalueittain että valtakunnallisesti. Metallijätteen koostumuksessa ei havaittu merkittäviä alueellisia eroavaisuuksia. Tutkimukseen valitun lähestymistavan havaittiin olevan hyvin toistettava, toteuttamiskelpoinen ja sovellettavissa jatkossa vastaavanlaisen tutkimuksen toteuttamiseen. Tutkimuksen tilaajana toimi Mepak-Kierrätys Oy ja tutkimus tehtiin yhteistyössä Suomen palautuspakkaus Oy:n (Palpa), Suomen Kiertovoima Ry:n (KIVO), Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy:n ja Pirkanmaan ELY-keskuksen kanssa. Työryhmän puheenjohtajana toimi Satu Estakari (Mepak) ja jäseninä Pasi Nurminen (Palpa), Timo Hämäläinen (KIVO), Pertti Tammivuori (Rinki), Jaana Lindman (Rinki) sekä Tuomo Aunola (Pirkanmaan ELY). Tutkimuksen toteutuksesta vastasivat Suvi Jokinen, Tommi Kaartinen, Tuomo Mäkelä ja John Bachér Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:stä.		
Espoo, 12.2.2020		
Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä
Suvi Jokinen, Research Engineer	Tommi Kaartinen, Senior Scientist	Tuulamari Helaja, Vice President, Sustainable Energy and Chemical Technologies
VTT:n yhteystiedot Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Tietotie 4E, 02150 Espoo		
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Tilaaja, työryhmän jäsenet, VTT		
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.		

Sisällysluettelo

1. Tutkimuksen kuvaus ja tavoitteet	3
2. Tutkimuksen toteutus.....	3
2.1 Suunnittelu.....	3
2.1.1 Tutkimusalueet ja -aikataulu	4
2.1.2 Kuormien sisällön hajonta ja edustavuus, näytteenoton toistettavuus	5
2.2 Näytteenotto	6
2.2.1 Tutkimusalue 1	9
2.2.2 Tutkimusalue 2	10
2.2.3 Tutkimusalue 3	11
2.2.4 Tutkimusalue 4	13
2.2.5 Tutkimusalue 5	14
2.2.6 Tutkimusalue 6	15
2.2.7 Tutkimusalue 7	17
2.3 Lajittelututkimukset	18
2.3.1 Käsinsorttaminen.....	18
2.3.2 Optio	24
3. Tulokset	24
3.1 Käsinsorttaminen	24
3.1.1 Tutkimusalue 1	25
3.1.2 Tutkimusalue 2	26
3.1.3 Tutkimusalue 3	27
3.1.4 Tutkimusalue 4	29
3.1.5 Tutkimusalue 5	30
3.1.6 Tutkimusalue 6	31
3.1.7 Tutkimusalue 7	32
3.1.8 Yhteenveto ja valtakunnallinen jakauma	33
3.2 Optio.....	36
3.3 Tutkimusmetodin luotettavuuden ja virhelähteiden arviointi	37
4. Johtopäätökset ja suositukset	39
5. Lähdeviitteet	40

1. Tutkimuksen kuvaus ja tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kuluttajilta kerätyn metallijätteen koostumus Suomessa. Tutkimus käsitti pakkausmetallin, pienmetallin ja pantillisten juomatölkkien välisen jakauman sekä keräykseen päätyvän virheellisesti lajitellun jätteen eli ns. rejektin määrän selvittämisen kuluttajakeräysjärjestelmissä. Kuluttajilta syntyvän metallijätteen keräys tapahtuu ns. yhteiskeräyksenä, eli pakkausmetallijäte sekä muu kotitalouksissa syntyvä pienmetallijäte kerätään samaan keräysvälineeseen. Erityyppisten metallien keräys, kierrätys sekä niiden kustannukset kuuluvat eri tahojen vastuulle: pakkausmetalli metallipakkausten tuottajayhteisölle Mepak-Kierrätys Oy:lle, pienmetallit kunnille sekä panttijärjestelmän piiriin kuuluvat juomatölkit Suomen Palautuspakkaus Oy:lle.

Tutkimuksessa selvitettiin lisäksi mahdollisia eroavaisuuksia metallijätteen koostumuksessa erilaisten asumismuotojen välillä (taajama-alueasuminen, haja-asutusalueasuminen). Tätä selvitettiin tutkimalla eroja eri keräystapojen (kiinteistökohtainen erilliskeräys ja aluekeräys) välillä, sillä keräystavan perusteella voidaan karkeasti arvioida taajamassa syntyvän ja haja-asutusalueella syntyvän metallijätteen koostumuksen eroa. Kiinteistökohtainen erilliskeräys kuvaa tiiviimpää taajama-alueasumista, aluekeräys puolestaan esikaupunki- ja/tai haja-asutusasumista. Suomessa kunnat vastaavat kiinteistökohtaisen erilliskeräyksen järjestämisestä ja aluekeräyspisteitä hoitaa pääasiassa Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy (jäljempänä Rinki). Täydentäviä aluekeräyspisteitä löytyy myös kuntien järjestämänä, kyseisiä pisteitä ei tässä tutkimuksessa kuitenkaan tullut tutkittavaksi.

Tutkimus toteutettiin tilaajan tarjouspyynnössään määrittelemältä seitsemältä tutkimusalueelta, jotka kattoivat koko Suomen alueen (pl. Ahvenanmaa). Näin voitiin samalla muodostaa karkeita arvioita kerätyn metallijätteen mahdollisesta koostumusvaihtelusta Suomessa eri maantieteellisten alueiden välillä. Kultakin tutkimusalueelta toteutettiin tutkimus sekä kiinteistökerätyn että aluekerätyn metallijätteen osalta. Tutkimuksen lisäoptiona selvitettiin lisäksi, paljonko kuluttajakeräyksestä peräisin oleva pantiton pakkausmetallijäte sisältää metallia suhteessa muihin materiaaleihin.

Tutkimuksen tuloksena saadaan tietoa eri tahojen vastuulle kuuluvan metallijätteen jakaumasta ja metallijätteen lajittelusta ja sen koostumuksen eroavaisuuksista Suomessa eri maantieteellisten alueiden sekä keräystapojen ja asumismuotojen välillä. Tutkimuksesta saatavaa tietoa käytetään pohjana pakkausmetallin ja pienmetallin määrien tilastoinnissa, jossa myös mahdollisen rejektin osuus huomioidaan. Tuloksia voidaan tarvittaessa käyttää myös jätteiden lajitteluohjeistuksen tehostamisessa.

2. Tutkimuksen toteutus

2.1 Suunnittelu

Tutkimuksen suunnittelu ja operatiivinen toteutus suoritettiin yhteistyössä asiakkaan kanssa.

Asiakas vastasi tutkimuskuormien keräyksen järjestämisestä kullakin tutkimusalueella ja kerättyjen kuormien organisoinnista terminaaleihin, joissa näytteenotto käytiin suorittamassa, kyseiset terminaalit on esitetty taulukossa 1. Näytteenottopaikkoina käytetyistä terminaaleista niihin kuljetettu kuluttajakeräyksestä peräisin oleva metallijäte päätyy toimitettavaksi eteenpäin metalliteollisuuden käyttöön.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (jäljempänä VTT) vastasi näytteenoton sekä lajittelututkimusten suunnittelusta ja käytännön toteutuksesta.

2.1.1 Tutkimusalueet ja -aikataulu

Tutkimuksella haluttiin saada tietoa kuluttajakerätyn metallijätteen koostumuksesta koko Suomen kattavasti. Tutkimuksen toteuttamiseksi Suomi jaettiin edelleen pienempiin tutkimusalueisiin, jotka perustuivat asiakkaan toiveesta Ringin logistisiin urakka-alueisiin, karta kyseisistä urakka-alueista on esitetty kuvassa 1. Rinki urakka-alueita on yhteensä 11, joista muodostettiin niillä syntyvän kuluttajakerätyn metallijätteen suhteen mahdollisimman samankaltaisia alueita yhdistelemällä seitsemän tutkimusalueita tätä tutkimusta varten. Tarkempi kuvaus muodostetuista tutkimusalueista on kuvattu taulukossa 1.

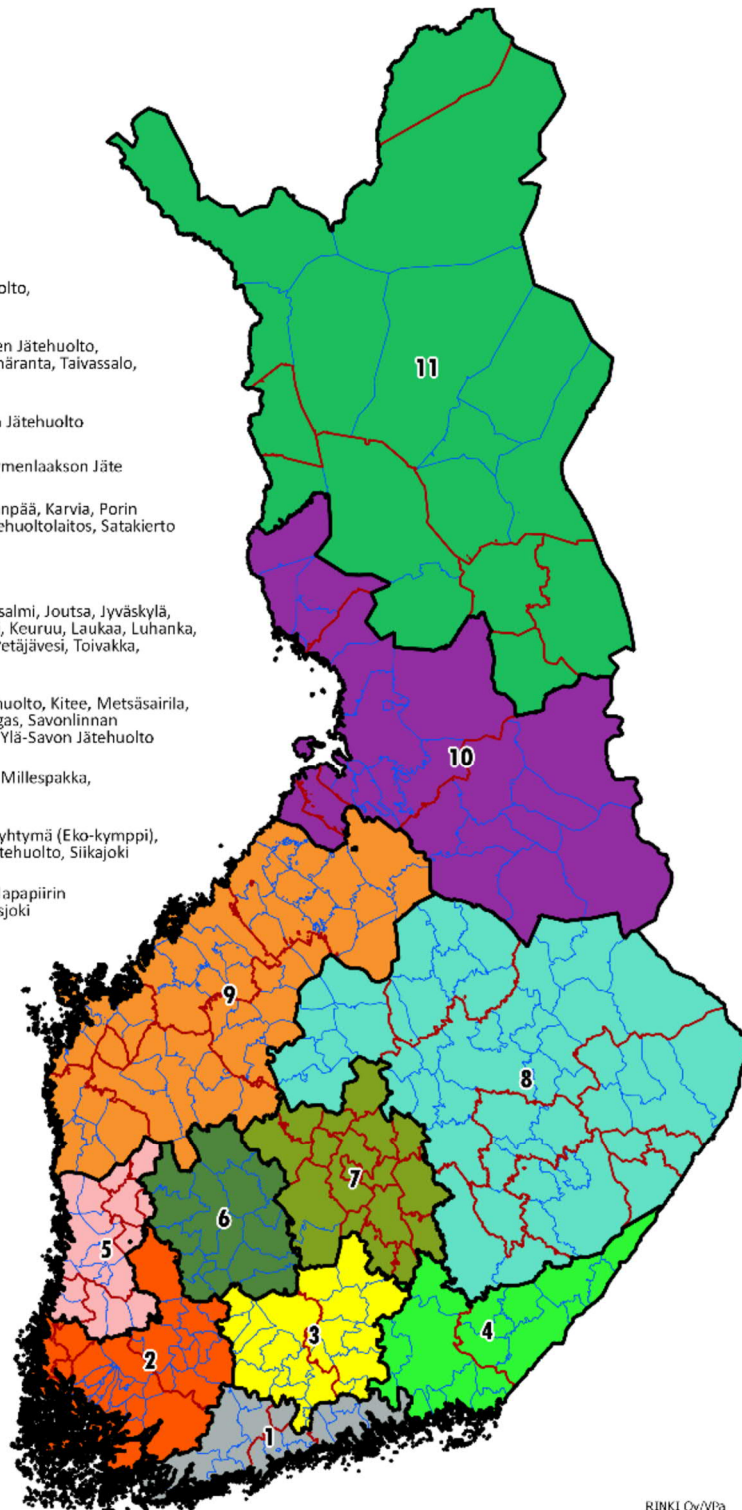
Urakka-alueet 2016

Alueiden värit

- A1. HSY, Itä-Uudenmaan Jätehuolto, Nurmijärvi, Rosk'n Roll
- A2. Kustavi, Laitila, Loimi-Hämeen Jätehuolto, Lounais-Suomen Jätehuolto, Pyhäntä, Taivassalo, Uusikaupunki, Vehmaa
- A3. Kiertokapula, Päijät-Hämeen Jätehuolto
- A4. Etelä-Karjalan Jätehuolto, Kymenlaakson Jäte
- A5. Honkajoki, Jämijärvi, Kankaanpää, Karvia, Porin Jätehuolto, Rauman Seudun Jätehuoltolaitos, Satakierro
- A6. Pirkanmaan Jätehuolto
- A7. Hankasalmi, Hartola, Hirvensalmi, Joutsa, Jyväskylä, Jämsän Jätehuolto, Kangasniemi, Keuruu, Laukaa, Luhanka, Multia, Muurame, Pertunmaa, Petäjävesi, Toivakka, Uurainen, Äänekoski
- A8. Jätekukko, Keski-Savon Jätehuolto, Kitee, Metsäsairila, Puhas, Rääkkylä, Sammakkokangas, Savonlinnan Seudun Jätehuolto, Tohmajärvi, Ylä-Savon Jätehuolto
- A9. Botnjarosk, Ekorosk, Etappi, Millespakka, Stormossen, Vestia, Laihia
- A10. Kainuun Jätehuollon Kuntayhtymä (Eko-kymppi), Perämeren Jätehuolto, Oulun Jätehuolto, Siikajoki
- A11. Kolari, Kuusamo, Lapeco, Napapiirin Residuun, Posio, Taivalkoski, Utsjoki

Rajojen värit

- Urakka-alue
- Jätelaitoksen tai yksittäisen kunnan raja
- Kuntaraja



RINKI Oy/VPa

Kuva 1. Ringin urakka-aluekartta vuodelta 2016 (Koivunen, J. 2016)

Asiakkaan toiveesta työn toteutus ajoittui aikavälille huhtikuu-heinäkuu 2019, jonka puitteissa tutkimuskuormien keruu sekä käytännön työ näytteenottoineen ja käsinlajitteluineen suoritettiin. Toteutuneet näytteenkeruu- ja näytteenottoajankohdat on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Yhteenvedo tutkimusalueiedoista, terminaaleista sekä näytteenkeruu- ja näytteenottoajankohdista.

Tutkimusalue	Rinki urakka-alue nro	Kuormien keräys-ajankohta	Terminaali	Näytteenotto-ajankohta
1	1 (HSY, Itä-Uudenmaan Jätehuolto, Nurmijärvi, Rosk'n Roll)	vko 19-21	HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, Espoo	24.5.2019 (vko 21)
2	3 (Kiertokapula, Päijät-Hämeen Jätehuolto)	vko 21-25	Kuusakoski Oy, Lahti	18.6.2019 (vko 25)
3	2 (Kustavi, Laitila, Loimi-Hämeen Jätehuolto, Lounais-Suomen Jätehuolto, Pyhäranta, Taivassalo, Uusikaupunki, Vehmaa)	vko 17-19	Lounais-Suomen Jätehuolto Oy, Salo	7.-8.5.2019 (vko 19)
	5 (Honkajoki, Jämijärvi, Kankaanpää, Karvia, Porin Jätehuolto, Rauman Seudun Jätehuoltolaitos, Satakierto)			
4	6 (Pirkanmaan Jätehuolto)	vko 20-23	Stena Recycling Oy, Jyväskylä	3.-4.6.2019 (vko 23)
	7 (Hankasalmi, Hartola, Hirvensalmi, Joutsa, Jyväskylä, Jämsän Jätehuolto, Kangasniemi, Keuruu, Laukaa, Luhanka, Multia, Muurame, Pertunmaa, Petäjävesi, Toivakka, Uurainen, Äänekoski)			
5	4 (Etelä-Karjalan Jätehuolto, Kymenlaakson Jäte)	vko 21-26	Kuusakoski Oy, Joensuu	26.6.2019 (vko 26)
	8 (Jätekuukko, Keski-Savon Jätehuolto, Kitee, Metsäsairila, Puhas, Rääkkylä, Sammakkokangas, Savonlinnan Seudun Jätehuolto, Tohmajärvi, Ylä-Savon Jätehuolto)			
6	9 (Botnjarosk, Ekorosk, Etappi, Millespakka, Stormossen, Vestia, Laihia)	vko 19-21	Lassila & Tikanoja Oyj, Mustasaari	20.-21.5.2019 (vko 21)
7	10 (Kainuun Jätehuollon Kuntayhtymä (Eko-Kymppi), Perämeren Jätehuolto, Oulun Jätehuolto, Siikajoki)	vko 18-24	Napapiirin Residuum Oy, Rovaniemi	11.6.2019 (vko 24)
	11 (Kolari, Kuusamo, Lapeco, Napapiirin Residuum, Posio, Taivalkoski, Utsjoki)			

2.1.2 Kuormien sisällön hajonta ja edustavuus, näytteenoton toistettavuus

Kuormien edustavuuden arvioitiin muodostuvan sekä tutkittavan kuorman riittävän suuresta koosta, että myös kuormaan kerättävän materiaalin lähteiden lukumäärästä; mitä useammasta eri keräyspisteestä kuorman sisältämä materiaali on peräisin, sitä edustavampi näyte on. Tutkimukseen pyrittiin mahdollisuuksien mukaan saamaan vähimmäiskooltaan 1000 kg:n kuormia.

Sovitun tutkimusaikataulun ja käytettävissä olleiden resurssien puitteissa tutkimus oli mahdollista toteuttaa vain rajatulle määrälle näytteitä kutakin tutkimusaluetta kohden. Yhdelle tutkimusalueelle päätettiin suorittaa laajemmat tutkimukset tutkimuskuormien sisällön hajonnan tutkimiseksi sekä suunnitellun näytteenottomenetelmän edustavuuden arvioimiseksi. Kyseinen laajempi tutkimus päätettiin suorittaa ensimmäisellä näytteenottoon valikoituneella alueella (Tutkimusalue 3), jotta jäljelle jäävillä tutkimusalueilla tutkittavien kuormien määrää ja näytteenottomenetelmää olisi ollut mahdollista muuttaa, mikäli laajemmassa tutkimuksessa olisi havaittu mahdollisia ongelmakohtia.

Kerättyjen tutkimuskuormien sisällöllistä hajontaa oli tarkoitus tutkia ottamalla ja lajittelemalla kolmesta erillisestä samalta tutkimusalueelta kerätystä ja samaa keräystapaa edustavasta kuormasta otetut näytteet. Näytteenottomenetelmän toistettavuutta arvioitiin puolestaan samasta kuormasta otettavin rinnakkaisnäyttein. Näytteenottosuunnitelmaa on havainnollistettu kuvassa 2. Hajonnan ja toistettavuuden tutkimukset suoritettiin sekä kiinteistö- että aluekerätylle metallijätteelle.



Kuva 2. Havainnekuva näytteenottosuunnitelmasta tutkimuskuormien sisällön hajonnan tutkimiseksi ja näytteenottomenetelmän toistettavuuden arvioimiseksi.

2.2 Näytteenotto

Näytteenoton tavoitteena oli saada mahdollisimman edustava otos sekä kiinteistökohtaisesta että aluekeräyksestä peräisin olevasta kuluttajakerätyistä metallista. Näytteenottosuunnitelma laadittiin eurooppalaiseen ohjeistukseen ja standardeihin pohjautuen (Wahlström et al. 2009, CEN 2007). Käsinalajittelua varten otettavan näytteen riittäväksi kooksi arvioitiin 100 kg.

Jokaiselta seitsemältä tutkimusalueelta kerättiin yksi kuorma sekä kiinteistö- että aluekerätyistä metallijätteestä toimitettavaksi ennalta sovittuun terminaaliin näytteenottoa varten, eli yhteensä kaksi kuormaa yhtä tutkimusaluetta kohden, poikkeuksena Tutkimusalue 3, jolta kerättiin useampi kuorma kuormien sisäisen hajonnan tutkimiseksi.

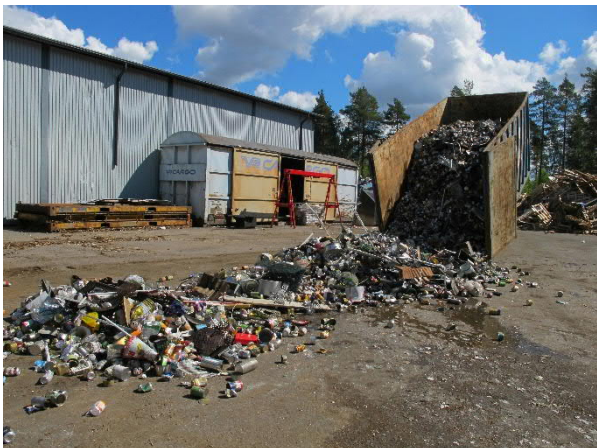
Ennen näytteenottoa kuorma sekoitettiin koneellisesti ja levitettiin tasaiseksi kerrokseksi, tarvittaessa kooltaan suurimmat kuormat esijaettiin koneellisesti ennen kuorman levitystä siten, että kuormien edustavuus säilyisi mahdollisimman hyvin (kuvat 3 ja 4). Tämän jälkeen kuormasta poistettiin käsinalajittelun ulkopuolelle jätettävät suurikokoiset, epämääräisen muotoiset tai erityisen raskaat kappaleet, jotka eivät mahtuneet näytteenkeruuvälineeseen tai jotka massansa puolesta olisivat vääristäneet lajittelutulosta (kuvat 5 - 7). Kuormasta ennen näytteenottoa poistetut kappaleet jaoteltiin ja punnittiin omina jakeinaan (esim. pakkausmetallit, pienmetalli, sähkö- ja elektroniikkaromu (SER) sekä muut rejektit) ja niiden määrät otettiin kokonaistarkastelussa huomioon.

Varsinainen käsinalajitteluun menevä näyte otettiin pistemäisenä satunnaisotantana tasatusta kuormasta (kuva 8). Satunnaisotannassa kaikilla partikkeleilla on yhtäläinen teoreettinen mahdollisuus päätyä tutkittavaan näytteeseen. Tutkittava näyte koostettiin useammasta

erillisestä, eri pisteestä otetusta osanäytteestä, jotka yhdistettiin yhdeksi kokoomanäytteeksi. Jokaiselta tutkimusalueelta kyseiset kokoomanäytteet toimitettiin VTT:n tiloihin, missä käsinlajittelu suoritettiin.



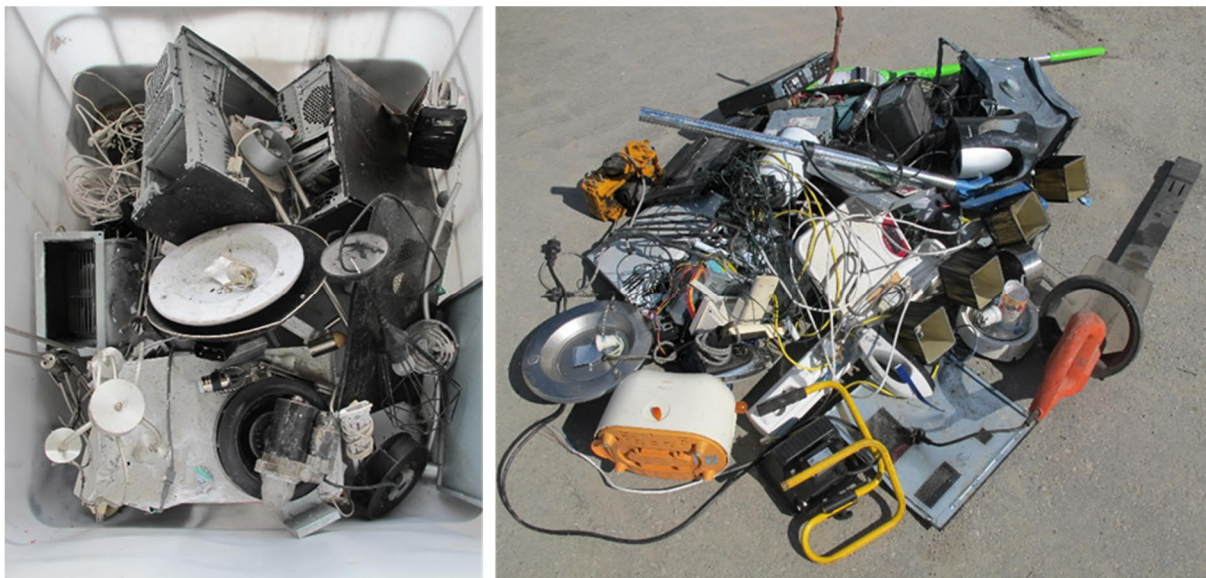
Kuva 3. Kuormien koneellista esikäsittelyä



Kuva 4. Kuormien levitystä näytteenottoa varten



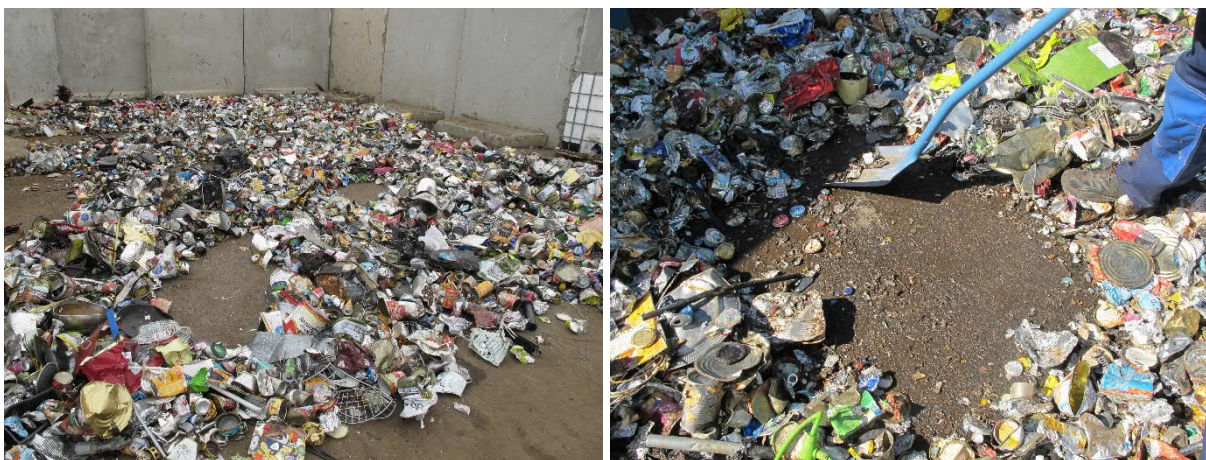
Kuva 5. Ennen näytteenottoa kuormasta poistettua suurikokoista metallia, vasemmalla pakkaus- ja oikealla pienmetallia



Kuva 6. Ennen näytteenottoa kuormasta poistettua suurikokoista sähkö- ja elektroniikkaromua



Kuva 7. Ennen näytteenottoa kuormasta poistettua suurikokoista rejektiä



Kuva 8. Näytteenotto pistemäisenä otantana tasatusta kuormasta

2.2.1 Tutkimusalue 1

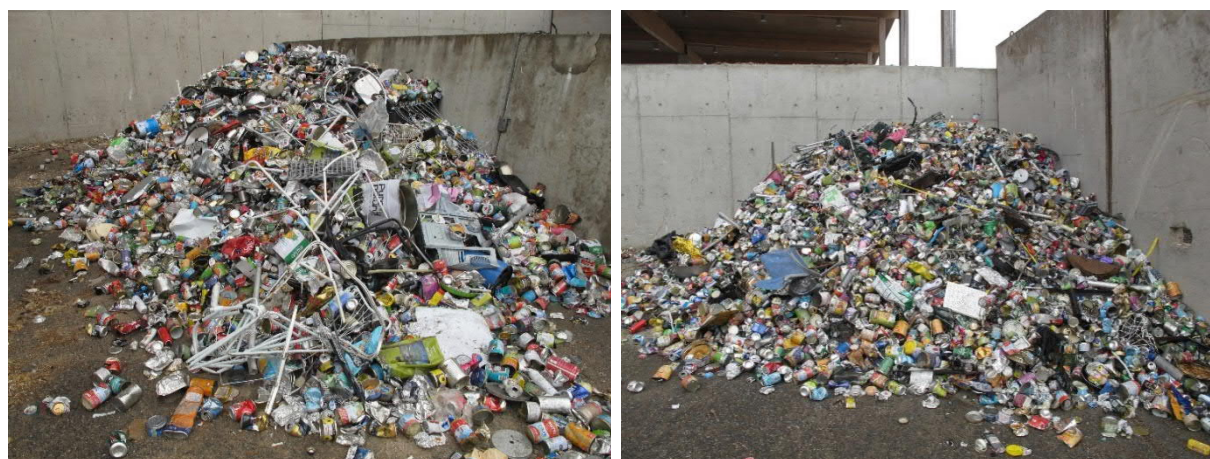
Tutkimusalue 1 muodostui **Ringin urakka-alueesta 1 (HSY, Itä-Uudenmaan Jätehuolto, Nurmijärvi, Rosk'n Roll)**. Kyseiseltä alueelta kerättiin materiaalia tutkimukseen viikkojen 19-22 aikana. Tarkemmat kuormatiedot on esitetty taulukossa 2.

Tutkimusalueelta kerätyt tutkimuskuormat (kuva 9) toimitettiin paikallisten yhteistyökumppaneiden toimesta Espoossa sijaitsevaan HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän terminaaliin, missä näytteenotto käytiin suorittamassa VTT:n toimesta 24.5.2019.

Terminaalissa tutkimuskuormat oli varastoitu vierekkäin kasoiksi ja erotettu toisistaan betoniseinämällä. Näytteenottoa varten varattu alue oli katettu, alusta puhdas ja kestopäälysteinen. Kuormien käsittelyä varten käytössä oli kauhavaa'alla varustettu kauhakuormaaja. Kuormat sekoitettiin kauhakuormaajalla niiden varastointipaikalla ja käytiin levittämässä kauhakuormaajalla kauhallinen kerrallaan erilliselle näytteenottoon varatulle alueelle. Kun ensimmäisen kuorman näytteenotto oli suoritettu, loput kuormasta kaavittiin kauhakuormaajalla sivuun ja toinen kuorma leviteltiin samalle paikalle. Tutkimukseen päätyneen materiaalin määrä punnittiin kauhakuormaajan kauhavaa'alla.

Taulukko 2. Kuormatiedot, Tutkimusalue 1

Keräys-tapa	Reittitiedot	Kuorman massa (Tutkimukseen otettu osuus)	Kuorma esijaettu (Kyllä/Ei)	Puris-tettua jätettä (Kyllä/Ei)	Kuiva kuorma (Kyllä/Ei)	Muita huomioita
Kiinteistö	Reitillä 118 kiinteistöä, keräysvälineitä 121 kpl • 240 l (110 kpl) • 300 l (6 kpl) • 660 l (5 kpl)	1400 kg	Ei	Ei	Kyllä	-
Alue	Reitillä 20 pistettä, keräysvälineitä 22 kpl • 2,5 m³ (7 kpl) • 3 m³ (11 kpl) • 4 m³ (2 kpl) • 5 m³ (1 kpl) • 7 m³ (1 kpl)	1590 kg	Kyllä	Ei	Kyllä	-



Kuva 9. Tutkimusalueelle 1 saapuneet kuormat, vasemmalla kiinteistökuorma ja oikealla aluekuorma

2.2.2 Tutkimusalue 2

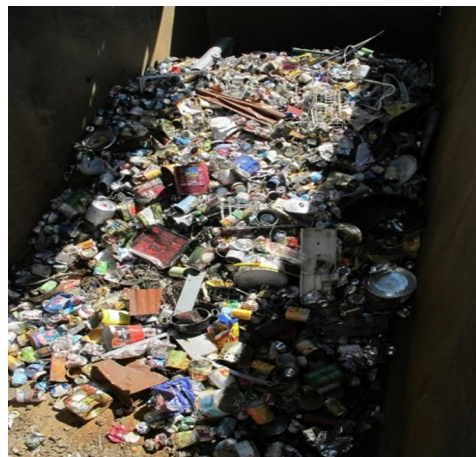
Tutkimusalue 2 muodostui **Ringin urakka-alueesta 3 (Kiertokapula, Päijät-Hämeen Jätehuolto)**. Kyseiseltä alueelta kerättiin materiaalia tutkimukseen viikkojen 21-25 aikana. Tarkemmat kuormatiedot on esitetty taulukossa 3.

Tutkimusalueelta kerätyt tutkimuskuormat (kuva 10) toimitettiin paikallisten yhteistyökumppaneiden toimesta Lahdessa sijaitsevaan Kuusakoski Oy:n terminaaliin, missä näytteenotto käytiin suorittamassa VTT:n toimesta 18.6.2019.

Terminaalissa tutkimuskuormat oli varastoitu siirtolavoille, kiinteistökuorma avonaiselle lavalle ja aluekuorma kannella peitetylle lavalle. Näytteenottoa varten varattu alue oli kattamaton, alusta kestopäällysteinen, hiekkainen. Kuormien käsittelyä varten käytössä oli kauhakuormaaja. Kuormat tyhjennettiin siirtolavoilta kaatamalla ne kauhakuormaajan avulla näytteenottoa varten varatulle alueelle, minkä jälkeen ne sekoitettiin kauhakuormaajan kauhalla. Kun ensimmäisen kuorman näytteenotto oli suoritettu, loput kuormasta kaavittiin kauhakuormaajalla sivuun ja toinen kuorma leviteltiin samalle paikalle. Aluekerätty kuorma esijaettiin ennen näytteenottoa, tutkimukseen otetun osuuden massa selvitettiin punnitsemalla autovaa'alla siirtolavalle jääneen tutkimuksen ulkopuolelle jäävän materiaalin määrä ja vähentämällä kyseinen määrä terminaaliin saapuneen kuorman kokonaismassasta.

Taulukko 3. Kuormatiedot, Tutkimusalue 2

Keräys-tapa	Reittitiedot	Kuorman massa (Tutkimukseen otettu osuus)	Kuorma esijaettu (Kyllä/Ei)	Puris-tettua jätettä (Kyllä/Ei)	Kuiva kuorma (Kyllä/Ei)	Muita huomioita
Kiinteistö	Reitillä 123 kiinteistöä, keräysvälineitä 123 kpl • 140 l (3 kpl) • 240 l (105 kpl) • 300 l (1 kpl) • 660 l (14 kpl)	1480 kg	Ei	Kyllä	Kyllä	-
Alue	Reitillä keräysvälineitä 10 kpl • 3 m ³ (2 kpl) • 4 m ³ (1 kpl) • 7 m ³ (7 kpl)	1240 kg	Kyllä	Ei	Kyllä	-



Kuva 10. Tutkimusalueelle 2 saapuneet kuormat, vasemmalla kiinteistökuorma ja oikealla aluekuorma

2.2.3 Tutkimusalue 3

Tutkimusalue 3 muodostui **Ringin urakka-alueista 2 (Kustavi, Laitila, Loimi-Hämeen Jätehuolto, Lounais-Suomen Jätehuolto, Pyhäranta, Taivassalo, Uusikaupunki, Vehmaa) ja 5 (Honkajoki, Jämijärvi, Kankaanpää, Karvia, Porin Jätehuolto, Rauman Seudun Jätehuoltolaitos, Satakierto)**. Kyseiseltä alueelta kerättiin materiaalia tutkimukseen viikkojen 17-19 aikana. Tarkemmat kuormatiedot on esitetty taulukossa 4.

Tutkimusalueelta kerätyt tutkimuskuormat (kuvat 11 ja 12) toimitettiin paikallisten yhteistyökumppaneiden toimesta Salossa sijaitsevaan Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n terminaaliin, missä näytteenotto käytiin suorittamassa VTT:n toimesta 7.-8.5.2019.

Terminaaliin oli tarkoitus saapua yhteensä kuusi kuormaa, kolme kiinteistökeräyksestä ja kolme aluekeräyksestä. Terminaalissa oli valmiina kolme tutkimuskuormaa (Kiinteistö, kuorma 1 sekä Alue, kuormat 1 ja 2), yksi kuorma (Kiinteistö, kuorma 2) saapui näytteenottopäivänä ja kaksi kuormista jäi saapumatta, yksi molemmista keräystavoista. Kuormat oli varastoitu vierekkäin kasoiksi suurelle kentälle, jossa myös näytteenotto tapahtui. Kyseinen alue oli kattamaton, alusta kestopäällysteinen, paikoitellen hiekkainen. Kuormien sekoittamista varten käytössä oli kouralla varustettu kaivinkone, kaikki kuormat tutkittiin kokonaisina. Kuormista poistetut suurikokoiset ja raskaat kappaleet kerättiin joko suuriin jäteastioihin, jotka punnittiin haarukkavaunuvaa'alla, tai siirtolavoille, jotka punnittiin autovaa'alla.

Taulukko 4. Kuormatiedot, Tutkimusalue 3

Keräys-tapa	Reittitiedot	Kuorman massa (Tutkimukseen otettu osuus)	Kuorma esijaettu (Kyllä/Ei)	Puris-tettua jätettä (Kyllä/Ei)	Kuiva kuorma (Kyllä/Ei)	Muita huomioita
Kiinteistö, kuorma 1	Reitillä 121 kiinteistöä, keräysvälineitä 122 kpl • 120 l (2 kpl) • 140 l (22 kpl) • 240 l (55 kpl) • 330 l (7 kpl) • 340 l (1 kpl) • 370 l (2 kpl) • 380 l (23 kpl) • 660 l (10 kpl)	1780 kg	Ei	Kyllä	Ei	Kuormasta otettu 3 osa-näytettä
Kiinteistö, kuorma 2	Reitillä 30 kiinteistöä, keräysvälineitä 30 kpl • 240 l (30 kpl)	600 kg	Ei	Ei	Ei	-
Alue, kuorma 1	Reitillä 10 pistettä, keräysvälineitä 10 kpl • 8 m ³ (10 kpl)	5480 kg	Ei	Ei	Ei	Kuormasta otettu 3 osa-näytettä
Alue, kuorma 2	Reitillä 3 pistettä, keräysvälineitä 6 kpl • 7 m ³ (6 kpl)	2860 kg	Ei	Ei	Ei	-



Kuva 11. Tutkimusalueelle 3 saapuneet kiinteistökuormat, vasemmalla kuorma 1 ja oikealla kuorma 2



Kuva 12. Tutkimusalueelle 3 saapuneet aluekuormat, vasemmalla kuorma 1 ja oikealla kuorma 2

2.2.4 Tutkimusalue 4

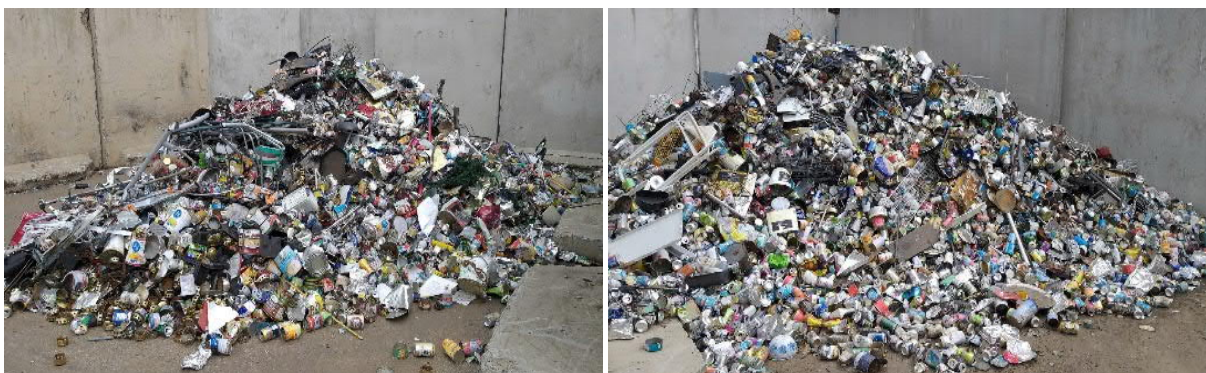
Tutkimusalue 4 muodostui **Ringin urakka-alueista 6 (Pirkanmaan Jätehuolto) ja 7 (Hankasalmi, Hartola, Hirvensalmi, Joutsa, Jyväskylä, Jämsän Jätehuolto, Kangasniemi, Keuruu, Laukaa, Luhanka, Multia, Muurame, Pertunmaa, Petäjävesi, Toivakka, Uurainen, Äänekoski)**. Kyseiseltä alueelta kerättiin materiaalia tutkimukseen viikkojen 20-23 aikana. Tarkemmat kuormatiedot on esitetty taulukossa 5.

Tutkimusalueelta kerätyt tutkimuskuormat (kuva 13) toimitettiin paikallisten yhteistyökumppaneiden toimesta Jyväskylässä sijaitsevaan Stena Recycling Oy:n terminaaliin, missä näytteenotto käytiin suorittamassa VTT:n toimesta 3.-4.6.2019.

Ternimaalissa tutkimuskuormat oli varastoitu vierekkäin kasoiksi ja erotettu toisistaan betoniseinämällä. Näytteenottoa varten varattu alue oli kattamaton, alusta puhdas ja kestopäällysteinen. Kuormien käsittelyä varten käytössä oli kouralla varustettu kaivinkone. Kuormat sekoitettiin kaivinkoneen kouralla niiden varastointipaikalla ja leviteltiin samalle paikalle näytteenottoa varten, kuormista valui vettä niitä sekoitettaessa. Molemmat kuormat esijaettiin ennen näytteenottoa ja tutkimukseen päätyneen materiaalin massa selvitettiin punnitsemalla autovaa'alla siirtolavalle kuormasta kaivinkoneen kouralla poistetun materiaalin määrä ja vähentämällä kyseinen määrä terminaaliin saapuneen kuorman kokonaismassasta.

Taulukko 5. Kuormatiedot, Tutkimusalue 4

Keräys-tapa	Reittitiedot	Kuorman massa (Tutkimukseen otettu osuus)	Kuorma esijaettu (Kyllä/Ei)	Puris-tettua jätettä (Kyllä/Ei)	Kuiva kuorma (Kyllä/Ei)	Muita huomioita
Kiinteistö	Reitillä 162 kiinteistöä, keräysvälineitä 162 kpl • 140 l (9 kpl) • 240 l (138 kpl) • 360 l (1 kpl) • 660 l (14 kpl)	1620 kg	Kyllä	Ei	Ei	-
Alue	Reitillä keräysvälineitä 10 kpl • 5 m ³ (2 kpl) • 7 m ³ (8 kpl)	1420 kg	Kyllä	Ei	Ei	-



Kuva 13. Tutkimusalueelle 4 saapuneet kuormat, vasemmalla kiinteistökuorma ja oikealla aluekuorma

2.2.5 Tutkimusalue 5

Tutkimusalue 5 muodostui **Ringin urakka-alueista 4 (Etelä-Karjalan Jätehuolto, Kymenlaakson Jäte) ja 8 (Jätekuikko, Keski-Savon Jätehuolto, Kitee, Metsäsairila, Puhas, Rääkkylä, Sammakkokangas, Savonlinnan Seudun Jätehuolto, Tohmajärvi, Ylä-Savon Jätehuolto)**. Kyseiseltä alueelta kerättiin materiaalia tutkimukseen viikkojen 21-26 aikana. Tarkemmat kuormatiedot on esitetty taulukossa 6.

Tutkimusalueelta kerätyt tutkimuskuormat (kuva 14) toimitettiin paikallisten yhteistyökumppaneiden toimesta Joensuussa sijaitsevaan Kuusakoski Oy:n terminaaliin, missä näytteenotto käytiin suorittamassa VTT:n toimesta 26.6.2019.

Terminaalissa tutkimuskuormat oli varastoitu avonaisille siirtolavoille. Näytteenottoa varten varattu alue oli kattamaton, alusta kestopäällysteinen. Kuormien käsittelyä varten käytössä oli kauhakuormaaja. Kuormat tyhjennettiin siirtolavoilta kaatamalla ne kauhakuormaajan avulla näytteenottoa varten varatulle alueelle, minkä jälkeen ne sekoitettiin kauhakuormaajan kauhalla. Kun ensimmäisen kuorman näytteenotto oli suoritettu, loput kuormasta kaavittiin kauhakuormaajalla sivuun ja toinen kuorma leviteltiin samalle paikalle. Aluekerätty kuorma esijaettiin ja tutkimukseen päätyneen materiaalin määrä selvitettiin keräämällä ja punnitsemalla kuormasta näytteenoton jälkeen jäljelle jäänyt maahan levitelty osuus autovaa'alla ja lisäämällä kyseiseen tulokseen otetun näytteen ja kuormasta ennen näytteenottoa poistettujen suurikokoisten sekä raskaiden kappaleiden massa.

Taulukko 6. Kuormatiedot, Tutkimusalue 5

Keräys-tapa	Reittitiedot	Kuorman massa (Tutkimukseen otettu osuus)	Kuorma esijaettu (Kyllä/Ei)	Puris-tettua jätettä (Kyllä/Ei)	Kuiva kuorma (Kyllä/Ei)	Muita huomioita
Kiinteistö	Reitillä 79 kiinteistöä, keräysvälineitä 81 kpl + 0,5 m ³ irtojätettä 140 l (4 kpl) 240 l (68 kpl) 360 l (1 kpl) 660 l (8 kpl)	1320 kg	Ei	Kyllä	Ei	-
Alue	Reitillä keräysvälineitä 11 kpl 7 m³ (11 kpl)	1630 kg	Kyllä	Ei	Ei	-



Kuva 14. Tutkimusalueelle 5 saapuneet kuormat, vasemmalla kiinteistökuorma ja oikealla aluekuorma

2.2.6 Tutkimusalue 6

Tutkimusalue 6 muodostui **Ringin urakka-alueesta 9 (Botniarosk, Ekorosk, Etappi, Millespakka, Stormossen, Vestia, Laihia)**. Kyseiseltä alueelta kerättiin materiaalia tutkimukseen viikkojen 19-21 aikana. Tarkemmat kuormatiedot on esitetty taulukossa 7.

Tutkimusalueelta kerätyt tutkimuskuormat (kuva 15) toimitettiin paikallisten yhteistyökumppaneiden toimesta Mustasaassa sijaitsevaan Lassila & Tikanoja Oyj:n terminaaliin, missä näytteenotto käytiin suorittamassa VTT:n toimesta 20.-21.5.2019.

Terminaalissa tutkimuskuormat oli varastoitu vierekkäin kasoiksi ja erotettu toisistaan betoniseinämällä. Näytteenottoa varten varattu alue oli kattamaton ja alustaltaan kestopäälysteinen, alueella oli jonkin verran keräyspaperijäämiä. Kuormien käsittelyä varten käytössä oli kauhavaa'alla varustettu kauhakuormaaja. Kuormat sekoitettiin kauhakuormaajalla niiden varastointipaikalla ja leviteltiin samalle paikalle näytteenottoa varten. Molemmat kuormat esijaettiin ennen näytteenottoa. Tutkimukseen päätyneen materiaalin määrä selvitettiin punnitsemalla kauhakuormaajan kauhavaa'alla kasasta pois otetun osuuden massa ja vähentämällä se terminaaliin saapuneen kuorman kokonaismassasta.¹

Taulukko 7. Kuormatiedot, Tutkimusalue 6

Keräys-tapa	Reittitiedot	Kuorman massa (Tutkimukseen otettu osuus)	Kuorma esijaettu (Kyllä/Ei)	Puris-tettua jätettä (Kyllä/Ei)	Kuiva kuorma (Kyllä/Ei)	Muita huomioita
Kiinteistö	Reitillä 183 kiinteistöä, keräysvälineitä 187 kpl • 140 l (27 kpl) • 240 l (92 kpl) • 360 l (27 kpl) • 660 l (37 kpl) • 0,3 m³ (2 kpl) • 0,5 m³ (1 kpl) • 0,8 m³ (1 kpl)	2358 kg	Kyllä	Ei	Ei	-
Alue	Reitillä 14 pistettä, keräysvälineitä 14 kpl • 770 l (1 kpl) • 3 m³ (1 kpl) • 5 m³ (4 kpl) • 7 m³ (8 kpl)	1860 kg	Kyllä	Ei	Ei	-

¹ Tulosten laskennan yhteydessä havaittiin, että kuormasta poistettujen osuuksien punnitustulokset eivät olleet linjassa terminaaliin saapuneiden kuormien kokonaismassojen kanssa, eivätkä toisaalta myöskään korreloineet paikan päällä kuormasta poistetusta osuudesta tehdyn silmämääräisen arvion kanssa. Mitä todennäköisimmin kauhakuormaajan kauhan massa (500 kg) oli jäänyt taaramatta kuormasta poistettua materiaalia kauhalla punnitessa ja sisältyi näin ollen saatuihin punnitustuloksiin. Kauhan massa vähennettiin paikan päällä saaduista punnitustuloksista jälkikäteen. Aivan täyttä varmuutta laskelmien paikkansa pitävyydestä ei ole, sillä poistettujen kauhallisten tarkkaa lukumäärää ei kirjattu ylös näytteenottohetkellä. Tulosten laskennassa kauhan massa on vähennetty punnitustuloksesta kolmesti, mikä perustuu arvioon kuormasta pois otettujen kauhallisten määrästä.



Kuva 15. Tutkimusalueelle 6 saapuneet kuormat, vasemmalla kiinteistökuorma ja oikealla aluekuorma

2.2.7 Tutkimusalue 7

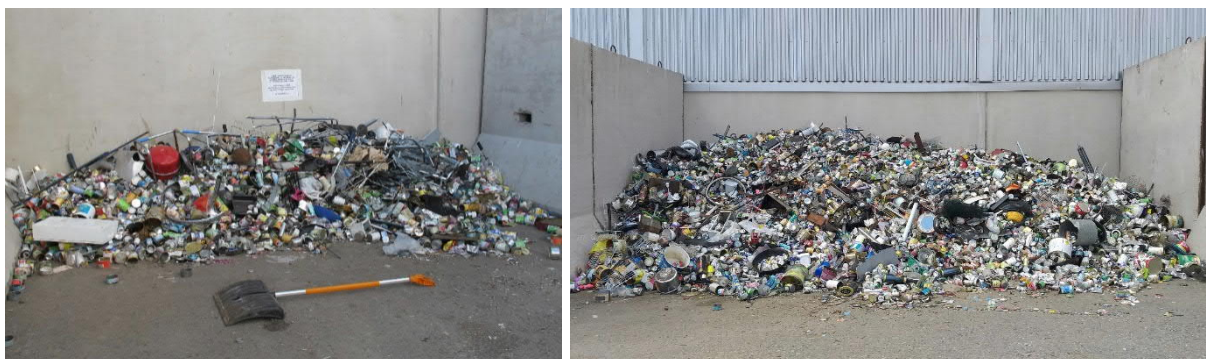
Tutkimusalue 7 muodostui **Ringin urakka-alueista 10 (Kainuun Jätehuollon Kuntayhtymä (Eko-Kymppi), Perämeren Jätehuolto, Oulun Jätehuolto, Siikajoki) ja 11 (Kolari, Kuusamo, Lapeco, Napapiirin Residuum, Posio, Taivalkoski, Utsjoki)**. Kyseiseltä alueelta kerättiin materiaalia tutkimukseen viikkojen 18-24 aikana. Tarkemmat kuormatiedot on esitetty taulukossa 8.

Tutkimusalueelta kerätyt tutkimuskuormat (kuva 16) toimitettiin paikallisten yhteistyökumppaneiden toimesta Rovaniemellä sijaitsevaan Napapiirin Residuum Oy:n terminaaliin, missä näytteenotto käytiin suorittamassa VTT:n toimesta 11.6.2019.

Terminaalissa tutkimuskuormat oli varastoitu vierekkäin kasoiksi ja erotettu toisistaan betoniseinämällä. Näytteenottoa varten varattu alue oli kattamaton ja alustaltaan kestopäällysteinen, alueella oli paikoitellen jonkin verran soraa. Kuormien käsittelyä varten käytössä oli kauhavaa'alla varustettu kauhakuormaaja. Kuormat sekoitettiin kauhakuormaajalla niiden varastointipaikalla ja leviteltiin samalle paikalle näytteenottoa varten. Aluekerätty kuorma esijaettiin ennen näytteenottoa, tutkimukseen päätyneen materiaalin määrä selvitettiin punnitsemalla kauhakuormaajan kauhavaa'alla kasasta pois otetun osuuden määrä ja vähentämällä se terminaaliin saapuneen kuorman kokonaismassasta.

Taulukko 8. Kuormatiedot, Tutkimusalue 7

Keräys-tapa	Reittitiedot	Kuorman massa (Tutkimukseen otettu osuus)	Kuorma esijaettu (Kyllä/Ei)	Puris-tettua jätettä (Kyllä/Ei)	Kuiva kuorma (Kyllä/Ei)	Muita huomioita
Kiinteistö	Reitillä 22 kiinteistöä, keräysvälineitä 22 kpl • 240 l (22 kpl)	1060 kg	Ei	Ei	Ei	-
Alue	Reitillä 24 pistettä, keräysvälineitä 24 kpl • 0,8 m ³ (1 kpl) • 3 m ³ (20 kpl) • 4 m ³ (1 kpl) • 7 m ³ (2 kpl)	2220 kg	Kyllä	Ei	Ei	-



Kuva 16. Tutkimusalueelle 7 saapuneet kuormat, vasemmalla kiinteistökuorma ja oikealla aluekuorma

2.3 Lajittelututkimukset

2.3.1 Käsinlajittelu

Tutkimus toteutettiin ns. käsinlajittelumenetelmällä. Menetelmässä näytteen sisältämän kappaleen koostumusta arvioidaan visuaalisesti ja kappale erotellaan koostumuksensa mukaiseen jakeeseen. Näytteistä (ä 100 kg) seulottiin eroon hienoinen (<20 mm), sillä käsinlajittelu on yleisesti toteuttavissa karkeammille jakeille. Lajiteltavien näytteiden massan ja tilavuuden vuoksi seulonta suoritettiin kunkin näytteen kohdalla siinä vaiheessa, kun suurimmat kappaleet oli ensin lajiteltu. Näytteiden käsinlajittelu tapahtui VTT:n tiloissa.

Näytteiden sisältämät yksittäiset kappaleet lajiteltiin omiin jätelajijakeisiinsa pääosin yleisiä jätteiden kierrätys- ja lajitteluohjeita noudattaen. Jakeita oli yhteensä 12: pakkausmetalli, pienmetalli, muovipakkaus, sähkö- ja elektroniikkaromu, sekajäte, vaarallinen jäte, lasi, puu, biojäte, kartonki, paperi ja seulan alite (<20 mm), esimerkkejä ko. jakeista on esitetty kuvissa 17 - 28. Mahdollisia epäselvyyksiä pakkausmetalliin ja pienmetalliin kuuluvien kappaleiden erottelussa ratkottiin jätelainsäädännön mukaisen pakkauksen ja pakkausjätteen määritelmän avulla (VNa 518/2014, 3 §).

Metallisista, muovisista sekä lasisista juomapakkauksista dokumentoitiin myös kuhunkin jakeeseen kuuluvien kappaleiden määrät, ja lisäksi pakkausmetalli jaettiin puhtaaseen sekä likaiseen jakeeseen option tutkimista varten (luku 2.3.2). Taulukossa 9 on listattu kaikki lajittelussa käytetyt jakeet sekä esimerkkejä tyypillisimmistä ko. jakeesta löydetystä kappaleista.

Kappaleiden lajittelussa noudatettiin mm. seuraavia periaatteita:

- Kaikki kappaleet lajiteltiin kokonaisina/sellaisinaan. Mikäli kappale koostui kahdesta tai useammasta eri materiaalista valmistetusta osasta, osat irrotettiin toisistaan vain siinä tapauksessa, jos ne lähtivät toisistaan irti käsivoimin ilman työkaluja, ja jos kuluttajan olisi ollut vaivattomasti mahdollista irrottaa osat toisistaan ennen keräysastiaan laittamista. Muussa tapauksessa kahta tai useampaa materiaalia sisältävä kappale lajiteltiin siihen jakeeseen, johon suurin osa kappaleen materiaalmassasta kuului.
- Mikäli löydetty kappale oli materiaaliltaan muuta kuin metallia, mutta oli selkeästi kiinteä osa metallinkeräykseen kuuluvaa metalliesinettä, lajiteltiin kyseinen kappale alkuperäisen esineen mukaiseen metallija (esim. paistinpannun irtomainen muovikahva pienmetalliin).
- Vastaavasti mikäli kappale oli selkeästi tunnistettavissa kuuluvaksi kiinteänä osana johonkin muuhun kuin metallinkeräykseen kuuluvaan esineeseen, osa lajiteltiin kokonaisen esineen mukaisesti (esim. kahvinkeitin muovikuori sähkö- ja elektroniikkaromuun).
- Juomapakkausten lukumäärä laskettiin irrallisten kappaleiden mukaan, eli jokainen näytteestä löydetty juomapakkauksen pala laskettiin erikseen omaksi pakkaukseksi. Kaikki näytteistä löytyneet juomapakkaukset eivät olleet kokonaisia, vaan niistä saattoi olla näytteen seassa vain pieni pala, palojen yhteensopivuutta ei ollut mahdollista selvittää.
- Joissain tapauksissa kappale saattoi sen käyttötarkoituksesta riippuen kuulua lajiteltavaksi joko pakkausmetalliin tai pienmetalliin. Kappaleen alkuperäistä käyttötarkoitusta oli kuitenkin mahdoton tunnistaa pelkän kappaleen perusteella tietämättä tarkemmin kappaleen käyttöhistoriaa. Tällaisten kappaleiden kohdalla tehtiin päätös lajitella kaikki kyseiset kappaleet säännönmukaisesti samalla tavalla (esim. kaikki alumiinifoliovuorat pakkausmetalliin).

Taulukko 9. Jakeet, joihin näytteiden sisältämät kappaleet lajiteltiin, sekä esimerkkejä tyypillisistä ko. jakeeseen kuuluvista kappaleista

METALLI		
Jae	Alakategoria	Tyypillisiä jakeeseen kuuluvia kappaleita
Pakkausmetalli	- Puhdas pakkausmetalli - Likainen pakkausmetalli → OPTIO - Pantillinen juomatölkki - Pantiton juomatölkki	Säilyketölkit, juomatölkit, tyhjtä painepakkaukset ja maalipurkit, ruokaöljy- ja juomakanisterit, metalliset tuubipakkaukset, purkkien, tölkkien ja pullojen kannet, alumiinifoliot ja -vuoat, täysmetalliset lääkkeiden läpipainopakkaukset
Pienmetalli		Paistinpannut, astiat, keittiötarvikkeet, ruokailuvälineet, lämpökynntilän ja ulkotulen kuoret, hautakynntilän kannet, työkalut, säilytysrasiat, lyhdyt, pallogrillit, urheiluvälineet
REJEKTI		
Jae	Alakategoria	Tyypillisiä jakeeseen kuuluvia kappaleita
Muovipakkaus	- Muu kuin juomapakkaus - Pantillinen juomapakkaus - Pantiton juomapakkaus	Perunalastupussit, kahvipaketit, lemmikinruokapussit ja muut vastaavat muovipakkaukset, joissa on metallin värinen sisäpinta, ohuen metallikalvon sisältävät muoviset lääkkeiden läpipainopakkaukset
Sähkö- ja elektroniikkaromu (SER)		Pienkodinkoneet ja niiden osat, valaisimet, led- ja energiansäästölamput, johdot, laturit, kuulokkeet, taskulamput, parranajokoneet, sähkötyökalut
Sekajäte		Keramiikka, posliini, muovitavarat ja -lelut, vaatteet, kumi, hehkulamput, voipakettien kääreet, muu lasi kuin keräyslasi (mattapintainen lasi, ikkunalasi, lasiesineet, kuumankestolasi, peililasi), hehku- ja halogeenilamput, metallista ja yhdestä tai useammasta ei-metallisesta materiaalista koostuvat esineet, joissa ei-metallisen materiaalin osuus massaltaan metallin osuutta suurempi
Vaarallinen jäte		Sihisevät ja hölskyvät painepakkaukset, maalipurkit, joissa maalia sisällä, paristot, pienakut, vaaralliset kemikaalit, öljynsuodattimet, uudenvuoden tinat, injektio-ruiskut/-neulat, lääkkeet
Lasi	- Muu kuin juomapakkaus - Pantillinen juomapakkaus - Pantiton juomapakkaus	Värilliset ja värittömät kirkkaat lasipullot ja lasipurkit
Puu		Puun kappaleet, puiset esineet, vaneri
Biojäte		Ruuantähteet, talous- ja wc-paperit, pienet kasvinosat
Kartonki		Pahvi- ja kartonkipakkaukset, joissa metallinvärinen sisäpinta, metallipohjaiset kartonkiset perunalastuputkilot
Paperi		Sanomalehdet, aikakauslehdet, mainokset, kopiopaperit, kirjeet ja kortit
Seulan alite (<20 mm)		Ruuvit, naulat, hiekka, paperisilppu, puutikut, lasimurska, pieneksi rypistyneet alumiinifolion palaset, leipäpussin sulkijat, tölkinvetimet, korut, kolikot, nuppineulat



Kuva 17. Pakkausmetalli, vasemmalla likainen jae ja oikealla puhdas jae



Kuva 18. Pienmetalli



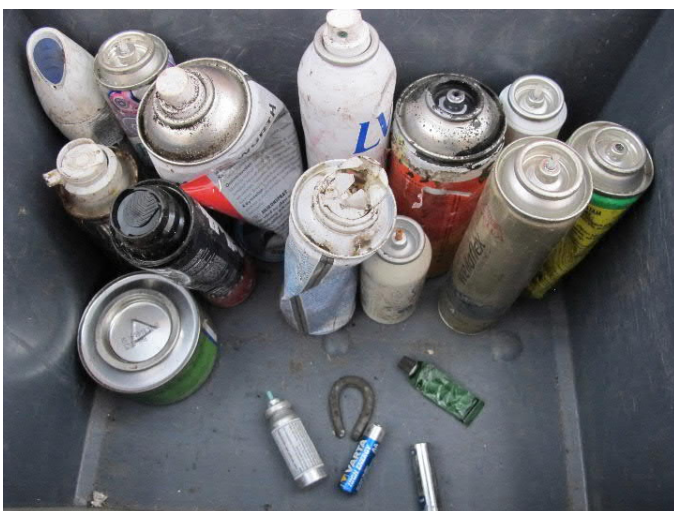
Kuva 19. Muovipakkaus



Kuva 20. Sähkö- ja elektroniikkaromu



Kuva 21. Sekajäte



Kuva 22. Vaarallinen jäte



Kuva 23. Lasi



Kuva 24. Puu



Kuva 25. Biojäte



Kuva 26. Kartonki



Kuva 27. Paperi



Kuva 28. Seulan alite (<20 mm)

2.3.2 Optio

Tutkimuksen lisäoptiona selvitettiin, paljonko kuluttajakeräyksestä peräisin oleva pantiton pakkausmetallijäte sisältää metallia suhteessa muihin materiaaleihin, kuten paperi, muovi ja biojäte. Optiota tutkittiin käsinlajittelun yhteydessä pakkausmetalliksi luokitellusta jakeesta.

Option tutkimista varten metallipakkaukset luokiteltiin ja jaettiin käsinlajittelun yhteydessä edelleen kahteen eri jakeeseen, puhtaaseen ja likaiseen. Puhdas pakkausmetallijäte sisälsi puhtaita (huuhdeltuja) pakkauksia, jotka koostuivat ainoastaan metallista, eli joissa ei ollut kiinnittyneenä erillistä etikettiä, korkkia tms. Mikäli kappaleessa oli kiinteästi kiinni jotain muuta materiaalia kuin metallia, esimerkiksi paperia, muovia tai biojätettä, kappale lajiteltiin kuuluvaksi likaiseen jakeeseen. Likaiseen jakeeseen kuuluivat myös mm. tyhjät maalipurkit, joissa oli yleisten kierrätysohjeiden mukaisesti ohut kerros kuivunutta maalia, suurempia maalimääriä sisältävät maalipurkit luokiteltiin käsinlajittelun yhteydessä vaaralliseen jätteeseen.

Käsinlajittelussa erilleen otetusta likaisesta pakkausmetallijakeesta tutkittiin jokaisen näytteen osalta noin 10-15 kg suuruinen osuus selvittämällä tarkemmin kyseisen osuuden sisältämien eri materiaalien määrää. Likaisista metallipakkauksista irrotettiin ei-metallinen materiaali soveltuvin menetelmin, käsivoimin ja sähköttömiä työkaluja käyttäen. Mahdollisimman suuri osa kappaleiden sisältämästä ei-metallisesta materiaalista pyrittiin poistamaan kappaleista kuivana. Purkeista kuivana irronnut hienojakoinen aines (<1 mm) lajiteltiin biojätteeksi, mikäli se varmuudella pystyttiin sellaiseksi tunnistamaan. Muussa tapauksessa hienojakoinen aines lajiteltiin hienoinen-jakeeseen, joka sisälsi esimerkiksi hiekkaa, ruostetta sekä hyvin pienen raekokonsa vuoksi tunnistamatonta materiaalia. Osa materiaaleista, kuten esimerkiksi maalijäämät ja liimatut etiketit, vaativat irrottamisen soveltuvan liuottimen avulla. Kaikki poistetut materiaalit jaoteltiin omiksi jakeikseen ja niiden massaosuudet punnittiin.

Pakkausmetallijätteen sisältämiin muihin materiaaleihin laskettiin kuuluvaksi vain metallipakkauksissa kiinteästi kiinni olevat materiaalit, joita kuluttajan ei ole tarkoitus irrottaa pakkauksesta ennen lajittelua (toisin kuin esim. irtokorkit), poikkeuksena biojäte.

3. Tulokset

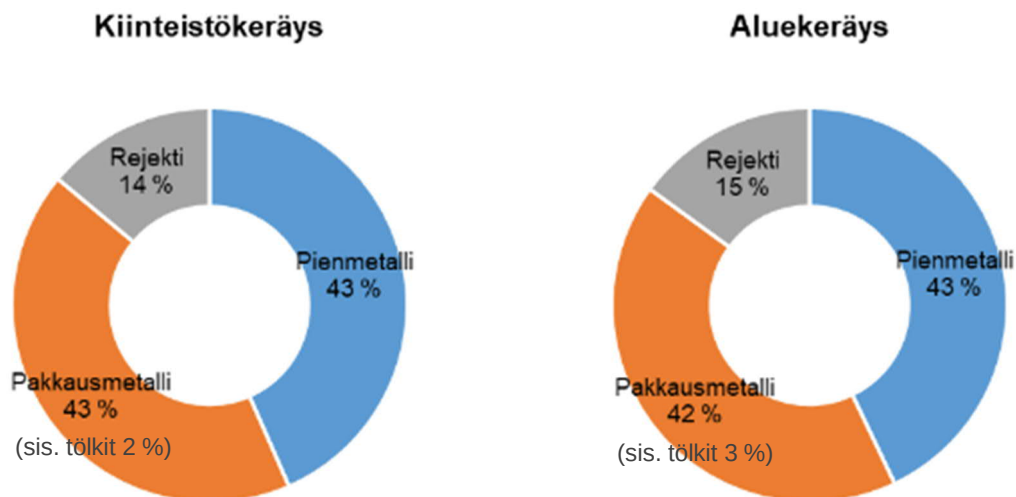
3.1 Käsinlajittelu

Käsinlajittelussa saatujen jakeiden massat punnittiin ja niiden prosentuaalinen osuus tutkimusnäytteessä (100 kg) laskettiin. Ottamalla huomioon myös tutkimuskuormasta ennen näytteenottoa poistettujen suurten kappaleiden massat, pystyttiin laskemaan tutkimusnäytteen edustavuus ja edelleen jakauma koko tutkitun kuorman osalta.

3.1.1 Tutkimusalue 1

Ringin urakka-alue 1 (HSY, Itä-Uudenmaan Jätehuolto, Nurmijärvi, Rosk'n Roll)

Kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevan kuluttajakerätyn metallijätteen jakauma pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin kesken Tutkimusalueella 1 on esitetty kuvassa 28.



Kuva 28. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma, Tutkimusalue 1

Juomatölkkien lukumäärä käsinlajitelluissa näytteissä sekä rejektin koostumus jakeittain kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevassa kuluttajakerätyssä metallijätteessä Tutkimusalueella 1 on esitetty taulukoissa 10 ja 11.

Taulukko 10. Juomatölkkien lukumäärä ilmoitettuna lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden, Tutkimusalue 1

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Pantillinen juomatölkki	16 kpl	28 kpl
Pantiton juomatölkki	145 kpl	294 kpl

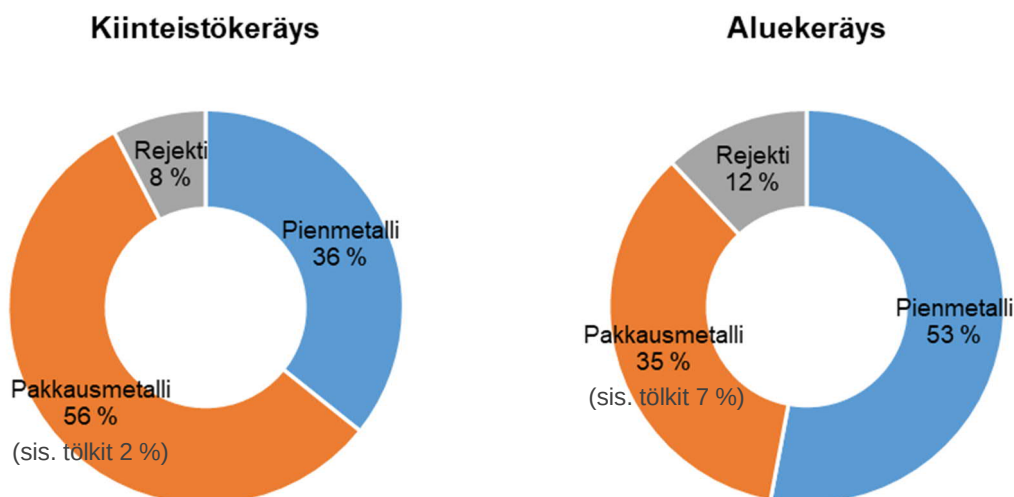
Taulukko 11. Rejektin koostumus jakeittain, Tutkimusalue 1 (juomapakkausten lukumäärä ilmoitettu lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden)

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Muovipakkaus	0,7 % Pantillinen muovipullo, 1 kpl	0,7 % Pantillinen muovipullo, 1 kpl
SER	6,4 %	4,1 %
Sekajäte	1,8 %	1,3 %
Vaarallinen jäte	2,1 %	0,8 %
Lasi	1,3 %	1,0 % Pantiton lasipullo, 1 kpl
Puu	0,2 %	0,5 %
Biojäte	0,0 %	1,3 %
Kartonki	0,1 %	0,3 %
Paperi	0,0 %	0,0 %
Seulan alite (<20 mm)	1,3 %	4,9 %

3.1.2 Tutkimusalue 2

Ringin urakka-alue 3 (Kiertokapula, Päijät-Hämeen Jätehuolto)

Kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevan kuluttajakerätyn metallijätteen jakauma pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin kesken Tutkimusalueella 2 on esitetty kuvassa 29.



Kuva 29. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma, Tutkimusalue 2

Juomatölkkien lukumäärä käsinlajitelluissa näytteissä sekä rejektin koostumus jakeittain kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevassa kuluttajakerätyssä metallijätteessä Tutkimusalueella 2 on esitetty taulukoissa 12 ja 13.

Taulukko 12. Juomatölkkien lukumäärä ilmoitettuna lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden, Tutkimusalue 2

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Pantillinen juomatölkki	20 kpl	51 kpl
Pantiton juomatölkki	175 kpl	697 kpl

Taulukko 13. Rejektin koostumus jakeittain, Tutkimusalue 2 (juomapakkausten lukumäärä ilmoitettu lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden)

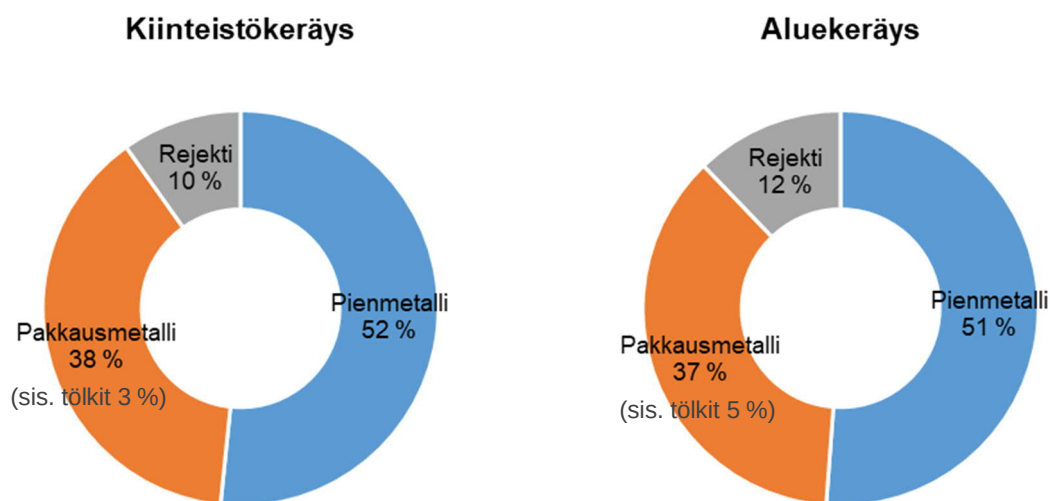
Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Muovipakkaus	0,8 % Pantiton muovipullo, 2 kpl	0,6 % Pantiton muovipullo, 2 kpl
SER	1,2 %	4,0 %
Sekajäte	0,9 %	0,9 %
Vaarallinen jäte	0,9 %	1,4 %
Lasi	0,2 %	2,0 % Pantillinen lasipullo, 1 kpl
Puu	0,4 %	0,3 %
Biojäte	0,2 %	0,0 %
Kartonki	0,1 %	0,2 %
Paperi	0,0 %	1,1 %
Seulan alite (<20 mm)	2,9 %	1,7 %

3.1.3 Tutkimusalue 3

Ringin urakka-alueet 2 ja 5 (Kustavi, Laitila, Loimi-Hämeen Jätehuolto, Lounais-Suomen Jätehuolto, Pyhäranta, Taivassalo, Uusikaupunki, Vehmaa, Honkajoki, Jämijärvi, Kankaanpää, Karvia, Porin Jätehuolto, Rauman Seudun Jätehuoltolaitos, Satakierto)

Tutkimusalueelta 3 suoritettua laajempaa tutkimuksen ansiosta alla esitetyt tulokset on saatu kahden kuorman keskiarvona. Kuorman 1 tulokset saatu lisäksi kolmen rinnakkaisen näytteen keskiarvona.

Kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevan kuluttajakerätyn metallijätteen jakauma pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin kesken Tutkimusalueella 3 on esitetty kuvassa 30.



Kuva 30. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma, Tutkimusalue 3

Juomatölkkien lukumäärä käsinlajitelluissa näytteissä sekä rejektin koostumus jakeittain kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevassa kuluttajakerätyssä metallijätteessä Tutkimusalueella 3 on esitetty taulukoissa 14 ja 15.

Taulukko 14. Juomatölkkien lukumäärä ilmoitettuna lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden, Tutkimusalue 3

Jae	Kiinteistökeräys		Aluekeräys	
	Kuorma 1, ka. (n=3)	Kuorma 2	Kuorma 1, ka. (n=3)	Kuorma 2
Pantillinen juomatölkki	10 kpl	26 kpl	15 kpl	13 kpl
Pantiton juomatölkki	360 kpl	195 kpl	476 kpl	478 kpl

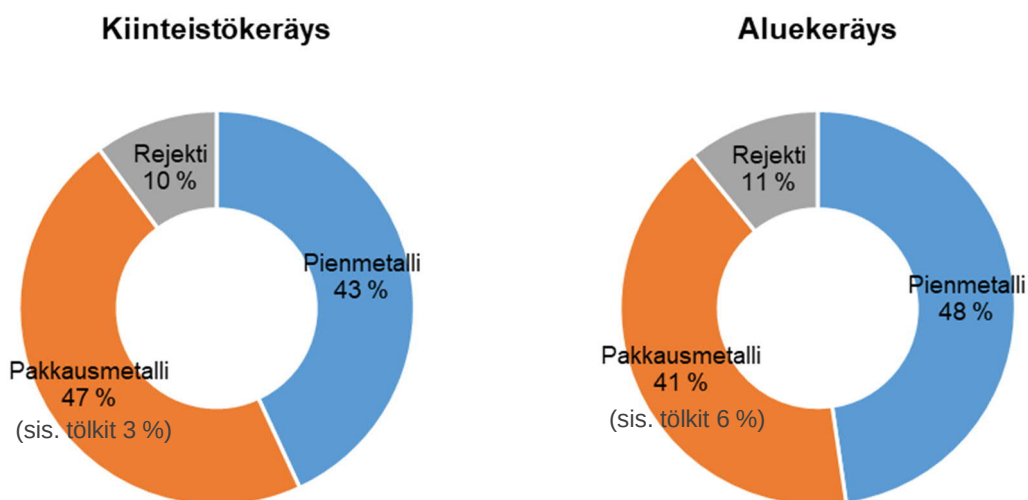
Taulukko 15. Rejektin koostumus jakeittain, Tutkimusalue 3 (juomapakkausten lukumäärä ilmoitettu lajiteltua näytemäärää (n=100 kg) kohden)

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Muovipakkaus	0,8 % Pantiton muovipullo, 1 kpl (Kuorma 1, n=3)	0,7 % Pantiton muovipullo, 1 kpl (Kuorma 1, n=3) Pantillinen muovipullo, 1 kpl (Kuorma 2)
SER	4,3 %	4,1 %
Sekajäte	1,6 %	2,5 %
Vaarallinen jäte	0,6 %	1,1 %
Lasi	0,7 % Pantiton lasipullo, 2 kpl (Kuorma 1, n=3) Pantillinen lasipullo, 1 kpl (Kuorma 1, n=3)	0,4 % Pantillinen lasipullo, 3 kpl (Kuorma 1, n=3) Pantiton lasipullo, 3 kpl (Kuorma 1, n=3)
Puu	0,2 %	0,2 %
Biojäte	0,0 %	0,0 %
Kartonki	0,1 %	0,2 %
Paperi	0,3 %	0,1 %
Seulan alite (<20 mm)	1,2 %	2,8 %

3.1.4 Tutkimusalue 4

Ringin urakka-alueet 6 ja 7 (Pirkanmaan Jätehuolto, Hankasalmi, Hartola, Hirvensalmi, Joutsa, Jyväskylä, Jämsän Jätehuolto, Kangasniemi, Keuruu, Laukaa, Luhanka, Multia, Muurame, Pertunmaa, Petäjävesi, Toivakka, Uurainen, Äänekoski)

Kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevan kuluttajakerätyn metallijätteen jakauma pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin kesken Tutkimusalueella 4 on esitetty kuvassa 31.



Kuva 31. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma, Tutkimusalue 4

Juomatölkkien lukumäärä käsinlajitelluissa näytteissä sekä rejektin koostumus jakeittain kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevassa kuluttajakerätyssä metallijätteessä Tutkimusalueella 4 on esitetty taulukoissa 16 ja 17.

Taulukko 16. Juomatölkkien lukumäärä ilmoitettuna lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden, Tutkimusalue 4

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Pantillinen juomatölkki	25 kpl	51 kpl
Pantiton juomatölkki	276 kpl	455 kpl

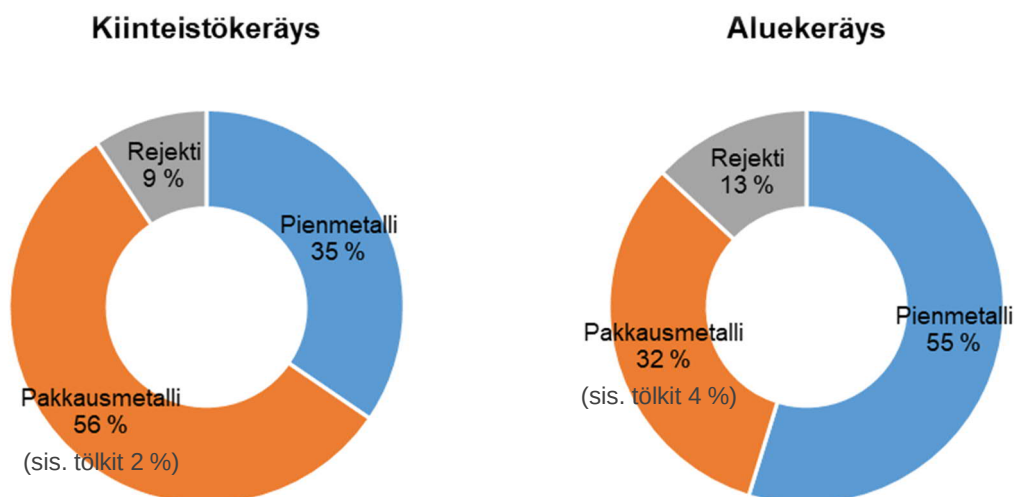
Taulukko 17. Rejektin koostumus jakeittain, Tutkimusalue 4 (juomapakkausten lukumäärä ilmoitettu lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden)

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Muovipakkaus	0,4 % Pantillinen muovipullo, 1 kpl	0,8 % Pantillinen muovipullo, 3 kpl Pantiton muovipullo, 1 kpl
SER	3,8 %	2,8 %
Sekajäte	2,2 %	1,9 %
Vaarallinen jäte	1,0 %	1,3 %
Lasi	1,1 % Pantiton lasipullo, 2 kpl	0,8 % Pantiton lasipullo, 1 kpl
Puu	0,3 %	0,1 %
Biojäte	0,0 %	0,0 %
Kartonki	0,1 %	0,1 %
Paperi	0,0 %	0,4 %
Seulan alite (<20 mm)	1,1 %	2,8 %

3.1.5 Tutkimusalue 5

Ringin urakka-alueet 4 ja 8 (Etelä-Karjalan Jätehuolto, Kymenlaakson Jäte, Jätekuukko, Keski-Savon Jätehuolto, Kitee, Metsäsairila, Puhas, Rääkkylä, Sammakkokangas, Savonlinnan Seudun Jätehuolto, Tohmajärvi, Ylä-Savon Jätehuolto)

Kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevan kuluttajakerätyn metallijätteen jakauma pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin kesken Tutkimusalueella 5 on esitetty kuvassa 32.



Kuva 32. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma, Tutkimusalue 5

Juomatölkkien lukumäärä käsinlajitelluissa näytteissä sekä rejektin koostumus jakeittain kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevassa kuluttajakerätyssä metallijätteessä Tutkimusalueella 5 on esitetty taulukoissa 18 ja 19.

Taulukko 18. Juomatölkkien lukumäärä ilmoitettuna lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden, Tutkimusalue 5

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Pantillinen juomatölkki	14 kpl	65 kpl
Pantiton juomatölkki	165 kpl	332 kpl

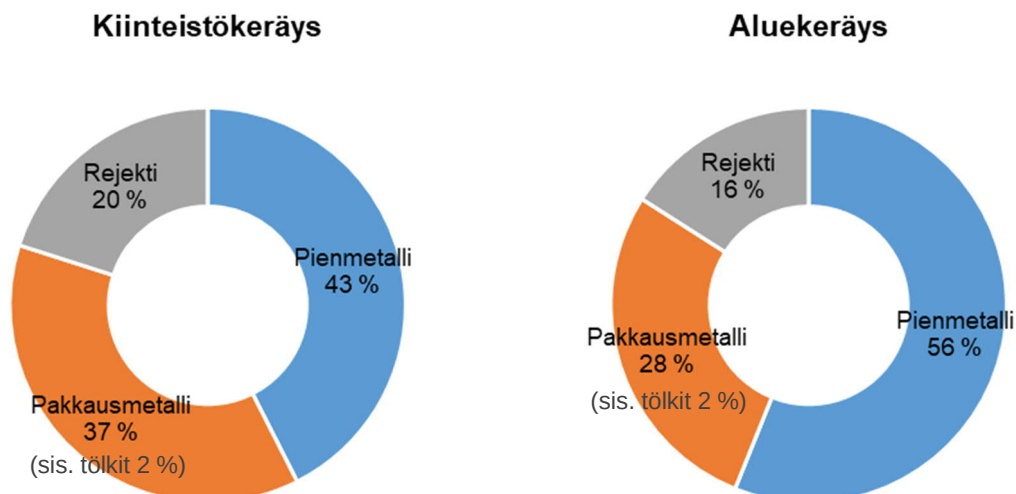
Taulukko 19. Rejektin koostumus jakeittain, Tutkimusalue 5 (juomapakkausten lukumäärä ilmoitettu lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden)

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Muovipakkaus	1,0 %	0,9 %
SER	3,2 %	5,4 %
Sekajäte	2,4 %	2,2 %
Vaarallinen jäte	0,4 %	1,3 %
Lasi	0,2 %	0,9 % Pantillinen lasipullo, 4 kpl
Puu	0,0 %	0,2 %
Biojäte	0,0 %	0,0 %
Kartonki	0,2 %	0,1 %
Paperi	0,0 %	0,0 %
Seulan alite (<20 mm)	1,9 %	2,1 %

3.1.6 Tutkimusalue 6

Ringin urakka-alue 9 (Botniarosk, Ekorosk, Etappi, Millespakka, Stormossen, Vestia, Laihia)

Kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevan kuluttajakerätyn metallijätteen jakauma pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin kesken Tutkimusalueella 6 on esitetty kuvassa 33.



Kuva 33. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma, Tutkimusalue 6

Juomatölkkien lukumäärä käsinlajitelluissa näytteissä sekä rejektin koostumus jakeittain kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevassa kuluttajakerätyssä metallijätteessä Tutkimusalueella 6 on esitetty taulukoissa 20 ja 21.

Taulukko 20. Juomatölkkien lukumäärä ilmoitettuna lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden, Tutkimusalue 6

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Pantillinen juomatölkki	11 kpl	54 kpl
Pantiton juomatölkki	158 kpl	235 kpl

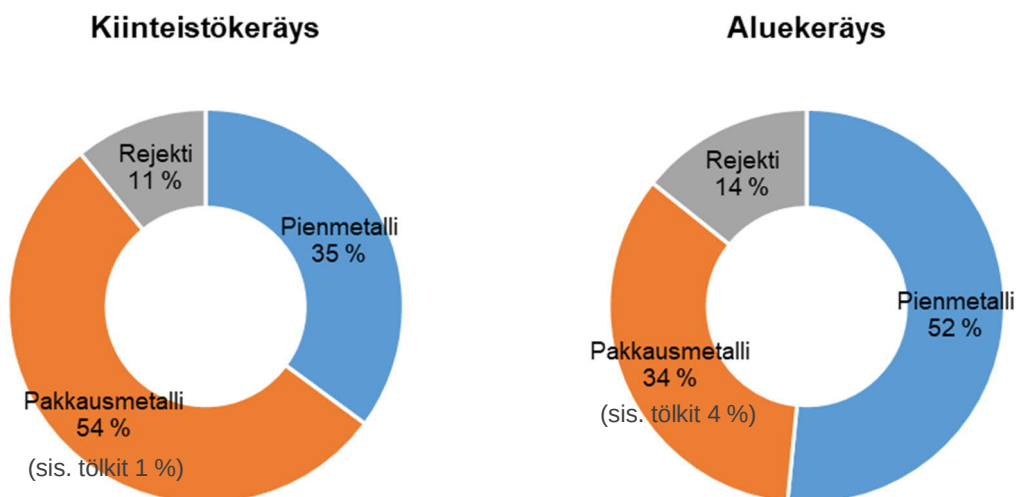
Taulukko 21. Rejektin koostumus jakeittain, Tutkimusalue 6 (juomapakkausten lukumäärä ilmoitettu lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden)

Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Muovipakkaus	1,4 % Pantillinen muovipullo, 1 kpl Pantiton muovipullo, 18 kpl	0,5 % Pantiton muovipullo, 1 kpl
SER	11,7 %	8,8 %
Sekajäte	2,7 %	2,0 %
Vaarallinen jäte	1,4 %	1,5 %
Lasi	1,0 %	0,7 %
Puu	0,1 %	0,3 %
Biojäte	0,6 %	0,0 %
Kartonki	0,1 %	0,3 %
Paperi	0,0 %	0,0 %
Seulan alite (<20 mm)	1,0 %	1,8 %

3.1.7 Tutkimusalue 7

Ringin urakka-alueet 10 ja 11 (Kainuun Jätehuollon Kuntayhtymä (Eko-Kymppi), Perämeren Jätehuolto, Oulun Jätehuolto, Siikajoki, Kolari, Kuusamo, Lapeco, Napapiirin Residuum, Posio, Taivalkoski, Utsjoki)

Kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevan kuluttajakerätyn metallijätteen jakauma pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin kesken Tutkimusalueella 7 on esitetty kuvassa 34.



Kuva 34. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma, Tutkimusalue 7

Juomatölkkien lukumäärä käsinlajitelluissa näytteissä sekä rejektin koostumus jakeittain kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevassa kuluttajakerätyssä metallijätteessä Tutkimusalueella 7 on esitetty taulukoissa 22 ja 23.

Taulukko 22. Juomatölkkien lukumäärä ilmoitettuna lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden, Tutkimusalue 7

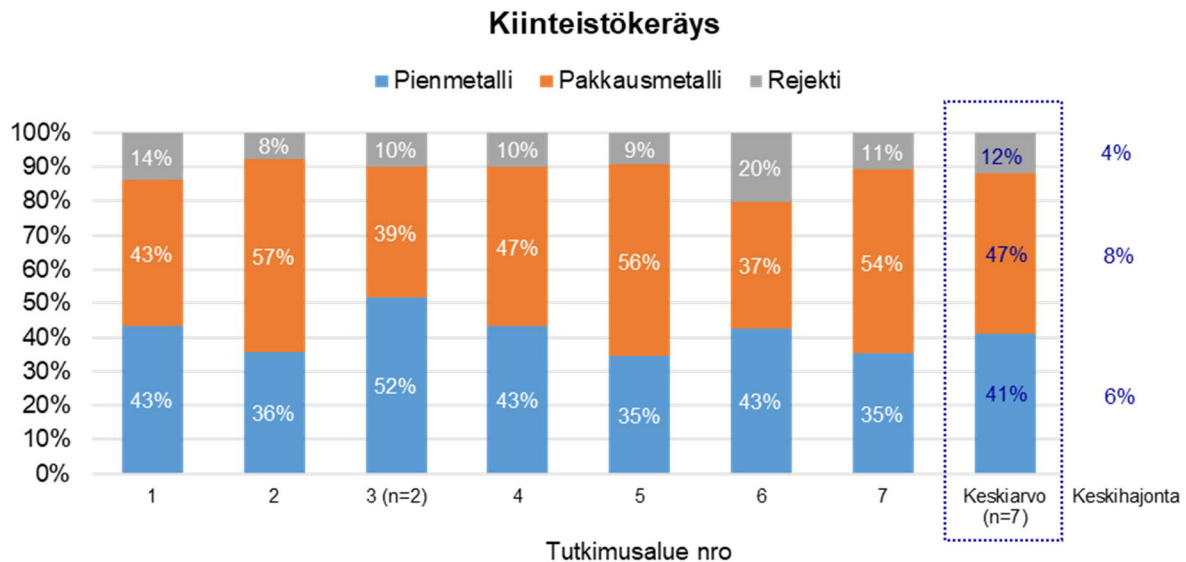
Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Pantillinen juomatölkki	22 kpl	129 kpl
Pantiton juomatölkki	53 kpl	285 kpl

Taulukko 23. Rejektin koostumus jakeittain, Tutkimusalue 7 (juomapakkausten lukumäärä ilmoitettu lajiteltua näytemäärää (100 kg) kohden)

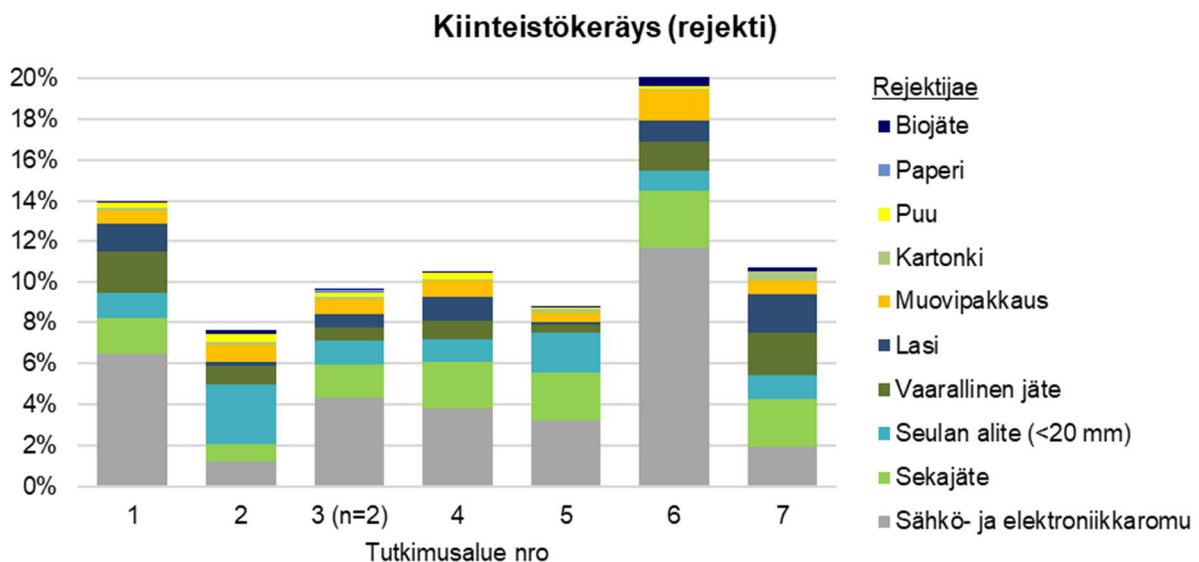
Jae	Kiinteistökeräys	Aluekeräys
Muovipakkaus	0,8 % Pantillinen muovipullo, 1 kpl	1,0 % Pantillinen muovipullo, 4 kpl Pantiton muovipullo, 1 kpl
SER	2,0 %	7,1 %
Sekajäte	2,3 %	1,8 %
Vaarallinen jäte	2,1 %	1,9 %
Lasi	1,9 %	1,0 % Pantillinen lasipullo, 2 kpl
Puu	0,0 %	0,0 %
Biojäte	0,2 %	0,5 %
Kartonki	0,4 %	0,2 %
Paperi	0,0 %	0,0 %
Seulan alite (<20 mm)	1,2 %	0,7 %

3.1.8 Yhteenveto ja valtakunnallinen jakauma

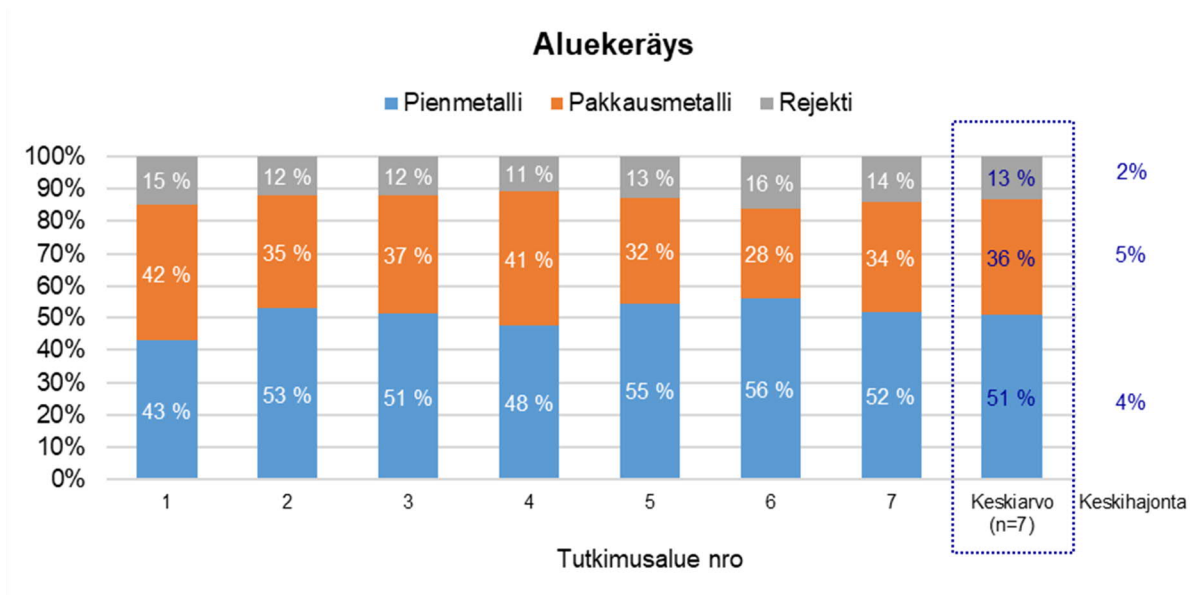
Yhteenveto pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakaumasta erikseen kiinteistö- ja aluekeräysjärjestelmissä Tutkimusalueilla 1-7 on esitetty kuvissa 35 ja 37. Rejektin koostumus jakeittain kullakin tutkimusalueella on esitetty kiinteistökeräyksen osalta kuvassa 36 ja aluekeräyksen osalta kuvassa 38.



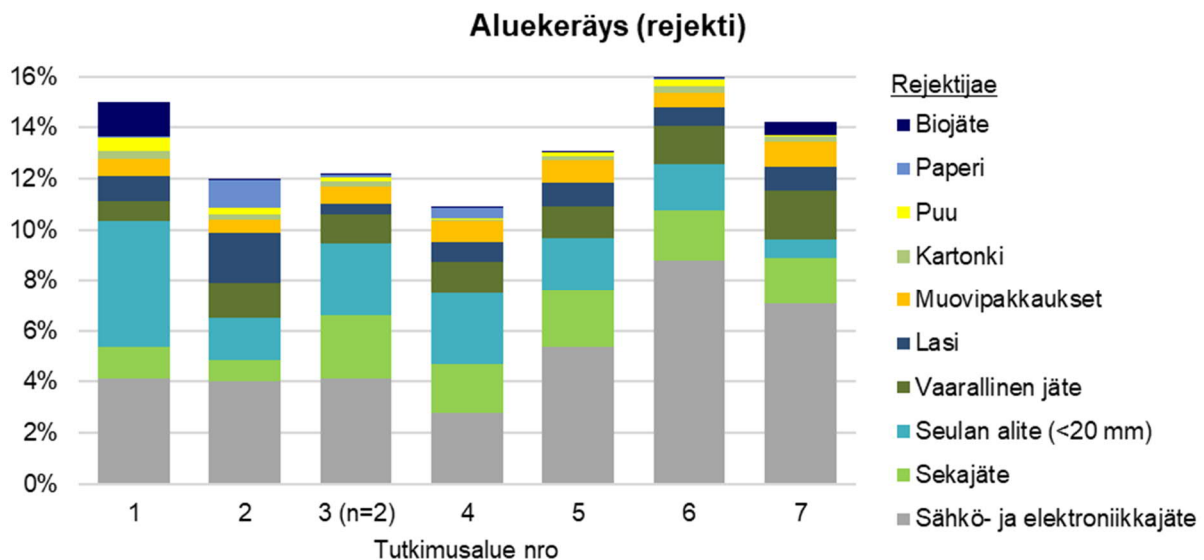
Kuva 35. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma kiinteistökeräysjärjestelmissä Tutkimusalueilla 1-7



Kuva 36. Rejektin koostumus jakeittain kiinteistökeräysjärjestelmissä Tutkimusalueilla 1-7



Kuva 37. Pakkausmetallin, pienmetallin ja rejektin jakauma aluekeräysjärjestelmissä Tutkimusalueilla 1-7

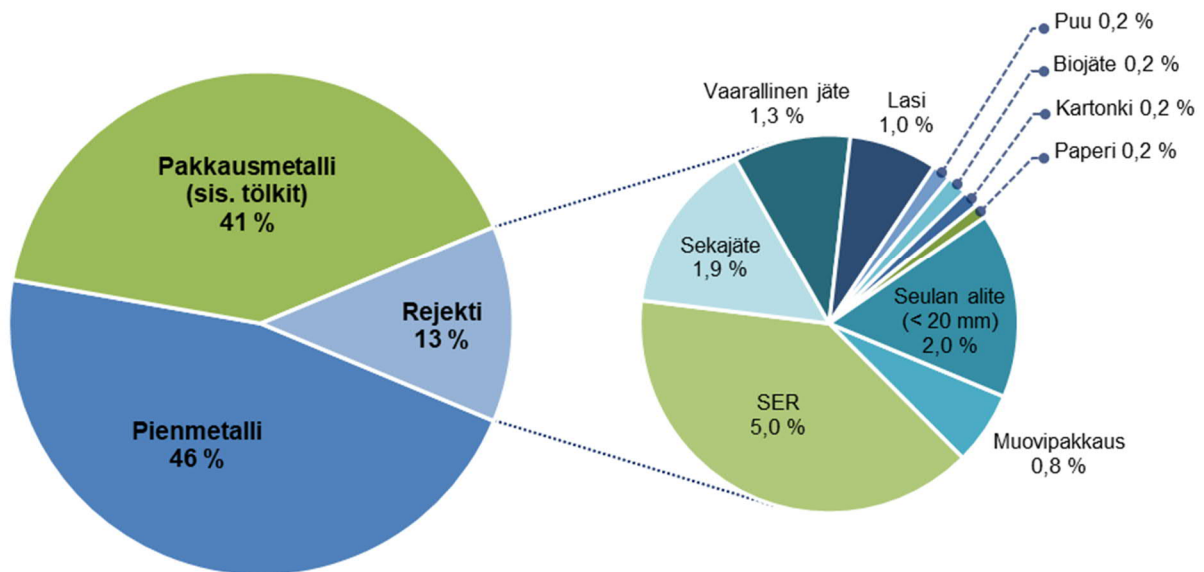


Kuva 38. Rejektin koostumus jakeittain aluekeräysjärjestelmissä Tutkimusalueilla 1-7

Kuluttajilta kerätyn metallijätteen valtakunnallinen (pl. Ahvenanmaa) jakauma pienmetallin, pakkausmetallin sekä rejektin kesken laskettiin käyttäen oletuksena tietoa, että kuluttajakeräysjärjestelmiin päätyy Suomessa 2 kg metallijätettä asukasta kohden vuodessa (Salmenperä et al. 2019). Tutkimusalueiden yhteenlaskettu asukasluku saatiin vähentämällä Ahvenanmaan asukasluku koko Suomen asukasluvusta (Tilastokeskus 2019). Tämän tuloksena saatiin kuluttajakerätyn metallijätteen kokonaismääräksi 11000 t. Tutkimusalueiden kokonaismäärästä vähennettiin Ringin vuonna 2018 aluekeräyspisteistään keräämän metallijätteen määrä (6100 t), näin ollen saatiin muodostettua arvio kiinteistökeräyksestä syntyvän metallijätteen määrästä (4900 t).

Näytteiden jakaumien perusteella laskettiin jakaumat pienmetallille, pakkausmetallille ja rejektille molemmissa keräystavoissa kaikkien tutkimusalueiden keskiarvona. Näillä jakaumilla kerrottiin edelleen kiinteistö- ja aluekeräyksestä peräisin olevien metallijätteiden määriä ja saatiin metallijätteen valtakunnallinen jakauma (kuva 39).

Valtakunnallinen jakauma



Kuva 39. Pakkausmetallin, pienmetallin sekä rejektin valtakunnallinen jakauma kuluttajakerätyssä metallijätteessä

Valtakunnallisen jakauman laskennassa käytettiin myös toista, tutkimusalueiden väkimäärillä painotettua lähestymistapaa. Tutkimusalueilta kerätty kuluttajilta peräisin olevan metallijätteen kokonaismäärä (=Suomi, pl. Ahvenanmaa) tonneissa (arvio 11 000 t) jaettiin tutkimusalueiden karkeiden väkimäärien suhteessa kullekin seitsemälle tutkimusalueelle olettaen, että metallikertymä asukasta kohden ei vaihtelee eri puolilla Suomea. Kunkin tutkimusalueen metallijättemäärät jaettiin edelleen tilaajan ilmoittamien keräystapojen suhteessa kiinteistö- ja aluekerätyihin määriin. Näitä määriä kerrottiin tutkimusalueiden näytteistä saaduilla jakaumilla ja saatiin tuloksena tonnit kutakin jaetta (pakkausmetalli, pienmetalli ja rejekti) tutkimusaluekohtaisesti ja yhteenlaskettuna valtakunnallisesti. Prosenttiosuudet muodostettiin jakamalla jakeiden tonnit tutkimusalueilla kerätyillä tonneilla.

Tulokset väkimäärillä painotetulla laskennalla olivat käytännössä täysin yhteneväiset yllä esitetyn jakauman kanssa. Yllä esitettyä painottamatonta keskiarvolaskentaa voidaan pitää näytteiden määrä huomioiden ensisijaisena, jolloin esimerkiksi yhtä väkimäärältään suurta tutkimusaluetta edustava yksittäinen näyte ei painota tutkimustuloksia liikaa eikä näin aiheuta tuloksiin lisää epävarmuutta.

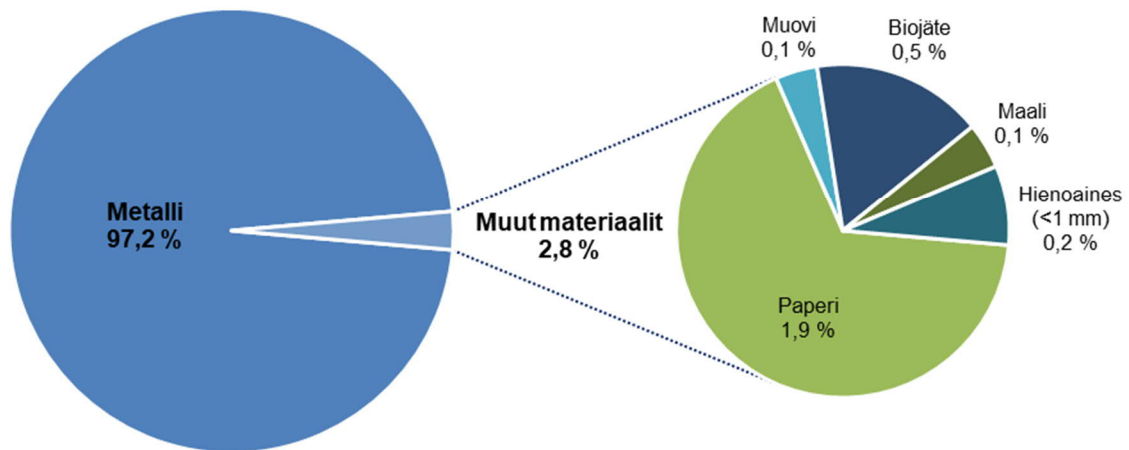
3.2 Optio

Likaisesta pakkausmetallijätteestä irrotettujen materiaalien massojen perusteella laskettiin metallin sekä muiden materiaaliainekien prosentuaaliset osuudet pakkausmetallissa. Materiaalien osuudet lavennettiin vastaamaan koko käsinlajitellun näytteen (100 kg) sisältämää pakkausmetallia. Pakkausmetallijäte sisälsi metallin lisäksi paperia, muovia, biojätettä, maalia sekä hienoaainesta (<1 mm), joka koostui mm. hiekasta, ruosteesta ja tunnistamattomasta materiaalista. Lajitteluhäviön oletetaan johtuvan pääosin näytteiden kuivumisesta lajittelun aikana. Taulukossa 24 on esitetty optiotutkimuksen tulokset erikseen kiinteistö- ja aluekeräyksen osalta, kuvassa 40 on esitetty pakkausmetallin materiaaliainekien jakauma sekä kiinteistö- että aluekeräyksen keskiarvona.

Taulukko 24. Optiotutkimuksen tulokset kiinteistö- ja aluekerätyssä pakkausmetallissa

Jae	Kiinteistökeräys		Aluekeräys	
	Keskiarvo (n=7)	Keskihajonta	Keskiarvo (n=7)	Keskihajonta
Metalli	97,4 %	0,5 %	96,8 %	1,2 %
Paperi	1,7 %	0,2 %	2,0 %	0,3 %
Muovi	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Biojäte	0,3 %	0,2 %	0,6 %	0,9 %
Maali	0,2 %	0,3 %	0,1 %	0,1 %
Hienoaines	0,2 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %
Lajitteluhäviö	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %

Pakkausmetallin materiaaliainekien jakauma



Kuva 40. Metallin ja muiden materiaalien jakauma kuluttajakerätyssä pakkausmetallissa kiinteistö- ja aluekeräyksen keskiarvona

3.3 Tutkimusmetodin luotettavuuden ja virhelähteiden arviointi

VTT:n kokemuksen mukaan jätteiden lajittelututkimusten tulokset riippuvat huomattavan paljon työn suorittajasta, sillä lajittelu tapahtuu pääasiassa visuaalisen arvioinnin perusteella ja lajittelutulokseen vaikuttaa tekijän tulkinta lajiteltavan partikkelin koostumuksesta. Tässä työssä käsinlajittelusta vastasivat jokaisen näytteen kohdalla samat kokeneet henkilöt, jolloin tekijän vaikutus lajittelutulokseen voitiin minimoida.

Tekijän mahdollinen vaikutus otettiin lajittelun lisäksi huomioon myös näytteenotossa. Samat henkilöt suorittivat näytteenoton jokaisella tutkimusalueella, jotta voitiin varmistaa näytteenoton edustavuus ja mahdollisimman yhtäläinen toimintatapa jokaisessa näytteenottokohteessa. Näytteenotossa käytettiin lisäksi aina samoja näytteenottovälineitä, lukuun ottamatta terminaaleista saatua koneellista apua.

Ensimmäiseltä tutkittavalta alueelta (Tutkimusalue 3) tehdyt laajemmat rinnakkaistutkimukset osoittivat vain vähäistä hajontaa eri kuormien välisessä sisällössä (taulukko 25). Väärinkäsityksen vuoksi yksi kuorma molemmista keräystavoista jäi puuttumaan, joten tutkimus pystyttiin suorittamaan vain kahdesta eri kuormasta keräystapaa kohden. Tutkimuksen aikataulun puitteissa ei ollut mahdollista hankkia korvaavia kuormia puuttumaan jääneiden tilalle.

Taulukko 25. Sisällön vaihtelu kahden samalta tutkimusalueelta kerätyn kuorman välillä

Jae	Kiinteistökeräys				Aluekeräys			
	Kuorma 1	Kuorma 2	Keski-arvo (n=2)	Keski-hajonta	Kuorma 1	Kuorma 2	Keski-arvo (n=2)	Keski-hajonta
Pakkausmetalli	36,5 %	40,6 %	38,5 %	2,9 %	39,1 %	34,2 %	36,7 %	3,4 %
Pienmetalli	54,9 %	48,4 %	51,6 %	4,6 %	47,3 %	55,1 %	51,2 %	5,5 %
Muovipakkaus	0,5 %	1,1 %	0,8 %	0,5 %	0,8 %	0,6 %	0,7 %	0,1 %
SER	2,6 %	6,1 %	4,3 %	2,5 %	3,5 %	4,8 %	4,1 %	1,0 %
Sekajäte	2,4 %	0,8 %	1,6 %	1,1 %	3,0 %	2,0 %	2,5 %	0,7 %
Vaarallinen jäte	0,4 %	0,8 %	0,6 %	0,3 %	1,0 %	1,2 %	1,1 %	0,2 %
Lasi	0,6 %	0,8 %	0,7 %	0,1 %	0,6 %	0,2 %	0,4 %	0,3 %
Puu	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,2 %
Biojäte	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Kartonki	0,1 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,3 %	0,1 %	0,2 %	0,1 %
Paperi	0,2 %	0,4 %	0,3 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Seulan alite (<20 mm)	1,7 %	0,7 %	1,2 %	0,7 %	4,1 %	1,6 %	2,8 %	1,8 %

Laajempi tutkimus kuorman sisäisen vaihtelun selvittämiseksi osoitti myös valitun näytteenottomenetelmän olevan hyvin toistettava (taulukko 26), näin ollen tutkimus voitiin toteuttaa jatkossa kullakin tutkimusalueella ottamalla ja lajittelemalla yksi näyte molempien keräystapojen kuormista.

Taulukko 26. Sisällön vaihtelu kolmen samasta kuormasta otetun näytteen (á 100 kg) välillä

Jae	Kiinteistökeräys, kuorma 1					Aluekeräys, kuorma 1				
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Ka. (n=3)	Keski- hajonta	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Ka. (n=3)	Keski- hajonta
Pakkausmetalli	39 %	35 %	35 %	37 %	2,4 %	41 %	38 %	38 %	39 %	1,8 %
Pienmetalli	51 %	58 %	55 %	55 %	3,2 %	46 %	48 %	48 %	47 %	1,1 %
Muovipakkaus	0,54 %	0,45 %	0,41 %	0,47 %	0,07 %	1,0 %	0,65 %	0,77 %	0,80 %	0,17 %
SER	3,0 %	1,7 %	3,1 %	2,6 %	0,78 %	3,7 %	3,2 %	3,4 %	3,5 %	0,26 %
Sekajäte	1,7 %	3,2 %	2,2 %	2,4 %	0,79 %	2,9 %	2,8 %	3,2 %	3,0 %	0,22 %
Vaarallinen jäte	0,58 %	0,16 %	0,51 %	0,41 %	0,23 %	0,85 %	1,2 %	0,93 %	0,99 %	0,17 %
Lasi	0,86 %	0,61 %	0,29 %	0,59 %	0,29 %	0,55 %	0,42 %	0,85 %	0,61 %	0,22 %
Puu	0,40 %	0,01 %	0,05 %	0,15 %	0,21 %	0,55 %	0,20 %	0,29 %	0,35 %	0,18 %
Biojäte	0,03 %	0,06 %	0,02 %	0,04 %	0,02 %	0,02 %	0,02 %	0,01 %	0,02 %	0,00 %
Kartonki	0,13 %	0,11 %	0,06 %	0,10 %	0,04 %	0,17 %	0,28 %	0,36 %	0,27 %	0,10 %
Paperi	0,45 %	0,02 %	0,00 %	0,16 %	0,25 %	0,08 %	0,05 %	0,02 %	0,05 %	0,03 %
Seulan alite (<20 mm)	1,7 %	0,88 %	2,6 %	1,7 %	0,87 %	3,0 %	5,4 %	3,9 %	4,1 %	1,2 %

Tutkimusta varten kerätyt kuormat täyttivät kuormien koolle edustavuuden kannalta asetetun vähimmäismäärätavoitteen 1000 kg kaikkien muiden kuormien osalta, lukuun ottamatta Tutkimusalueelle 3 saapunutta kiinteistökerätyn materiaalin kuormaa numero 2, jonka koko oli 600 kg. Kiinteistökeräyksestä peräisin oleviin metallijätekuormiin materiaali kerätään kuitenkin huomattavan monesta eri keräyspisteestä, minkä puolestaan voidaan arvioida lisäävän näytteen edustavuutta. Kiinteistökuormat olivat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta (Tutkimusalue 6) kooltaan pienempiä kuin aluekuormat. Tämä johtuu kiinteistökerätyn metallijätteen aluekerättyä hitaammasta kertymisestä, kertymisnopeuden havaittiin vaihtelevan myös maantieteellisten alueiden välillä.

Kuntien täydentävien aluekeräyspisteiden sisältämän metallijätteen koostumuksen selvittäminen jäi tämän tutkimuksen ulkopuolelle, mutta voidaan olettaa, etteivät Ringin ja kuntien aluekeräyspisteiden sisällöt eroa koostumukseltaan merkittävästi toisistaan. Kunnan aluekeräyspisteet sijaitsevat yleensä syrjäisemmällä seudulla, mutta noin 75-80 % aluekeräyspisteistä on Rinki-ekopisteitä, eikä kunnan täydentäviä pisteitä ei ole jokaisella alueella.

Tutkimuksen ajankohdan vuoksi kuluttajakerätyn metallijätteen koostumuksen mahdollista vuodenaikavaihtelua ei ollut mahdollista selvittää tämän tutkimuksen aikana. Kuluttajakerätyn metallijätteen kosteuspitoisuutta ei ollut mahdollista selvittää riittävän luotettavasti kerättyjen kuormien ulkosäilytyksen vuoksi. Keräyksen jälkeen kuormat kastuivat ja kuivuivat useaan kertaan jo ennen näytteenottoa. Tiukan aikataulun vuoksi otettuja näytteitä ei päästy lajittelemaan heti näytteenoton jälkeen. Myös tutkittavien näytteiden säilytys tapahtui ulkotiloissa, osittain säiden armoilla.

Kaikkiin tuloksiin mahdollisesti vaikuttaviin muuttujiin ei pystytty tutkimuksen aikana vaikuttamaan. Mainittuja muuttujia olivat esimerkiksi näytteiden punnitsemiseen ja käsittelyyn terminaaleista saadut laitteet. Vaakojen punnitustarkkuudessa voi olla eroja mm. vaakatyypistä, kalibroinnista ja vaa'an koosta riippuen. Lisäksi kuormien sekoitus- ja pienennystavalla saattaa olla vaikutusta tutkittavaan kuormaan päätyvän pakkausmetallin ja pienmetallin jakaumaan. Pakkausmetalli on tyypillisesti raekooltaan pienempää ja kevyempää, kun taas suuret kappaleet ovat todennäköisemmin pienmetallia. Kasaa pienennettäessä esimerkiksi kaivinkoneen kouran avulla, kasasta saattaa lähteä enemmän isokokoista metallia pois suhteessa pienempään sekalaiseen metalliin nähden, isot kappaleet jäävät helpommin pinnalle ja tarttuvat helpommin kouran mukaan kuin pienet. Kauhakuormaajalla kuormia sekoitettaessa tätä vaikutusta ei välttämättä ilmene samassa määrin.

4. Johtopäätökset ja suositukset

VTT on edellä tutkinut metallijätteen jakaumia kuluttajakeräysjärjestelmissä tilaajan kanssa yhteistyössä laaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti. Tavoitteena oli muodostaa kokeelliseen tutkimukseen perustuen mahdollisimman kattava arvio metallien jakaumista ko. järjestelmissä työlle annettu aikataulu huomioiden.

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää pakkausmetallin ja pienmetallin jakauma kuluttajilta erilliskerätyssä metallijätteessä sekä mahdolliset eroavaisuudet erilaisten asumismuotojen ja maantieteellisten alueiden välillä tilaajan tarjouspyynnössään määrittelemältä seitsemältä tutkimusalueelta, jotka kattoivat koko Suomen alueen Ahvenanmaata lukuun ottamatta. Kultakin tutkimusalueelta toteutettiin tutkimus sekä kiinteistökerätyn että aluekerätyn metallijätteen osalta ottamalla näytteet käsinlajitteluun yhdestä kuormasta kumpaakin keräystapaa kohden. Lisäksi yhdeltä tutkimusalueelta tutkittiin kuormien sisällön hajontaa lajittelemalla useammasta erillisestä kuormasta otetut näytteet sekä näytteenottomenetelmän ja lajittelun toistettavuutta samasta kuormasta otettavin rinnakkaisnäyttein. Tutkimuksessa selvitettiin lisäksi, paljonko kuluttajakeräyksestä peräisin oleva pantiton pakkausmetallijäte sisältää metallin lisäksi muita materiaaleja.

Kuvissa 35 ja 37 on esitetty tutkimuksen pääjakeiden jakaumat kummassakin keräystavassa kaikilla seitsemällä tutkimusalueella. Kiinteistökerätty metallikuorma koostui tyypillisesti noin 100-200 keräyspisteestä ja aluekeräyskuorma 10-20 keräyspisteestä. Pakkaus- ja pienmetallin osuuksien vaihtelun eri tutkimusalueiden välillä voidaan todeta olleen suhteellisen pientä sekä kiinteistö- että aluekeräysjärjestelmissä materiaalin heterogeeninen luonne huomioiden. Pienmetallin osuus oli odotetusti suurempi aluekeräysjärjestelmissä, sillä niissä käytetyt astiat ovat kooltaan kiinteistökeräysjärjestelmiä suurempia, jolloin astioihin mahtuu enemmän ja suurempia pienmetallikappaleita. Rejektin osuudessa havaittiin hieman suurempaa vaihtelua erityisesti kiinteistökerätyn materiaalin kohdalla, tosin hajonta oli pääasiassa peräisin yhden tutkimusalueen (Tutkimusalue 6) runsaasta rejektin määrästä. Muiden tutkimusalueiden osalta vaihtelu oli suhteellisen vähäistä myös rejektin osalta sekä kiinteistö- että aluekeräysjärjestelmissä.

Selkeästi suurin osa kuluttajakerätyn metallijätteen sisältämästä rejektistä koostui sähkö- ja elektroniikkaromusta, jota näytteistä löytyi pääasiassa suurikokoisena rejektinä mutta myös pienempinä kappaleina käsinlajittelun yhteydessä. Näytteistä pois seulotun alitteen (<20 mm) määrää selittää sen suuri metallipitoisuus, alite koostui karkean arvion perusteella noin 80 %:sti pien- ja pakkausmetallista. Metallipitoisuudestaan huolimatta seulan alite luokitellaan kuitenkin rejektiksi, sillä se jää pienen kokonsa vuoksi pääasiassa kierrätysprosessin ulkopuolelle ja myös tässä tutkimuksessa käsinlajittelun ulkopuolelle. Vaarallisen jätteen osuutta rejektissä kasvatti puolestaan käsinlajittelun aikana havaittu eritoten tyhjentämättömien painepakkausten suuri määrä, jotka oikeaoppisesti tyhjennettyinä kuuluisivat metallinkeräykseen. Lajitteluohjeistuksen tehostamisen mahdollisuuden selvittämistä suositellaan, erityisesti sähkö- ja elektroniikkaromun osalta.

Tutkimuksen lisäoptiona selvitettiin, että kuluttajakeräysjärjestelmistä peräisin oleva pantiton pakkausmetallijäte sisälsi 3 % muuta materiaalia kuin metallia. Suurin osa ei-metallisesta materiaalista koostui yksinomaan pakkausten etiketeistä peräisin olevasta paperista. Muita löydettyjä materiaaleja olivat biojäte, muovi, maali sekä hiekasta, ruosteesta ja tunnistamattomasta materiaalista koostuvaa hienoaaines (<1 mm).

Tutkimuksen aikana havaittuja kehityskohteita olivat kommunikoinnin ja ohjeistuksen täsmentäminen yhteistyötahojen kesken sekä mahdollisten muuttujien minimointi mm. näytteiden säilytykseen sekä koneelliseen käsittelyyn liittyen. Myös aikataululliset haasteet materiaalin kertymisen suhteen on otettava huomioon mahdollisimman varhaisessa vaiheessa työn suunnittelua. Jatkossa suositellaan myös, että kerättäville kuormille asetetaan minimikokovaatimuksen lisäksi myös kuormien keräyspisteiden suositeltava

vähimmäislukumäärä. Tämä koskee etenkin aluekeräyksestä peräisin olevia kuormia, joihin tyhjennettävät yksittäiset keräyspisteet ovat kooltaan suuria, mutta joita on lukumäärältään vähän. Tutkimusalueella 3 tutkituista rinnakkaisista aluekeräyskuormista toinen koostui vain muutamasta pisteestä kerätystä materiaalista, kuormien ei kuitenkaan havaittu poikkeavan toisistaan laadullisesti.

Ko. kaltaisen tutkimuksen yhtenä merkittävimmistä virhelähteistä arvioitiin olevan tekijävaikutus, joka tässä tutkimuksessa saatiin minimoitua käyttämällä samoja kokeneita tekijöitä koko tutkimuksen ajan. Tutkimusta varten kerättyjen kuormien ja näytteiden kokojen havaittiin olevan riittävän edustavuuden ja teknisen toteutuksen kannalta sopivia ja tulosten arvioidaan olevan hyvin toistettavissa. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tutkimukseen valittua lähestymistapaa on sovellettavissa myös jatkossa vastaavanlaisen tutkimuksen toteuttamiseen.

Edellä esitetyt johtopäätökset perustuvat tutkimuksen tuloksena tuotettuun, mahdollisimman kattavaan työlle asetetun aikataulun ja resurssien puitteissa muodostettuun arvioon kuluttajakerätyn metallijätteen koostumuksesta nykytilaa vastaavien säädösten ja käytäntöjen vallitessa. Metallijätteen jakauman uudelleenarviointi voi tulevaisuudessa olla tarpeen mm. silloin, jos esimerkiksi lainsäädännössä tapahtuu muutoksia, joilla saattaa olla suora tai välillinen vaikutus metallijätteen sisältöön, tai on muutoin syytä epäillä jätteen laadun muuttuneen aikaisemmasta.

5. Lähdeviitteet

1. Koivunen, J. 2016. Pakkausjätteen tuottajavastuu. KOKOEKO -seminaari 18.2.2016, Savonia-ammattikorkeakoulu, Opistontie 2, Kuopio
2. Environmental sampling/Volume 2 of 5: WASTE (2009), VTT Technical Research Centre of Finland, Wahlström, M., Laine-Ylijoki, J., Vahanne, P.
3. CEN/TR 15310-2:en, Characterization of waste. Sampling of waste materials. Part 2: Guidance on sampling techniques (2007), European Committee for Standardization (CEN)
4. Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä 518/2014, 3 §
5. Yhdyskuntajätteen kierrätyksen lisääminen Suomessa – toimenpiteet ja niiden vaikutukset, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 15/2019 (2019), 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., Tömes, T.
6. Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestörakenne [verkkojulkaisu]. ISSN=1797-5379. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 27.9.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/vaerak/>