



Finnish
Consulting
Group

Pakkausjätteiden tilastoin- nissa käytettävän korjausker- toimen määrittäminen

RAPORTTI

Ympäristöministeriö

Tommi Kaartinen & Suvi Aalto

28.2.2025

P52044

28.2.2025

Sisällys

1	Hankkeen tausta ja tavoitteet	3
2	Muissa maissa käytettyjä kertoimia	4
2.1	Ruotsi.....	4
2.2	Hollanti	4
3	Korjauskertoimet kotitalouksien sekajätteen joukossa oleville pakkausjätteille HSY:n koostumustutkimuksessa 2024	5
3.1	Tulokset	6
3.2	Luotettavuuden ja virhelähteiden arviointi	7
4	Kosteudet ja epäpuhtaudet muissa pakkausjätevirroissa	8
4.1	Kotitalouksissa muodostuvat pakkausjätteet	9
4.2	Teollisuudessa, kaupassa ja palveluissa muodostuvat pakkausjätteet	10
5	Suositukset kerrointen hyödyntämiseksi jatkossa ja jatkotutkimustarpeet	11
	Lähdeviitteet	14

Liitteet

Liite 1: Pilot-tutkimus korjauskertoimien tuottamiseksi sekajätteen seassa oleville pakkausjätejakeille.....	15
--	----

FCG Rakennettu Ympäristö Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Asiakas") toimeksiannon ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.

Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

28.2.2025

1 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Pakkausjätteiden tilastoinnissa on käytetty markkinoille saatettujen pakkausten määrää arviona syntyvän pakkausjätteen määrästä. Määrä on pääosin perustunut pakkaustuottajien ilmoittamiin markkinoille saattamiinsa pakkausmääriin. Euroopan unionille raportoitavan pakkausjätteiden kokonaisjättemäärän muodostamiseksi tulee tähän määrään lisätä raporttoimattomien pakkausten määrät, kuten arviot vapaamatkustajien markkinoille saattamista määristä. Pakkausjätteiden raportointia koskevia säännöksiä on pakkauksista ja pakkausjätteistä annetun direktiivin (PPWD) lisäksi säädetty mm. direktiivissä tiettyjen muovituotteiden ympäristövaikutuksen vähentämisestä (SUPD) sekä EU:n omien varojen järjestelmään liitetyn kierrättämättömän muovipakkausjätteen raportoinnin täytäntöönpanoasetuksessa.

EU:n pakkausjätteen raportointia koskevat säännökset edellyttävät yhä tarkempaa tietojen laadun tarkastelua ja myös vertailevaa arviointia syntyvän jätteen määrään. Syntyvien pakkausjättemäärien arvioimiseksi tulee tuntea pakkausjätteitä sisältävien jätevirtojen määrät ja koostumukset. Jätteen koostumusselvityksissä pakkausjätteen määrän arviointia vaikeuttavat pakkauksissa kiinni olevat elintarvike- ja tuote- ym. jäämät sekä pakkausmateriaalien kostuminen esimerkiksi sääolojen tai jätteen seassa olevan biojätteen takia. Aiemmin tehdyissä jätteen koostumusselvityksissä on jossain määrin otettu huomioon pakkauksissa olevat epäpuhtaudet, esimerkiksi poistamalla sellaiset pakkaukset, jotka silmämääräisesti arvioituna sisältävät yli 5 % ruokajäämiä. Suomessa ei kuitenkaan ole toistaiseksi tehty selvitystä, jossa määriteltäisiin materiaalienkohtaiset korjauskertoimet pakkausjätteelle.

Nykyisin pakkaukset ovat niin kevyitä, että hyvin pieni osuus pakkaukseen pakatusta tuotteesta voi kaksinkertaistaa pakkauksen painon. Erilliskerätyt pakkausjätteet ohjeistetaan huuhtelemaan jäämien poistamiseksi. Pakkausjäte voi kuitenkin sisältää myös huuhtelun ja elintarvikkeiden jäämiä. Pakkausjäte on myös saattanut kostua kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Kosteuden ja jäämien määrien voidaan kuitenkin olettaa olevan selvästi pienempiä erilliskerätyissä pakkauksissa kuin sekajätteen joukossa olevissa pakkauksissa. Erilliskeräyksessä pakkausmateriaalit eivät myöskään kostu ja likaannu muusta jätteestä toisin kuin sekajätteeseen laitetut pakkausmateriaalit. (Ympäristöministeriö 2015)

Tämän hankkeen tavoitteena oli määritellä eri pakkausmateriaaleille korjauskertoimet niissä olevien kosteuden ja epäpuhtauksien huomioon ottamiseksi jätteiden koostumusselvitysten yhteydessä tai erilliskerätyn/lopulliseen kierrätykseen päätyvän pakkausmäärän arvioinnissa ja raportoinnissa, sekä laatia ohjeet kertoimen määrittämiseen jatkossa. Korjauskertoimet määriteltiin kotitalouksista peräisin olevan sekajätteen seassa olevalle pakkausjätteelle pakkausmateriaaleittain. Lisäksi arvioidaan korjauskertoimien tarvetta myös erilliskerätylle pakkausjätteelle.

28.2.2025

2 Muissa maissa käytettyjä kertoimia

Sekajätteen seassa olevien pakkausten kosteus- ja epäpuhtauskertoimista oli löydettävissä tietoja lähinnä Ruotsista. Näitä on kuvattu seuraavassa alaluvussa (2.1 Ruotsi).

2.1 Ruotsi

Ruotsissa on esitetty sekajätteiden koostumustutkimusten yhteydessä käytettäväksi korjauskertoimia kosteudelle ja epäpuhtauksille sekajätteen seassa oleville pakkausmateriaaleille (RVF 2005, Silfverduk et al. 2015), kyseiset kertoimet on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 1). RVF:n raportissa (menetelmäohje kotitalousjätteen lajittelututkimuksiin) mainitaan, että pakkausjätejakeet tulee tiskata ja kuivata huoneenlämmössä kertoimien muodostamiseksi. Menettelyä ei ole kuvattu tarkemmin. Silfverduk et al. esittävät myös vastaavia kertoimia, jotka ovat suuruudeltaan eriäviä RVF:n esittämistä.

Taulukko 1. Ruotsissa käytettyjä korjauskertoimia pakkausjätejakeille kotitalouksien sekajätteen lajittelututkimuksissa.

Materiaali	Ruotsi (RVF Utveckling 2005:19)	Ruotsi (Silfverduk et al. 2017)
Muovipakkaukset	0,56*	0,83
Paperipakkaukset	0,56*	0,74
Kartonki- ja pahvipakkaukset	-	-
Nestekartonkipakkaukset	-	-
Lasipakkaukset	0,95	0,80
Metallipakkaukset	0,65	0,86

* Suositellut "keskimääräiset" korjauskertoimet muovi- ja paperipakkauksille

2.2 Hollanti

Hollannissa on selvitetty syntypaikkalajitellun ja sekajätteestä mekaanisesti erotellun muovin kosteus- ja epäpuhtausosuuksia (Van Velzen et al. 2021), kyseiset osuudet on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2).

Tarkastelu on viety polymeeritasolle ja kaupallisiin muoviluokituksiin asti, eikä tuloksilla ole suoraa vertailtavuutta sekajätteen lajittelututkimuksiin. Kuitenkin, mikäli tieto olisi yhdistettävissä ko. muovilaatujen määriin, voitaisiin sitä käyttää muovipakkausjätteiden yleisten kosteus- ja epäpuhtauskertoimien määrittämiseen ja peilata Suomenkin vastaaviin lukuihin.

28.2.2025

Taulukko 2. Hollannissa esitettyjä muovijakeiden kosteus- ja epäpuhtausosuuksia.

Muovilaatu	Erilliskerätty muovi		Sekajätteestä mekaanisesti eroteltu muovi	
	2014	2017	2014	2017
PET 328-1, %	12	9	14	14
PE 329, %	15	5	11	11
PP 324, %	11	10	17	17
Kalvo 310, %	21	12	30	16
MP 310, %	14	8	35	35

3 Korjauskertoimet kotitalouksien sekajätteen joukossa oleville pakkausjätteille HSY:n koostumustutkimuksessa 2024

Korjauskertoimien määrittämiseksi hankkeen yhteydessä suoritettiin rajattu pilot-tutkimus, jossa selvitettiin pääkaupunkiseudun kotitalouksien sekajätteen seassa olevien pakkausjätejakeiden sisältämien kosteuden ja epäpuhtauksien pitoisuudet kokeellisin menetelmin. Pilot-tutkimuksen toteutus kaikkine vaiheineen on esitetty tarkemmin tämän raportin liitteessä (Liite 1). Pitoisuudet ja korjauskertoimet määritettiin seuraaville pakkausjätejakeille:

- Muovipakkaukset
- Paperipakkaukset
- Kartonki- ja pahvipakkaukset
- Nestekartonkipakkaukset
- Lasipakkaukset
- Metallipakkaukset

Pilot-tutkimuksen suorituksen kuvausta voidaan pitää ohjeena kertoimen määrittämiseen jatkossa. Kertoimen määrittäminen koostui pääpiirteittäin seuraavista käytännön työvaiheista:

- 1 Pakkausjätejakeet punnittiin välittömästi lajittelun jälkeen
- 2 Kosteiden pakkausten sisältämät epäpuhtaudet poistettiin ja pakkaukset punnittiin
- 3 Puhdistetut pakkaukset kuivattiin
- 4 Kuivattujen pakkausten sisältämät epäpuhtaudet poistettiin ja pakkaukset punnittiin

28.2.2025

Pilot-tutkimuksessa selvitetty kosteus- ja epäpuhtauspitoisuudet muunnettiin edelleen hankkeen tuloksina esitettäväksi pakkausmateriaalikohtaisiksi korjauskertoimiksi. Korjauskerroin sisältää sekä pakkauksissa kiinni olevat epäpuhtaudet, kuten elintarvike- ja tuotejäämät, että pakkausten sisältämän kosteuden.

Määritetyt korjauskertoimet on esitetty seuraavassa alaluvussa (3.1 Tulokset).

3.1 Tulokset

HSY:n koostumustutkimuksen materiaaliin pohjalta määritetyt pakkausmateriaalikohtaiset kosteus- ja epäpuhtauskorjauskertoimet sekajätteen seassa oleville pakkausjätteille on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3). Tulosten laskenta ja tarkemmat tiedot yksittäisten näytteiden pitoisuuksien osalta on esitetty tämä raportin liitteessä (Liite 1).

Taulukko 3. HSY:n kotitalouksien sekajätteen koostumustutkimuksen 2024 yhteydessä määritetyt korjauskertoimet pakkausmateriaaleittain ja vastaavia Ruotsissa käytettyjä kertoimia.

Materiaali	HSY:n koostumustutkimus 2024		Ruotsi	
	Korjauskerroin	Vaihteluväli yksittäisissä näytteissä (n=10)	RVF Utveckling 2005:19	Silfverduk et al. 2016
Muovipakkaukset	0,83	0,50–0,89	0,56	0,83
Paperipakkaukset	0,74	0,56–0,81	0,56	0,74
Kartonki- ja pahvipakkaukset	0,77	0,73–0,81*	-	-
Nestekartonkipakkaukset	0,78	0,60–0,86	-	-
Lasipakkaukset	0,95	0,88–1,0	0,95	0,80
Metallipakkaukset	0,84	0,62–0,92	0,65	0,86

* n=9

28.2.2025

3.2 Luotettavuuden ja virhelähteiden arviointi

Pilot-tutkimuksen aikana tehtyjen havaintojen ja siitä saatujen tulosten perusteella tutkimukseen valittua lähestymistapa voidaan pitää soveltuvana pakkausjätteiden sisältämien kosteuden ja epäpuhtauksien määrittämiseen jatkossa.

Koostumustutkimukset ovat aina kompromissi jätevirran ja näytteiden edustavuuden ja työhön käytettävien resurssien välillä. Pilot-tutkimus suoritettiin rajatulle määrälle kuormia ja niistä otettuja näytteitä, joka rajoitti myös tutkimukseen saatavien pakkausmateriaalien massaa. Aiempien HSY:n sekajätteen koostumustietojen perusteella etukäteen arvioitiin, että koostumustutkimuksesta peräisin olevat pakkausjätejakeet ovat kooltaan sellaisia, että yhdistämällä kutakin materiaalia edustavat pakkausjätejakeet *vähintään* kymmenestä näytteestä, olisi materiaaleja mahdollista saada riittävä määrä niiden sisältämien epäpuhtauden ja kosteuden määrittämiseksi kohtuullisella edustavuudella. Mitä suurempi tutkittavan näytteen massa on, sitä vähemmän yksittäisen näytteen sisältämät yksittäiset, paljon kosteutta tai epäpuhtautta sisältävät kappaleet vaikuttavat sen massahäviöön. Näytteiden vähäisempi lukumäärä ja pienempi yksittäisen näytteen koko näkyy suurempana hajontana rinnakkaisien näytteiden sisältämien pakkausjätejakeiden massahäviöissä.

FCG:n aiemman kokemuksen mukaan jätteiden koostumus- ja lajittelututkimuksen yksi merkittävimmistä virhelähteistä muodostuu tutkimuksen suorittavista henkilöistä, korjauskertomia määritettäessä tämä minimoitiin käyttämällä samoja kokeneita työntekijöitä koko tutkimuksen ajan. Pilot-tutkimuksen aikana pakkausjätejakeista poistettiin lajitteluvirheenä niiden joukkoon päätynyttä ko. jakeeseen kuulumatonta materiaalia, ns. rejektiä. Rejekti koostui osin muista pakkausmateriaaleista, kuin kyseiseen pakkausmateriaalijakeeseen kuuluvista, ja osin myös muista materiaaleista, kuin pakkauksista. Pakkausjätejakeiden uudelleenlajittelun jälkeen saadut tulokset kohdentuivat paremmin kuhunkin nimenomaiseen pakkausmateriaalijakeeseen, mikä parantaa tulosten luotettavuutta. Samaan aikaan, mitä enemmän kustakin pakkausjätejakeesta joudutaan poistamaan muita pakkauksia tai muuta materiaalia ennen sen kuivaamista, sitä enemmän epävarmuutta tuloksiin syntyy, sillä tulosten laskenta monimutkaistuu laskennassa huomioon otettavien jakeiden lisääntyessä. Lisäksi kosteuden alkuperän, eli mistä pakkausmateriaalista kosteus on peräisin, jäljitys vaikeutuu, etenkin jos näytteitä ei päästä käsittelemään välittömästi näytteenoton jälkeen. Tämä tilanne on todennäköinen, sillä määrittämiseen sisältyvä näytteiden kuivausmenettely on kohtalaisen pitkäkestoinen, eikä oletettavasti ole suoritettavissa näytteenottopaikalla, vaan näytteet on kuljetettava ensin muualle. Vaikka näytteiden massat ovat kohtalaisen pieniä, näytteet ovat tilavuudeltaan suuria ja vievät paljon tilaa sekä säilytyksen että kuivauksen aikana, ja osa näytteistä joutuu tämän vuoksi odottamaan määrittystä mahdollisesti pidempiäkin aikoja. Kosteuden haihtumisen estämiseksi näytteet on syytä pakata mahdollisimman tiivisti mahdollisimman pian näytteenoton ja lajittelun jälkeen. Toisaalta tutkimuksen aikana havaittiin, että näytteiden kosteuspitoisuus ei juurikaan muuttunut säilytyksen aikana, kun

28.2.2025

näytteet oli pakattu kunnolla tiiviisti paksuihin jätesäkkeihin ja niitä säilytettiin ulkoilmaa vastaavassa lämpötilassa syys-marraskuussa säältä suojatussa tilassa, näin ollen säilytystavan voidaan todeta olevan tutkimukseen soveltuva.

Näytteen K1-N1 osalta kartonki- ja pahvipakkausjäte jätettiin tarkastelun ulkopuolelle näytteen massaan liittyvän epäselvyyden vuoksi. Kartonki- ja pahvipakkauksia tutkittiin yhteensä 40 kg (n=9), yhden näytteen jättämisellä tarkastelun ulkopuolelle ei näin ollen arvioida olevan merkittävää vaikutusta tuloksiin. Pakkauksia tutkittiin yhteismäärältään 13–46 kg (nettomassa rejektin erilleen lajittelun jälkeen) pakkausmateriaalista riippuen, vähiten metallipakkauksia ja eniten muovipakkauksia. Punnituksen osalta epävarmuutta voi muodostua esimerkiksi punnitustuloksen kirjausvirheestä tai esimerkiksi erilaisesta punnitustarkkuudesta käytettäessä eri vaakoja koostumustutkimuksen suorittamisen yhteydessä ja korjauskertomia määritettäessä. Epävarmuutta voidaan vähentää mm. käyttämällä samoja välineitä koko määrittelyn ajan ja esimerkiksi varmistamalla punnitustulokset mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen, mikäli määrittystä jatketaan käyttäen eri vaakaa.

Mikäli korjauskertoimen määrittelyn suorittaa eri taho, kuin koostumustutkimuksen, on tärkeää, että lajittelutyön suorittamiseen annetaan riittävän tarkka ohjeistus siitä, mitkä seikat ovat erityisen tärkeitä kertoimen määrittelyn kannalta. Näitä ovat mm. koostumustutkimuksen suorittaminen KIVO:n laatiman sekajätteen koostumustutkimusoppaan mukaisesti (KIVO 2022), pakkausmateriaalien mahdollisimman tarkka lajittelu oikeisiin jakeisiin, jakeisiin päätyvien ylimääräisten epäpuhtauksien välttäminen, eri pakkausmateriaalien toisistaan irrottaminen, mikäli se on helposti tehtävissä käsivoimin ilman työkalua sekä kosteiden ja likaisten lajiteltujen pakkausmateriaalien massan mahdollisimman tarkka dokumentointi.

4 Kosteudet ja epäpuhtaudet muissa pakkausjätevirroissa

Markkinoille saatettuja pakkauksia päätyy jätteenä mm. seuraaviin jätevirtoihin:

- Kotitalouksissa muodostuvat jätteet:
 - erilliskeräys kiinteistöillä
 - erilliskeräys RINKI-ekopisteillä (ja kuntien aluekeräyspisteillä)
 - seka- ja energiajäte kiinteistöillä ja rajoitetussa määrin aluekeräyspisteillä
 - biojätteen erilliskeräys ja kotikompostointi
- Teollisuudessa syntyvät jätteet:
 - erilliskeräys teollisuuskiinteistöillä
 - seka- ja energiajäte teollisuuskiinteistöillä

28.2.2025

- Kauppa ja palvelut:
 - erilliskeräys kaupan ja palvelujen kiinteistöillä
 - seka- ja energiajäte kaupan ja palvelujen kiinteistöillä

4.1 Kotitalouksissa muodostuvat pakkausjätteet

Tässä raportoitava tutkimus käsittelee kotitalouksien sekajätteen seassa olevien pakkauksissa olevia kosteus- ja epäpuhtausmääriä kertoimien muodostamiseksi. Ko. työtä ei ole Suomessa aiemmin tehty. Näiden osalta tuloksia on käsitelty edellisissä luvuissa (3 *Korjauskeräykset kotitalouksien sekajätteen joukossa oleville pakkausjätteille HSY:n koostumustutkimuksessa* sekä 4 *Kosteudet ja epäpuhtaudet muissa pakkausjätevirroissa*) ja käsitellään edelleen seuraavassa luvussa (5 *Suosituksien keräyksen hyödyntämiseksi jatkossa ja jatkotutkimustarpeet*).

Kiinteistöillä ja aluekeräyspisteillä kerättävien kotitalouksien pakkausjätteiden sisältämistä kosteuksista ja epäpuhtauksista on tähän mennessä olemassa rajallisesti tietoa. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy selvitti vuonna 2019 toteutetun ensimmäisen valtakunnallisen metallijätteen koostumustutkimuksen yhteydessä muiden materiaalien kuin metallin osuutta kuluttajilta erilliskerätyn metallipakkausjätteen (Jokinen et al. 2019). Mahdollisten kosteuksien esiintymistä tilanteessa, jossa metallipakkausjätteet punnitaan, käytännössä niiden saapuessa terminaaleihin yhdessä pienmetallin kanssa, ei ole selvitetty. VTT:n tutkimuksessa havaintona oli, että metallipakkausjäte sisälsi kiinteistöiltä kerättynä 2,6 % ja aluekeräyspisteiltä kerättynä 3,2 % muita materiaaleja kuin metallia. Valtaosa muusta materiaalista koostui paperista, jota on mm. pakkausten etiketeissä. Tulosten perusteella kuluttajilta erilliskerättyjen metallipakkausjätteiden epäpuhtaudet eivät ole oleellisia määrältään.

Jätelain edellyttämään valtakunnallisen pakkausjätteiden kiinteistökeräyksen yhteistyön toteuttamista seuraava seurantaryhmä tilasi FCG:ltä vuonna 2023 työn, jossa luotiin menetelmä kuluttajilta kerätyn muovipakkausjätteen koostumuksen selvittämiseen (Valtakunnallisen pakkausyhteistyön seurantaryhmä, 2023). Osana menetelmäkehitystä toteutetussa pilot-tutkimuksissa selvitettiin asuinkiinteistöiltä kerätyn muovipakkausjätteen seassa olevia epäpuhtauksia. Suuri osa epäpuhtauksista koostui keräykseen kuulumattomasta materiaalista. Tutkimuksessa selvitettiin myös muovipakkausjätteessä kiinni olevien elintarvike-/tuotejäämien osuutta. Pilot-tutkimuksessa havaittiin muovipakkauksissa kiinni olevien elintarvike-/tuotejäämien osuudeksi 1,0 % rajallisella määrällä tutkittuja näytteitä (3 kpl). FCG toteutti vuonna 2024 menetelmän mukaisesti valtakunnallisen muovipakkausjätteen koostumustutkimuksen, jossa kuluttajilta kerätyn muovipakkausjätteen keskimääräinen osuus oli kiinteistökeräyksessä 85 massaprosenttia ja aluekeräyksessä 87 % koostumuksesta (KIVO 2024). Jäljelle jäävä osuus koostumuksesta ei kuitenkaan ole näissä tapauksissa

28.2.2025

pakkausjätteessä kiinni olevaa kosteutta ja epäpuhtautta vaan väärin lajiteltua jätettä. Tutkimuksessa tehtyjen aistinvaraisten havaintojen mukaan kuluttajilta kerätyssä muovipakkausjätteessä kiinni olevan kosteuden ja epäpuhtauden määrä ei ole merkityksellinen.

Kuluttajilta erilliskerätyn paperi-, pahvi- ja kartonkijätteen sisältämistä epäpuhtauksista ja kosteudesta ei ole saatavilla julkista tietoa. Nykyisillä tiedoilla voidaan kuitenkin arvioida ko. jätteessä olevan kosteuden olevan pääosin ilmasta materiaaleihin imeytynyttä kosteutta ja epäpuhtauksien määrän olevan määrältään merkityksetön.

Kuluttajilta erilliskerätyn pantittoman lasipakkausjätteen kosteus- ja epäpuhtausmääristä ei ole saatavilla julkista tietoa.

4.2 Teollisuudessa, kaupassa ja palveluissa muodostuvat pakkausjätteet

Teollisuudessa, kaupassa ja palveluissa muodostuu pakkausjätteitä, jotka päätyvät kuluttajakeräyksen tavoin erilliskeräykseen sekä seka- ja energiajätteeseen. Materiaalit ovat pääosin samoja kuin kuluttajillakin, mutta puupakkausjätteestä valtaosa muodostuu puisista kuorimalavoista, joita syntyy pääasiassa teollisuudessa, kaupassa ja palveluissa.

Teollisuuden, kaupan ja palveluiden erilliskerättyjen pakkausjätteiden puhtauksien voidaan arvioida olevan vähintään samalla tasolla kuin kuluttajilta kerättyjen, mahdollisesti jopa korkeammat. Näin ollen voidaan arvioida näissä syntypaikoissa erilliskerättyjen metalli-, ja muovipakkausjätteiden kosteuksien ja epäpuhtauksien olevan koostumuksen kannalta merkityksellisiä. Samoin kuin kuluttajilta erilliskerätyissä lasipakkausjätteissä, myöskään kaupan, palvelujen ja teollisuuden erilliskerätystä lasipakkausjätteestä ei ole saatavilla julkista tietoa mahdollisiin epäpuhtauksiin ja kosteuksiin liittyen.

Teollisuuden, kaupan ja palvelujen seka- ja energiajätteiden epäpuhtaus- ja kosteuspitoisuuksiin saattaa vaikuttaa kuluttajilta kerättyihin verrattuna niiden keräystapa. Erityisesti isommissa teollisuuden, kaupan ja palvelujen kiinteistöissä seka- ja energiajätteet kerätään jätepuristimiin, joissa jätteen tiheys muodostuu huomattavasti suuremmaksi kuin asuinkiinteistöjen jäteastioissa. Samoin viipymäajat keräysvälineessä voivat olla asuinkiinteistöjä huomattavasti suuremmat. Näin ollen seka- ja energiajätteen seassa olevat pakkausjätteet joutuvat enemmän ja pidempään kosketuksiin mm. jätteen seassa olevan biojätteen kanssa, mikä voi vaikuttaa merkittävästikin pakkausjätteisiin kiinnittyvän kosteuden ja epäpuhtauksien määrään. Tietyssä määrin sama tapahtuu asuinkiinteistöiltä kerätylle seka- ja energiajätteelle pakkaavassa jäteautossa, mutta viipymä kuljetuksessa on tyypillisesti selvästi lyhyempi kuin jätepuristimissa. Toisaalta mm. päivittäistavarakaupan sekajätteen koostumustutkimusten perusteella biojätteen osuus sekajätteessä on ollut keskimäärin 21 % (<https://www.materiaalitkiertoon.fi/fi-fi/Seuranta/Jatekoostumukset>), mikä voi vaikuttaa pienentävästi kosteuden ja epäpuhtauksien määrään sekajätteen seassa olevissa

28.2.2025

pakkauksissa. FCG selvitti vuonna 2023 majoitus- ja ravintola-alan seka- ja energiajätteen koostumuksia, ja tulosten perusteella hotellien sekajätteet sisälsivät biojätettä keskimäärin vain 13 % ja energiajäte keskimäärin 10 %. Ravintoloiden sekajätteet sisälsivät biojätettä keskimäärin 37 % ja energiajätteet keskimäärin 12 % (kts. linkki yllä).

Edellä kuvatun johdosta pakkausjätteiden sisältämien kosteus- ja epäpuhtauspitoisuuksien osuuksia teollisuuden, kaupan ja palvelujen seka- ja energiajätteessä ei voida kovin hyvin arvioida tässä raportoitavan tutkimuksen tulosten perusteella.

5 Suositukset kerrointen hyödyntämiseksi jatkossa ja jatkotutkimustarpeet

HSY toteutti vuoden 2024 syksyllä kotitalouksien sekajätteen koostumustutkimuksen (HSY 2025). Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4) on esitetty HSY:n alueen kotitalouksien sekajätteen koostumus pääjakeittain. Lisäksi taulukossa on esitetty Suomen Kiertovoima KIVO ry:n internetsivuillaan ylläpitämä kotitalousjätteen keskimääräinen koostumus vuosien 2021–2023 aikana. Osuudet on ilmoitettu massaprosentteina. Tutkimusalueet keskimääräisen koostumuksen muodostamiseksi kattavat 60 % Suomen asukasluvusta ja niissäkin on mukana HSY:n alueen kotitalouksien sekajätteen koostumus vuodelta 2021 (KIVO 2025).

Taulukko 4. Kotitalouksien sekajätteen keskimääräinen koostumus HSY:n alueella vuonna 2024 ja Suomessa keskimäärin vuosina 2021–2023.

Jätejake (m-%)	HSY 2024	Suomi keskimäärin 2021–2023
Biojäte	33,1	32,3
Paperi	9,4	10,1
Kartonki ja pahvi	8,1	8,1
Puu	0,7	1,8
Muovi	15,9	17,8
Lasi	3,1	2,1
Metalli	2,6	2,2
Tekstiilit ja jalkineet	8,9	6,5
Sähkölaitteet ja akut	0,9	0,6
Vaaralliset kemikaalit	0,4	0,6
Sekalaiset jätteet	16,9	17,8

28.2.2025

HSY:n tuoreimman koostumustutkimuksen tulosten (kg/as) perusteella lasketut pakkausjätteiden osuudet massaprosentteina materiaaleittain on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5). Samoin on esitetty KIVO:n tietopankin keskimääräiset tulokset kotitalouksien sekajätteelle vuosina 2021–2023.

Taulukko 5. Pakkausjätteiden osuudet kotitalousjätteessä HSY:n alueella vuonna 2024 ja Suomessa keskimäärin vuosina 2021–2023.

Jätejake (m-%)	HSY 2024	Suomi keskimäärin 2021–2023
Paperipakkaukset	1,4	1,4
Kartonki- ja pahvi*	8,1	8,0
Muovipakkaukset	12,3	14,6
Lasipakkaukset	2,8	1,8
Metallipakkaukset	1,8	1,4

* Sisältää pakkausten lisäksi myös muun kartongin ja pahvin, joka on Suomessa keskimäärin ollut 0,5 % vuosina 2021–2023.

Taulukon 4 lukujen perusteella havaitaan HSY:n kotitalouksien sekajätteen koostumuksen vuonna 2024 olevan pääpiirteittäin hyvinkin samankaltainen kuin Suomessa keskimäärin vuosina 2021–2023. Samoin Taulukon 5 lukujen perusteella voidaan todeta pakkausjätejakeiden osuuksien olevan suuruusluokiltaan samalla tasolla HSY:n alueella vuonna 2024 kuin Suomessa keskimäärin vuosina 2021–2023.

Sekajätteen seassa oleviin pakkausjätteisiin voi päätyä kosteutta ja epäpuhtauksia käsityksemme mukaan pääasiassa:

- Pakkausten sisältöjäämistä (elintarvike-, kosmetiikka- ym. tuotejäämät)
- Pakkausten puhdistamisesta (vedellä huuhtelu) ennen niiden keräykseen laittamista
- Sekajätteen seassa olevista muista jakeista, erityisesti biojätteestä. Tämä liittyy erityisesti kosteuden siirtymiseen biojätteestä sen kanssa kosketuksissa oleviin pakkausmateriaaleihin.

Tutkimuksen kokeellisessa osuudessa määritettiin sekajätteen seassa olevien pakkausjätejakeiden kosteus- ja epäpuhtausosuudet, joista johdettiin HSY:n kotitalouksien sekajätteen seassa oleville pakkausjätteille materiaaliokohtaiset kosteus- ja epäpuhtauskorjauskertoimet. Tässä tutkimuksessa ei eroteltu tarkempaa jakoa kosteuden ja epäpuhtauksien välillä. Epäpuhtaudet, kuten elintarvikejäämät, sisältävät lähes väistämättä myös itsessään kosteutta.

Tutkimuksessa johdettuja kosteus- ja epäpuhtauskertoimia voidaan näkemyksemme mukaan käyttää suuntaa antavasti Suomen keskimääräisen kotitalouksien sekajätteen ja sen

28.2.2025

seassa olevien pakkausjäteosuuksien kertoimina. Biojätteen osuudet HSY:n alueen kotitalouksien sekajätteessä olivat lähes samansuuruiset kuin Suomessa keskimäärin. Sen sijaan sitä, kuinka puhtaina tai likaisina pakkaukset päätyvät sekajätteen joukkoon muualla Suomessa, ei ollut mahdollista tämän tutkimuksen yhteydessä selvittää.

Jatkossa olisi suositeltavaa toteuttaa tämän raportin liitteessä 1 kuvatuin menettelyin sekajätteen seassa oleville pakkausjätteille kosteus- ja epäpuhtauskertoimien määrittäminen ainakin kerran väkimäärältään suurimpien kunnallisten jäteyhtiöiden koostumustutkimusten yhteydessä. Näin voidaan kasvattaa tässä työssä tuotetun tietopohjan kattavuutta ja vastata tietotarpeeseen sekajätteen seassa olevien pakkausjätteiden puhtaustasosta muualla Suomessa. Lisäksi, mikäli alueilla havaitaan selkeää kasvua erilliskerätyn biojätteen määrissä edellisen sekajätteen koostumustutkimuksen ajankohtaan verrattuna, indikoi se mahdollisesti vähenemää sekajätteen seassa olevan biojätteen määrässä. Ko. merkittävien muutosten seurauksena sekajätteen seassa olevien pakkausjätteiden kosteus- ja epäpuhtauskertoimia olisi suositeltavaa päivittää.

28.2.2025

Lähdeviitteet

Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä HSY. 2025. Kotitalouksien sekajätteen koostumus pääkaupunkiseudulla vuonna 2024. Saatavilla: <https://julkaisu.hsy.fi/pdf/kotitalouksien-sekajatteen-koostumus-paakaupunkiseudulla-vuonna-2024.pdf>

Jokinen, Suvi; Kaartinen, Tommi; Mäkelä, Tuomo; Bachér, John. 2019. Metallien jakauma kuluttajakeräysjärjestelmissä - Mepak-tutkimus 2019. Saatavilla: https://suomenpakkaustuottajat.fi/wp-content/uploads/2023/02/RAPORTTI_Mepak-Kierratys-Oy_VTT-CR-00500-19-FI.pdf

RVF Utveckling. 2005. Manual för plockanalys av hushållsavfall. RVF Utveckling 2005:19

Silfverduk, T., Thoren, S., Chmielewski, M. 2017. PLOCKANALYS MAT- OCH RESTAVFALL FRÅN HUSHÅLL 2016. Sweco Environment Ab.

Suomen Kiertovoima ry KIVO. 2022. Opas sekajätteen koostumustutkimuksiin – versio 3, 9.5.2022. Saatavilla: <https://kivo.fi/wp-content/uploads/Opas-sekaj%C3%A4tteen-koostumustutkimuksiin-Versio3-220509.pdf>

Suomen Kiertovoima ry KIVO. 2024. Kuluttajien metallijäte ja muovipakkausjäte - Valtakunnallinen jätevirran koostumus. Tulosjulkaisu. Saatavilla: <https://kivo.fi/wp-content/uploads/KOTU24-tulosjulkaisu.pdf>

Suomen Kiertovoima ry KIVO. 2025. Koostumustietopankki. Viitattu 14.2.2025. <https://kivo.fi/ymmaramme/koostumustietopankki/>

Valtakunnallisen pakkausyhteistyön seurantaryhmä. 2023. Tutkimusohje kuluttajilta erillis-kerätyn metallijätteen koostumustutkimusten toteuttamiseen - versio 24.11.2023. Saatavilla: https://kivo.fi/wp-content/uploads/Metallijate_koostumustutkimusmenetelma_2023.pdf

Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä 1029/2021

Van Velzen, E.U.T., Smeding, I., Brouwer, M.T., Maaskant-Reilink, E. 2021. Comparison of the quality of mechanically recycled plastics made from separately collected and mechanically recovered plastic packaging waste. Waste to resources conference 18–20 May 2021, Hamburg, Germany

Ympäristöministeriön raportteja 23 | 2015. Pakkausjätteen kokonaismäärä Suomessa ja suositukset tilastoinnin kehittämiseksi. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/156587/YMra_23_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

28.2.2025

Liite 1: Pilot-tutkimus korjauskertoimien tuottamiseksi sekajätteen seassa oleville pakkausjätejakeille

Tutkimuksen tavoite

Hankkeen yhteydessä suoritettiin rajattu pilot-tutkimus omakohtaisten kokemusten hankkimiseksi kotitalouksista kerätyn sekajätteen seassa olevien pakkausjätejakeiden sisältämän kosteuden ja epäpuhtauksien (mm. elintarvike- ja tuotejäämät) määrien arviointimahdollisuuksista kokeellisin menetelmin. Tutkimus suoritettiin hyödyntäen Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymän syksyllä 2024 Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksessa suorittamaa pääkaupunkiseudun kotitalouksien sekajätteen koostumustutkimusta. Koostumustutkimuksen yhteydessä sekajätteen seasta erilleen lajitellut pakkausjätejakeet saatiin korjauskertoimia määrittelevän hankkeen käyttöön.

Hankkeen alkuvaiheessa laadittiin alustava tutkimussuunnitelma, jossa esitettiin pääperiaatteet pilot-tutkimuksen toteutukselle. Pilot-tutkimuksesta saatujen havaintojen perusteella kyseistä suunnitelmaa voitiin edelleen tarkentaa ja muokata mm. lajittelututkimusten ohjeistamisen, yhteistyötahojen välillä huomioitavien seikkojen sekä näytteiden vaatimien käsittelytoimenpiteiden (lajittelu, kuivaus, jne.) osalta.

Tässä pilot-tutkimuksessa selvitettiin yhteensä kymmenen HSY:n koostumustutkimuksesta peräisin olevan sekajätteenäytteen sisältämien pakkausjätejakeiden kosteuden ja epäpuhtauksien massaosuudet pakkausjakeittain. Kyseisiä jakeita olivat kovamuovi-, kalvomuovi-, paperi-, kartonki- ja pahvi-, nestekartonki-, lasi- sekä metallipakkaukset.

HSY:n koostumustutkimus

HSY tutkii toimialueensa kotitalouksien sekajätteen koostumusta kolmen vuoden välein. Tutkimusalueet ja näytekkuormien reitit on suunniteltu tarkkaan siten, että koko pääkaupunkiseudun väestörakenne (mm. asukasmäärä, ikäjakauma, tulotaso) tulee mahdollisimman hyvin edustetuksi. Vuoden 2024 koostumustutkimuksessa kotitalouksista muodostettiin yhteensä kuusi eri tutkimusjoukkoa, joita olivat biojäteastialliset yhden huoneiston kiinteistöt, omatoimisesti kompostoivat yhden huoneiston kiinteistöt, 2–4 huoneiston kiinteistöt, 5–19 huoneiston kiinteistöt, vähintään 20 huoneiston kiinteistöt (vuokratalot) sekä vähintään 20 huoneiston kiinteistöt (omistusasunnot). Jokaisesta tutkimusjoukosta tutkittiin vähintään kuusi kuormaa ja jokaisesta kuormasta otettiin 2–3 näytettä (á 100 kg) käsinlajitteluun. HSY:n tutkimuksessa selvitettiin yhteensä kahdenkymmenen sekajätekuorman koostumus ja lajiteltiin 34 näytettä (HSY, 2025).

Yhteenvedo HSY:n koostumustutkimuksen tutkimusjoukoista sekä niiden kuorma- ja näytemääristä on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 1).

28.2.2025

Taulukko 1. Tutkimusjoukot sekä kuorma- ja näytemäärät pääkaupunkiseudun kotitalouksien sekajätteen koostumustutkimuksessa.

HSY:n sekajätteen koostumustutkimus 2024					
Tutkimusjoukko	1 asunto	2–4 asuntoa	5–19 asuntoa	>19 asuntoa	Yht.
Kuormien kokonaismäärä, kpl	6	3	3	8	20
Näytteitä lajitteluun, kpl	6 (3 biojäte, 3 komposti)	6	6	16 (8 vuokra, 8 omistus)	34
Osuus näytteiden kokonaismäärästä	18 %	18 %	18 %	47 %	100 %

HSY:n koostumustutkimus suoritettiin noudattaen Suomen Kiertovoima ry KIVO:n laatimaa opasta sekajätteen koostumustutkimuksiin (KIVO 2022). Jätteet lajiteltiin pääosin oppaan tarkimman tason mukaisesti, kaikkiaan yhteensä 40 eri jakeeseen. Erilleen lajiteltavia pakkausjätejakeita tutkimuksessa olivat kovamuovi-, kalvomuovi-, paperi-, kartonki- ja pahvi-, puu-, lasi- sekä metallipakkaukset. Lisäksi kartonki- ja pahvipakkausjakeesta lajiteltiin nestekartonkipakkaukset omaksi alajakeeseen korjauskertoimia määrittävän hankkeen käyttöön.

Pilot-tutkimuksen toteutus

Pilot-tutkimus suoritettiin yhteensä kymmenelle HSY:n koostumustutkimuksesta peräisin olevalle sekajätenäytteelle. Pilot-tutkimukseen valikoitiin näytteitä kustakin tutkimusjoukosta mahdollisimman samassa suhteessa kuin HSY:n koostumustutkimuksessa. Aiempien HSY:n sekajätteen koostumustietojen perusteella pystyttiin arvioimaan etukäteen, että koostumustutkimuksesta saatavat pakkausjätejakeet ovat kooltaan sellaisia, että yhdistämällä kutakin materiaalia edustavat pakkausjätejakeet kymmenestä näytteestä, on materiaaleja mahdollista saada riittävä määrä niiden sisältämien epäpuhtauden ja kosteuden määrittämiseksi kohtuullisella edustavuudella.

Pilot-tutkimukseen valikoidut kuormat ja näytteet on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Pilot-tutkimukseen valikoidut kuormat ja näytteet

Kuorma, nro	Näyte, nro	Kuorma saapunut HSY:lle	Tutkimusjoukko	Näytteen tunniste
3	4	11.9.2024	1 asunto (biojäte)	K3-N4
7	10	13.9.2024	1 asunto (komposti)	K7-N10
1	1	11.9.2024	2–4 asuntoa	K1-N1
9	13	16.9.2024		K9-N13
2	2	11.9.2024	5–19 asuntoa	K2-N2
6	8	12.9.2024		K6-N8
4	5	11.9.2024	>19 asuntoa (vuokra)	K4-N5
10	16	16.9.2024		K10-N16
12	20	17.9.2024	>19 asuntoa (omistus)	K12-N20
14	23	18.9.2024		K14-N23

28.2.2025

1 Pakkausjätejakeet punnittiin välittömästi lajittelun jälkeen

HSY:n kotitalouksien sekajätteen koostumustutkimuksessa jätteiden sisältämät pakkausjätejakeet lajiteltiin erilleen ja punnittiin mahdollisimman pian lajittelun jälkeen. Pilot-tutkimukseen valikoitujen näytteiden sisältämät pakkaukset pakattiin materiaaliakohtaisesti erillään jokaisen näytteen osalta mahdollisimman tiiviisti paksuihin jätessäkkeihin HSY:n lajittelijoiden toimesta. Tarvittavat näytetiedot ja punnitustulokset kirjattiin lajittelijoita varten laadittuun näytteenottolomakkeeseen, toteutuneet näytetiedot on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 3).

Taulukko 3. Pilot-tutkimukseen saatujen pakkausjätejakeiden massat (tuorepaino)

Pakkausjätejakeet								
Näytteen tunniste	Kalvo-muovipak.	Kova-muovipak.	Paperipak.	Kartonki- ja pahvipak.	Nestekarttonkipak.	Puupakkaukset*	Lasi-pak.	Metallipak.
	Massa, kg (sis. jätessäkki)							
K3-N4	3,303	2,63	1,33	3,8	2,237	0,02	3,04	0,27
K7-N10	1,92	2,983	1,689	3,654	1,563	0,044	1,282	1,36
K1-N1	3,147	4,9	2,44	5,529	3,262	0,005	1,147	1,005
K9-N13	1,724	1,82	0,97	5,17	2,149	0,03	4,253	2,217
K2-N2	1,74	3,08	1,64	4,9	1,7	0,1	2,74	1,5
K6-N8	2,36	2,54	1,513	4,574	3,174	0,03	3,105	2,316
K4-N5	2,62	2,64	1,58	4,76	1,48	0,04	0,7	1,54
K10-N16	2,38	3,4	1,28	4,92	2,36	0,02	3,76	2
K12-N20	2,36	3,6	1,64	3,56	1,22	0,02	2,1	0,58
K14-N23	1,8	3,24	0,68	5,72	1,86	0,06	3,26	1,3
Yht., kg	23,354	30,833	14,762	46,587	21,005	0,369	25,387	14,088

* Nettopaino, punnittu ilman jätessäkkiä

Lajittelun jälkeen näytteet kuljetettiin FCG:n toimitiloihin, missä niitä säilytettiin edelleen suljetuissa jätessäkeissä puolilämpimässä varastotilassa normaaleissa kosteusolosuhteissa aina määrittämiseen asti. Tutkimuksen aikana havaittiin, että näytteiden kosteuspitoisuus ei juurikaan muuttunut säilytyksen aikana, muutos oli tyypillisesti noin 2–4 %:n luokkaa.

HSY:n koostumustutkimuksesta saatujen kotitalouksien sekajätteestä erilleen lajiteltujen puupakkausten osuus oli vähäinen, eikä niiden osalta voitu suorittaa luotettavaa tarkastelua.

Puupakkaukset koostuvat pääasiassa suurista yrityspakkauksista, joita ovat mm. kuormalavat, kaapelikelat, puutynnyrit ja -laatikot sekä pakkausten tukipuut ja -kehikot. Kuluttajatuotteista peräisin olevien puupakkausten määrä on vähäinen eikä niille ole kuluttajakeraäystä. Esimerkiksi puiset ruokailuvälineet eivät ole puupakkauksia, sillä ne eivät täytä pakkausjäteasetuksen (VNa 1029/2021) mukaista pakkauksen määritelmää, vaikka ne sisältyisivät pakkaukseen.

28.2.2025

HSY:n koostumustutkimuksen yhteydessä puupakkausjakeeseen lajiteltujen kappaleiden yhteismäärä (kokonaismassa 0,37 kg) kaikissa kymmenessä pilot-tutkimukseen otetussa näytteessä on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 1).



Kuva 1. HSY:n koostumustutkimuksessa puupakkausjakeeseen lajitellut kappaleet yhteensä kaikkien pilot-tutkimukseen otettujen kymmenen näytteen osalta

2 Kosteiden pakkausten sisältämät epäpuhtaudet poistettiin ja pakkaukset punnittiin

Pakkausten sisältämät epäpuhtaudet poistettiin joko kaapimalla, puristamalla tai ravistamalla, pakkauksia ei leikattu auki. Tyhjentäminen pyrittiin tekemään sellaisella tavalla ja tarkkuudella, mikä kotitalouksissa olisi vähintään tehtävissä kohtuullisella vaivalla riittävän kierrätykseen soveltuvan puhtauden saavuttamiseksi. Pakkauksista poistettujen epäpuhtauksien massa selvitettiin punnitsemalla kyseiset pakkaukset ennen ja jälkeen tyhjennyksen. Näin minimoitiin epävarmuus, jonka pelkkien poistettujen tuotejäämien punnitseminen olisi voinut aiheuttaa esimerkiksi tapauksissa, joissa epäpuhtautta jää kiinni kaapimeen tai sitä roiskuu muualle, kuin keräysastiaan. Materiaalista riippuen osa pakkauksista on helpompi tyhjentää märkinä ennen kuivausta ja osa taas vasta kuivauksen jälkeen.

28.2.2025

Epäpuhtauksiksi pyrittiin laskemaan sellaiset materiaalit ja kappaleet, joita pakkaukset alun perin olisivat sisältäneet, mutta ei sellaisia materiaaleja tai erillisiä kappaleita, jotka ovat oletettavasti tarttuneet pakkausten ulkopintaan (esim. märkä talouspaperi, puukumi, puun lehti) tai jotka ovat päätyneet avonaisen pakkauksen sisälle esimerkiksi jäteastiassa tai näytteenoton yhteydessä.

Pakkauksia kuivumaan laitettaessa on tärkeää huomioida, että jakeeseen kuulumattomat kappaleet ja materiaalit punnitaan erikseen, kuin pakkauksiin sisältyväksi ajateltava epäpuhtaus ja kosteus.

Osa pilot-tutkimukseen saaduista koostumustutkimuksessa lajitelluista pakkausjätejakeista sisälsi useampaa pakkausmateriaalia, jotka olivat jääneet lajittelun yhteydessä irrottamatta toisistaan (esim. lasipurkki ja metallikansi, kartonkitölkki ja muovikorkki).

- Muut, kuin kyseiseen pakkausmateriaalijakeeseen kuuluvat pakkausmateriaalit irrotettiin/erotettiin ja otettiin talteen pakkausmateriaaleittain. Esimerkiksi kaikista muista pakkausjätejakeista poistetut muoviset pakkaukset kerättiin yhteen, punnittiin kosteana, kuivattiin ja niiden kokonaismassa punnittiin uudelleen kuivauksen jälkeen. Massat siirrettiin laskennallisesti jälkeensä oikeisiin pakkausmateriaalijakeisiin, esimerkiksi muista pakkausjätejakeista poistetut muovipakkaukset varsinaiseen muovipakkausjakeeseen.

Lisäksi osa lajitelluista pakkauksista sisälsi lajitteluvirheenä myös muita kappaleita, kuin pakkauksia, kuten esimerkiksi muoviesineitä. Näytteisiin oli päätynyt myös pakkauksia, jotka vielä tuotetta sisältyessään kuuluvat lajiteltaviksi vaaralliseen jätteeseen, kuten esimerkiksi täysinäisiä lasisia kynsilakapulloja sekä paineellisia metallisia aerosolipakkauksia.

- Muut materiaalit ja kappaleet kuin pakkaukset jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Kyseiset materiaalit ja kappaleet poistettiin kustakin näytteestä ennen näytteen kuivausta, niiden kostea yhteismassa punnittiin ja vähennettiin alkuperäisestä kostean näytteen kokonaismassasta.

3 Puhdistetut pakkaukset kuivattiin

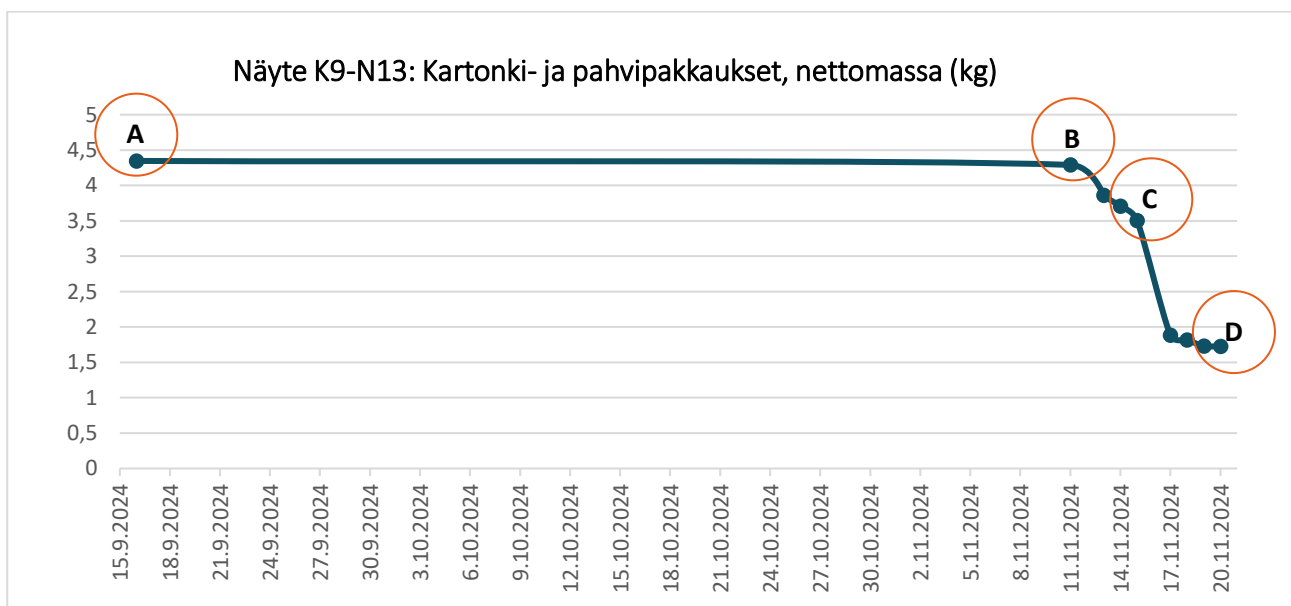
Elintarvike- ja tuotejäämien poistamisen jälkeen pakkausjätejakeiden sisältämä kosteus poistettiin kuivaamalla jakeet. Ennen kuivausta rytissä tai osittain kiinni olevat pakkaukset (esim. alumiinifoliovuorat, paperipussit, nestekartonkitölkit) avattiin, pakkauksissa vielä mahdollisesti kiinni olevat korkit ja kannet poistettiin (nämä otettiin talteen ja jaoteltiin materiaalin mukaisesti, massat huomioitiin myöhemmin tulosten laskennassa) ja pakkaukset asetettiin mahdollisuuksien mukaan ylös suin kuivumaan. Näytteet kuivattiin mahdollisimman laakeissa astioissa, joihin näytteet saatiin asetettua riittävän ohueksi kerrokseksi siten, että ilma mahtui kiertämään astiassa ja näytteet pääsivät kuivumaan kunnolla. Tulenarkoja tuotteita tai painetta sisältäneitä pakkauksia ei turvallisuussyistä kuivattu korotetussa lämpötilassa.

Pakkausjätejakeiden kuivaaminen suoritettiin puolilämpimässä sisätilassa normaaleissa kosteusolosuhteissa, lämpötila-alueella +15 – +35 °C. Tutkimuksen ajoittuessa loppuvuoteen jouduttiin

28.2.2025

näytteiden kuivumista nopeuttamaan viilenevien sääolosuhteiden vuoksi kuivumisen hidastuessa. Kuivaus suoritettiin sellaisissa lämpötiloissa, joiden arvioitiin olevan mahdollisia myös todellisuudessa, esimerkiksi kesähelteillä keräysvälineissä, mutta joissa pakkaukset eivät kuivu liikaa ja menetä mahdollisesti liikaa massaa. Markkinoille saatettaessa tyhjät pakkaukset sisältävät jo itsessään jonkin verran kosteutta materiaalista riippuen, esimerkiksi paperi- ja kartonkipakkauksissa tietty ominaiskosteuspitoisuus (n. 5–6 %) on välttämätön, jotta pakkaus on ylipäättään käyttökelpoinen ominaisuuksiltaan (Suomen Pakkaustuottajat Oy). Eritoten märempien kuitupakkausten (paperi-, kartonki-, nestekartonki- ja pahvipakkausten) kuivaamisessa käytettiin apuna korotettua enintään 35 °C:een lämpötilaa niiden suuremman kosteuspitoisuuden ja siten hitaamman kuivumisen vuoksi. Lasi- ja metallipakkausten osalta kuivaus korotetussa lämpötilassa ei ollut tarpeen.

Kuivumista seurattiin näytteen massan muutoksen ja sen nopeuden perusteella. Kuivausta jatkettiin niin kauan, kunnes näytteen massa voitiin arvioida stabiloituneeksi. Seuraavassa kuvassa (Kuva 2) on esitetty esimerkki näytteen K9-N13 sisältämän kartonki- ja pahvipakkausjakeen massan muutoksesta ajan funktiona. Kyseisen näytteen kuivaus aloitettiin huonelämpötilassa (B) ja noin viikon kuivumisen jälkeen näyte siirrettiin lämpökaappiin kuivumaan (C). Kuivausta jatkettiin niin kauan, kunnes kahden perättäisen punnituksen välillä näytteen massa ei ollut enää käytännössä muuttunut (D). Kuvasta nähdään myös, että näytteen massa on pysynyt lähes muuttumattomana huolimatta pitkästä säilytysajasta näytteenoton (A) ja määrittelyn aloittamisen (B) välillä.



Kuva 2. Esimerkki kartonki- ja pahvipakkausjakeen massan muutoksesta määrittelyn aikana

Näytteiden riittävää kuivumista arvioitiin myös kuivien ja puhtaiden verrokkikappaleiden avulla. Tällaisia olivat pakkaukset, joita useamman näytteen havaittiin tyypillisesti sisältävän, kuten esimerkiksi yhden litran maitotölkki, pieni hedelmäsoselasipurkki, paistopistepussit, eineskeiton muovinen kulho, juusto- ja leikkelepakkaukset ja muovinen kauppakassi. Pilot-tutkimuksessa pakkauksille

28.2.2025

suoritetun kuivausmenettelyn läpikäyneen pakkauksen massaa verrattiin puhtaan ja kuivan kappaleen massa, verrokkikappaleita säilytettiin samassa tilassa ja samoissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa varsinaisten näytteiden kanssa. Seuraavassa kuvassa (Kuva 3) on esitetty esimerkki vertailusta, jossa puhtaan ja kuivan margariinirasian sekä näytteiden sisältämien kuivausmenettelyn läpikäyneiden vastaavien rasioiden massat ovat yhtä suuret.



Kuva 3. Näytteiden sisältämien margariinirasioiden (vasemmalla ja keskellä) massa kuivausmenettelyn jälkeen on yhtä suuri, kuin vastaavan puhtaan ja kuivan rasian massa (oikealla).

4 Kuivattujen pakkausten sisältämät epäpuhtaudet poistetaan ja pakkaukset punnitaan

Kuivaamisen jälkeen pakkausten sisältämät ja niistä kuivuessaan irronneet epäpuhtaushiuksat poistettiin tarpeen mukaan joko ravistamalla, pyyhkimällä tai harjaamalla. Tämän jälkeen puhtaat ja kuivatut pakkaukset punnittiin.

Pilot-tutkimuksen tulokset

Pilot-tutkimuksen tuloksena saatiin pakkausjätteiden materiaalikohtaiset epäpuhtaus- ja kosteuspiitoisuudet eli massahäviöt yksittäisille eri kuormista peräisin oleville näytteille. Yksittäisten näytteiden massahäviöt on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 4).

Massahäviö lasketaan kostean pakkausmateriaalin nettomassan sekä kuivatun ja puhdistetun pakkausmateriaalin nettomassan perusteella seuraavasti:

$$\text{Massahäviö (\%)} = \frac{\text{massa (kosteaa)} - \text{massa (kuiva)}}{\text{massa (kosteaa)}} \times 100$$

Massahäviö muodostuu sekä pakkauksen sisältämistä epäpuhtauksista että kosteudesta, sillä niitä on käytännössä hankala erottaa toisistaan sen vuoksi, että pakkausten sisältämät epäpuhtaudet, eli käytännössä elintarvike- ja tuotejäämät, sisältävät aina jonkin verran kosteutta. Lisäksi osasta

28.2.2025

pakkauksia epäpuhtaudet on helpompi poistaa ennen ja osasta vasta jälkeen kuivauksen, jolloin epäpuhtauksien ja kosteuden osuuksien määrittäminen erikseen on entistä monimutkaisempaa.

Massahäviö muunnetaan edelleen pakkausmateriaalikohtaiseksi korjauskertoimeksi seuraavasti:

$$\text{Korjauskerroin} = 1 - \frac{\text{massahäviö (\%)}}{100}$$

Lopullisten pakkausmateriaalikohtaisten epäpuhtaus- ja kosteuskorjauskerrointen muodostamista varten yksittäisten näytteiden massahäviöt yhdistettiin laskennallisesti painottamalla tutkittujen näytteiden pitoisuuksia niiden keskinäisten massojen suhteessa. Muovipakkauksille muodostettiin yksi kerroin, joka sisältää sekä kova- että kalvomuovipakkaukset. Lopulliset korjauskertoimet on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 4).

Taulukko 4. Pilot-tutkimuksen tulokset

Pakkausjätejakeet yksittäisissä näytteissä							
Näytteen tunniste	Muovipakkaukset <i>Kovam. Kalvom.</i>		Paperi-pakkaukset	Kartonki- ja pahvipakkaukset	Nestekartonki-pakkaukset	Lasi-pakkaukset	Metalli-pakkaukset
	Massahäviö						
K1-N1	11 %	15 %	24 %	- *	23 %	6 %	21 %
K2-N2	20 %	18 %	21 %	19 %	25 %	10 %	12 %
K3-N4	14 %	50 %	19 %	22 %	24 %	12 %	18 %
K4-N5	15 %	17 %	19 %	22 %	26 %	4 %	10 %
K6-N8	19 %	19 %	23 %	23 %	24 %	5 %	12 %
K7-N10	16 %	22 %	34 %	24 %	14 %	6 %	8 %
K9-N13	11 %	23 %	44 %	26 %	14 %	3 %	31 %
K10-N16	14 %	16 %	29 %	23 %	15 %	5 %	12 %
K12-N20	15 %	24 %	22 %	20 %	16 %	0 %	19 %
K14-N23	15 %	19 %	42 %	27 %	40 %	3 %	38 %
Keskiarvo	15 %	22 %	28 %	23 %	22 %	5 %	18 %
Hajonta	3 %	10 %	9 %	3 %	8 %	3 %	10 %
Suhteellinen keskihajonta**	19 %	45 %	33 %	11 %	36 %	62 %	54 %
Kaikki pakkaukset yhteensä		Muovipakkaukset***	Paperipakkaukset	Kartonki- ja pahvipakkaukset	Nestekartonki-pakkaukset	Lasi-pakkaukset	Metalli-pakkaukset
Massa kosteana, kg		46,471	15,946	39,947	18,127	23,277	12,532
Massa kuivana, kg		38,532	11,79	30,638	14,228	22,156	10,48
Massahäviö		17 %	26 %	23 %	22 %	5 %	16 %
Korjauskerroin		0,83	0,74	0,77	0,78	0,95	0,84

* Näytteen massaa ei saatu dokumentoitua luotettavasti teknisistä syistä johtuen

** % keskiarvosta

*** Kova- ja kalvomuovipakkaukset yhdistetty laskennallisesti ja muodostettu yksi kerroin muovipakkauksille

28.2.2025

Tutkimuksen aikana tehtyjä havaintoja

- Pilot-tutkimuksen aikana tehtyjen havaintojen perusteella suurin osa sekajätteen sisältämistä pakkauksista olisi ollut puhtaudeltaan erilliskeräykseen sopivaa eli laadultaan vastaavaa, kuin erilliskeräyksestä peräisin olevat pakkausjätejakeet (arvio perustuu kokemukseen aiemmista FCG:n suorittamista tutkimuksista, etenkin muovipakkausten ja metallipakkausten osalta).
- Epäpuhtauksien poiston yhteydessä havaittiin, että paperi- sekä kartonki- ja pahvipakkaukset olivat pääasiassa puhtaita ja niissä oleva epäpuhtaus koostui suurimmaksi osaksi itse pakkausmateriaaliin imeytyneestä kosteudesta. Kyseisten pakkausten puhdistamiselle ei ollut juurikaan tarvetta, epäpuhtaudet olivat lähinnä yksittäisiä elintarvikkeita (esim. paketin sisällä oleva hapankorppu) tai puhdistus oli hyvin hankalaa kosteana (esim. paperipussiin imeytynyt/tarttunut märkä/tahmea elintarvike), jolloin puhdistus oli helpompaa suorittaa vasta kuivatulle materiaalille.
 - Kotitalouksien sekajätteen seassa olevat kartonki- ja pahvipakkaukset koostuivat lähes yksinomaan kartonkipakkauksista, oletettavasti siksi, että pahvipakkaukset ovat tyypillisesti kooltaan suurempia kuin kartonkipakkaukset, eivätkä päädy/mahdu sellaisenaan yhtä helposti sekajätteen keräykseen.
- Lasipakkaukset sisälsivät epäpuhtautena eniten ”paksumpia” elintarvikkeita, kuten kastikkeita, soseita, hunajaa ym., lisäksi myös vaikeasti tyhjennettäviä kosmetiikkapakkauksia (esim. hajuvedet, deodorantit). Lasipakkauksista epäpuhtaudet oli helpoin poistaa ennen kuivausta ravistamalla/kaapimalla. Pakkausmateriaalina itse lasi ei ime itseensä kosteutta ja kuivauksen aikana lasipakkausten massat eivät enää juurikaan muuttuneet, lasipakkausten tyhjentäminen oli tärkeämpi esikäsittelyvaihe. Kuivauksen jälkeen pakkauksista ravisteltiin vielä pois mahdolliset kuivuuksissaan pakkauksista irronneet epäpuhtausiukkaset. Kuivaustulokseen ei vaikuttanut, kuivatitiinko lasipakkaukset huoneenlämmössä vaiko hieman korotetussa lämpötilassa +35 °C kuivauskaapissa.
 - Lasipakkausjakeesta poistettiin yhteensä 5,9 % rejektia ennen määrittystä. 1,8 % rejektistä koostui muista pakkausmateriaaleista, kuten metalli- ja muovikorkeista, sekä 4,1 % muusta materiaalista, kuin pakkauksista.
- Kova- ja kalvomuovipakkaukset saatiin HSY:n koostumustutkimuksesta erillisinä jakeinaan ja pilot-tutkimuksessa ne käsiteltiin edelleen erillään toisistaan käytännön syistä. Kovamuovipakkauksissa kiinteästi kiinni olevia kalvomuoviosia ei irrotettu toisistaan, sillä molemmat jakeet yhdistettiin lopulta yhdeksi muovipakkausjakeeksi laskennallisesti tuloksia varten. Kovamuovipakkaukset sisälsivät epäpuhtautena mm. hammastahnaa, pesuaineita ja ketsuppia, paljon epäpuhtautta sisältäviä pakkauksia olivat esimerkiksi deodoranttipurkit ja vastaavat, hankalasti tyhjennettävät pakkaukset. Kalvomuovijakeessa epäpuhtaus oli enimmäkseen peräisin nesteestä, jota erilaiset muovipussit olivat keränneet sisälleen. Muovipakkausten tyhjentämisen havaittiin olevan helpompaa niiden ollessa kosteita.

28.2.2025

- Molemmista muovipakkausjakeista poistettiin yhteensä 14,5 % rejektiä ennen määrittystä. 4,7 % rejektistä koostui muista pakkausmateriaaleista, kuten kartonkisista jogurttipikareista ja voirasioista, sekä metallisista foliokansista. Rejektistä 9,8 % oli muuta materiaalia kuin pakkauksia, tyypillisesti erilaisia muoviesineitä.
- Näytteen K3-N4 kalvomuovijae oli hyvin märkää
- Nestekartonkipakkaukset, kuten maitotölkit, olivat suurimmaksi osaksi puhtaita, etenkin sellaiset, joissa on ollut täysin nestemäistä tuotetta, kun taas esimerkiksi jogurttia sisältävät tölkit olivat likaisimpia, oletettavasti hankalamman tyhjennyksen vuoksi. Nestekartonkipakkaukset avattiin ennen kuivausta ja asetettiin kuivumaan ylös suin. Korkit irrotettiin pakkauksista ennen kuivausta ja siirrettiin muovipakkausten jakeeseen, sillä vaikka nestekartonkipakkauksen saa laittaa keräykseen muovisen korkin kanssa, on se kuluttajan kuitenkin mahdollista helposti irrottaa käsivoimin ilman työkalua ja lajitella muovinkeräykseen.
 - Nestekartonkipakkauksista poistettiin muita materiaaleja yhteensä 9,5 %. Rejekti sisälsi muita pakkausmateriaaleja yhteensä 6,5 %, pääasiassa ”tavallisia” kartonkipakkauksia sekä muovikorkkeja, joita oli 2,3 % nestekartonkien märkäpainosta. Rejektistä 3,0 % oli muuta materiaalia kuin pakkauksia.
 - Näyte K14-N23: Pakkauksista tyhjennettiin paljon nesteitä
- Metallipakkausissa oleva kosteus ja epäpuhtaus oli peräisin pääasiassa erilaisista tuubimallisista pakkauksista, kuten sinappi-, tomaattipyree- ja mätitahnatuubeista, oletettavasti grillikioskeilta tms. peräisin olevista alumiinifolioon käärittyjen annosten jäämistä sekä käytetyistä kahvikapseleista kahvinpuruineen. Pakkausjäteasetuksen (VNa 1029/2021) liitteessä 1 esitetyn lisäperusteen 1 mukaisia pakkauksia ovat sellaiset kapselikeitinten kapselit, jotka jäävät käytön jälkeen tyhjiksi, mutta eivät kapselit, jotka hävitetään yhdessä kahvituotteen kanssa. Käytetyt metalliset kahvikapselit saa lajitella metallinkeräykseen, vaikka niitä ei olisi tyhjennetty (Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy). Tämän tutkimuksen aikana vastaan tulleet tyhjentämättömät metalliset kahvikapselit päätettiin laskea mukaan metallipakkausten osuuteen. Ainoastaan näytteet K9-N13 ja K14-N23 sisälsivät kahvikapseleita, näiden kyseisten näytteiden massahäviöt puhdistuksen ja kuivauksen jälkeen olivat huomattavasti suuremmat (häviö 31–38 %), kuin muissa näytteissä (häviö 8–21 %), mikä johtui nimenomaan tyhjentämättömistä kapseleista.
 - Metallipakkausjakeesta poistettiin yhteensä 7,5 % rejektiä ennen määrittystä. 4,2 % rejektistä koostui muista pakkausmateriaaleista sekä 4,1 % muusta materiaalista, kuin pakkauksista
 - Metallipakkausten seassa oli 4,5 % vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavia paineellisia aerosolipakkauksia
 - Turvallisuussyistä tyhjiäkään painepakkauksia ei laitettu kuivumaan korkeampaan lämpötilaan, toisaalta ko. pakkausten kuivaamiselle ei ole tarvetta, sillä tyhjinä ne eivät sisällä kosteutta tai tuotejäämiä

28.2.2025

- Osassa metallipakkauksista epäpuhtaudet oli helpoin poistaa ennen kuivausta, mm. tuubit puristamalla, toiset taas vasta kuivaamisen jälkeen
- Pakkauksia ei suositella puhdistettavan pesemällä, sillä pesu aiheuttaa materiaalien lisäkuivaus-tarvetta ja pidentää näin ollen määritykseen vaadittavaa aikaa, eikä pesun avulla arvioida saavu-tettavaan hyötyä verrattuna tässä pilot-kokeessa käytettyihin muihin mekaanisiin puhdistusme-netelmiin. Esimerkiksi kuitupohjaiset pakkaukset tai pakkausten osat saattavat lisäksi hajota pe-sun yhteydessä, jolloin osa kyseisistä materiaaleista ja niiden massasta saatetaan menettää kä-sittelyn aikana.
- Tutkimuksen suorittamiseen kuluva työaika ja -määrä vähentää huomattavasti se, että pak-kaukset ovat mahdollisimman hyvin lajiteltuja, eikä niiden joukkoon ole päätynyt muuta materi-aalia. Myös eri pakkausmateriaalien irrottaminen toisistaan on suositeltavaa, mikäli se on tehtä-vissä kohtuullisella vaivalla.