



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

**SEKAJÄTTEEN JA LAITOSREJEKTIN  
FRAKTIOINTI- JA LAATUTUTKIMUS  
JATKOKÄSITTELYTARPEEN  
ARVIOIMISEKSI**

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristöteknologia  
Ympäristötekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Henri Rintala

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristötekniikka

RINTALA, HENRI:

Sekajätteen ja laitosrejektin fraktiointi ja  
laatututkimus jatkokäsittelytarpeen arvi-  
oimiseksi

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 63 sivua, 38 liitesivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

---

Kaatopaikkasijoitus on edelleen merkittävä jätteenkäsittelymenetelmä, vaikka jätteiden hyödyntämistä energiana ja materiaalina on pyritty lisäämään lainsäädännön avulla. Lainsäädännön ja ilmastotavoitteiden kiristyessä jätteiden kaatopaikkakäsittelyä rajoitetaan edelleen, minkä vuoksi kaatopaikalle sijoitettavalle sekajätteelle on jatkossa tehtävä esikäsittelyä, jotta sen sisältämä orgaaninen aines saadaan erotettua hyötykäyttöön.

Tutkimuksessa tarkoituksena oli selvittää esikäsittelyn sekajätteen ja laitosrejektin fraktiosisältöä ja soveltuvuutta energia- ja materiaalihyötykäyttöön. Jätteen esikäsittelyssä jäte murskattiin ja fraktioitiin seulomalla. Tutkimus on osa Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy:n Materiaalien käsittelyllä lisää palveluja ja tekniikkaa Päijät-Hämeeseen -hanketta, jossa tavoitteena on lisätä biomassojen, energiajätteen, rakennusjätteen ja tuhkien käsittelyä ja hyödyntämistä Päijät-Hämeen alueella. Tutkimuksen tavoitteena oli laboratorioanalyysien määrittää erilaatuisista sekajätteistä ja laitosrejektistä orgaanisen materiaalin osuus, raskasmetallipitoisuudet, palamistekniset ominaisuudet ja metaanintuottopotentiaali niiden jatkokäsittelytarpeen arvioimiseksi. Tutkimuksessa tutkittiin sekajätteitä, jotka luokiteltiin syntypaikkansa mukaan neljäksi laaduksi: yhdyskuntien sekajäte, jäteaseman sekajäte, sekalainen rakennusjäte ja laitosrejekti.

Tutkimuksessa selvisi, että erilaatuisista sekajätteistä ja laitosrejektistä määritetyt ominaisuudet vaihtelivat jätelaaduittain ja fraktioluokittain. Hyötykäyttö energiana voimalaitoksissa tai biokaasulaitoksissa on arvioitava laitoskohtaisesti. Voimalaitoksen käyttämä tekniikka määrittää polttoaineelta vaadittavat ominaisuudet, joista polttoaineen valmistajan ja hyödyntäjän on sovittava erikseen. Metaanintuottopotentiaali ja raskasmetallipitoisuudet määrittävät, onko osa fraktioidusta sekajätteestä ja laitorejektistä mahdollista hyödyntää biokaasulaitoksessa.

Asiasanat: sekajäte, rakennusjäte, laitosrejekti, orgaaninen jäte, kaatopaikka-  
asetus, fraktiointi, energiahyötykäyttö, materiaalihyötykäyttö

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

RINTALA, HENRI: Fractionating and quality study of mixed waste and waste treatment reject to estimate the need for further treatment

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, 63pages, 38 appendixes

Spring 2013

ABSTRACT

---

The purpose of this study was to research if pretreated municipal solid waste, construction waste and waste treatment reject are suitable for recovering. The work was commissioned by the Lahti Science and Business Park and it was part of the Material Business Project (MABU). The Lahti Science and Business Park is the leading cleantech technology centre in the Nordic Countries. The purpose of the MABU is to promote the treatment and recovery of biomass, energy waste, construction waste and ash in the Päijät-Häme area.

The objective of the study was to investigate the properties of fractionated municipal solid waste, construction waste and waste treatment reject to estimate what techniques could be used to recycle this kind of waste or to recover it to produce energy. Samples were taken from four different qualities of mixed waste. Data for the study were collected by measuring methane producing potential, heavy metal content and thermal properties from the samples.

The results show that a big part of municipal solid waste, construction waste and waste treatment reject can be recycled or recovered for energy. The properties of different quality wastes and fractions varied. Applicability for recovering depends on the technique of recovering. Further study is needed to improve the quality of pretreated waste by using a material separation process.

Key words: municipal solid waste, mixed waste, construction waste, organic waste, fractionating, energy recovery, recycling

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	MUUTTUVA JÄTELAINSAÄDÄNTÖ	3
2.1	Jätteiden käsittelyä ja hyödyntämistä ohjaava lainsäädäntö	3
2.2	Luonnos valtioneuvoston asetukseksi kaatopaikoista	3
2.3	Etusijajärjestys	4
2.4	Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta	5
2.5	Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista	6
2.6	Kunnalliset jätehuoltomääräykset	6
3	ORGAANINEN JÄTE	7
3.1	Orgaanisen jätteen määritelmä	7
3.2	Orgaanisen ja biohajoavan aineksen indikaattorit	8
4	JÄTEMÄÄRÄT JA JÄTTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN	9
4.1	Jättemäärät ja jätteiden hyödyntäminen Suomessa	9
4.2	Jättemäärät ja jätteiden hyödyntäminen Kujalan jätekeskuksessa	10
5	SEKAJÄTTEIDEN HYÖTYKÄYTTÖ	15
5.1	Jätteiden hyötykäyttöön vaikuttavia tekijöitä	15
5.2	Materiaalihyötykäyttö	15
5.3	Energiahyötykäyttö	15
6	SEKAJÄTTEIDEN LAATU JA KOOSTUMUS	23
6.1	Tutkimuksia sekajätteen laadusta	23
6.1.1	Yhdyskuntien sekajätteen laatu ja koostumus Päijät-Hämeessä	23
6.1.2	Seka- ja rakennusjätteen lavakuormien laatu ja koostumus Päijät-Hämeessä	25
6.1.3	Yhdyskuntien sekajätteen koostumus ja laatu pääkaupunkiseudulla	28
6.1.4	Yhdyskuntien sekajätteen laatu ja koostumus Kainuussa	29
6.2	SRF:n murskaus ja seulonta	31

7	TUTKIMUKSEN KULKU	34
7.1	Tutkimuksen aikataulu ja resurssit	34
7.2	Tutkittavat jätelaadut ja kuormien valinta	35
7.3	Tutkittujen jätteiden määrä	35
7.4	Jätteiden käsittely ja näytteenotto	36
7.4.1	Murskaus	36
7.4.2	Kokoomanäytteen valmistus	39
7.4.3	Seulonta ja osanäytteen valmistus	41
7.4.4	Lajittelu	43
7.5	Laboratorionäytteet ja määritetyt analyysit	44
8	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	46
8.1	Fraktioluokkien muodostuminen	46
8.2	Fraktioluokkien laatu	49
8.2.1	Fraktioluokkien sisältö	49
8.2.2	Lannoitevalmistelain mukainen kiintoainetutkimus	53
8.2.3	Biokaasuntuottotesti	55
8.2.4	Kiinteän polttoaineen analyysi	56
9	HYÖDYNTÄMISVAIHTOEHTOJEN POHTIMINEN	59
9.1	Esikäsittelyn merkitys jätteiden hyödyntämisessä	59
9.2	Materiaalihyötykäyttö	60
9.3	Energiahyötykäyttö	61
10	YHTEENVETO	64
	LÄHTEET	67
	LIITTEET	72

## SANASTO

<b>Biohajoava</b>	Biologisen toiminnan seurauksena hajoava aines. Muodostaa biokaasua hapettomissa olosuhteissa hajotessaan.
<b>Biokaasuntuottotesti</b>	Määritetyissä olosuhteissa näytteestä mitattava metaanintuottopotentiaali.
<b>Fraktiointi</b>	Kappaleiden erottaminen toisistaan palakoon perusteella.
<b>Jäteaseman sekajäte</b>	Jäteasemalla vastaanotettu sekajäte (ks. sekajäte), sisältää kotitalouksien ja yritysten palavaa sekajätettä.
<b>Laitosrejeki</b>	Jätteenkäsittelylaitoksen hyödyntämiskelvoton materiaali, mikä on hylätty ennen käsittelyprosessia.
<b>LOI (Loss On Ignition)</b>	Hehkutushäviö. Määritetään orgaanisen materiaalin pitoisuus.
<b>Lämpöarvo [ MJ/kg ]</b>	Lämpöarvo kertoo kuinka paljon täydellisessä palamisessa kehittyy lämpöä polttoaineen massaa kohti.
<b>Metaanintuottopotentiaali [ m<sup>3</sup>/t VS ]</b>	Biokaasuntuottotestissä mitattu näytteen tuottama metaanimäärä.

<b>Orgaaninen</b>	Määritelmällä tarkoitetaan kaikkea palavaa ainesta.
<b>Raskasmetalli</b>	Yleisnimitys ympäristölle ja terveydelle haitallisille metalleille. Osa raskasmetalleista muuttuu ympäristömyrkyiksi joutuessaan ihmisen takia elolliseen luontoon.
<b>Sekalainen rakennusjäte</b>	Rakennus- ja purkutoiminnassa syntynyt hyödyntämiskelvoton jäte. Ei sisällä maaineksia.
<b>Sekajäte</b>	Hyödyntämiskelvoton jäte, mikä käsitellään polttamalla jätevoimalassa tai loppusijoitetaan kaatopaikalle.
<b>SRF</b>	Mekaanisella käsittelyllä valmistettu jäteperäinen polttoaine.
<b>Tehollinen lämpöarvo [MJ/kg ]</b>	Se lämpöenergian määrä, joka vapautuu, kun sekä polttoaineen vesi että palamisessa muodostunut vesi ovat vesihöyrynä.
<b>TOC (Total Organic Carbon)</b>	Orgaanisen hiilen kokonaismäärä.
<b>Yhdyskuntajäte</b>	Asumisessa syntyvää jätettä (kotitalousjätettä mukaan lukien sako- ja umpikaivoliete) sekä laadultaan siihen rinnastettavaa jätettä, joka syntyy esimerkiksi hallinnossa, teollisuudessa tai palvelutoiminnassa.
<b>Yhdyskuntien sekajäte</b>	Pakkaavalla jäteautolla kotitalouksista sekä hallinto-, teollisuus- ja palvelutoiminnasta kerätty sekajäte (ks. sekajäte).

# 1 JOHDANTO

Jätteiden kaatopaikkakäsittely on vähentynyt viimeisen viiden vuoden aikana jätteiden lajittelun sekä vaihtoehtoisten jätteenkäsittelymenetelmien tehostaessa jätteiden hyötykäyttöä. Suuri osa jätteistä on kuitenkin edelleen sijoitettava kaatopaikalle. Suomessa oli vuonna 2010 käytössä 57 julkista ja 74 yksityistä tavanomaisen jätteen kaatopaikkaa. Vuonna 2010 Suomessa syntyi yhteensä 99,5 miljoonaa tonnia jätettä, josta kaatopaikoille sijoitettiin noin 63 miljoonaa tonnia. Kaatopaikoille sijoitetusta jätemäärästä yhdyskuntajätettä oli 1,1 miljoonaa tonnia ja talonrakentamisesta syntyneitä rakennusjätettä 0,7 miljoonaa tonnia. (Tilastokeskus 2012, 26.) Jätteiden loppusijoittamisesta kaatopaikoille syntyy kasvihuonekaasuja, kuten metaania ja hiilidioksidia, kun jätteen sisältämä orgaaninen aines hajoaa hapettomissa olosuhteissa. Kyse on merkittävästä ongelmasta, koska kaatopaikkojen aiheuttamat metaanipäästöt muodostavat suuren osan ihmisen toiminnasta aiheutuvista metaanipäästöistä. (Pipatti, Hänninen, Vesterinen, Vihersaari & Savolainen 1996, 10.)

Jätealan lainsäädännön tavoitteena on vähentää jätehuollosta aiheutuvaa ympäristökuormitusta. Jätteiden hyödyntämistä tehostamalla pyritään vähentämään jätteiden käsittelystä aiheutuvia päästöjä. (Ympäristöministeriö 2012e.) Jätteiden kaatopaikkakäsittelyä tullaan lähitulevaisuudessa rajoittamaan nykyisestä. Luonnos valtioneuvoston kaatopaikka-asetuksesta sisältää orgaanisen jätteen pääsääntöisen kaatopaikkakiellon, mikä tarkoittaa, että kaatopaikalle saa sijoittaa vain sellaista tavanomaista jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC) tai heikutushäviönä (LOI) on enintään 10 prosenttia. Kaatopaikka-asetusluonnoksen sisältämät rajoitukset astuvat voimaan 1.1.2016. (Ympäristöministeriö 2012g.) Tämä edellyttää tulevaisuudessa orgaanista jätettä sisältävän sekajätteen esikäsittelyä, jotta orgaaninen aines saataisiin eroteltua muusta jätteestä hyötykäytettäväksi mahdollisimman tehokkaasti.

Tässä tutkimuksessa tarkoituksena oli selvittää, soveltuuko erilaatuisista sekajätteistä ja laitosrejektistä mekaanisella esikäsittelyllä erotetut materiaalit hyötykäytettäväksi sen sijaan, että ne sijoitettaisiin kaatopaikalle tai poltettaisiin sellaiseen jätevoimalassa. Esikäsittelyssä jäte murskattiin, minkä jälkeen siitä fraktioi-



tiin seulomalla erikokoiset kappaleet omiksi fraktioluokikseen. Tavoitteena oli määrittää laboratorianalyseillä murskatun ja fraktioidun jätteen ominaisuuksia hyötykäyttömahdollisuuksien selvittämiseksi ja jatkokäsittelytarpeen arvioimiseksi.

Tutkimus on osa Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy:n toteuttamaa Materiaalien käsittelyllä lisää palveluja ja tekniikkaa Päijät-Hämeeseen -hanketta (MABU). Hankkeen tarkoituksena on lisätä eri toiminnoissa syntyvien biomassa- ja jätevirtojen saatavuutta ja käsittelyä Päijät-Hämeen alueella. Hankkeen tavoitteena on selvittää mahdollisuuksia kasvattaa biomassa- ja energiajätevirtojen sekä rakennusjätteen ja tuhkan materiaali- ja energiahyödyntämistä Päijät-Hämeessä. Hankkeen tavoitteena on myös kehittää alueen yritystoimintaa selvittämällä yritysten mahdollisuuksia tarjota palvelujaan ja teknologiaansa näiden massavirtojen käsittelemiseksi. Hankkeessa luodaan uusia toimintamalleja eri toimintojen kehittämiseksi. Hankkeen aikana on toteutettu mm. Kaatopaikka- ja rakennusjätteen lavo-kuormien laatututkimus Kujalan jätekeskuksessa (Vanhala 2010). (Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy 2012.)

Tutkimus suoritettiin Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n (PHJ) Kujalan jätekeskuksessa. PHJ on 12 kunnan omistama osakeyhtiö, joka hoitaa osakaskuntiensa jätteen käsittely- ja hyödyntämistehtävät, jätehuollon kehittämisen sekä jäteneuvonnan. PHJ:n toimialueella on noin 202 000 vakituista asukasta ja noin 10 000 yritystä. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012e.)

## 2 MUUTTUVA JÄTELAINSAÄDÄNTÖ

### 2.1 Jätteiden käsittelyä ja hyödyntämistä ohjaava lainsäädäntö

Suomen jätelainsäädäntö seuraa pääsääntöisesti EU:n jätelainsäädäntöä. Jätelainsäädännön tarkoituksena on vähentää ja ehkäistä jätteenkäsittelyn eri vaiheissa syntyviä ympäristö- ja terveyshaittoja. Jätelaki (646/2011) ja sen nojalla annettu valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012) antavat yleiset säädökset jätehuollosta ja jätteenkäsittelystä. Jätteistä aiheutuvia ympäristöhaittoja sääntelee keskeisesti ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja sen nojalla annettu valtioneuvoston asetus ympäristönsuojeluasetuksen muuttamisesta (180/2012). (Ympäristöministeriö 2012e.) Jätealan lainsäädäntö koki kokonaisuudistuksen vuonna 2012. Uudistuksen tavoitteena on ajanmukaistaa jätelainsäädäntö vastaamaan nykyisiä jäte- ja ympäristöpolitiikan painotuksia sekä EU-lainsäädännön vaatimuksia. (Ympäristöministeriö 2012c.)

Kaatopaikoista annetussa EU:n neuvoston direktiivissä kaatopaikoista (1993/31/EY) edellytetään, että jäsenvaltioilla on oltava kansallinen strategia biohajoavien jätteiden kaatopaikkakäsittelyn vähentämisestä. Suomen kansallisessa strategiassa tarkastellaan biohajoavien jätteiden kierrätystä, kompostointia ja muuta biologista käsittelyä sekä energiahyödyntämistä kaatopaikkakäsittelyn vaihtoehtona. Vuonna 2016 Suomessa arvioidaan syntyvän yhdyskuntien biohajoavaa jätettä 3,4 miljoonaa tonnia. Kaatopaikkadirektiivissä edellytetään, että biohajoavaa yhdyskuntajätettä sijoitetaan kaatopaikalle vuonna 2016 enintään 35 prosenttia laskettuna vuonna 1994 syntyneestä 2,1 miljoonasta tonnista. Tämän mukaisesti biohajoavan yhdyskuntajätteen kaatopaikkakäsittelyä on Suomessa rajoitettava vuonna 2016 enintään 0,7 miljoonaan tonniin. (Ympäristöministeriö 2012e.)

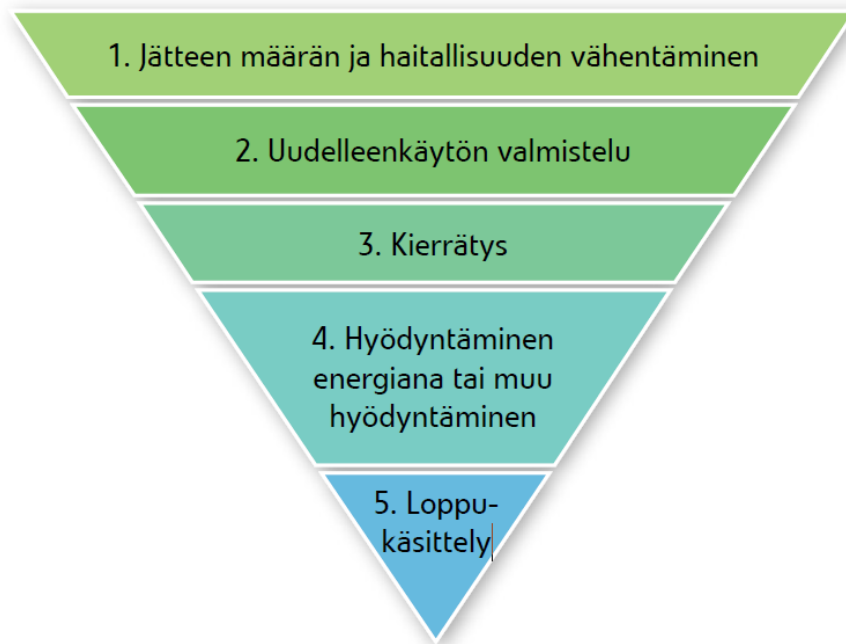
### 2.2 Luonnos valtioneuvoston asetukseksi kaatopaikoista

Luonnosvaiheessa oleva valtioneuvoston asetus kaatopaikoista korvaa voimaan astuessaan valtioneuvoston päätöksen kaatopaikoista (VNp 861/1997), mikä on tähän asti ohjannut jätteiden kaatopaikkakäsittelyä (Ympäristöministeriö 2012b). Kaatopaikkojen aiheuttamien metaanipäästöjen ja suotovesikuormituksen vähen-

tämiseksi kaatopaikka-asetuksella tullaan täsmentämään nykyisiä säännöksiä, joilla rajoitetaan biohajoavien ja muiden orgaanisten jätteiden sijoittamista kaatopaikoille. Kaatopaikka-asetus sisältää niin sanotun orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon, mikä tarkoittaa, että tavanomaisen jätteen kaatopaikalle saa sijoittaa vain sellaista tavanomaista jätettä, jonka orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC) tai hehkutushäviönä (LOI) on enintään 10 prosenttia. LOI-kriteeriä käytetään erityisesti tilanteissa, joissa TOC:n mittaaminen on ongelmallista. Vain joko LOI- tai TOC-raja-arvon tarvitsee alittua. Uusia säännöksiä biohajoavan ja muun orgaanisen jätteen pääsääntöisestä kaatopaikkakiellosta sovelletaan 1.1.2016 alkaen. (Ympäristöministeriö 2012f.)

### 2.3 Etusijajärjestys

Jätelain mukaan kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan noudatettava EU:n neuvoston direktiiviin jätteistä (2008/98/EY) perustuvaa etusijajärjestystä, mikä tarkoittaa, että ennen jätteen loppusijoitusta on pyrittävä vähentämään jätettä, valmistelemaan jäte uudelleenkäyttöön, kierrätettävä tai hyödynnettävä jäte (646/2011, 8 §). Etusijajärjestyksen periaate on esitetty kuviossa 1. Suomen jätelainsäädännössä etusijajärjestys on yksi keskeisimpiä periaatteita. (Ympäristöministeriö 2012a.) Kansallisessa biojätestrategiassa kaatopaikkakäsittelyn vaihtoehtoina tarkastellaan materiaalikierrätystä, jätteiden hyödyntämistä energiana ja jätteiden biologista käsittelyä (Ympäristöministeriö 2012e).



KUVIO 1. Jätteiden käsittelyä ja hyödyntämistä koskeva etusijajärjestys jätelain (646/2011, 8 §) perusteella (Ympäristöministeriö 2012a)

Tässä tutkimuksessa tutkitaan mahdollisuutta erottaa esikäsittelystä sekajätteestä materiaalia, kuten metallia, kierrätettäväksi ja esikäsitellyn sekajätteen soveltuvuutta energia- ja materiaalihyötykäyttöön. Jätteen hyödyntämistä energiana voimailoissa säätelee valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta (362/2003). Biologisissa jätteenkäsittelylaitoksissa, kuten biokaasulaitoksissa, hyödynnetyn biohajoavan jätteen lopputuotteen hyödyntämistä esimerkiksi lannoitteena, säätelee maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista (24/11).

#### 2.4 Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta

Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta (362/2003) perustuu EU:n neuvoston direktiiviin jätteen polttamisesta (2000/76/EY). Asetuksen tarkoituksena on ehkäistä sekä tavanomaisen jätteen että vaarallisen jätteen poltosta syntyviä päästöjä ilmaan ja veteen. (Ympäristöministeriö 2008.)

Asetusta sovelletaan poltto- tai rinnakkaispolttolaitokseen, jossa poltetaan kiinteää tai nestemäistä jätelaissa tarkoitettua jätettä. Asetuksessa annetaan päästöille raja-arvot, joita ei saa ylittää. (Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 362/2003.)

## 2.5 Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista

Lannoitevalmistelain (539/2006) nojalla annetussa maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteista (24/11) on esitetty laatuvaatimuksia lannoitevalmisteille. Lannoitevalmisteasetus koskee lannoitevalmisteita valmistavia jätelaitoksia. Asetuksessa määritetään mm. haitallisten aineiden ja raskasmetallien enimmäispitoisuudet lannoitevalmisteissa. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11.)

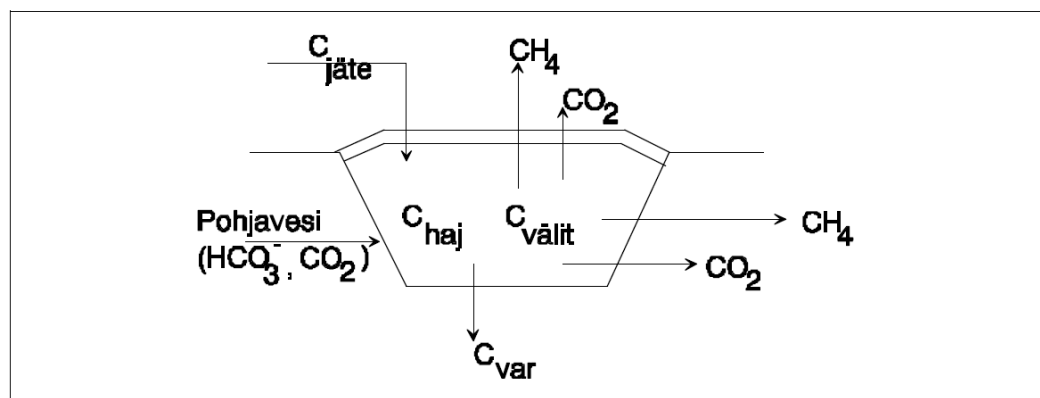
## 2.6 Kunnalliset jätehuoltomääräykset

Kunnat voivat antaa paikallisista oloista johtuvia yleisiä määräyksiä täsmentämään jätelain ja sen nojalla annettujen asetusten täytäntöönpanoa (Jätelaki 646/11, 91§), joilla myös orgaanisen jätteen päätymistä sekajätteen joukkoon voidaan rajoittaa.

### 3 ORGAANINEN JÄTE

#### 3.1 Orgaanisen jätteen määritelmä

Orgaaninen jäte koostuu orgaanisesta aineksesta ja määritelmällä tarkoitetaan yleensä kaikkea palavaa jätettä, sekä biohajoavaa jätettä että muuta orgaanista jätettä, kuten muovია. Orgaaninen jäte on ainesta, joka hajotessaan biologisen toiminnan seurauksena hapettomissa olosuhteissa muodostaa biokaasua, kuten metaania ( $\text{CH}_4$ ) ja hiilidioksidia ( $\text{CO}_2$ ). Kuviossa 2 on esitetty kaatopaikan hiilitase. Biohajoavaa jätettä ovat esimerkiksi elintarvike-, puutarha-, paperi- ja kartonkijäte. Orgaaninen jäte sisältää erilaisia muovi- ja kumijätteitä, joilla on yleensä huomattava lämpöarvo. On otettava huomioon, että kaikki biohajoava jäte on myös orgaanista, mutta osa orgaanisesta jätteestä ei ole biohajoavaa. (Wahlström, Laine-Ylijoki & Jermakka 2012, 14, 23.)



KUVIO 2. Kaatopaikan hiilitase ( $C_{\text{jäte}}$  on jätteiden,  $C_{\text{haj}}$  hajoamistuotteiden ja  $C_{\text{välit}}$  välituotteiden sisältämä hiili sekä  $C_{\text{var}}$  kaatopaikalle varastoituva hiili) (Pipatti ym. 1996)

Kaatopaikalle sijoitettavista orgaanisista jätteistä määrällisesti merkittävimpiä ovat käsittelemätön yhdyskuntajäte ja sen käsittelyn rejektit, tekstiilijäte, puujäte sekä sekalainen rakennusjäte ja sen käsittelyn rejektit. Osa käsittelemättömästä yhdyskuntajätteestä sekä rakennus- ja purkujätteistä ovat biohajoavia. Myös yh-

dyskuntajätteen esikäsitelyssä ja sekalaisen rakennusjätteen käsittelyssä muodostuu merkittäviä jäännösjakeita, jotka sisältävät biohajoavia aineksia. Orgaanisen aineen kaatopaikkakielto vaikuttaa eniten kaatopaikalle sijoitettavaan sekajätteen. Kiellon myötä se hyödynnetään kierrättämällä tai polttamalla kaatopaikkakäsittelyn sijaan. (Wahlström ym. 2012, 23.)

### 3.2 Orgaanisen ja biohajoavan aineksen indikaattorit

Yleisimmin käytetyt karkeat orgaanisen aineksen indikaattorit ovat kokonaisorganisen hiili ja hehkutushäviö. Tavanomaisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen orgaanisen aineksen määrittämiseen ehdotetaan käytettäväksi kokonaisorganisen hiilen pitoisuutta (TOC) standardin SFS-EN 13137 mukaisella määrittelyllä, ja vaihtoehtoisena indikaattorina hehkutushäviötä (LOI) lämpötilassa 550 °C standardin SFS-EN 15169 mukaisella määrittelyllä. Liukoisella orgaanisella hiilellä (DOC) mitataan jätteen vaikutusta vesistöihin ja välillisesti myös orgaanisen aineen hajoamista, mikä on jätteestä tietyissä olosuhteissa veteen liukenevan orgaanisen hiilen määrä. Liukoinen DOC-pitoisuus määritetään säädetyllä pH-alueella (pH 7,5–8,0) tai jätteen omassa pH-arvossa. Biohajoavan aineksen indikaattoreita ovat mm. jätteen biokaasuntuottopotentiaali määritellyissä testiolosuhteissa, tyypillisesti AT4- ja GB21-testien mukaisesti mitattuna. (Wahlström ym. 2012, 15–18.)

## 4 JÄTEMÄÄRÄT JA JÄTTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN

### 4.1 Jättemäärät ja jätteiden hyödyntäminen Suomessa

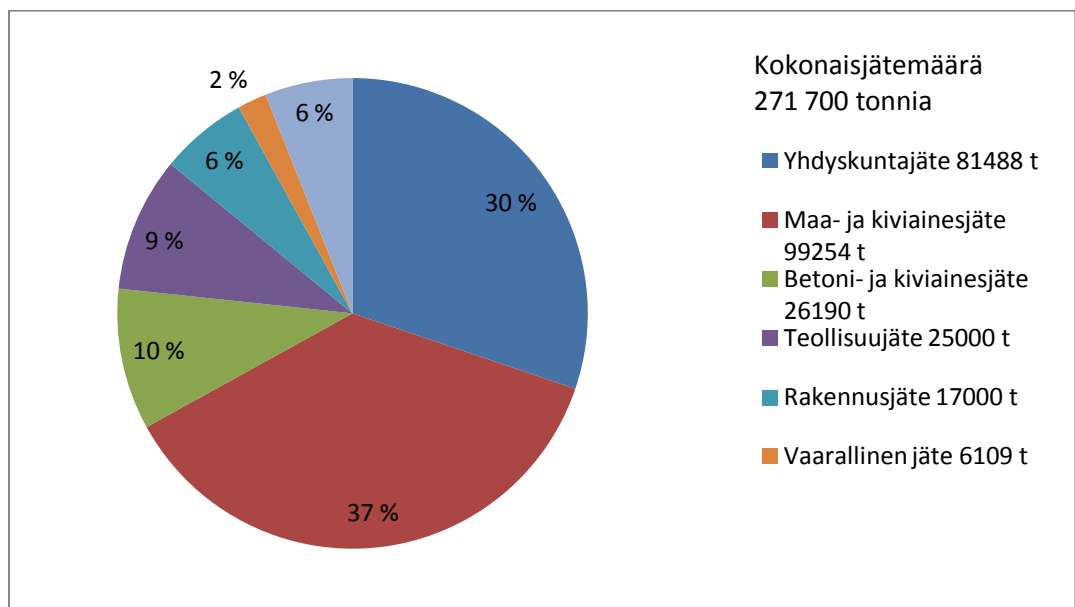
Vuonna 2010 Suomessa kertyi jätettä yhteensä 99,5 miljoonaa tonnia, josta suurin osa syntyi mineraalien kaivussa, rakentamisessa ja teollisuudessa. Rakennusjätettä kertyi maa-ainesjätettä huomioon ottamatta 2,2 miljoonaa tonnia ja teollisuusjätettä 12,9 miljoonaa tonnia. Korjausrakentamisen osuus rakennusjätteistä oli suurin ja uudisrakennustyömaiden pienin. Yhdyskuntajätettä kertyi 2,5 miljoonaa tonnia, josta suurin osa oli kotitalouksien ja palveluelinkeinojen tuottamaa. Yhdyskuntajätteestä oli sekajätettä 1,5 miljoonaa tonnia eli 60 %. Sekajäte koostui valtaosin biohajoavasta jätteestä. (Tilastokeskus 2012, 23, 36.)

Vuonna 2010 Suomessa sijoitettiin kaatopaikalle 63,0 miljoonaa tonnia jätettä, josta mineraaliperäisten jätteiden osuus oli noin 95 %. Rakennusjätteistä lähes miljoona tonnia arvioitiin päätyvän kaatopaikalle. Yhdyskuntajätteistä kaatopaikalle sijoitettiin 1,1 miljoonaa tonnia. Vuonna 2010 jätteitä hyödynnettiin Suomessa kaikkiaan 37,2 miljoonaa tonnia, josta kierrättämällä 28,7 miljoonaa tonnia ja energiantuotannossa 8,5 miljoonaa tonnia. Sekajätettä hyödynnettiin materiaalina noin 240 000 tonnia ja energiana noin 400 000 tonnia. (Tilastokeskus 2012, 25 - 26.)



#### 4.2 Jättemäärät ja jätteiden hyödyntäminen Kujalan jätekeskuksessa

Vuonna 2011 PHJ vastaanotti yhteensä noin 271 700 tonnia jätettä pääasiassa toimialueeltaan, mutta myös muualta Etelä-Suomesta. PHJ:n toimialue on esitetty kuviossa 4. Kokonaisjättemäärässä ei ole otettu huomioon puhdasta ylijäämämaata, jonka määrä vuonna 2011 oli noin 50 000 tonnia. Kokonaisjättemäärästä noin 81 000 tonnia (30 %) oli yhdyskuntajätettä, 25 000 tonnia (9 %) teollisuusjätettä ja noin 17 000 tonnia (6 %) rakennusjätettä. Kuviossa 3 on esitetty eri jätelaatujen osuudet kokonaisjättemäärästä. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d.)



KUVIO 3. Eri jäteluokkien osuudet vastaanotetusta kokonaisjättemäärästä (271 700 t) Kujalan jätekeskuksessa vuonna 2011 (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d)

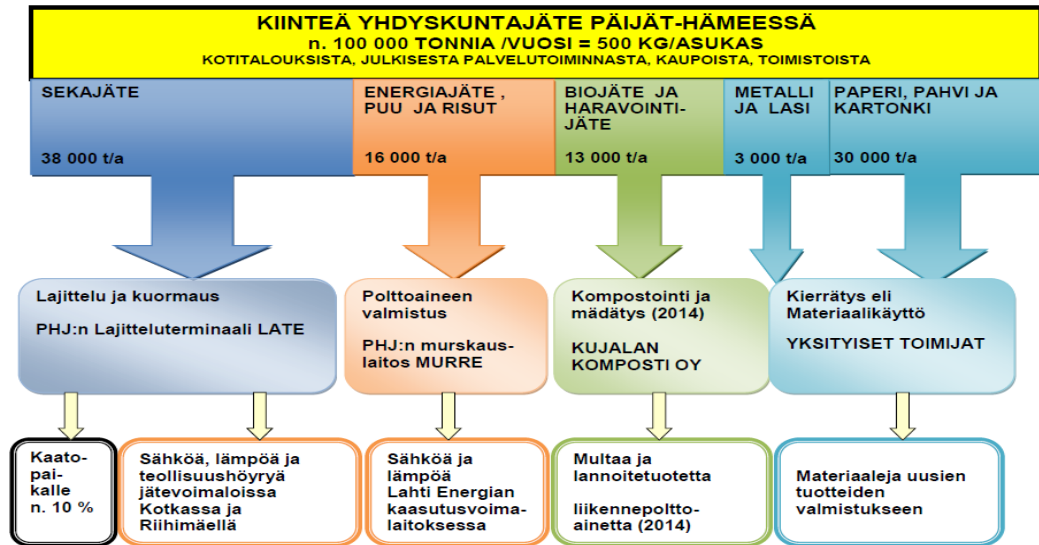
PHJ:n toimialueella on syntypaikkalajitteluun perustuva jätehuoltojärjestelmä, minkä vuoksi orgaanisesta jätteestä suuri osa saadaan jo tällä hetkellä erilleen sekajätteestä. Biojätteen, paperin, kartongin ja energiajätteen erilliskeräyksen vuoksi yli 50 % yhdyskuntajätteen sisältämästä orgaanisesta materiaalista saadaan erilleen sekajätteestä jo syntypaikalla, mikä helpottaa materiaalin hyödyntämistä ma-

teriaalina ja energiana. Jätteiden erilliskeräyksestä annetuja määräyksiä on esitelty tarkemmin Lahden kaupungin yleisissä jätahuoltomääräyksissä liitteessä 1.



KUVIO 4. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n toimialue (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d)

Kaatopaikalle sijoitetun jätteen määrä Kujalan jätekeskuksessa on vähentynyt merkittävästi sen jälkeen kun sekajätettä on ryhdytty toimittamaan energiahyödynnettäväksi Kotkan Energia Oy:n höytyvoimalaitokseen Kotkaan ja Ekokem Oy:n jätevoimalaan Riihimäelle. Vuonna 2006 kaatopaikalle sijoitetun jätteen määrä oli noin 81 000 tonnia, kun vuonna 2009 se oli 77 % vähemmän, noin 19 000 tonnia. Kujalan jätekeskukseen vastaanotetuista jätteistä suuri osa on sellaista syntypaikkalajiteltua jätettä, mikä pystytään ohjaamaan energia- tai materiaalihyötykäyttöön, mutta osa jätteistä on edelleen loppusijoitettava kaatopaikalle. Vuonna 2011 PHJ hyödynsi vastaanottamastaan kokonaisjättemäärästä 86 %, yhdyskuntajätteestä hyödynnettiin noin 88 %. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d.) Kuviossa 5 on esitetty kiinteän yhdyskuntajätteen koostumus, vuosittaiset määrät, käsittely ja hyödyntäminen Päijät-Hämeessä.



KUVIO 5. Kiinteän yhdyskuntajätteen koostumus, vuosittaiset määrät, käsittely ja hyödyntäminen Päijät-Hämeessä vuonna 2011 (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d)

Tässä tutkimuksessa tutkittiin erilaatuisista, osittain kaatopaikalle sijoitettavista, sekajätteistä syntypaikkalajiteltua sekajätettä, sekalaista rakennusjätettä ja käsitteilylaitosten hyödyntämiskelvottomia rejektejä (laitosrejektejä). Syntypaikkalajiteltu sekajäte eriteltiin tässä tutkimuksessa vielä kahteen osaan alkuperän perusteella: yhdyskuntien sekajäte ja jäteaseman sekajäte. Erittely tehtiin siksi, koska haluttiin saada selville sekajätteen alkuperän vaikutus sen laadullisiin ominaisuuksiin. Yhdyskuntien sekajätteeksi luokiteltiin kotitalouksista, julkisesta palvelutoiminnasta, kaupoista ja toimistoista kerätty sekajäte. Jäteaseman sekajätteeksi luokiteltiin PHJ:n jäteasemilta peräisin oleva sekajäte. Tutkittavien jätelaatujen osuus on yhteensä noin 20 % vastaanotetusta kokonaisjättemäärästä (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d). Taulukossa 1 on esitetty tutkittavien jätelaatujen jättemäärät Kujalan jätekeskuksessa vuonna 2011.

TAULUKKO 1. Tutkittavien jätelaatujen vuosittaiset määrät Kujalan jätekeskuksessa vuonna 2011 (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d)

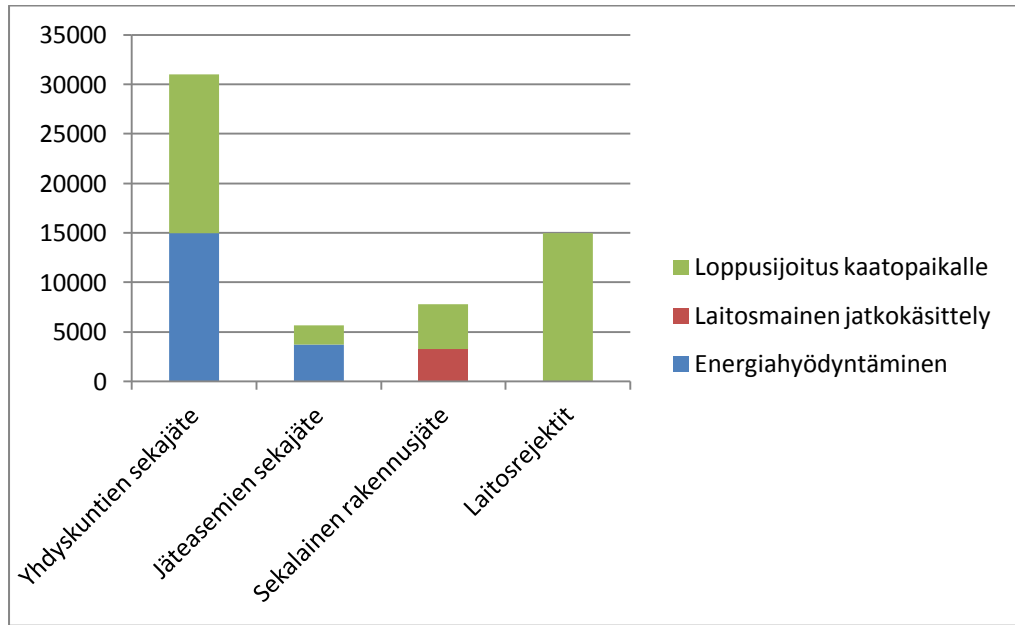
Jätelaatu	tonnia / v
Yhdyskuntien sekajäte	31 000
Jäteasemien sekajäte	6 000
Sekalainen rakennusjäte	8 000
Laitosrejektit	15 000
<b>Yhteensä</b>	<b>60 000</b>

Yhdyskuntien sekajäte otetaan vastaan Kujalan jätekeskuksen lajitteluterminaaliiin, missä se esilajitellaan, kuormataan kontteihin ja toimitetaan energiahyötykäyttöön Kotkan Energian hyötyvoimalaitokseen ja Ekokemin jätevoimalaan Riihimäelle (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012b). Sekajätettä toimitetaan vuosittain yhteensä noin 26 000 tonnia, noin 60 % sekajätteen vuotuisesta kokonaismäärästä, energiahyötykäyttäväksi (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d). Kuviossa 6 on esitetty energiahyötykäyttöön menevät jätemäärät jätelaaduittain.

Jäteaseman sekajätteestä noin 70 % ja sekalaisesta rakennusjätteestä noin 50 % hyödynnetään eri tavoin. Niistä esilajitellaan lajitteluterminaalissa kaivinkoneen materiaalinkäsittelykouralla hyödynnettäviä materiaaleja, kuten puuta, metallia, energiajätettä, sekä vaarallisia jätteitä, sähkölaitteita ja isoja palamattomia kappaleita noin 10 % niiden lajitteluterminaaliiin otetusta kokonaismäärästä. Esilajittelun jälkeen suurin osa jäteaseman sekajätteestä sekä sekalaisesta rakennusjätteestä kuljetetaan laitospäin jatkokäsittelyyn Hyötypaperi Oy:n käsittelylaitokseen Valkealaan. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d). Kuviossa 6 on esitetty laitospäin jatkokäsittelyyn menevät jätemäärät jätelaaduittain. On kuitenkin otettava huomioon, että laitospäin jatkokäsittelyyn menevästä jätteestä osa hyödynnetään materiaalina, osa energiana ja osa sijoitetaan kaatopaikalle.

Kujalan jätekeskuksen kaatopaikalle sijoitetaan yhdyskuntajätettä voimaloiden huoltoseisokkien tai häiriötilanteiden aikana. Myös hyödyntämiskelvoton sekalainen rakennusjäte, erikoiskäsiteltävät jätteet ja kaikki laitosrejektit loppusijoitetaan kaatopaikalle. Rakennusjätteet sijoitetaan omalle alueelle erikseen yhdyskuntajät-

teestä. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012a.) Vuonna 2011 kaatopaikalle sijoitettiin noin 38 500 tonnia jätettä (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d). Kuviossa 6 on esitetty kaatopaikalle sijoitettujen jätteiden määrä jätelaadittain.



KUVIO 6. Tutkittavien jätelaatujen käsittely- ja hyödyntämismenetelmät sekä jätemäärät Kujalan jätekeskuksessa vuonna 2011 (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2012d)

## 5 SEKAJÄTTEIDEN HYÖTYKÄYTTÖ

### 5.1 Jätteiden hyötykäyttöön vaikuttavia tekijöitä

Jätelakiin (646/2011) perustuva etusijajärjestys sitoo ammattimaisia toimijoita, kuten jätteen käsittelijöitä ja kunnallisia toimijoita. Etusijajärjestyksen mukaista jätehuoltovaihtoehtoa valittaessa tulee huomioida jätteen elinkaarivaikutukset, ympäristönsuojelu sekä toimijan tekniset ja taloudelliset edellytykset noudattaa etusijajärjestystä. Elinkaarivaikutusten tarkastelu voidaan tehdä yksinkertaistettua elinkaarijätettä soveltaen tai noudattaen standardeja ISO 14040 ja 14044. Toiminnanharjoittajien, kuten jätehuoltotoimijoiden ja viranomaisten, on tehtävä elinkaaritarkasteluja etusijajärjestyksen noudattamisen perustelemiseksi. Elinkaaritarkastelu on otettava huomioon osana jätehuoltoratkaisujen suunnittelua ja päätöksentekoa. (Hämäläinen & Nummela 2012, 2.)

### 5.2 Materiaalihyötykäyttö

Jäteasetuksessa ja valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on asetettu jätteen kierrätykselle tavoite, jonka mukaan 50 painoprosenttia yhdyskuntajätteestä on kierrätettävä vuoteen 2016 mennessä. Kierrätystavoitteiden saavuttamista edistää paperi-, kartonki-, lasi-, metalli-, muovi- ja biojätteiden erilliskeräysvaatimukset, jotka koskevat teollisuus- ja palveluyrityksiä, muita elinkeinotoiminnan harjoittajia, jätteen haltijoita sekä kuntia. Tavoitteen mukaan rakennus- ja purkujätteestä on hyödynnettävä materiaalina vuoteen 2020 mennessä vähintään 70 prosenttia. (Ympäristöministeriö 2012a.)

### 5.3 Energiahyötykäyttö

Jätteiden energiahyödyntäminen tulisi tapahtua parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa käyttäen sekä jätteiden synnyn ehkäisy ja jätteiden materiaalihyötykäyttö huomioon ottaen. Mikäli jäte ei heikon laadun, valmistusprosessin energiankulutuksen tai huonon hyötysuhteen vuoksi sovellu SRF:n valmistukseen, voidaan se polttaa arinapolttolaitoksissa. SRF on jätteistä mekaanisesti prosessoimalla tuotettua jäteperäistä polttoainetta. Heikkolaatuista SRF:ää voidaan polttaa sitä varten

suunnitelluissa leijupetikattiloissa tai pienissä vakioiduissa arinapolttolaitoksissa tai kaasuttaa puhdistetuksi polttoainekaasuksi. Parhaat SRF laadut voidaan polttaa rinnakkaispolttona lämmöntuotantoon yhdistetyssä sähköntuotannossa. (Jätelaitosyhdistys 2012.)

Yhdyskuntajätteestä soveltuu energiahyödyntämiseen asumisjäte ja siihen rinnastettava jäte, jonka materiaalihyödyntämisen lisääminen on teknisesti vaikeaa, eikä muodostu ympäristö- ja kustannusvaikutuksiltaan järkeväksi. Nykyisin noin viidennes yhdyskuntajätteestä käsitellään polttamalla joko yhdyskuntajätteiden polttamiseen suunnitelluissa jätevoimaloissa tai SRF:ää hyödyntävissä rinnakkaispolttolaitoksissa. Jätteen massapoltto arinatekniikkaa käyttävissä jätteenpolttolaitoksissa on osoittautunut varmimmaksi tavaksi hyödyntää yhdyskuntajäte energiana. (Jätelaitosyhdistys 2012.)

Jäteperäinen polttoaine on tavanomaisesti koostumukseltaan heterogeenista ja eroaa fysikaalisten (palakoko, muoto, kosteus), kemiallisten ja palamisominaisuuksiensa osalta tavanomaisista polttoaineista. Tämän vuoksi jätteen polttaminen asettaa erityisvaatimuksia käytettävälle polttotekniikalle ja päästöjen hallinnalle. (Jätelaitosyhdistys 2012.) Taulukossa 2 on esitetty eräiden kiinteiden polttoainien ominaisuuksia. Syntypaikkalajittelussa muodostuvan sekajätteen energiasältö on noin 7 - 11 GJ/tonni. Polttoon soveltuvat myös monet teollisuuden toimialoilla syntyvät jätevirrat. (Jätelaitosyhdistys 2012.)

Kloori, rikki, kadmium ja elohopea aiheuttavat poltossa päästöjä savukaasuihin ja tuhkaan. Natriumin ja kaliumin liian korkea yhteenlaskettu pitoisuus aiheuttaa leijupetitekniikkaa käyttävässä voimalaitoksessa leijuhiekan paakkuuntumista. Lisäksi ne likaavat kattilan lämpöpintoja sekä edistävät siten korroosiota. Kloori lisää tietyissä olosuhteissa kuumakorroosioriskiä ja siitä saattaa muodostua suolahappoa (HCl). Rikkiä käytetään kumin vulkanointiin, klooria ja rikkiä lisätään tekstiileihin käsittelyssä estämään ryppyntymistä, kadmiumia käytetään väriaineissa ja PVC-muovin stabilisaattorina, klooria käytetään nahan käsittelyssä, natriumia ja kaliumia tulee hygieniatuotteisiin mm. virtsasta. (Ajanko, Moilanen & Juvonen 2005, 52, 80)

TAULUKKO 2. Eräiden kiinteiden polttoaineiden ominaisuuksia (mukaihen Alakangas 2000, 153)

Määrittys	Yksikkö	Kierrätyspuu	Pakkausjäte	SRF	Yhdyskuntien sekajäte (kotitalouden kuivajäte)
Kokonaiskosteus	m - %	15-35	7-25	15-35	25-36
Tuhka 550 °C, vedetön	m - %	1-5	5-15	3-7	5,3-16,1
Hiili ( C ), vedetön	m - %	48-51	34,5-35,6	45-56	47,1-53,5
Typpi (N), vedetön	m - %	0,1-0,8	0,08-0,1	0,2-0,9	0,67-1,07
Kloridi (Cl), vedetön	m - %	< 0,1	< 0,1	0,03-1,0	0,2-1,5
Rikki (S), vedetön	m - %	< 0,2	0,02-0,06	0,05-0,20	0,08-0,22
Tehollinen lämpöarvo, kuiva-aine	MJ/kg	18-19	17-25	17-37	18,5-23,4
Tehollinen lämpöarvo, saapumistila	MJ/kg	12-16	10,4-10,9	13-35	6,9-11,7
Kalium (K)	m - % ka	0,0007-0,0009	0,001-0,0055	0,001-0,0015	0,0008-0,0038
Natrium (Na)	m - % ka	0,0005-0,001	0,002-0,003	0,001-0,0045	0,001-0,0048

SRF:ää valmistettaessa jäte murskataan polttotekniikoille soveltuvaan palakokoon. Jätteestä on myös poistettava metalleja, jotta nämä eivät aiheuta haittaa polttoprosessin syöttö- ja tuhkanpoistolaitteissa. SRF:n valmistusprosessissa jätteestä voidaan lisäksi eri tavoin erottaa biohajoavaa ainesta, pienikokoista mineraaliainesta ja painavaa palamatonta ainesta. SRF:n energiahyödyntämisessä polttoaineen mekaaninen valmistus ja rejektien käsittely muodostavat merkittävän kustannuksen. (Jätelaitosyhdistys 2012.)



SRF:ksi luokitellaan tavanomaisesta jätteestä tuotetut poltto-aineet, jotka täyttävät EN-standardien vaatimukset. Tavanomainen jäte tarkoittaa mm. kiinteää yhdyskuntajätettä, teollisuusjätettä, kaupan jätettä sekä rakennus- ja purkujätettä.

SRF:lle on olemassa eurooppalainen standardi EN 15359:2011. Se on vahvistettu suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi SFS-EN 15359, missä SRF luokitellaan sen tärkeimpien ominaisuuksiensa perusteella eri luokkiin. SRF:n luokitusjärjestelmä perustuu kolmen tärkeän ominaisuuden raja-arvoihin, joita ovat: taloudellinen tekijä (tehollinen lämpöarvo), tekninen tekijä (klooripitoisuus) ja ympäristötekijä (elohopeapitoisuus). Jokainen ominaisuus on jaettu viiteen luokkaan, ja SRF luokitellaan jokaisen ominaisuuden perusteella johonkin luokista 1 – 5.

Luokkanumeroiden yhdistelmästä muodostuu luokkakoodi, jossa kaikki ominaisuudet ovat yhtä tärkeitä, eikä mikään yksittäinen luokkanumero määrää koodia. (SFS-EN 15359.)

Standardin mukainen luokittelu on työkalu, mikä antaa yleiskuvan kyseisestä polttoaineesta sen käyttäjälle. Luokittelu ei kuitenkaan pelkästään riitä, vaan olennaiset polttoaineominaisuudet on määriteltävä tarkemmin. Pakolliset määriteltävät ominaisuudet on esitetty taulukossa 3. SRF:ää käyttävä laitos valitsee polttoaineen sen mukaan, mikä polttoaine sopii kyseisen laitostyyppin toimintaolosuhteille. Polttoaineen toimittajan ja käyttäjän on sovittava spesifikaatiossa polttoaineen laatuvaatimuksista. (SFS-EN 15359.)

TAULUKKO 3. SRF:n pakolliset määriteltävät ominaisuudet sekä standardit, joiden mukaisesti ominaisuudet on määritettävä (mukailten SFS-EN 15359)

Pakolliset määriteltävät ominaisuudet	Selite	Standardi
<b>Luokkakoodi</b>	Ilmoitettava tehollinen lämpöarvo, klooripitoisuus, elohopeapitoisuus. Myös luokitusjärjestelmään sisältyvien polttoaineominaisuuksien todelliset arvot täytettävä.	EN 15359
<b>Alkuperä</b>	Ilmoitettava tekstimuodossa tai Euroopan jäteluettelon (EWC) mukaisia koodeja.	
<b>Partikkelimuoto</b>	Määriteltävä esim. pelletti, paali, briketti, lastu, hake, fluffi, jauhe.	
<b>Partikkelikoko</b>	Määriteltävä seulonnalla tai vastaavalla menetelmällä. Se on ilmaistava muodossa dx, jossa d on partikkelikoko jakaumakäyrällä kohdassa, jossa x % läpäisee seulan, kun noudatetaan standardia.	EN 15415-1
<b>Tuhkapitoisuus</b>	Kuiva-aineen tuhkapitoisuus.	EN 15403
<b>Kosteuspitoisuus</b>	Määriteltävä saapumistilassa teknisten spesifikaatioiden CN/TS 15414-1 ja CEN/TS 15414-2 sekä standardin mukaisesti.	EN 15414-3
<b>Tehollinen lämpöarvo</b>	Määriteltävä sekä saapumistilassa että kuiva-aineesta.	EN 15400
<b>Kemialliset ominaisuudet</b>	Klooripitoisuus on määriteltävä kuiva-aineesta.	EN 15408
	Jokaisen jätteenpolttodirektiivissä mainitun yksittäisen raskasmetallin pitoisuus sekä kyseisten pitoisuuksien yhteissumma on määriteltävä kuiva-aineesta. Raskasmetallit ovat Sb, As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Hg, Ni, Tl ja V. Cd, Hg ja Tl ei lisätä yhteissummaan.	EN 15411

SRF:lle sopivia polttotekniikoita ovat leijupetipolttu, rinnakkaispolttu ja kaasutus. Leijupetipoltossa SRF poltetaan ilmvirran avulla leijutettavassa hehkuvan hiekan ja tuhkan muodostamassa kerroksessa eli pedissä. Leijutekniikoita käytettäessä jäte on murskattava leijutukseen sopivaan palakokoon, 50 – 100 mm, ja metallikappaleet on poistettava, koska suuret kappaleet ja metalliesineet jumiuttavat helposti syöttö- ja tuhkanpoistolaitteet. Rinnakkaispolttossa SRF poltetaan voima- tai lämpökattilassa tai prosessiuunissa samanaikaisesti tavanomaisen polttoaineen

kanssa. Suomessa rinnakkaispoltto tapahtuu pääasiassa leijupetikattilassa tai teollisuuden rumpu-uunissa yhdessä tavanomaisen polttoaineen kanssa. Myös teollisuuden erillisiä tuotantojätteitä voidaan polttaa leijupedissä tavanomaisten polttoaineen kanssa. Rumpu-uuneissa on mahdollista polttaa myös vaativampia jätemateriaaleja kuin leijupetikattilassa. Kaasutus tarkoittaa lämpökäsittelyä alilämpöolosuhteissa. Kaasutuksessa syntyvä tuotekaasu voidaan polttaa tavanomaisessa voimalaitoskattilassa. (Jätelaitosyhdistys 2012.)

Biokaasulaitoksissa tuotettu biokaasu hyödynnetään tavallisesti sähkön ja lämmön yhteistuotannossa ja käsittelyjäännös pyritään tuotteistamaan lannoitevalmisteeksi (Latvala 2009,13). Fraktioidun sekajätteen ja laitosrejektin soveltuvuus biokaasutusprosessiin ja lannoitevalmisteiden raaka-aineeksi on selvitettävä määrittämällä siitä orgaanisen aineksen (VS, Volatile solids) määrä (hehikutushäviö 550 °C) sekä metaanintuottopotentiaali. Lisäksi sille on tehtävä lannoitevalmistelain mukainen kiintoainetutkimus. (Savolainen 2012.)

Lannoitevalmisteiden raaka-aineiden valmistus käsittelyjäännöksestä edellyttää lannoitevalmistelain (539/2006) soveltamista (Lannoitevalmistelaki 539/2006, 2 §). Lannoitevalmistelain mukaan lannoitevalmiste ei saa sisältää sellaisia määriä haitallisia aineita, tuotteita tai eliöitä, että sen käyttöohjeiden mukaisesta käytöstä voi aiheutua vaaraa ihmisten, eläinten tai kasvien terveydelle tai turvallisuudelle (Lannoitevalmistelaki 539/2006, 5 §). Lisäksi maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteissa (13/2007) säädetään lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja valvonnasta. Lannoitevalmisteasetuksen liitteessä IV määritellään laatuvaatimukset, kuten haitallisten metallien enimmäispitoisuudet, kaikille lannoitevalmisteille (Savolainen 2012). Lannoitevalmisteasetuksen liitteen IV, kohta A on esitetty liitteessä 2.

Lannoitevalmistelain mukaisessa kiintoainetutkimuksessa näytteille tehdään perusanalyysit, joilla määritetään näytteen pH, sähkönjohtavuus, kosteus, tuhka ja tilavuuspaino. Lisäksi näytteistä määritetään mm. typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuudet (N, P, K) sekä haitallisten metallien pitoisuudet. (Maa- ja metsätalousministeriö 2007, Savolainen 2012). Taulokossa 4 on esitetty lannoitevalmistelain mukaisessa kiintoainetutkimuksessa tehtävät määritykset.

TAULUKKO 4. Lannoitevalmistelain mukaisessa kiintoainetutkimuksessa määritettävät analyysit (Maa- ja metsätalousministeriö 2007)

<b>Määritettävät analyysit</b>
Tilavuuspaino
Kuiva-aine
Kokonaiskosteus
Orgaaninen aines (hehikutushäviö 550 °C)
Sähkönjohtavuus
pH maa/kiinteä
Typpi (N), liukoinen
Typpi (N), vedetön
Metallit (As, Hg, P, P (liukoinen), Cd, K, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn)

Biokaasulaitoksessa käsittelytuloksen kannalta on tärkeää, että syötteen sisältämä orgaaninen aines hajoaa mahdollisimman hyvin. Biokaasun sisältämä metaani (CH<sub>4</sub>) muodostuu syötteen sisältämän orgaanisen aineksen hajotessa. Biokaasulaitoksen toiminnan kannalta oleellisia parametrejä ovat syöteseoksen kuiva-ainepitoisuus (TS, Total Solids) sekä kuiva-aineen hehikutushäviö, jolla arvioidaan orgaanisen aineen pitoisuutta. Biokaasulaitokseen syötettävän lieteseoksen kuiva-ainepitoisuuden orgaanisen aineen osuus määrittää sen, paljonko biokaasua prosessissa voi syntyä. (Latvala 2009.) Taulukossa 4 on esitetty eri syötteiden orgaanisen aineksen pitoisuuksia ja metaanintuottopotentiaaleja.

TAULUKKO 5. Eri syötteiden orgaanisen aineen pitoisuuksia ja metaanintuotto-  
potentiaaleja (Latvala 2009, 23)

<b>Syöte</b>	<b>CH<sub>4</sub> tuotto [m<sup>3</sup>/t VS]</b>
<b>Teurastamojäte</b>	570
<b>Biojäte</b>	500 - 600
<b>Energiakasvit</b>	300 - 500
<b>Jätevesiliete</b>	310 - 640
<b>Lanta</b>	100 - 400

## 6 SEKAJÄTTEIDEN LAATU JA KOOSTUMUS

### 6.1 Tutkimuksia sekajätteen laadusta

Erityisesti yhdyskuntien sekajätteiden laatua ja koostumusta on tutkittu 2000-luvulla Päijät-Hämeessä, mutta myös muualla Suomessa. Päijät-Hämeessä on vuonna 2006 tehty kaatopaikkajätetutkimus (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006), pääkaupunkiseudun kotitalouksien laatua ja määrää on tutkittu vuonna 2007 (YTV 2008) ja Kainuun yhdyskuntajätteen koostumusta on tutkittu vuonna 2010 (Tampio 2010). Rakennus- ja sekajätteen lavakuormien laatua Päijät-Hämeessä on tutkittu vuonna 2010 (Vanhala 2010). Tutkimukset on tehty pääasiassa yhteistyössä paikallisten jätehuoltoyhtiöiden kanssa paikalliseen käyttöön, ja tutkimustulosten vertailua vaikeuttaa se, että tutkimuksessa jätteet on jaoteltu eri jätejakeisiin. Eri jätejakeiden sisällöt poikkeavat toisistaan, minkä vuoksi on vaikeaa saada tarkkaa tietoa eri alueiden sekajätteen koostumuksesta. Tämän tutkimuksen kannalta oleellisinta oli selvittää päijäthämäläisen sekajätteen laatuun vaikuttavia tekijöitä, mutta vertailun vuoksi tarkasteltiin tuloksia myös edellä mainituista, pääkaupunkiseudulla ja Kainuussa tehdyistä tutkimuksista.

Tutkimustuloksia verrattaessa nykytilanteeseen otettiin huomioon, että vuosina 2006 – 2010 voimassa olleet termit poikkesivat nykyisistä: esimerkiksi kaatopaikkajäte on sekajäte, ongelmajäte on vaarallinen jäte, sähkö- ja elektroniikkaromu on sähkölaitteet. Myös eräät jätteet lajitellaan nykyään eri tavalla: vuosina 2006 - 2010 tekstiilijäte kerättiin ja käsiteltiin muun sekajätteen mukana, mutta vuodesta 2012 lähtien se on kerätty ja käsitelty energiajätteenä. Kujalan jätekeskuksen murskauslaitoksessa kaikenlainen energiajäte voidaan käsitellä yhdessä prosessissa, huonekalut mukaan lukien. Aikaisempia tutkimustuloksia verrattiin nykyisiin jätteiden lajittelu- ja käsittelymenetelmiin.

#### 6.1.1 Yhdyskuntien sekajätteen laatu ja koostumus Päijät-Hämeessä

Vuonna 2006 tehdyssä Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n kaatopaikkajätetutkimuksessa tavoitteena oli selvittää Kujalan jätekeskukseen tulevan, asuinkiinteistöiltä kerätyn sekajätteen koostumus. Tutkimus suoritettiin elokuussa 2006 Kujalan jä-

tekeskuksessa. Tutkittuja kuormia oli yhteensä 16, joiden kokonaispaino oli noin 88 tonnia. Kokonaisjättemäärästä 3 tonnia lajiteltiin käsin 17:ään eri jakeeseen. Jakeet on esitetty taulukossa 6. Jättemateriaalit luokiteltiin sen mukaan, kuinka ne kuuluisi syntypaikalla lajitella, mutta tietyt jätteet eriteltiin kuitenkin omiksi jakeikseen biohajoavan materiaalin osuuden selvittämiseksi. ”Oikea” kaatopaikkajäte oli sisällöltään hyödyntämiskelvotonta jätettä, kuten alumiinia sisältäviä elintarvikepakkauksia, PVC-muovia sisältäviä tuotteita, hehkulamppuja, posliinia ja muita hyödyntämiskelvottomia jätteitä. (Päijät-Hämeen jätehuolto 2006.)

Tutkimuksessa oli mukana kotitalouksien sekajätettä PHJ:n toimialueelta siten, että tutkittavasta jätteestä noin puolet oli 2-keräysastian kiinteistöiltä (sekajäte ja energiajäte) ja puolet 5-keräysastian kiinteistöiltä (sekajäte, biojäte, energiajäte, keräyspaperi ja keräyskartonki). Vuonna 2006 PHJ:n lajitteluohjeiden mukaan 2-keräysastian kiinteistöillä kaatopaikkajätteeseen kuuluivat tekstiilijäte, biojäte, pehmopaperi, vaipat, kuukautissiteet ja muu hyödyntämiskelvoton jäte. 5-keräysastian kiinteistöillä kaatopaikkajätteeseen kuuluivat tekstiilijäte, vaipat, kuukautissiteet ja muu hyödyntämiskelvoton jäte. Kuten taulukosta 5 voi huomata, sekajätteen koostumuksessa 2- ja 5-keräysastian asuinkiinteistöillä ei ollut suuria eroja. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006.)

Vuoden 2006 tutkimuksen mukaan kotitalouksien sekajäte sisälsi sinne kuulumattomista jätteistä eniten energiajätettä ja biojätettä (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006). Vuonna 2012 tekstiili luokiteltiin energiajätteeksi ja myös puu kerättiin kotitalouksissa pieninä määrinä energiajätteenä. 2-keräysastian alueilla myös keräyspaperi, -pahvi ja -kartonki kerättiin energiajätteenä. (Päijät-Hämeen Jätehuolto 2012b.) 2-keräysastian sekajätteistä noin 35 % ja 5-keräysastian sekajätteistä noin 25 % oli nykyään syntypaikalla energiajätteeksi lajiteltavaa jätettä. Biojätteen osuus oli noin 20 %. (Päijät-Hämeen Jätehuolto 2006.)

Vuonna 2006 voimassa olleiden lajitteluohjeiden mukaisen sekajätteen osuus tutkitusta jättemäärästä oli keskimäärin 48 % ja hyödyntämiskelpoisen jätteen osuus 52 %. Sekajätteen sisällöstä puolet oli erilaisia hyödyntämiskelpoisia jätteitä, jotka olisi voitu kerätä erilleen hyötykäytettäväksi vuonna 2006 olemassa olleella lajittelu- ja keräysjärjestelmällä. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006.)

TAULUKKO 6. Kotitalouksien sekajätteen koostumus ja jättejakeiden osuudet 2- ja 5-keräysastian kiinteistöjen jätteissä Päijät-Hämeessä vuonna 2006 (Päijät-Hämeen jätehuolto Oy 2006)

Jätejake	2 keräysastiaa, p - %	5 keräysastiaa, p - %
"Oikea" kaatopaikkajäte	20,0	20,0
Suuret kappaleet	0,3	1,0
Biojäte & pehmopaperi	23,0	21,0
Keräyspaperi	5,0	6,0
Keräyspahvi & keräyskartonki	6,0	7,0
Muovi = energia	9,0	10,0
Muu energia	3,0	5,0
Lasi	2,0	3,0
Metalli	5,0	5,0
Puu	2,0	1,0
Risut	1,0	1,0
Haravointijäte	0,5	1,0
Sähkölaitteet	4,0	5,0
Vaaralliset jätteet	1,0	1,0
Renkaat	0,2	0,0
Vaipat & kuukautissiteet	8,0	5,0
Tekstiilit	10,0	9,0

Vuoden 2006 tutkimuksen mukaan kotitalouksien sekajätteestä 93 % oli orgaanista, poltettavaksi kelpaavaa materiaalia, kun siitä poistetaan suuret kappaleet, sähkölaitteet ja vaaralliset jätteet (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006). Orgaanisen jätteen osuudeksi voidaan arvioida noin 90 %. Taulukossa 10 sivulla 31 on esitetty orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin osuus erilaatuisissa sekajätteissä.

#### 6.1.2 Seka- ja rakennusjätteen lavakuormien laatu ja koostumus Päijät-Hämeessä

Vuonna 2010 tehdyssä Kaatopaikka- ja rakennusjätteen lavakuormien laatu tutkimuksessa päätavoitteena oli selvittää Kujalan jätekeskukseen lavakuormina saapuvien rakennusjätteiden ja sekajätteiden sekä Kujalan jätekeskuksen jäteasemalla avolavalle kerätty sekajätteen materiaalikoostumus. Lisäksi tavoitteena oli arvioida, kuinka paljon energiajätettä ja muita hyötyjätteitä olisi mahdollista lajitella



erilleen seka- ja rakennusjätteiden lavakuormista, ja siten lisätä sekä materiaali- että energiahyötykäyttöä Päijät-Hämeen alueella. (Vanhala 2010, 1.)

Kaatopaikka- ja rakennusjätteen lavakuormien laatututkimus Kujalan jätekeskuksessa suoritettiin vuonna 2010. Tutkimukseen valittiin satunnaisesti yhteensä 12 seka- ja rakennusjätelavakuormaa PHJ:n toimialueelta, jotka sisälsivät yhteensä noin 20 tonnia jätettä. Kuormat lajiteltiin käsin 23 jakeeseen. Jakeiden luokittelussa mukailtiin vuoden 2006 kaatopaikkajätetutkimuksen jaeluokitusta, mutta siihen lisättiin rakennusjätteessä yleisesti esiintyvät jakeet. Taulukossa 7 on esitetty eri jättejakeiden osuudet jätelaaduittain. Kuormat luokiteltiin seuraaviin laatuihin: rakennusjätekuormat (sekalainen rakennusjäte), pienjäteasema Pillerin kuormat (jäteaseman sekajäte) ja muut lavakuormat (muu sekajäte). (Vanhala 2010, 13.)

Tutkimuksen mukaan tyypillinen rakennusjätekuorma sisälsi paljon puuta, kipsilevyä, villaa ja metallia. Jäteaseman sekajäte sisälsi paljon huonekaluja, tekstiilejä, sekä PVC- ja nahkatuotteita, jotka muodostivat suuren osan sen sisältämästä orgaanisesta materiaalista. Huonekalut muodostivat pääosan jäteaseman sekajätteen iso kappale -jakeesta. Muiden sekajätekuormien sisällöt poikkesivat toisistaan paljon, kuormien sisältäessä energiajätteeksi kelpaavaa materiaalia, puuta, PVC- ja nahkatuotteita, pahvia ja paperia. (Vanhala 2010, 21 - 23.)

TAULUKKO 7. Sekalaisen rakennusjätteen, jäteaseman sekajätteen ja muun sekajätteen koostumus jätelaaduittain vuoden 2010 tutkimuksen (mukailten Vanhala 2010, 20, 22, 24)

Jätejae	sekalainen rakennusjäte, p - %	jäteaseman sekajäte, p - %	muu sekajäte, p - %
Metalli	6,4	2,1	2,9
Kaapeli	0,8	0,5	0,3
SER	0,0	1,2	1,0
Rengas	0,0	0,0	0,0
Keräyspahvi, -kartonki, -paperi	4,3	8,1	3,6
Biojäte ja pehmopaperi	0,1	0,6	3,8
Risu- ja haravointijäte	0,5	0,5	0,1
Energiajäte	2,6	4,6	6,7
Murskattava energiajäte	1,8	1,1	2,6
Tekstiili	0,1	20,6	1,4
Iso kappale	0,0	29,4	0,3
Puu ja puru	30,8	6,5	7,1
Tiili- ja betonijäte	8,4	1,5	1,9
Asfaltti	4,4	0,0	0,0
Maa-aines ja muu hienoaines	0,6	1,3	10,1
Polttokelpoinen kaatopaikkajäte	6,4	5,3	3,6
Loppusijoitettava kaatopaikkajäte	4,0	1,1	5,3
Lasi, lasivilla ja -kuitu	5,8	1,8	0,5
Kipsilevy	10,4	1,9	0,0
PVC-muovi ja nahkatuote	1,6	10,1	6,1
Muju	10,5	1,1	41,5
Ongelmajäte	0,3	0,6	0,5
Kestopuu	0,2	0,0	0,7

Tutkimuksen perusteella rakennusjätteessä orgaanisen materiaalin osuus oli noin 45 %, josta suurin osa oli biohajoavaa materiaalia, kuten puuta ja pahvia. Jäteaseman sekajätteessä orgaanisen materiaalin osuus oli noin 90 %. Muissa sekajätteen lavakuormissa orgaanisen materiaalin osuus oli noin 70 %. (Vanhala 2010, 20, 22, 24.) Orgaanisen materiaalin osuudet olivat suuntaa antavia, koska orgaaniseksi materiaaliksi oli laskettu mujun (lajittelujäännös) osuus puolitettuna, koska sen voitiin arvioida sisältävän sekä orgaanista että epäorgaanista materiaalia. Taulukossa 10 sivulla 31 on esitetty orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin osuudet eri sekajätelaaduissa.

Tutkimuksen mukaan Kujalan jätekeskukseen saapuvissa sekajäte- ja rakennusjätetuormissa oli paljon hyötykäyttöön kelpaavia jätteitä. Erityisesti puu- ja purujätettä sekä Lahti Energia Oy:n KYVO2-kaasutinlaitokseen kelpavaa energiajätettä olisi mahdollista saada nykyistä enemmän hyötykäyttöön koneellista lajittelua tehostamalla. (Vanhala 2010, 33.)

Syntypaikkalajittelu ei seka- ja rakennusjätteen lavakuormien osalta ole kovin tehokasta. Jätehuoltomääräysten mukaan rakennusjätteestä pitäisi lajitella erilleen ainakin energiajäte, keräyslasi, metalli, puu ja ongelmajäte. Sen mukaan rakennusjätteestä vain noin 50 % lajitellaan oikein. Jäteasemilla kerätään erilleen energiajäte, kartonki, paperi, lasi, metalli, puu, kestopuu, betoni- ja tiilijäte, renkaat, sähkölaitteet, vaaralliset jätteet ja risu- ja haravointijäte. Jäteasema Pillerin kuormista oikein lajitellun jätteen osuus on noin 73 %. Muissa lavakuormissa ei pitäisi olla lainkaan energiajätettä, keräyspahvia, metallia, puuta tai ongelmajätettä, niissä oikein lajitellun jätteen osuus on noin 79 %. (Vanhala 2010, 25.)

### 6.1.3 Yhdyskuntien sekajätteen koostumus ja laatu pääkaupunkiseudulla

Pääkaupunkiseudun kotitalouksien sekajätteen laatua on tutkittu 2000-luvulla useamman kerran, viimeisin tutkimus suoritettiin syksyllä 2007. Tutkimuksen tavoitteina oli vertailla eri asuinkiinteistöjen jätteiden määrää ja laatua sekä selvittää jätteen määrän ja laadun muutokset vuosien 2003 - 2004 tutkimukseen verrattuna. Tutkimuksessa jätteet lajiteltiin 17 jätejakeeseen taulukon 8 mukaisesti. Lajitteluperiaatteena oli lajitella jätteet, kuten ne olisi tullut syntypaikalla lajitella. Paljon biojätettä sisältävät jätteet lajiteltiin biojätteisiin. Jakeisiin sekalaiset pakkaukset, muu palava ja muu palamaton lajiteltiin sellaiset jätteet, joissa oli useampaa materiaalia, joita ei voitu erottaa toisistaan. Tällaisia olivat mm. sekalaisiin pakkauksiin kuuluva kahvipaketti, jossa on sekä muovia että alumiinia ja muihin palamattomiin lajiteltavat kappaleet, jotka koostuivat esimerkiksi metallista ja lasista. Jätteen seassa oleva hienoaines oli jaoteltu ryhmiin keittiöjäte, puutarhajäte, muu biojäte ja muu palamaton. (YTV 2008, 10, 18 - 19.) YTV:n tutkimuksen perusteella pääkaupunkiseudun sekajätteestä noin 90 % on orgaanista, ja noin 50 %

biohajoavaa. Taulukossa 10 sivulla 31 on esitetty orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin osuudet eri laatuissa sekajätteissä.

TAULUKKO 8. Yhdyskuntien sekajätteen laatu ja jätejakeiden osuudet pääkaupunkiseudulla vuonna 2007 (mukaiillen YTV 2008, 24 )

Jätejake	p - %
Keittiöjäte	25,6
Puutarha- ja muu biojäte	10,9
Pehmopaperi	3,2
Keräyspaperi, -pahvi ja -kartonki	16,9
Muu paperi, pahvi ja kartonki	0,7
Muovit	15,9
Lasi	3,9
Metallit	3,4
Sähkölaitteet	0,8
Puu	2,3
Tekstiilit ja vaatteet	5,5
Vaipat ja kuukautissiteet	6,5
Sekalaiset pakkaukset	0,6
Muu palava	1,6
Muu palamaton	1,6
Sekalaiset jätteet (ei pakkauksia)	0,4
Vaaralliset jätteet	0,3

#### 6.1.4 Yhdyskuntien sekajätteen laatu ja koostumus Kainuussa

Kainuulaisen sekajätteen laatua ja sisältöä tutkittiin vuonna 2010 yhteistyössä Eko-Kympin, Kainuun ELY-keskuksen ja paikallisten jäteyrittäjien kanssa. Tutkimus suoritettiin Eko-Kympin Majasaaren jätekeskuksessa Kajaanissa. Tutkimuksessa oli mukana yhteensä kolme sekajätekuormaa, jotka olivat peräisin maaseudun aluekeräyspisteiltä ja taajamista kerätyistä sekajätteistä. Sekajätteen koostumus selvitettiin lajittelemalla jätteet käsin yhdeksään eri jätejakeeseen. (Tampio 2010, 8.) Kainuulaisen sekajätteen koostumus on esitetty taulukossa 9.

TAULUKKO 9. Yhdyskuntien sekajätteen koostumus ja jätejakeiden osuudet Kainuussa vuonna 2010 (Tampio 2010)

Jätejake	p - %
Paperi, pehmopaperi, pahvi, kartonki	15,2
Puu	0,5
Tekstiili	3,3
Muovi	17,3
Biojäte	9,7
Kaatopaikkajäte	45,2
Lasi	2,5
Metalli	5,3
Vaaralliset jätteet ja sähkölaitteet	0,9

Vuoden 2010 tutkimuksen perusteella kainuulaisesta sekajätteestä vain alle puolet oli varsinaista kaatopaikalle kuuluvaa hyödyntämiskelvotonta jätettä. Yli puolet kaatopaikalle päätyvästä jätteestä voitaisiin käyttää hyödyksi joko energiana tai materiaalina. Energiakäyttöön soveltuvia jätejakeita sekajätteessä oli noin 36 % ja biohajoavaa materiaalia 25 %. Orgaanisen materiaalin osuutta ei voida tarkasti määrittellä, koska hyödyntämiskelvottomaan, kaatopaikalle sijoitettavaan jätteenseen lajitellaan myös orgaanista materiaalia sisältävää jätettä, mutta sen voidaan arvioida olevan noin 90 %. (Tampio 2010.) Taulukossa 10 on esitetty orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin osuudet eri laatuissa sekajätteissä.

TAULUKKO 10. Orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin osuus erilaatuisissa sekajätteissä Päijät-Hämeessä, Pääkaupunkiseudulla ja Kainuussa. (Päijät-Hämeen Jätehuolto 2006; YTV 2008; Tampio 2010; Vanhala 2010)

Alue ja jätelaatu	Orgaaninen materiaali, p - %	Epäorgaaninen materiaali, p - %
<b>Päijät-Häme</b>		
Yhdyskuntien sekajäte	90	10
Rakennusjäte	45	55
Jäteaseman sekajäte	90	10
<b>Pääkaupunkiseutu</b>		
Yhdyskuntien sekajäte	90	10
<b>Kainuu</b>		
Yhdyskuntien sekajäte	90	10

## 6.2 Sekajätteen murskaus ja seulonta

Vuonna 2012 Kainuun jätehuollon kuntayhtymän, Eko-Kympin, teettämässä tutkimuksessa tavoitteena oli selvittää, miten SRF:n mekaanista laatua voidaan parantaa optimoimalla sekajätteen murskaus- ja seulontaprosessia. Tutkimuksessa selvitettiin murskatun yhdyskuntasekajätteen kosteuden ja palakoon pienentämisen vaikutuksia seulontaan. Lisäksi tutkittiin eri fraktioluokkien muodostumista murskatun sekajätteen seulonnassa sekä sitä, mitä jätejakeita eri fraktioluokat sisälsivät. (Oikarinen 2012, 1.)

Tutkimus suoritettiin Kajaanissa Majasaaren jätekeskuksessa keväällä 2012. Käytössä olleessa murskauslinjastossa oli 100 mm:n seulaverkko. Murskauslinjaston magneettierotin ei ollut käytössä, joten sekajätteen joukossa ollut metalli oli mukana tutkitussa sekajättemurskassa. Sekajättemurska seulottiin Retsch AS 450 -täryseulalla ja standardin ISO3310-2 mukaisilla reikälevytestiseuloilla. (Oikarinen 2012, 1,14.)

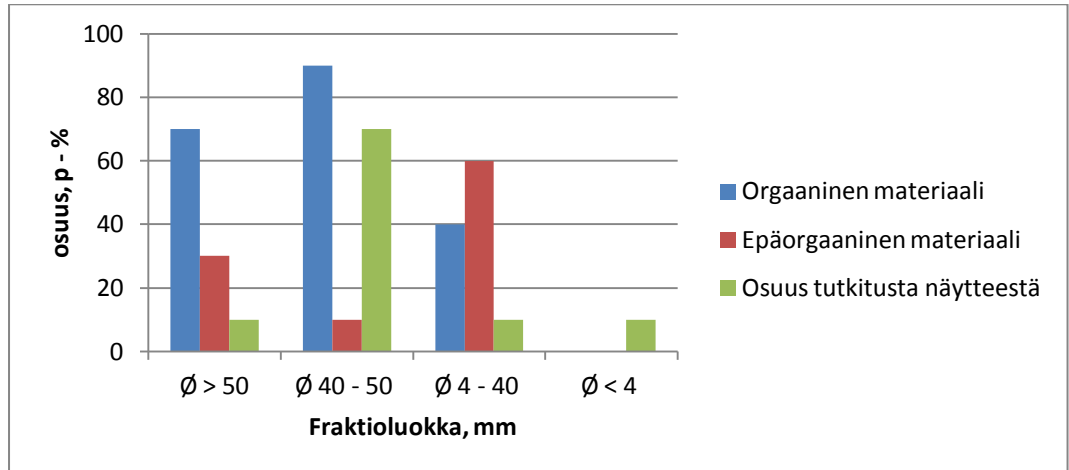
Tutkimuksessa seulottavan sekajätteen kokonaiskosteudella todettiin olevan hyvin suuri merkitys eri fraktioluokkien muodostumiseen. Ensimmäiseksi seulottiin tuo-

retta, kuivaamatonta sekajätämurskaa Ø 80 mm:n, Ø 40 mm:n, Ø 31,5 mm:n ja Ø 4 mm:n kokoisilla seuloilla. Seulonnassa todettiin, että reikäseulat toimivat huonosti, koska kosteassa sekajätämurskassa pienet partikkelit olivat kiinnittyneet tiukasti isompiin partikkeleihin. Murskattu sekajäte muodosti seulan päälle patjan, jolloin erikokoisia jakeita ei saatu erottumaan toisistaan. Seulonnassa todettiin myös, että yli 80 mm:n fraktiota ei muodostunut lainkaan. Kuivaamattoman sekajätämurskan seulonta keskeytettiin, eikä tuloksia otettu huomioon. (Oikarinen 2012, 15–16.)

Seuraavaksi seulottiin uunissa, standardin ISO 589 mukaisesti, kuivattua murskattua sekajätettä. Näyte-erä panoi kuivattuna noin 653,8 grammaa, kun se painoi tuoreena noin 1148,5 grammaa. Kuivauksessa näyte-erän paino putosi noin 40 %. Kuivattua sekajätämurskaa seulottiin Ø 50 mm:n, Ø 40 mm:n ja Ø 4 mm:n kokoisilla seuloilla. Tutkimuksessa kuivatetun sekajätämurskan seulonnassa muodostui eniten, noin 70 %, fraktioluokkaa Ø 4 – 40 mm. Fraktioluokkaa Ø < 4 mm muodostui 10 %. Eri fraktioluokkien osuudet on esitetty kuviossa 7. Lukuun ottamatta fraktioluokkaa Ø < 4 mm, eri fraktioluokkien sisältö analysoitiin lajittelemalla eri materiaalit fraktioluokittain palavaan (orgaaniseen) ja palamattomaan (epäorgaaniseen) materiaaliin. (Oikarinen 2012, 20–27.)

Tutkimuksen perusteella seulonnalla ja eri fraktioluokkien muodostumisella oli merkitystä sekajätteen hyötykäytön kannalta. Orgaanisen materiaalin osuus vaihteli eri fraktioluokissa, koska materiaalit jakautuivat eri fraktioluokkiin pääasiassa sen perusteella, minkälaiseen palakokoon ne olivat ominaisuuksiensa perusteella murskautuneet. Orgaanisen materiaalin osuus fraktioluokittain on esitetty kuviossa 7. Fraktioluokasta Ø < 4 mm ei tutkittu orgaanisen materiaalin määrää, joten sitä ei ole huomioitu. Fraktioluokassa Ø > 50 mm orgaaninen materiaali oli muovia, pahvia ja paperia, epäorgaaninen materiaali oli alumiini- ja tinapinnoitteisia elintarvikepakkauksia. Fraktioluokassa Ø 40 – 50 mm orgaaninen materiaali oli muovipussien palasia ja pakkausmuoveja, epäorgaaninen materiaali oli alumiinisia elintarvikepakkauksia. Fraktioluokassa Ø 4 – 40 mm orgaaninen materiaali oli muovia, pahvia, paperia, puuta, tekstiiliä ja biojätettä, epäorgaaninen materiaali oli metallia, lasia, kaakelia ja kipsilevyä. Fraktioluokka Ø < 4 mm sisälsi hiekkaa,

lasia, puuta ja muovia. (Oikarinen 2012, 22–27.) Huomioitavaa on, että lähes jokaisessa fraktioluokassa esiintyi samoja materiaaleja.



KUVIO 7. Orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin osuus eri fraktioluokissa sekä muodostuneiden fraktioluokkien osuudet tutkitun näytteen kokonaismäärästä kuivattuna seulotun sekajättemurskan fraktioinnissa (mukaiillen Oikarinen 2012)



## 7 TUTKIMUKSEN KULKU

### 7.1 Tutkimuksen aikataulu ja resurssit

Tutkimus suoritettiin Kujalan jätekeskuksen murskauslaitoksessa syksyllä 2012. Murskauslaitoksen tuotesiilot ja työtila on esitetty kuviossa 8. Jätteiden käsittely ja näytteenotto tapahtui syys- ja lokakuussa, näytteet toimitettiin laboratorioon analysoitavaksi marraskuussa ja tutkimuksen tulokset valmistuivat joulukuussa. Laboratorionäytteet analysoi Ramboll Analytics. Tutkimukseen osallistui vaaka-henkilökunta, kauhakuormaajan kuljettaja, murskauslaitoksen syöttökoneen käyttäjä ja prosessinhoitaja sekä kaksi seulontaa ja lajittelua suorittanutta henkilöä.



KUVIO 8. Kujalan jätekeskuksen murskauslaitoksen tuotesiilot ja työtila

## 7.2 Tutkittavat jätelaadut ja kuormien valinta

Tutkittavat jätelaadut olivat yhdyskuntien sekajäte, jäteaseman sekajäte, sekalainen rakennusjäte ja laitosrejekti. Laitosrejektit jaettiin kolmen eri toimittajan mukaan kolmeksi erilliseksi jätelaaduksi, koska niiden välillä arvioitiin olevan huomattavia laadullisia eroja. Tutkimukseen valittiin satunnaisesti jokaisesta tutkittavasta jätelaadusta 3 - 7 kuormaa. Yhdyskuntien sekajäte toimitettiin pakkaavan jäteauton konttiin puristettuna, jäteaseman sekajäte ja rakennusjäte siirtolavalla ja laitosrejektit rekkakonttiin lastattuna. Kuormat punnittiin Kujalan jätekeskuksen vaakaalla, josta vaakahenkilökunta ohjasi kuormat erillisiin kasoihin murskauslaitoksen kentälle odottamaan jatkokäsittelyä. Vaakahenkilökunta myös kirjasi kuormat kuuluvaksi tähän tutkimukseen, joten kuormien tiedot saatiin myöhemmin käytettäväksi. Kuormien alkuperä selvitettiin kuljetus- ja rakennusliikkeiltä. Tarkempia kuormakohtaisia tietoja on esitetty jätelaaduittain liitteessä 3.

## 7.3 Tutkittujen jätteiden määrä

Erilaituisia sekajätteitä tutkittiin 22 eri jätetuormasta yhteensä 120,3 tonnia. Suhteellisesti eniten tutkittiin laitosrejektejä, joiden osuus oli lähes puolet tutkitun jätteen kokonaispainosta. Kuormien lukumäärät ja painot vaihtelivat jätelaaduittain, mikä johtui jätetuormien irtotiheyden vaihtelusta kuljetustavoittain, ja arviosta tarpeeksi edustavaan jätemäärään. Arvio jätemäärien edustavuudesta perustui oletukseen, että jätteiden alkuperän vaihtelusta johtuva jätetuormien sisällön koostumuksen vaihtelu olisi riittävä 3 – 7 kuormassa. Taulukossa 11 on esitetty jätelaaduittain tutkittavien kuormien määrät ja kuormien kokonaispainot.

TAULUKKO 11. Tutkittujen jätelaatujen kuormien lukumäärät, kokonaispainot ja osuudet tutkitun jätteen kokonaismäärästä

Jätelaatu	kuormat	kg	p - %
Yhdyskuntien sekajäte	7	40 180	33
Jäteaseman sekajäte	6	8 420	7
Sekalainen rakennusjäte	6	12 500	10
Laitosrejekti	3	59 200	49
<b>Yhteensä</b>	<b>22</b>	<b>120 300</b>	<b>100</b>

## 7.4 Jätteiden käsittely ja näytteenotto

### 7.4.1 Murskaus

Jokainen jätekuorma käsiteltiin omana eränään, erillään muista kuormista. Kuormat ja näytteet merkittiin siten, että ne eivät missään vaiheessa päässeet sekoittumaan keskenään. Kuormat välivarastoitettiin murskauslaitoksen pihaan 3 – 7 vuorokaudeksi ennen käsittelyä. Liitteessä 4 on esitetty kuvia kuormista ennen murskausta. Tutkimusajankohtana satoi viikoittain, joten käsittelyvaiheessa jäte oli saapumistilaansa verrattuna kosteampaa ja painavampaa.

Kuormat murskattiin Kujalan jätekeskuksen murskauslaitos MURRE:ssa.

MURRE:n prosessilaitteisto on BMH Technology Oy:n toimittama, jossa on murskauslinjastot energia- ja puujätteelle. Kuormat siirrettiin kuviossa 9 esitetyllä tavalla kauhakuormaajalla murskauslaitoksen syöttökoneelle, josta jäte syötettiin materiaalinkäsittelykouralla murskaimeen. Ennen murskausprosessia materiaalin käsittelykouralla lajiteltiin suuret murskautumattomat kappaleet erilleen jatkokäsittelyä varten, ne punnittiin ja niiden paino huomioitiin myöhemmin.



KUVIO 9. Käsiteltävät jätekuormat siirrettiin välivarastosta murskauslaitoksen syöttökoneelle kauhakuormaajalla

Ensimmäiseksi murskattua yhdyskuntien sekajätettä murskattiin sekä energiajätettä puujätämurskaimella. Puujätämurskain murskasi jätteen energiajätämurskaimen verrattuna jopa liian hienojakoiseksi, mikä ilmenee hyvin kuviosta 10. Liian hienojakoiseksi murskautuneesta jätteestä materiaalien erottaminen hyötykäyttöön olisi ollut haastavaa, koska jätteen erottaminen eri fraktioluokkiin ei olisi onnistunut suunnitellulla tavalla kaikkien materiaalien murskautuessa keskenään lähes samankokoisiksi kappaleiksi. Hienojakoinen kostea aines aiheutti myös kuljetuslinjaston jumiutumisen, mikä hidasti käsittelyprosessia. Puujätämurskainta käytettiin aluksi vain kolmen yhdyskuntien sekajätekuorman murskaukseen. Kaikki muut kuormat murskattiin energiajätämurskaimella. Puujätämurskaimella murskatusta jätteestä valmistettujen kokoomanäytteiden tuloksia ei otettu huomioon, koska niiden arvioitiin vääristävän etenkin muodostuneiden fraktioluokkien osuuksia. Yhdyskuntien sekajätteen kuorma 7 käsiteltiin noin kuukausi myöhemmin kuin muut yhdyskuntien sekajätekuormat. Ensimmäisellä kerralla yhdyskuntien sekajätettä käsiteltäessä otettiin jatkokäsittelyyn yksi puujätämurskaimella ja yksi energiajätämurskaimella valmistetuista kokoomanäytteistä. Koska myöhemmin päätettiin olla hylätä puujätämurskaimella valmistetut näytteet, käsiteltiin vielä yksi yhdyskuntien sekajätekuorma myöhemmin energiajätämurskaimella.



KUVIO 10. Vasemmalla energiajättemurskaimella ja oikealla puujättemurskaimella käsiteltyä yhdyskuntien sekajätettä

Jäteaseman sekajäte, sekalainen rakennusjäte ja laitosrejeki murskattiin energiajättemurskaimella. Jäteaseman sekajätteen ja sekalaisen rakennusjätteen murskaaminen ei murskauslaitoksen prosessinhoitajan mukaan aiheuttanut ongelmia prosessin aikana. Niiden sisältö koostui pääasiassa puusta, pahvista, muovista, villasta ja tekstiileistä, jotka murskautuivat ja liikkuivat linjastossa helposti. Sekalaisen rakennusjätteen sisältämät suurimmat metallikappaleet, joita oli alle 1 % sen kokonaispainosta, poistettiin kuormasta ennen murskausta. Käsittelystä poistetut metallit otettiin huomioon sekalaisen rakennusjätteen metallien kokonaispainossa.

Laitosrejektien murskaamisessa ilmeni ongelmia, jotka hidastivat murskausprosessia. Laitosrejektin 3 sisältämät isot kappaleet, kuten pitkät muoviputket ja muovipeitteet, eivät mahtuneet kunnolla syöttölinjastolle ja aiheuttivat murskaimen roottorin jumiutumista. Laitosrejektin 2 sisältämät betonikappaleet ja suuret määrät alumiinia sekä laitosrejektin 1 sisältämistä vuodevaatteista peräisin oleva vanu saattoivat prosessinhoitajan mukaan olla syynä linjaston kuljettimen jumiutumiseksi. Laitosrejektistä 3 jätettiin murskaamatta osa pitkistä muoviputkista, kumimattoa ja isoja metallikappaleita, joita oli alle 1 % laitosrejektien kokonaispainosta. Poistetut kappaleet otettiin huomioon laitosrejektin 3 kokonaispainossa. Liitteessä 4 esitetyistä kuvista näkyy hyvin laitosrejektikuormien sisältämä materiaali, joka aiheutti ongelmia murskausprosessissa.

Murskauslaitos MURRE erotteli magneettiset metallit ja kevytmetallit erilleen muusta materiaalista prosessin aikana. Magneettiset metallit ja kevytmetallit punnittiin erikseen ja niiden osuus jokaisesta kuormasta laskettiin vertaamalla metallierän painoa kuorman kokonaispainoon. Molemmista metalliladuista otettiin jätelaaduittain 30 litran osanäyte, josta metallien puhtausprosentin selvittämiseksi lajiteltiin pois epäpuhtaudet. Kuviossa 11 on esitetty murskausprosessissa eroteltua magneettista metallia, mikä sisältää epäpuhtauksia. Osanäytteen kokonaispaino laskettiin metallien ja epäpuhtauksin yhteispainosta. Metallien puhtausprosentti laskettiin vertaamalla puhtaan metallimäärän painoa osanäytteen kokonaispainoon.



KUVIO 11. Murskausprosessissa eroteltua magneettista metallia, mikä sisältää epäpuhtauksia

#### 7.4.2 Kokoomanäytteen valmistus

Tuotesiiloon putoavasta jätemurskasta otettiin kauhakuormaajan kauhaan noin 80 - 100 litran yksittäisnäytteitä kuviossa 12 esitetyllä tavalla, joista koottiin noin 600 litran kokoomanäyte jäteastian. Kokoomanäyteastian merkittiin jätelaatu, kuor-

man numero ja päivämäärä kokoomanäytteiden sekoittumisen estämiseksi. Yhdyskuntien sekajätteestä, jäteaseman sekajätteestä ja sekalaisesta rakennusjätteestä valmistettiin yksi kokoomanäyte kuormaa kohden. Laitosrejekteistä valmistettiin kaksi kokoomanäytettä yhden kuormantoimittajan kuormaa kohden, eli yhteensä kuusi kokoomanäytettä. Koska kuormien sisältöä oli tarkasteltu ennen murskausta, pystyttiin kokoomanäytteitä valmistettaessa silmämääräisesti arvioimaan ja vertailemaan murskatun jätteen rakennetta ja koostumusta. Sisällöltään samanlaisten kuormien kokoomanäytteet arvioitiin keskenään tasalaatuisiksi.



KUVIO 12. Yksittäisnäytteet otettiin putoavasta materiaalivirrasta kauhakuormaan kauhahan

### 7.4.3 Seulonta ja osanäytteen valmistus

Kokoomanäytteet fraktioitiin seulomalla ne erikokoisilla seuloilla. Seuloina käytettiin tilavuudeltaan 30 litran muovilaatikkoja, joiden pohjaan tehtiin seulakoon mukaiset reiät. Seulakoot olivat  $\varnothing$  152 mm,  $\varnothing$  102 mm,  $\varnothing$  52 mm ja  $\varnothing$  20 mm. Kuviossa 13 on esitetty seulonnassa käytetyt seulat. Seulonta tapahtui siten, että seulan päälle lapioitiin kokoomanäyteastiasta jätemurskaa, josta käsin ravistellen seulottiin erikokoiset fraktiot omiksi fraktioluokikseen. Fraktioluokat olivat seula-kokojen perusteella  $\varnothing < 20$  mm,  $\varnothing 20 - 52$  mm,  $\varnothing 52 - 102$  mm ja  $\varnothing > 102$  mm. Muodostuneet fraktioluokat ohjattiin erillisiin astioihin, ja ne punnittiin lattia-vaa'alla. Kaikkien muodostuneiden fraktioluokkien painot laskettiin yhteen ja yksittäisen fraktioluokan osuus kokoomanäytteestä laskettiin vertaamalla sen painoa kaikkien fraktioluokkien kokonaispainoon.



KUVIO 13. Seulat  $\varnothing$  20 mm,  $\varnothing$  52 mm,  $\varnothing$  102 mm ja  $\varnothing$  152 mm

$\varnothing$  152 mm:n seulaa käytettiin ainoastaan ensimmäiseksi käsitellyn yhdyskuntien sekajätteen fraktiointiin, minkä aikana todettiin, että murskauksen jälkeen ei niin isoja kappaleita jäänyt. Sen jälkeen tilalle vaihdettiin  $\varnothing$  102 mm:n seula. Kolmesta seulotusta yhdyskuntien sekajätteen kokoomanäytteestä kahdessa käytettiin  $\varnothing$  152



mm:n ja yhdessä Ø 102 mm:n seulaa suurimpana seulakokona. Muiden jätelaatujen kokoomanäytteiden seulonnassa suurin seulakoko oli Ø 102 mm.

600 litran kokoomanäytteitä seulottiin jätelaaduittain vaihtelevia määriä. Taulukossa 11 on esitetty jätelaaduittain seulotut jätemäärät. Seulotut jätemäärät perustuivat arvioon kokoomanäytteiden tasalaatuisuudesta sekä seuloon käytettävissä olleesta työvoimasta. Yhdyskuntien sekajäte arvioitiin laadultaan niin tasaiseksi, että siitä päätettiin seuloa seitsemästä kokoomanäytteestä kolme, joista yksi oli murskattu puujätämurskaimella ja kaksi energiajätämurskaimella. Jäteasemien sekajätteestä seulottiin kaikista kuudesta kokoomanäytteestä noin puolet. Sekalaisesta rakennusjätteestä seulottiin neljä kokoomanäytettä kuudesta ja laitosrejekteistä seulottiin kaikki kuusi kokoomanäytettä.

TAULUKKO 11. Kokoomanäytteistä seulotut jätemäärät jätelaaduittain ja osuudet kokoomanäytteiden kokonaispainosta

Jätelaatu	kg	p- %
Yhdyskuntien sekajäte	411	25
Jäteaseman sekajäte	196	12
Sekalainen rakennusjäte	425	26
Laitosrejekti	587	36
<b>Yhteensä</b>	<b>1 619</b>	<b>100</b>

Kaikista fraktioluokista otettiin jätelaaduittain 10 litran osanäytteet. Osanäytteet otettiin lapiolla siten, että astiassa olevaa fraktiota sekoitettiin ja tuotetta lapioitettiin astian eri kohdista 10 litran kannelliseen astiaan. Osanäytteet punnittiin lattialla ja näyteastian merkittiin jätelaatu, fraktiokoko, kuorman numero ja näytteenottopäivämäärä. Fraktioluokista Ø < 20 mm otetut osanäytteet säilytettiin lämmittämättömässä pressuhallissa, jossa lämpötila oli tutkimuksen aikana lähellä ulkolämpötilaa, noin 0 °C – 10 °C.

#### 7.4.4 Lajittelu

Fraktioluokista  $\varnothing > 102$  mm,  $\varnothing 52 - 102$  mm ja  $\varnothing 20 - 52$  mm otettiin noin 30 litran osanäytteet käsinlajitteluun. Lajittelun tavoitteena oli selvittää sekä orgaanisen materiaalin osuus eri fraktioluokista että eri fraktioluokkien pääasiallinen sisältö. Osanäytteet lajiteltiin käsin työtasolla kolmeen jakeeseen: muovit, kuidut ja epäorgaaninen materiaali. Kuviossa 14 on esitetty kolmeen jakeeseen lajiteltua sekalaista rakennusjätettä. Tutkimuksessa kuidut ja muovit lajiteltiin orgaaniseksi materiaaliksi. Kuitujen ja muovien yhteenlasketuista osuuksista saatiin selville orgaanisen materiaalin osuus. On tärkeää ottaa huomioon, että murskausvaiheen jälkeen tutkittavasta jätemurskasta on poistettu metallit lähes kokonaan, mikä vähentää sen epäorgaanisen materiaalin osuutta. Eri jakeet punnittiin ja niiden yhteispainosta laskettiin osanäytteen kokonaispaino. Yhden jakeen osuus osanäytteestä laskettiin vertaamalla yhden jakeen painoa osanäytteen kokonaispainoon. Fraktioluokkaa,  $\varnothing < 20$  mm, ei lajiteltu käsin, vaan sen laatu määriteltiin pelkästään laboratorioanalyysillä.



KUVIO 14. Sekalainen rakennusjäte, fraktioluokka  $\varnothing 52-102$  mm lajiteltuna kolmeen jakeeseen: epäorgaaninen materiaali, kuidut sekä muovit (orgaaninen materiaali)

## 7.5 Laboratorionäytteet ja määritetyt analyysit

Laboratorioon analysoitavaksi toimitettavat näytteet valmistettiin siten, että 10 litran osanäytteet sekoitettiin jätelaaduittain ja fraktioluokittain astiaan, ja sekoitetuista osanäytteistä lapioitiin näytettä eri kohdista astiaa laboratorionäytteeksi. Fraktioluokasta  $\emptyset < 20$  mm toimitettiin analysoitavaksi 6 näytettä siten, että yhdyskuntien sekajätteestä oli kolme näytettä ja muista jätelaaduista yksi näyte. Fraktioluokan  $\emptyset < 20$  mm näytteille tehtiin biokaasuntuottotesti ja lannoitevalmistelaimen mukainen kiintoainetutkimus, jolla pyrittiin arvioimaan, soveltuuko se käsiteltäväksi biokaasulaitoksessa. Yhdyskuntien sekajätteestä oli kolme näytettä sen vuoksi, että siinä arvioitiin olevan eniten potentiaalia biokaasun tuotantoon. Fraktioluokista  $\emptyset 20 - 52$  mm ja  $\emptyset > 52$  mm toimitettiin analysoitavaksi jätelaaduittain yhdet näytteet. Fraktioluokkien  $\emptyset 20 - 52$  mm ja  $\emptyset > 52$  mm näytteille tehtiin kiinteän polttoaineen analyysit. Kiinteän polttoaineen analyyseillä pyrittiin selvittämään, minkälaiseen energiahyötykäyttöön fraktioitu sekajäte ja laitosrejekti sopisi. Taulukossa 12 on esitetty edellä mainitut analyyseissä tehdyt määritykset menetelmineen.

TAULUKKO 12. Lannoitevalmistelain mukaisessa kiintoainetutkimuksessa, kaa-  
suntuottotestissä ja kiinteän polttoaineen analyysissä määritetyt analyysit ja käy-  
tyt menetelmät

<b>Lannoitevalmistelain mukainen kiintoainetutkimus</b>	<b>Menetelmä</b>
Tilavuuspaino	SFS-EN 1340
Kuiva-aine	RA4016
Kokonaiskosteus	
Orgaaninen aines (hehikutushäviö 550°C)	RA4016
Sähkönjohtavuus	RA 2013
pH maa/kiinteä	RA2036
Typpi (N), liukoinen	RA 2003
Typpi (N), vedetön	ASTM D 5373
Metallit (As, Hg, P, P (liukoinen), Cd, K, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn)	RA 3000
<b>Kaasuntuottotesti</b>	
Biokaasuntuottopotentiaali	RA2071
<b>Kiinteän polttoaineen analyysit</b>	
Analyysikosteus	SFS-EN 15414-3
Tuhka 550°C	SFS-EN 15403
Hiili (C), vedetön	SFS-EN 15407
Vety (H), vedetön	SFS-EN 15407
Typpi (N), vedetön	SFS-EN 15407
Kloridi (Cl), vedetön	SFS-EN 15289, 15408 modif.
Rikki (S), vedetön	SFS-EN 15289, 15408 modif.
Kalorimetrinen lämpöarvo, vedetön	SFS-EN 15400
Tehollinen lämpöarvo, vedetön ja saapumistila	SFS-EN 15400
Toimitettu energiamäärä, vedetön	SFS-EN 15400
Metallit esikäsittely, hapot + mikroaaltouuni	RA3015
Metallit (Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, V, Zn, Tl, Na, K)	RA3000

## 8 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 8.1 Fraktioluokkien muodostuminen

Tutkimus osoitti, että murskauksessa ja fraktioluokkien muodostumisessa eri jätelaatujen välillä oli eroja. Murskausprosessissa jätteet murskautuivat erikokoisiksi kappaleiksi mekaanisten ominaisuuksiensa perusteella, ja eri jätelaaduissa yleisimmin esiintyneet materiaalit vaikuttavat paljon jätelaatujen välisiin eroihin fraktioluokkien muodostumisessa. Liitteessä 5 on esitetty jätelaaduittain eri fraktioluokkien pääasiallinen sisältö. Kuviossa 15 on esitetty jätelaaduittain fraktioluokkien muodostuminen. Osa jätelaaduista oli laadultaan tasaisia, mutta joissakin jätelaaduissa oli keskinäistäkin vaihtelua. Liitteessä 6 on esitetty fraktioluokkien muodostuminen kuormakohtaisesti.

Yhdyskuntien sekajäte on noin 60-prosenttisesti biohajoavaa materiaalia (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006), joka murskautui hienojakoiseksi ja muodosti kaikista jätelaaduista eniten fraktioluokkaa  $\varnothing < 20$  mm. Jäteaseman sekajäte sisältää suurimmaksi osaksi tekstiilejä, PVC-muovia, nahkatuotteita ja isoja kappaleita, kuten huonekaluja (Vanhala 2010), jotka murskauksen jälkeen muodostivat paljon fraktioluokkia  $\varnothing 20 - 52$  mm ja  $\varnothing 52 - 102$  mm.

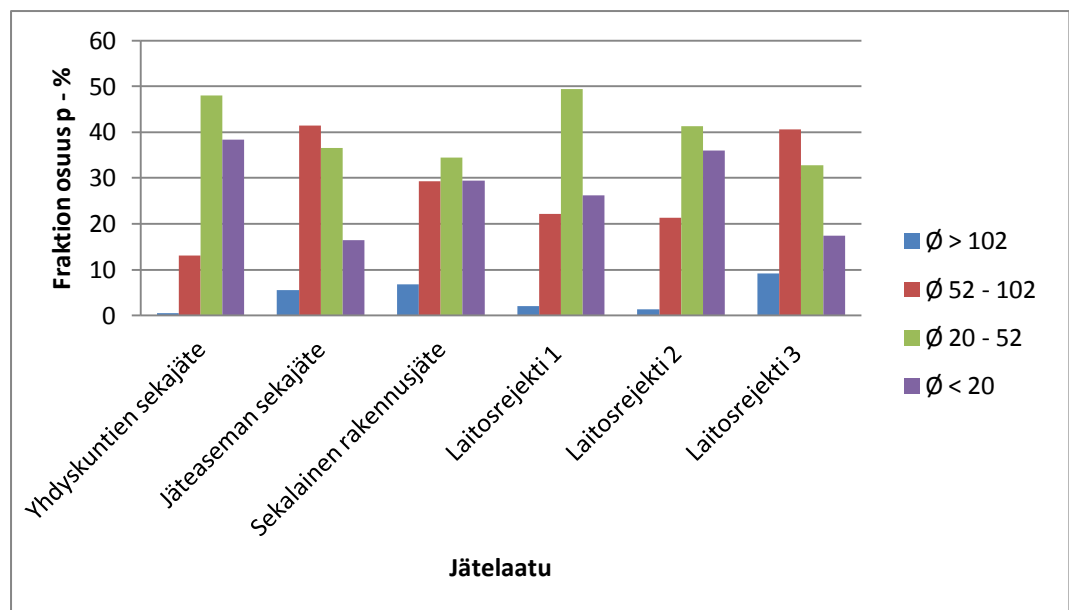
Sekalainen rakennusjäte sisältää paljon purua, kipsilevyä, villaa ja muuta hienoainesta (Vanhala 2010). Ne muodostivat joistakin kokoomanäytteistä paljon fraktioluokkaa  $\varnothing < 20$  mm. Sekalaisesta rakennusjätteestä muodostui tasaisimmin eri fraktioluokkia, ja sen kokoomanäytteissä oli eniten vaihtelua.

Laitosrejektissä 1 vuodevaatteista ja patjoista peräisin oleva vanu ja tekstiili muodostivat paljon fraktioluokkaa  $\varnothing 20 - 52$  mm. Laitosrejekti 2 sisälsi paljon lasia, joka muodosti fraktioluokkaa  $\varnothing < 20$  mm, ja puuta, joka muodosti fraktioluokkaa  $\varnothing 20 - 52$  mm. Laitosrejektin 3 sisältämä isokokoiset muovikappaleet, kuten putket ja peitteet, muodostivat paljon fraktioluokkaa  $\varnothing 52 - 102$  mm.

Yhdyskuntien sekajätteen jäteaseman sekajätteen, laitosrejektin 2 ja laitosrejektin 3 kuormista tehdyt kokoomanäytteet olivat tasalaatuisia, koska niissä fraktioluokkien muodostuminen kokoomanäytteiden kesken oli tasaista. Sekalaisessa raken-

nusjätteessä ja laitosrejektissä 1 kokoomanäytteet poikkesivat toisistaan eri fraktioluokkien muodostumisessa.

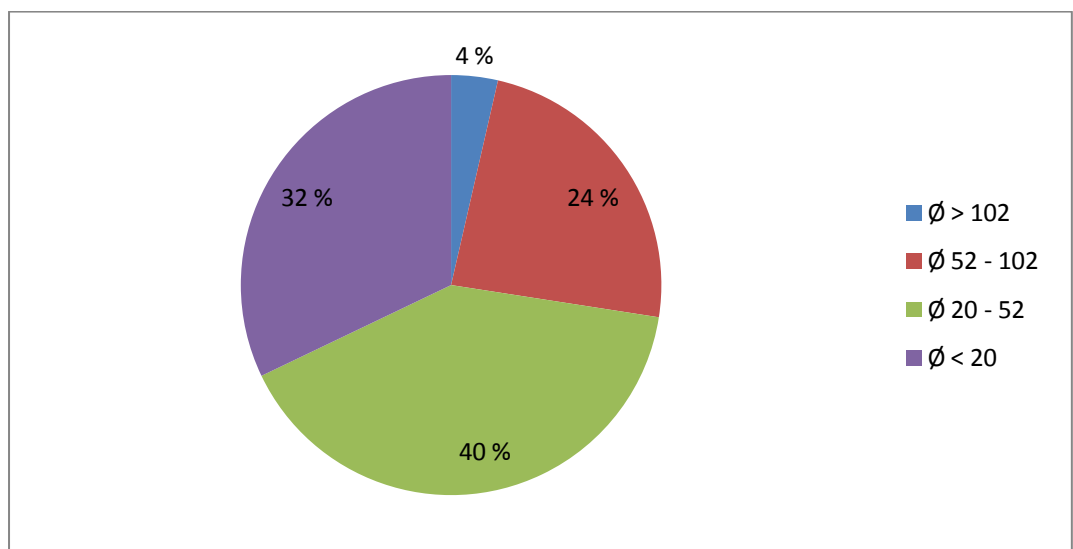
Fraktioluokkien muodostumisessa havaittiin olevan myös suuri ero energiajättemurskalla ja puujättemurskalla käsitellyn yhdyskuntien sekajätteen kokoomanäytteiden seulonnassa. Puujättemurskalla käsitelty yhdyskuntien sekajätteen kuorman 5 kokoomanäytteestä muodostui yli 50 %  $\emptyset < 20$  mm fraktiota kokoomanäytteen kokonaispainosta, kun kuormien 6 ja 7 kokoomanäytteistä muodostui eniten fraktiota välille  $\emptyset 20$  mm -  $\emptyset 52$  mm. Puujättemurskalla käsitellyn kokoomanäytteen tuloksia ei otettu huomioon fraktioiden muodostumisessa, koska sen arvioitiin vääristävän muodostuneiden fraktioiden osuuksia.



KUVIO 15. Fraktioluokkien keskimääräiset osuudet jätelaaduittain

Kaikkien jätelaatujen kokoomanäytteistä muodostui keskimääräisesti eniten fraktioluokkaa  $\emptyset$  20 – 52 mm ja vähiten fraktioluokkaa  $\emptyset > 102$  mm. Fraktioluokkaa  $\emptyset$  20 – 52 mm muodostui eniten, koska suurin osa eri materiaaleista murskautui mekaanisten ominaisuuksiensa vuoksi sen kokoiseksi.  $\emptyset > 102$  muodostui vain vähän, koska murskausprosessissa kaikki kappaleet murskautuivat pääasiassa sitä pienemmiksi. Fraktioluokkaa  $\emptyset < 20$  mm muodostui pääasiassa materiaaleista, jotka mekaanisten ominaisuuksiensa vuoksi murskautuivat pieniksi, halkaisijaltaan alle 20 mm, kappaleiksi. Kuviossa 16 on esitetty fraktioluokkien keskimääräinen jakautuminen kaikissa jätelaaduissa.

Eniten muodostunutta fraktioluokkaa  $\emptyset$  20 – 52 mm esiintyi kaikissa jätelaaduissa yli 30 painoprosenttia. Muiden fraktioluokkien muodostumisessa oli vaihtelua eri jätelaatujen välillä. Monissa jätelaaduissa, kuten yhdyskuntien sekajätteessä ja jäteaseman sekajätteessä, fraktioiden muodostuminen noudatti jätelaadun tyypillisestä koostumuksesta johtuvaa jätelajien murskautumista tiettyyn palakokoon. On kuitenkin huomioitava, että esimerkiksi sekalaisessa rakennusjätteessä ja laitospölyssä 1 yhden jätelaadun kokoomanäytteissä oli keskenään suurta vaihtelua fraktioluokkien muodostumisessa, kuten liitteestä 6 käy ilmi.



KUVIO 16. Fraktioluokkien keskimääräinen jakautuminen kaikkien jätelaatujen kokoomanäytteistä

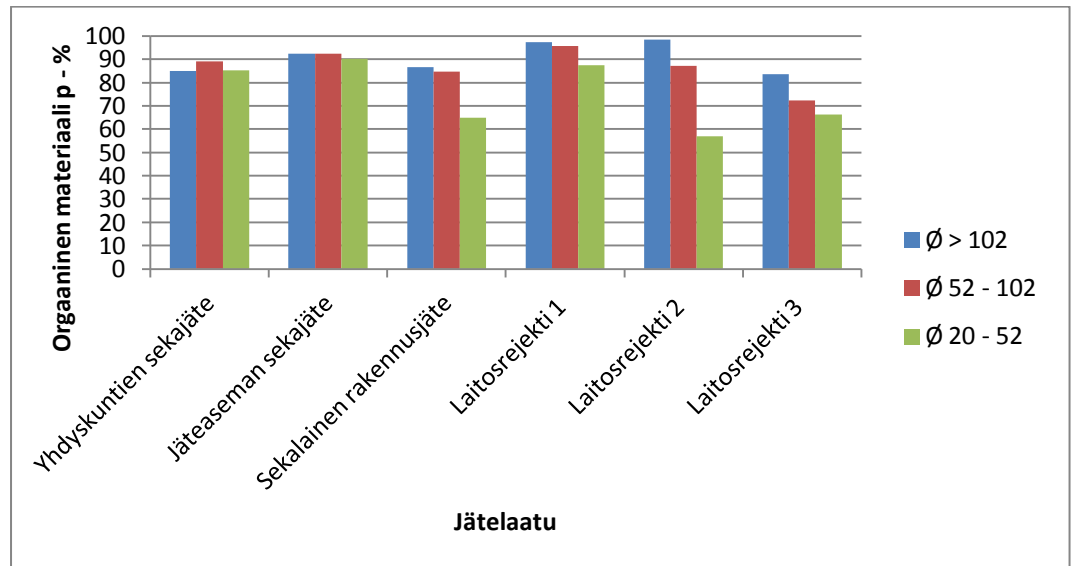
## 8.2 Fraktioluokkien laatu

### 8.2.1 Fraktioluokkien sisältö

Lajittelussa huomattiin, että lähes kaikissa fraktioluokissa esiintyi keskenään samoja materiaaleja. Haasteena on saada esimerkiksi orgaaninen ja epäorgaaninen materiaali erilleen toisistaan. Fraktioluokat  $\varnothing > 102$  mm ja  $\varnothing 52 - 102$  mm koostuivat pääasiassa pahvista, muovista, puusta, tekstiilistä ja muusta orgaanisesta materiaalista, joten niissä orgaanisen materiaalin osuus oli korkea, lähes 90 painoprosenttia. Fraktioluokassa  $\varnothing 20 - 52$  mm esiintyi eniten erilaisia materiaaleja, joten siinä orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin osuudet vaihtelivat eniten. Kuviossa 17 on esitetty orgaanisen materiaalin osuus jätelaaduittain eri fraktioluokissa. Liitteessä 7 on esitetty kuormakohtaisesti orgaanisen materiaalin osuudet.

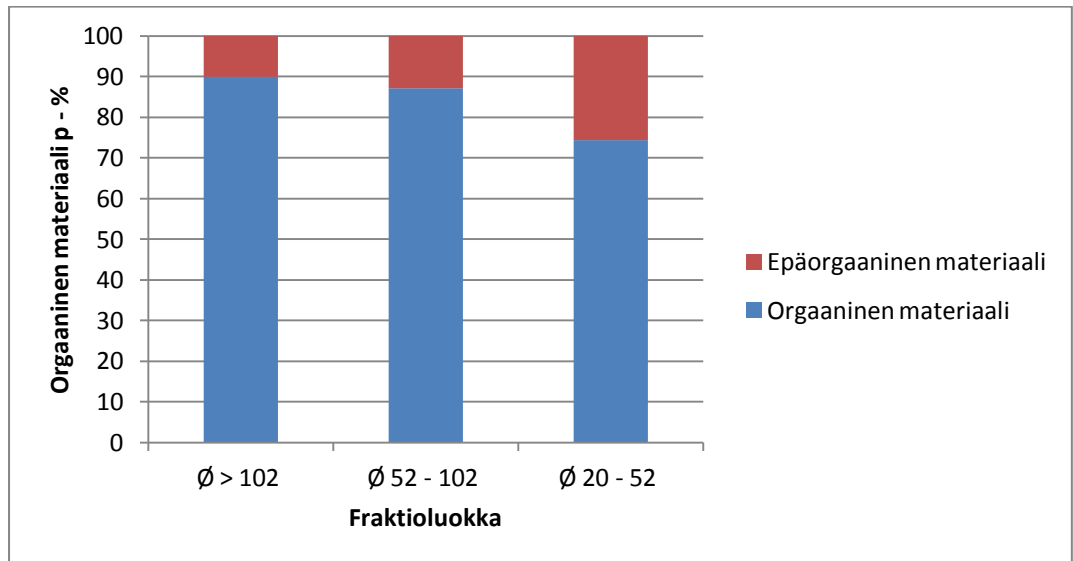
Yhdyskuntien sekajätteessä, jäteaseman sekajätteessä ja laitosrejektissä 1 orgaanisen materiaalin osuus kaikkien fraktioluokkien kesken oli tasainen, ja fraktioluokassa  $\varnothing 20 - 52$  mm orgaanisen materiaalin osuus oli paljon keskiarvoa korkeampi. Muissa jätelaaduissa fraktioluokassa  $\varnothing 20 - 52$  mm orgaanisen materiaalin osuus oli huomattavasti pienempi kuin suuremmissa fraktioluokissa. Jätelaaduista määritetyissä orgaanisen materiaalin pitoisuuksissa yhdyskuntien sekajätteessä ja jäteaseman sekajätteessä orgaanisen materiaalin osuus oli samaa suuruusluokkaa kuin aikaisemmissa tutkimuksissa (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006; YTV 2008; Tampio 2010). Sekalaisessa rakennusjätteessä orgaanisen materiaalin osuus oli tässä tutkimuksessa huomattavasti korkeampi kuin aikaisemmassa tutkimuksessa (Vanhala 2010.)





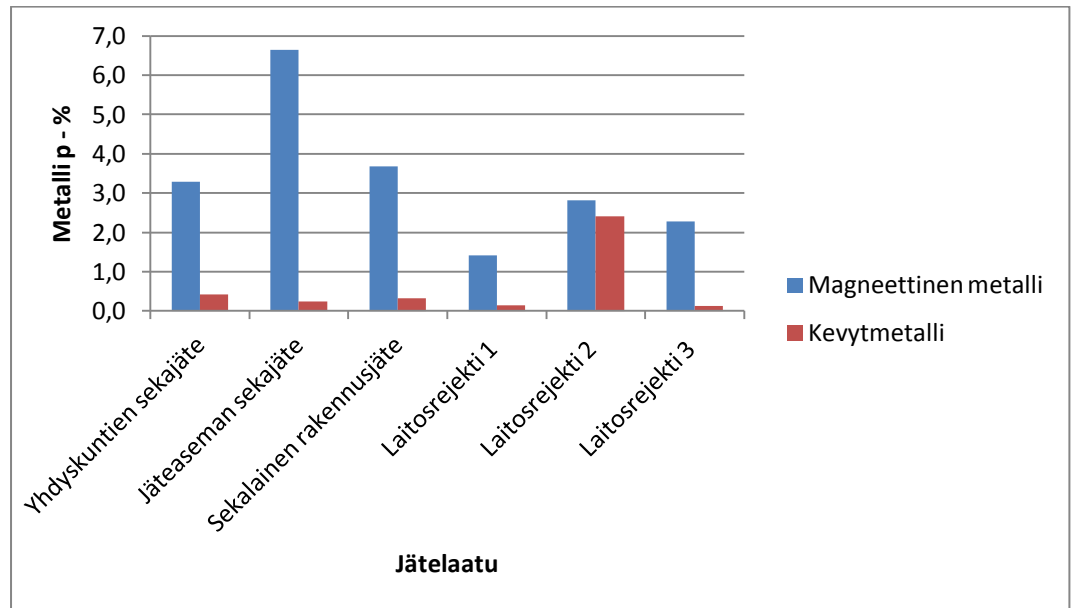
KUVIO 17. Orgaanisen materiaalin osuus jätelaaduittain eri fraktioluokissa

Lähes kaikissa jätelaaduissa eri fraktioluokkien ominaisuudet muuttuivat siten, että mitä suurempi fraktiokoko sitä suurempi oli orgaanisen materiaalin osuus. Kuviossa 18 on esitetty orgaanisen materiaalin kekskimääräinen osuus fraktioluokittain. Tämä johtui siitä, että epäorgaaninen materiaali, kuten metalli, lasi, villa, betoni ja tiili, olivat murskautuneet pienemmiksi kappaleiksi kuin palavat materiaalit, ja ne jaoutuivat pääasiassa pienempiin fraktioluokkiin. Fraktioluokkien orgaanisen materiaalin osuuksia verrattaessa on otettava huomioon, että epäorgaaniset materiaalit, kuten metalli, lasi ja betoni, painavat huomattavasti enemmän kuin esimerkiksi orgaanisista materiaaleista pahvi tai muovi, joten ne pieninäkin määrinä vaikuttavat paljon orgaanisen materiaalin osuuteen painoja verrattaessa.



KUVIO 18. Orgaanisen materiaalin keskimääräinen osuus fraktioluokittain

Yhdyskuntien sekajätteessä metallien osuus oli noin 25 paino - % vähemmän kuin vuonna 2006 tehdyssä Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n kaatopaikkajätetutkimuksessa. Jäteaseman sekajätteessä metallien osuus oli jopa 250 paino - % enemmän kuin Kujalan jätekeskuksessa vuonna 2010 tehdyssä Kaatopaikka- ja rakennusjätteen lavakuormien laatututkimuksessa. Sekalaisessa rakennusjätteessä metallien osuus oli lähes 40 paino - % vähemmän kuin viimeksi mainitussa tutkimuksessa. Laitosrejekteissä metallien osuus oli muihin jätelaatuihin verrattuna pienempi, lukuun ottamatta laitosrejektia 2. Laitosrejektissä 2 kevytmetallien osuus oli suuri, mikä johtui ikkunakehyksissä kiinni olleesta alumiinikiskoista. Kuviossa 19 on esitetty magneettisten metallien ja kevytmetallien osuudet jätelaaduittain. Metallien osuudet on ilmoitettu murskauslaitos MURREn erottamana, joten niissä ei ole otettu huomioon metallien sisältämiä epäpuhtauksia. Liitteessä 8 on esitetty metallien puhtausprosentit jätelaaduittain.



KUVIO 19. Metallien osuudet tutkitun jätelaadun kokonaispainosta

Metallien keskimääräistä osuutta kaikkien jätelaatujen kuormien kokonaispainossa nostaa jäteaseman sekajätteen suuri metallien osuus. Kaikissa jätelaaduissa metallien epäpuhtaudet olivat jätelaaduissa yleisimmin esiintyneitä materiaaleja. Taulukossa 13 on esitetty magneettisten metallien ja kevytmetallien keskimääräinen osuus kaikista jätelaaduista. Magneettisten metallien puhtausprosentti oli 84,4 % ja kevytmetallien puhtausprosentti 82,0 %.

TAULUKKO 13. Magneettisten metallien ja kevytmetallien keskimääräinen osuus tutkitun jätemäärän kokonaispainosta

Metallilaatu	paino - %
Magneettinen metalli	2,5
Kevytmetalli	0,3
<b>Yhteensä</b>	<b>2,8</b>

### 8.2.2 Lannoitevalmistelain mukainen kiintoainetutkimus

Lannoitevalmistelain mukaisessa kiintoainetutkimuksessa fraktioluokan  $\emptyset < 20$  mm näytteistä määritetyt luvussa 7.8 esitetyt perusanalyysien tulokset on esitetty taulukossa 14. Kuiva-aineen osuus on korkea, yli 50 % kaikissa jätelaaduissa, lukuun ottamatta yhdyskuntien sekajätteestä näytteitä 1 ja 2. Orgaanisen aineksen osuus kuiva-aineessa on korkea, yli 50 % yhdyskuntien sekajätteessä ja jäteseaman sekajätteessä.

TAULUKKO 14. Lannoitevalmistelain mukaisessa kiintoainetutkimuksessa fraktioluokan  $\emptyset < 20$  mm näytteistä määritettyjen perusanalyysien tulokset

Määritetyt analyysit	Yksikkö	Yhdyskuntien sekajäte 1	Yhdyskuntien sekajäte 2	Yhdyskuntien sekajäte 3	Jäteseaman sekajäte	Sekainen rä-kennusjäte	Laitosrejekti
Tilavuuspaino	g/l	510	510	570	310	450	570
Kuiva-aine	m - %	39	41	61	63	80	75
Kokonaiskosteus	%	55,9	55,7	40,5	36,3	21,6	27,1
Orgaaninen aines (hehkutushäviö 550 °C)	% ka	73	74	56	67	32	22
Sähkönjohtavuus	mS/m	26	210	310	200	240	230
pH maa/kiinteä		6,4	6,7	5,5	7,1	8,1	7,7
Typpi (N), liukoinen	mg/kg ka	4800	3700	1500	840	190	45
Typpi (N), vedetön	m - %	1,4	1,5	0,88	1,8	0,37	0,23

Lannoitevalmisteasetuksessa asetetuista raskasmetallien enimmäispitoisuuksista jotkut raja-arvot ylittyivät suurimmassa osassa fraktioluokan  $\emptyset < 20$  mm näytteistä. Liitteessä 9 on esitetty lannoitevalmistelain mukaisen kiintoainetutkimuksen tutkimustodistus, josta ilmenee kaikki määritetyt analyysit, tulokset sekä käytetyt menetelmät. On kuitenkin otettava huomioon, että raskasmetallien enimmäispitoisuuksien määrittäminen koskee lannoitevalmisteita eikä sen raaka-ainetta. Taulukossa 15 on esitetty lannoitevalmisteasetuksen mukaiset raskasmetallien enimmäispitoi-

suudet sekä näytteistä määritetyt raskasmetallipitoisuudet. Yhdyskuntien sekajätteen kolmesta näytteestä yhdessä, yhdyskuntien sekajätteessä 3, kuparin ja lyijyn pitoisuudet, jäteaseman sekajätteessä lyijyn ja sinkin pitoisuudet, ja laitosrejek-teissä elohopean, kromin, lyijyn ja nikkelin pitoisuudet ylittivät asetuksessa määritetyt enimmäispitoisuudet. Sekalaisen rakennusjätteen näytteessä raskasmetalli-en enimmäispitoisuudet eivät ylittyneet.

TAULUKKO 15. Lannoitevalmisteasetuksessa määritetyt raskasmetallien enimmäispitoisuudet verrattuna fraktioluokan Ø < 20 mm näytteistä mitattuihin arvoihin enimmäispitoisuuden ylittävät pitoisuudet korostettuna

Alkuaine	Lannoitevalmisteasetuksen mukainen enimmäispitoisuus mg/kg ka	Yhdyskuntien sekajäte 1	Yhdyskuntien sekajäte 2	Yhdyskuntien sekajäte 3	Jäteaseman sekajäte	Sekalainen rakennusjäte	Laitosteijeki
Arseeni (As)	25,0	4,3	3,1	1,2	2,8	8,2	6,2
Elohopea (Hg)	1,0	0,3	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	1,2
Kadmium (Cd)	1,5	0,6	0,3	1,4	1,1	0,4	0,8
Kromi (Cr)	300,0	94,0	80,0	100,0	160,0	77,0	660,0
Kupari (Cu)	600,0	110,0	91,0	15000,0	360,0	67,0	97,0
Lyijy (Pb)	100,0	70,0	13,0	430,0	380,0	89,0	110,0
Nikkeli (Ni)	100,0	46,0	38,0	53,0	57,0	30,0	330,0
Sinkki (Zn)	1500,0	380,0	460,0	840,0	3200,0	690,0	960,0
Kalium (K)	ei määritetty	5400	5500	2300	1800	1600	1400
Fosfori (P)	ei määritetty	2400	2800	820	570	260	270
Fosfori, liukoinen (P)	ei määritetty	39	92	110	24	< 10	< 10

### 8.2.3 Biokaasuntuottotesti

Biokaasun muodostumisen kannalta tärkeät parametrit, kuiva-ainepitoisuus (TS) ja kuiva-aineen hehkutushäviö, jolla arvioidaan orgaanisen aineen pitoisuutta (VS), määritettiin näytteistä lannoitevalmistelain mukaisessa kiintoainetutkimuksessa. Niiden tulokset on esitetty taulukossa 14. Yhdyskuntien sekajätteessä ja jäteaseman sekajätteessä orgaanisen materiaalin osuudet hehkutushäviöllä määritettynä olivat suuremmat kuin muissa jätelaaduissa. Se vaikutti myös biokaasuntuottotestin tuloksiin, koska yhdyskuntien sekajätteessä ja jäteaseman sekajätteessä metaanintuottopotentialiaali oli suurin. Sekalaisessa rakennusjätteessä orgaanisen materiaalin osuus oli vain noin 20 % ja sen metaanintuottopotentialiaali oli negatiivinen. Bioaasuntuottotestissä metaanintuotantopotentialiaali on ilmoitettu yksikössä NI/gVS (normilitraa grammassa kuiva-ainetta). Normilitra on ISO 1217-standardin mukaisissa olosuhteissa määritelty litra ilmaa, jossa paine on 1 bar, lämpötila 20 °C ja ilmankosteus 0 %. Metaanintuotantopotentialiaali voidaan ilmoittaa myös yksikössä m<sup>3</sup>/t VS. Taulukossa 16 on esitetty eri jätelaatujen metaanintuottopotentialit muunnettuna yksikköön m<sup>3</sup>/t VS ja vertailukohtana taulukossa on esitetty erilliskerätyn biojätteen metaanintuotantopotentialiaali. Liitteessä 10 on esitetty biokaasuntuottotestin tulokset ja metaanintuottopotentialiaalikuvaajat jätelaaduittain.

TAULUKKO 16. Metaanintuottopotentialiaali eri jätelaaduissa

Syöte	CH <sub>4</sub> tuotto [m <sup>3</sup> /t VS]
Yhdyskuntien sekajäte 1	120
Yhdyskuntien sekajäte 2	60
Yhdyskuntien sekajäte 3	160
Jäteaseman sekajäte	190
Sekalainen rakennusjäte	-
Laitosrejekti	20
Biojäte	500 – 600

#### 8.2.4 Kiinteän polttoaineen analyysi

Kiinteän polttoaineen analyysin tuloksissa oli eroa fraktioluokkien  $\varnothing$  20 - 52 mm ja  $\varnothing > 52$  mm välillä, mutta jätelaaduittain ilmeni yhtäläisyyksiä polttoaineen kriittisten ominaisuuksien, kuten kokonaiskosteuden, tuhkan ja kloridin osuukseen, elohopeapitoisuuden ja tehollisen lämpöarvon osalta. Fraktioluokan  $\varnothing > 52$  mm näytteissä raskasmetallipitoisuudet olivat pääsääntöisesti pienempiä kuin fraktioluokassa  $\varnothing$  20 - 52 mm. Taulukossa 17 on esitetty fraktioluokan  $\varnothing$  20 - 52 mm ja taulukossa 18 fraktioluokan  $\varnothing > 52$  mm kiinteän polttoaineen analyysien tulokset. Liitteessä 11 on esitetty kyseisten analyysien tutkimustodistukset.

Molemmissa fraktioluokissa yhdyskuntien sekajätteen kokonaiskosteus oli yli 40 %, mutta tehollinen lämpöarvo oli kuitenkin korkein yhdyskuntien sekajätteessä ja jäteaseman sekajätteessä. Tuhkan osuus oli molemmissa fraktioluokissa suurin sekalaisessa rakennusjätteessä ja laitosrejektissä. Tuhkan osuus todennäköisesti pienentyisi, jos seulonta olisi tehokkaampaa ja käsittelyprosessissa olisi ilma-  
luokitin, jolla raskaat epäorgaaniset materiaalit saataisiin erotettua poltettavaksi soveltuvasta orgaanisesta materiaalista. Kloridin osuus molemmissa fraktioluokissa oli suurimmillaan jäteaseman sekajätteessä ja laitosrejektissä. Suuret kloridipitoisuudet johtuvat todennäköisesti PVC-tuotteiden suuresta määrästä edellä mainituissa jätteissä. Elohopean osuus oli suurin molemmissa fraktioluokissa yhdyskuntien sekajätteessä.

Raskasmetallien osalta fraktioluokassa  $\varnothing$  20 - 52 mm pitoisuudet olivat joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta suurempia kuin luokassa  $\varnothing > 52$  mm. Poikkeuksellisen suuria raskasmetallipitoisuuksia esiintyi fraktioluokassa  $\varnothing$  20 - 52 mm yhdyskuntien sekajätteessä antimonin, elohopean ja koboltin osalta, jäteaseman sekajätteessä arseenin, kadmiumin, kromin, lyijyn ja nikkelin osalta, sekalaisessa rakennusjätteessä kuparin, lyijyn, mangaanin ja vanadiinin osalta ja laitosrejek-teissä koboltin, sinkin ja vanadiinin osalta. Fraktioluokassa  $\varnothing > 52$  mm poikkeuksellisen suuria raskasmetallipitoisuuksia esiintyi yhdyskuntien sekajätteessä elohopean, koboltin, ja nikkelin osalta, jäteaseman sekajätteessä antimonin, kromin, kuparin, lyijyn, mangaanin, nikkelin, sinkin, tinan ja vanadiinin osalta ja laitosrejek-teissä antimonin, kadmiumin ja sinkin osalta.

TAULUKKO 17. Kiinteän polttoaineen analyysien tulokset fraktioluokasta Ø 20 - 52 mm polttoaineiden merkittävimmät ominaisuudet korostettuna

Määrittäminen	Yksikkö	Yhdyskuntien seka- jäte	Jäteaseman seka- jäte	Sekalainen rakennus- jäte	Laitosrejekti
Kuiva-aine	m - %	98,00	96,00	98,00	99,00
Kokonaiskosteus	m - %	47,10	27,70	21,20	25,10
Tuhka 550 °C, vedetön	m - %	21,20	23,60	33,80	26,00
Kloridi (Cl), vedetön	m - %	0,93	2,50	0,29	2,90
Elohopea (Hg)	mg/kg ka	0,25	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Kalorimetrinen lämpöarvo, vedetön	MJ/kg	21,14	21,90	14,68	17,57
Tehollinen lämpöarvo, kuiva-aine	MJ/kg	19,67	20,63	13,58	16,48
Tehollinen lämpöarvo, saapumistila	MJ/kg	9,26	10,18	14,24	11,73
Antimoni (Sb)	mg/kg ka	1500,00	160,00	44,00	190,00
Arseeni (As)	mg/kg ka	3,50	8,30	2,30	2,20
Kadmium (Cd)	mg/kg ka	0,73	5,00	0,14	1,90
Kromi (Cr)	mg/kg ka	43,00	180,00	61,00	82,00
Koboltti (Co)	mg/kg ka	11,00	7,10	5,20	11,00
Kupari (Cu)	mg/kg ka	98,00	50,00	5300,00	38,00
Lyijy (Pb)	mg/kg ka	95,00	130,00	170,00	77,00
Mangaani (Mn)	mg/kg ka	190,00	120,00	220,00	170,00
Nikkeli (Ni)	mg/kg ka	23,00	68,00	20,00	36,00
Sinkki (Zn)	mg/kg ka	430,00	240,00	210,00	530,00
Tallium (Tl)	mg/kg ka	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Tina (Sn)	mg/kg ka	51,00	12,00	2,70	8,00
Vanadiini (V)	mg/kg ka	5,00	12,00	16,00	16,00
Kalium (K)	m - % ka	0,47	0,17	0,22	0,28
Natrium (Na)	m - % ka	0,69	0,55	0,28	0,54



TAULUKKO 18. Kiinteän polttoaineen analyysien tulokset fraktioluokasta Ø > 52 mm polttoaineiden merkittävimmät ominaisuudet korostettuna

Määrittäminen	Yksikkö	Yhdyskuntien sekajäte	Jäteaseman sekajäte	Sekalainen rakennusjäte	Laitosrejekti
Kuiva-aine	m - %	99,00	98,00	98,00	98,00
Kokonaiskosteus	m - %	40,30	14,70	13,50	19,00
Tuhka 550 °C, vedetön	m - %	17,40	14,60	21,40	25,60
Kloridi (Cl), vedetön	m - %	0,12	1,10	0,16	1,00
Elohopea (Hg)	mg/kg ka	0,97	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Kalorimetrinen lämpöarvo, vedetön	MJ/kg	21,06	23,70	19,46	20,26
Tehollinen lämpöarvo, kuiva-aine	MJ/kg	19,68	22,13	18,02	18,86
Tehollinen lämpöarvo, saapumistila	MJ/kg	10,76	18,52	15,26	14,81
Antimoni (Sb)	mg/kg ka	14,00	44,00	3,00	34,00
Arseeni (As)	mg/kg ka	2,00	1,60	1,30	1,00
Kadmium (Cd)	mg/kg ka	1,50	0,27	0,17	3,10
Kromi (Cr)	mg/kg ka	77,00	340,00	29,00	28,00
Koboltti (Co)	mg/kg ka	160,00	9,80	2,10	10,00
Kupari (Cu)	mg/kg ka	39,00	2800,00	540,00	20,00
Lyijy (Pb)	mg/kg ka	15,00	160,00	11,00	32,00
Mangaani (Mn)	mg/kg ka	67,00	370,00	120,00	69,00
Nikkeli (Ni)	mg/kg ka	44,00	130,00	8,70	11,00
Sinkki (Zn)	mg/kg ka	370,00	1400,00	160,00	1200,00
Tallium (Tl)	mg/kg ka	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Tina (Sn)	mg/kg ka	9,00	56,00	26,00	41,00
Vanadiini (V)	mg/kg ka	2,70	8,20	5,70	7,10
Kalium (K)	m - % ka	0,27	0,12	0,12	0,13
Natrium (Na)	m - % ka	0,28	0,18	0,31	0,19

## 9 HYÖDYNTÄMISVAIHTOEHTOJEN POHTIMINEN

### 9.1 Esikäsittelyn merkitys jätteiden hyödyntämisessä

Tutkimuksen perusteella erilaatuiset sekajätteet ja laitosrejekti sisältävät paljon hyödynnettäväksi kelpaavaa materiaalia, mikä vahvistaa aikaisempia tutkimustuloksia (Päijät-Hämeen Jätehuolto 2006; Vanhala 2010). Materiaalien tehokas hyödyntäminen edellyttää jätteiden käsittelyä joko ennen murskausprosessia tai sen jälkeen. Nykyään Kujalan jätekeskuksen lajitteluterminaalissa osa sekajätteistä ja sekalaisesta rakennusjätteestä esilajitellaan materiaalinkäsittelykouralla, josta se ohjataan energia- ja materiaalihyötykäyttöön tai laitosmaiseen jatkokäsittelyyn. Lajittelutehokkuuden nostaminen kuitenkin edellyttää lajittelukapasiteetin lisäämistä. Vanhalan mukaan erityisesti puu- ja purujätettä sekä Lahti Energia Oy:n KYVO2-kaasutinlaitokseen kelpaavaa energijätettä olisi mahdollista saada nykyistä enemmän hyötykäyttöön koneellista lajittelua tehostamalla (Vanhala 2010, 33). Tässä tutkimuksessa lajittelun perusteella kyseisiä materiaaleja esiintyi kaikissa tutkituissa jätelaaduissa.

Yhdyskuntien sekajäte ei vuoden 2006 tutkimuksen mukaan sisällä kovin suuria kappaleita (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006). Sen esilajittelu ennen murskausta ja pussien auki repimistä olisi vaikeaa jätteen hienojakoisuuden vuoksi. Jäteese-man sekajätteessä, sekalaisessa rakennusjätteessä ja laitosrejekteissä jätteen kappalekoot ovat huomattavasti suurempia kuin yhdyskuntien sekajätteessä, joten niiden esilajittelu materiaalinkäsittelykouralla on mahdollista.

Murskausprosessin jälkeisellä materiaalien erottelulla voisi osan materiaaleista erottaa hyötykäyttöön siihen sopivilla erotteluteknikoilla. Kaikissa fraktioluokissa esiintyi monia eri materiaaleja, mikä vaatii monipuolisia erottelumenetelmiä. Magneettierottimella voidaan erottaa magneettiset metallit ja pyörrevirtaerotusmenetelmällä kevytmetallit. Rumpuseulalla voidaan erottaa materiaalit toisistaan palakoon perusteella, ja tuuliseulalla kevyet materiaalit raskaammista. (Oikarinen 2012, 4-5). Tuuliseulan käyttö parantaisi SRF:n laatua, koska raskaat epäorgaaniset materiaalit saataisiin erotettua poltettavaksi kelpaavista materiaalista, mikä laskisi SRF:n tuhkapitoisuutta. Tuuliseulan aiheuttama ilmavirta saattaisi myös

kuivata materiaaleja mikä parantaisi SRF:n tehollista lämpöarvoa saapumistilassa. Erotteluun käytettävän tekniikan hankkiminen lisää jättenkäsittelyn kustannuksia. Erottelua on kuitenkin tehtävä, mikäli materiaaleja halutaan saada materiaali-hyötykäyttöön tai jätteestä valmistettavan SRF:n laatua pyritään parantamaan.

Fraktioinnissa muodostui eniten fraktioluokkaa Ø 20 - 52 mm 40 paino - %:n osuudella. Mikäli seulonta olisi ollut tehokkaampaa ja jäte kuivattua, olisi kyseisestä fraktioluokasta todennäköisesti erottunut raskaita epäorgaanisia materiaaleja pienimpään, Ø < 20 mm, fraktioluokkaan. Tämä olisi saattanut laskea fraktioluokan Ø 20 - 52 mm tuhkapitoisuutta. Lajittelun perusteella orgaanisen materiaalin osuus yhdyskuntien sekajätteen fraktioluokassa Ø 20 - 52 oli noin 85 paino - %. Kiinteän polttoaineen analyysin perusteella tuhkapitoisuus kuiva-aineessa oli 21,20 paino - %, eli orgaanisen materiaalin osuus oli noin 79 paino - %.

Seulakokojen optimoinnilla voitaisiin vaikuttaa fraktioluokkien muodostumiseen. Kajaanin tutkimuksessa fraktioluokassa Ø 40 - 50 mm orgaanisen materiaalin osuus lajittelun perusteella oli noin 90 paino - %. Mikäli olisi seulakoon Ø 20 mm sijaan esimerkiksi Ø 40 mm ja Ø 5 mm kokoisilla seuloilla, voitaisiin fraktioluokkaan Ø 20 - 52 mm verrattuna fraktioluokkien laatua saada tasaisemmaksi. Toisaalta seulakokoa Ø 102 mm muuttamalla esimerkiksi Ø 80 mm suurimman fraktioluokan osuus kasvaisi ja fraktioluokkaan Ø 20 - 52 mm erottuva hyvälaatuinen polttokelpoinen materiaali ei sekoittuisi epäorgaanisten materiaalien kanssa.

## 9.2 Materiaalihyötykäyttö

Sekajätteessä ja laitosrejektissä materiaalihyötykäytettäviä materiaaleja ovat pahvi, paperi, muovi, puu ja metalli. Jätteen esilajittelulla tai materiaalien erottamisella murskausprosessin jälkeen olisi mahdollista lajitella osa materiaaleista erilleen. Pahvi, muovi, puu ja metalli on suurina kappaleina mahdollista erottaa esilajittelussa materiaalinkäsittelykouralla. Paperin erottaminen esilajittelussa saattaisi olla vaikeampaa, koska se pehmenee ja hajoaa kosteissa olosuhteissa.

Pahvin, paperin ja muovin kohdalla on selvítettävä ovatko ne sekajätteestä erotettuna materiaalikierrätykseen kelpaavia, ja onko niiden erottaminen teknisesti ja taloudellisesti kannattavaa. Edellä mainittuihin materiaaleihin kiinnittyy helposti

niitä likaavaa hienoainesta, joten materiaalien peseminen nostaa materiaali kierrätyksen kustannuksia. Hienoaineksen tehokkaampi erottaminen muusta materiaalista voisi olla mahdollista, mikäli materiaali kuivattaisiin ennen seulontaa ja seulonta olisi tutkimuksessa käytettyä menetelmää tehokkaampaa.

Mikäli jätteestä erotettaisiin materiaali hyötykäyttöön poltettavaksi kelpaavat materiaalit, niiden osuus valmistettavasta SRF:stä laskisi. Silloin SRF:n lämpöarvo laskisi ja tuhkapitoisuus nousisi epäorgaanisen materiaalin osuuden kasvaessa. Mikäli epäorgaaninen materiaali saataisiin erotettua mahdollisimman tehokkaasti, SRF:n tuhkapitoisuus vastaavasti laskisi.

Lasi rikkoutuu käsiteltäessä helposti pieniksi kappaleiksi. Mikäli lasia ei pystytä erottamaan muusta materiaalista ennen murskausprosessia, murskautuu se tutkimuksen perusteella pääasiassa  $\varnothing < 20$  mm kappaleiksi. Käsinsortelussa suuremista fraktioluokista löytyi vain vähän lasia, vaikka esimerkiksi laitosrejektissä 2 lasin määrä oli suuri sen sisältämien ikkunoiden vuoksi. Metallien erottaminen olisi tehokasta, jos esilajittelun lisäksi murskausprosessin jälkeen metallit erotellaan magneettisiin metalleihin ja kevytmetalleihin. Tutkitussa kokonaisjättemäärässä magneettisia metalleja ja kevytmetalleja oli yhteensä noin 2,8 paino-%. Vuoden 2011 jättemäärästä sekajätteistä ja laitosrejektistä erotetun metallin määrä olisi siten noin 1700 tonnia.

### 9.3 Energiahyötykäyttö

Käsittämätöntä sekajätettä hyödynnetään nykyään energiana jätevoimaloissa arina- ja leijupetiteknikalla. Sekajätteelle ja laitosrejektille on kuitenkin tehtävä esikäsittelyä, mikäli energiahyötykäyttömahdollisuuksia halutaan laajentaa ja tehostaa esimerkiksi rinnakkaispolttolaitoksissa tai biokaasulaitoksissa. Kiinteän polttoaineen analyysin tuloksien mukaan fraktioluokassa  $\varnothing > 52$  mm polttoaineiden merkittävimpien ominaisuuksien huomattiin olevan yhtä poikkeusta lukuunottamatta parempia kuin fraktioluokassa  $\varnothing 20 - 52$  mm. Fraktioluokassa  $\varnothing > 52$  mm yhdyskuntien sekajätteen elohopeapitoisuus oli suurempi kuin pienemmässä fraktioluokassa. Elohopeaa yhdyskuntien sekajätteeseen saattaa päätyä esimerkiksi energiansäästölamppuista tai vanhoista kuumemittareista.

Yhdyskuntien sekajätteen vuosittainen kertymä on suurin tutkituista jätelaaduista. Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa oli yhdyskuntien sekajätteessä molemmissa fraktioluokissa noin 20 MJ/kg, joka vastaa sivulla 17 taulukossa 2 esitettyä yhdyskuntien sekajätteen lämpöarvoa. Yhdyskuntien sekajätteen ja kierrätyspuun tehollista lämpöarvoa verrattaessa voidaan huomata, että ne ovat keskenään samaa suuruusluokkaa. Kloridipitoisuus yhdyskuntien sekajätteessä oli noin 1 painoprosenttia kun edellä mainitussa taulukossa kierrätyspuussa sen osuudeksi on ilmoitettu < 0,1 painoprosenttia. Tuhkan osuus yhdyskuntien sekajätteessä on noin 20 painoprosenttia, kun se kierrätyspuussa on noin 1 – 5 painoprosenttia

Tutkimuksen mukaisilla menetelmillä valmistetun SRF:n laadun parantamiseksi jätteestä pitäisi erottaa materiaalit, jotka erityisesti rajoittavat sen energiahyötykäyttöä. SRF:ää valmistettaessa PVC-tuotteet nostavat polttoaineen kloridipitoisuutta ja epäorgaaninen materiaali polttoaineen tuhkapitoisuutta. Epäorgaaninen materiaali myös alentaa SRF:n lämpöarvoa. Epäorgaanista materiaalia esiintyi kaikissa fraktioluokissa, mutta pienimmillään sen osuus oli fraktioluokassa  $\emptyset > 102$  mm. Mahdollisuuksia sekajätteestä ja laitosrejektistä valmistettavan SRF:n laadun parantamiseksi on vielä tutkittava. Puhtaamman SRF:n valmistamiseksi käsittelyprosessin tehostaminen on oltava teknisesti ja taloudellisesti kannattavaa.

Biokaasuntuottotestin perusteella fraktioluokassa  $\emptyset < 20$  mm jäteaseman sekajätteellä metaanintuottopotentiaali oli  $190 \text{ m}^3/\text{t VS}$  ja yhdyskuntien sekajätteellä parhaimmillaan  $160 \text{ m}^3/\text{t VS}$ . Ne olivat tutkituista jätelaaduista korkeimmat metaanintuottopotentiaalit. Latvalan mukaan energiakasvien metaanintuottopotentiaali on  $300 - 500 \text{ m}^3/\text{t VS}$  ja biojätteellä se on  $500 - 600 \text{ m}^3/\text{t VS}$  (Latvala 2009). Näihin metaanintuottopotentiaaleihin verrattuna jäteaseman sekajätteen ja yhdyskuntien sekajätteen metaanintuotantopotentiaalit ovat melko alhaisia, mutta niiden sekoittaminen muihin syötteisiin voisi mahdollistaa niiden hyödyntämisen metaanintuotannossa. Niiden hyödyntämismahdollisuuksia on vielä tutkittava, koska raskasmetallipitoisuudet olivat korkeita tutkituissa näytteissä.

Laitosrejektin ja sekalaisen rakennusjätteen metaanintuottopotentiaalin oli huono, joten niiden hyödyntäminen biokaasulaitoksessa lienee kannattamatonta. Ominaisuuksiensa perusteella sekalaisen rakennusjätteen ja laitosrejektin fraktioluokan  $\emptyset$

< 20 mm hyödyntämisvaihtoehdoksi jää polttaminen jätevoimalassa. SRF:ksi se ei sovellu liian pienen palakokonsa ja korkeiden raskasmetallipitoisuuksien vuoksi. Vaihtoehtona voisi kuitenkin ajatella aineksen kuivaamista ja seulomista esimerkiksi Ø 5 mm kokoisella seulalla, jolloin hienoaines erottuisi vielä tehokkaammin muusta materiaalista. Sen jälkeen fraktioluokalle Ø 10 - 20 mm olisi tehtävä vielä kiinteän polttoaineen analyysi, jotta sen energiahyötykäyttömahdollisuuksia voisi arvioida uudelleen.

## 10 YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää esikäsitellyn sekajätteen ja laitosrejektin soveltuvuutta energia- ja materiaalihyötykäyttöön. Tavoitteena oli saada selville fraktioidun sekajätteen ja laitosrejektin fraktiosisältö ja eri fraktioiden soveltuvuus jatkokäsittelyn avulla materiaalin kierrätykseen tai muuhun hyötykäyttöön. Erilaisista sekajätteistä ja laitosrejektistä määritettiin laboratorioanalysein mm. orgaanisen materiaalin osuus, raskasmetallipitoisuudet, palamistekniset ominaisuudet ja metaanintuottopotentiaali hyödyntämisen jatkokäsittelytarpeen arvioimiseksi. Tutkimuksessa erilaiset sekajätteet luokiteltiin syntypaikkansa perusteella yhdyskuntien sekajätteeksi, jäteaseman sekajätteeksi, sekalaiseksi rakennusjätteeksi ja laitosrejektiksi. Jätteen esikäsitelyssä jäte murskattiin ja fraktioitiin seulomalla eri fraktioluokkiin jätelaaduittain. Muodostuneista fraktioluokista tutkittiin murskatun jätteen laatu. Tutkimuksessa selvisi, että erilaisista sekajätteistä ja laitosrejektistä määritetyt ominaisuudet vaihtelivat jätelaaduittain ja fraktioluokittain.

Jätteitä ei lajiteltu ennen murskausta, vaan tutkittavat jätekuormat murskattiin sellaisinaan. Ainoastaan isot ja murskautumattomat kappaleet jätettiin murskaamatta, koska niiden arvioitiin aiheuttavan häiriötä murskausprosessissa. Murskatun jätteen fraktiointiin käytettiin seuloja, joiden seulakoot olivat  $\varnothing$  20 mm,  $\varnothing$  52 mm ja  $\varnothing$  102 mm. Fraktioinnin teho ei ollut paras mahdollinen, koska se suoritettiin käsin. Fraktioluokkien muodostumisessa havaittiin, että fraktioluokkaa  $\varnothing$  20 – 52 mm muodostui lähes kaikissa jätelaaduissa eniten. Fraktioluokkaa  $> \varnothing$  102 mm muodostui muihin fraktioluokkiin verrattuna hyvin vähän.

Fraktioluokka  $\varnothing$  20 – 52 mm oli koostumukseltaan heterogeenisempää kuin muut fraktioluokat, koska useimmat murskausprosessissa käsitellyt materiaalit murskautuivat sen kokoisiksi kappaleiksi mekaanisten ominaisuuksiensa vuoksi. Tämän vuoksi fraktioluokassa  $\varnothing$  20 – 52 mm orgaanisen materiaalin osuus oli pienempi ja raskasmetallipitoisuudet sekä palamistekniset ominaisuudet olivat useassa jätelaadussa heikommat kuin sitä suuremmissa fraktioluokissa.

Orgaanisen materiaalin osuus oli suuri kaikissa jätelaaduissa. Orgaanisen materiaalin osuutta tutkittiin käsinlajittelussa fraktioluokista  $\varnothing$  20 – 52 mm,  $\varnothing$  52 - 102

mm ja  $\emptyset > 102$  mm. Orgaanisen materiaalin osuuden todettiin olevan suurin fraktioluokassa  $\emptyset > 102$  mm, mikä oli koostumukseltaan homogeenisempaa kuin fraktioluokat  $\emptyset 20 - 52$  mm ja  $\emptyset > 52 - 102$  mm. Orgaanisen materiaalin keskimääräinen osuus fraktioluokassa  $\emptyset > 102$  mm oli lähes 90 % ja fraktioluokassa  $\emptyset 20 - 52$  mm noin 65 %. Metallien osuus tutkituista jätekuormista selvitettiin murskausprosessissa tapahtuvan metallien erottelun avulla. Magneettisten metallien osuus oli keskimäärin 3,3 % ja kevytmetallien osuus 0,4 % tutkitun jätemäärän kokonaispainosta.

Fraktioluokan  $\emptyset < 20$  mm näytteille tehtiin metaanintuottopotentiali ja lannoitevalmistelain mukaisen kiintoainetutkimuksen mukaiset määritykset, minkä tarkoituksena oli selvittää seulontajäännöksen soveltuvuus energiahyötykäyttöön biokaasulaitokselle. Yhdyskuntien sekajätteessä metaanintuottopotentialiksi mitattiin parhaimmillaan  $160 \text{ m}^3/\text{tVS}$  ja jäteaseman sekajätteessä  $190 \text{ m}^3/\text{tVS}$ , kun se on erilliskerätyssä biojätteessä noin  $500 - 600 \text{ m}^3/\text{tVS}$ . Sekalaisessa rakennusjätteessä ja laitosrejektissä metaanintuottopotentiali oli tutkimuksen perusteella huomattavasti yhdyskuntien sekajätettä ja jäteaseman sekajätettä heikompi. Raskasmetallien pitoisuuksissa raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia mitattiin lähes kaikissa jätelaaduissa, joten niiden hyötykäyttöä biokaasulaitoksissa on vielä tutkittava.

Fraktioluokkien  $\emptyset 20 - 52$  mm ja  $\emptyset > 52$  mm näytteille tehdyssä kiinteän polttoaineen analyyseissä selvisi, että fraktioluokassa  $\emptyset > 52$  mm SRF:ltä vaadittavat ominaisuudet ovat parempia kuin sitä pienemmissä fraktioluokissa. Sekajätteestä ja laitosrejektistä tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä valmistetun SRF:n energiahyötykäyttö voimalaitoksissa on kuitenkin arvioitava laitoskohtaisesti. Voimalaitoksessa käytettävä tekniikkaa määrittää SRF:ltä vaadittavat ominaisuudet, joista SRF:n valmistajan ja hyödyntäjän on sovittava keskenään.

Suuri osa sekajätteistä ja laitosrejektistä on hyödynnettäväksi kelpaavaa materiaalia. Hyödyntämiskelpoisen ja -kelvottoman materiaalin erottaminen toisistaan tulee olemaan haaste sekajätteiden ja laitosrejektin jalostamisessa nykyistä tehokkaampaan hyötykäyttöön. Sekajätteen ja laitosrejektin hyödyntämisessä tulee ottaa huomioon jätelain mukainen etusijajärjestys, jonka mukaan jätteen materiaalihyödyntäminen on asetettu energiahyödyntämisen edelle. Materiaalihyödyntämi-



sessä tulee huomioida jätteen elinkaarivaikutukset sekä toimijan tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet noudattaa etusijajärjestystä. Raskasmetallipitoisuuksia ja palamisteknisiä ominaisuuksia tarkasteltaessa voidaan huomata, että tietyt arvot saattavat rajoittaa energiahyötykäyttömahdollisuuksia.

## LÄHTEET

Ajanko, S., Moilanen, A. & Juvonen J. 2005. Jätteiden syntypaikkalajittelujärjestelmän ja käsittelytekniikan vaikutus kierrätyspolttoaineen laatuun. VTT tiedotteita [viitattu 20.12.2012]. Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2317.pdf>

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT tiedotteita [viitattu 23.1.2013]. Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>

Euroopan Unionin neuvoston direktiivi jätteistä (2008/98/EY) [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:FI:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:FI:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:FI:PDF)

Euroopan Unionin neuvoston direktiivi kaatopaikoista (1999/31/EY) [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0001:FI:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0001:FI:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0001:FI:PDF)

Euroopan Unionin neuvoston direktiivi jätteen polttamisesta [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0076:20001228:FI:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0076:20001228:FI:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0076:20001228:FI:PDF)

Hämäläinen, T. & Nummela, E. 2012. Jätehuollon etusijajärjestyksen noudattaminen – Suositus elinkaaritarkastelun toteutukseen 7.11.2012. Jätelaitosyhdistys ry. [viitattu 23.1.2013]. Saatavissa: [http://www.jly.fi/jatehuollon\\_lca\\_ohje.pdf](http://www.jly.fi/jatehuollon_lca_ohje.pdf)

Jätelaitosyhdistys. 2012. Energiahyödyntäminen [viitattu 11.12.2012]. Saatavissa: <http://jly.fi/energia1.php?treeviewid=tree3&nodeid=1>

Jätelaki (646/2011) [viitattu 20.12.2012]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=j%C3%A4telaki>

Lahden kaupungin yleiset jätehuoltomääräykset. Lahden kaupunginvaltuuston päätös 178 § [viitattu 20.12.2012]. Saatavissa:

<http://www.lahti.fi/www/cms.nsf/pages/384BEEE07AAF58C6C2256F8D002FC2D8>

Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy. 2012. Materiaalien käsittelyllä lisää palveluja ja tekniikka Päijät-Hämeeseen (MABU) [viitattu 20.11.2011]. Saatavissa:

[http://ymparisto.lahtisbp.fi/fi/tk\\_ja\\_tutkimusprojektit/mabu](http://ymparisto.lahtisbp.fi/fi/tk_ja_tutkimusprojektit/mabu)

Lannoitevalmistelaki 539/2006 [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=laki%20lannoitevalmisteista>

Latvala, M. 2009. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT). Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä. Ympäristöministeriö. 24/2009 [viitattu 11.12.2012]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=106756&lan=fi>

Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11 [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa:

[http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/lannoiteaineet/61fA18BFZ/MMM\\_Ma\\_24\\_11\\_lannoitevalmisteista\\_FI.PDF](http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/lannoiteaineet/61fA18BFZ/MMM_Ma_24_11_lannoitevalmisteista_FI.PDF)

Maa- ja metsätalousministeriö. 2007. Maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan virastojen ja laitosten laboratoriopalvelujen rationalisointi [viitattu 11.12.2012]. Saatavissa:

[http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2007/5mqhal2hj/trm2007\\_6\\_kokonainen.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2007/5mqhal2hj/trm2007_6_kokonainen.pdf)

Oikarinen, J. 2012. Kierrätyspolttoaineen mekaanisen laadun parantaminen. Kaajanin ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala. Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö.

Pipatti, R., Hänninen, K., Vesterinen, R., Wihersaari, M. & Savolainen, I. 1996. Jätteiden käsittelyvaihtoehtojen vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin. VTT julkaisu [viitattu 22.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/1996/J811.pdf>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2006. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n kaatopaikkajätetutkimus 2006. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n tietokanta.

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2012a. Kaatopaikkapenkka [viitattu 20.11.2012].

Saatavissa: <http://phj.fi/kujalan-jatekeskus/kaatopaikkapenkka>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2012b. Lajittelu pienkiinteistöillä [viitattu

24.1.2012]. Saatavissa: <http://phj.fi/asukkaat/lajitteluohjeet/lajittelu-pienkiinteistoilla>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2012c. LATE – Lajitteluterminaali [viitattu

20.11.2012]. Saatavissa: <http://phj.fi/kujalan-jatekeskus/late-lajitteluterminaali>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2012d. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n tietokanta.

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2012e. Vuosi- ja ympäristökatsaus 2011 [viitattu

20.11.2012]. Saatavissa: <http://phj.fi/yhtio/vuosi-ja-ymparistokatsaus>

Savolainen, A. 2012. VS: sekajätteen murskatun tuotteen seulanalite [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Rintala, H. Lähetetty 30.8.2012.

SFS-EN 15359. 2012. Kiinteät kierrätyspoltoaineet. Vaatimukset ja luokat. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

Tampio, E. 2010. Yhdyskuntajätteen koostumus ja biohajoavuus. Selvitys Kainuussa kesällä 2010. ELY-keskus [viitattu 13.12.2012]. Saatavissa:

<http://www.elykeskus.fi/fi/tiedotepalvelu/2010/Documents/Kainuun%20ELY/Lajitteluselvitys.pdf>

Tilastokeskus. 2012. Ympäristötilasto. Vuosikirja 2012. Helsinki: Edita Prima Oy.

Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 362/2003 [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030362>

Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012) [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120179>

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojeluasetuksen muuttamisesta 180/2012 [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120180>

Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997 [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1997/19970861>

Vanhala, S. 2010. Kaatopaikka- ja rakennusjätteen lavakuormien laatututkimus Kujalan jätekeskuksessa. Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala. Ympäristötekniikan opinnäytetyö.

Wahlström, M., Laine-Ylijoki, J. & Jermakka, J. 2012. Taustamuistio kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamista varten. Ympäristöministeriön raportteja 11/2012 [viitattu 11.12.2012]. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136851&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2008. Jätteenpolto. Suomen ympäristökeskus [viitattu 11.10.2012]. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=291762&lan=FI>

Ympäristöministeriö. 2012a. Ajankohtaista jätelain uudistuksesta. Suomen ympäristökeskus [viitattu 13.12.2012]. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136252&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2012b. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi kaatopaikoista – muistio 9.5.2012. Suomen ympäristökeskus [viitattu 11.10.2012]. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=48968&lan=FI>

Ympäristöministeriö. 2012c. Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus. Suomen ympäristökeskus [viitattu ] Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=368026&lan=fi&clan=fi>

Ympäristöministeriö. 2012d. Jätelainsäädäntö. Suomen ympäristökeskus [viitattu 11.10.2012]. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=61828&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2012e. Kansallinen strategia biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämisestä. Suomen ympäristökeskus [viitattu 11.10.2012]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=27161&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2012gf. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista. Suomen ympäristökeskus [viitattu 30.11.2012]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136403&lan=FI>

Ympäristönsuojelulaki 86/2000 [viitattu 24.1.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000086?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki>

YTV. 2008. Pääkaupunkiseudun kotitalouksien sekajätteen määrä ja laatu vuonna 2007 [viitattu 13.12.2012]. Saatavissa: [http://www.hsy.fi/jatehuolto/Documents/Julkaisut/sekajate tutkimus\\_2007.pdf](http://www.hsy.fi/jatehuolto/Documents/Julkaisut/sekajate tutkimus_2007.pdf)

## LIITTEET

LIITE 1. Ote Lahden kaupungin yleisistä jätehuoltomääräyksistä

LIITE 2. Lannoitevalmisteasetuksen (24/11) liite IV

LIITE 3. Kuormakohtaiset tiedot jätelaaduittain

LIITE 4. Kuvia kuormista ennen murskausta

LIITE 5. Erilaatuisten sekajätteen pääasiallinen sisältö fraktioluokittain

LIITE 6. Muodostuneiden fraktioluokkien osuudet jätelaatu- ja kuormakohtaisesti

LIITE 7. Orgaanisen materiaalin osuus käsinlajittelun perusteella jätelaatu- ja fraktioluokkakohtaisesti

LIITE 8. Metallien osuudet jätelaaduittain tutkitun jätemäärän kokonaispainosta

LIITE 9. Lannoitevalmistelain mukaisen kiintoainetutkimuksen tutkimustodistus

LIITE 10. Biokaasuntuottotestin tutkimustodistukset ja biokaasuntuottokuvaajat

LIITE 11. Kiinteän polttoaineen analyysin tutkimustodistukset

LIITE 1. Ote Lahden kaupungin yleisistä jätehuoltomääräyksistä

## II LUKU

### Jätteiden keräys, lajittelu ja säilyttäminen

#### 3 §

##### Yleinen lajitteluvuote

Jätteen tuottajan on huolehdittava jätteiden lajittelusta niin, että hyötyjätteet, ongelmajätteet, erikoiskäsiteltävät jätteet ja kaatopaikkajätteet voidaan pitää erillään toisistaan ja toimittaa hyödynnettäviksi tai käsittelyyn näiden määräysten mukaisesti.

#### 4 §

##### Jätteiden erilliskeräily kiinteistöltä

Kiinteistöillä on oltava erilliset keräysvälineet seuraavasti:

##### Asuinkiinteistöt

- kaikilla asuinkiinteistöillä tulee olla keräysvälineet kaatopaikkajätteelle ja energiajätteelle
- asuinkiinteistöllä, jossa on vähintään kolme (3) huoneistoa, on oltava keräysvälineet kaatopaikkajätteen ja energiajätteen lisäksi keräyspaperille
- asuinkiinteistöllä, joissa on vähintään kymmenen (10) huoneistoa, on oltava energiajätteen, kaatopaikkajätteen ja keräyspaperin lisäksi keräysvälineet biojätteelle sekä pahvi- ja paperipakkausjätteelle

Asuinkiinteistöt voivat käyttää yhteisiä keräysvälineitä 7 §:n (Kimppa- ja aluekeräys) mukaisesti.

Muilla kiinteistöillä, kuten toimisto-, liike-, teollisuus-, koulu-, ravintola-, terveydenhuollon- ja sosiaalitoimen kiinteistöillä, maataloilla sekä rakennus- ja purkutyömailla on oltava sopivat ja riittävät keräysvälineet:

- biojätteelle, mikäli sitä kertyy yli 50 litraa/viikko
- energiajätteelle
- kaatopaikkajätteelle
- keräyspaperille, mikäli sitä kertyy yli 50 kg/viikko
- lasille, mikäli sitä kertyy yli 50 kg/viikko
- metallille, mikäli sitä kertyy yli 50 kg/viikko
- pahville, mikäli sitä kertyy yli 50 kg/viikko
- puujätteelle, mikäli sitä kertyy yli 50 kg/viikko
- toimistopaperille, mikäli sitä kertyy yli 100 kg/viikko

Biojätteen erilliskeräysvälineitä ei tarvita, jos jäte kompostoidaan 18 §:n mukaisella tavalla kiinteistöllä.

Biojätteen, toimistopaperin sekä pahvi- ja paperipakkausjätteen erilliskeräysvelvoite koskee kiinteistöjä, jotka sijaitsevat asemakaavoitetulla alueella



Myös em. hyötyjätteiden suuret kertaerät sekä muut hyötyjätteet, joille on osoitettu yleinen vastaanottoaika, on ohjattava hyötykäyttöön.

## **5 §**

### **Alueelliset hyötyjätteiden keräyspaikat**

Keräyspaperi, jolle ei ole määrätty kiinteistökohtaista keräysvälinettä, tulee jätteen tuottajan pitää erillään muista jätteistä ja toimittaa kuljetusta varten alueellisiin paperinkeräyspaikkoihin.

Myös muut hyötyjätteet, joille on osoitettu keräyspaikka, tulee pitää erillään muista jätteistä ja toimittaa kuljetusta varten alueellisiin hyötyjätteiden vastaanottoaikkoihin.

## **6 §**

### **Ongelmajätteiden keräys**

Jos kiinteistöllä on järjestetty keräys ongelmajätteille, siihen on varattava erillinen lukittava tai valvottu tila, jossa eri ongelmajätteet voidaan pitää erillään merkityissä keräysvälineissä. Kiinteistön haltija vastaa siitä, että tila täyttää ongelmajätteiden varastoinnista ja käsittelystä annetut ohjeet ja määräykset. Paristoja voidaan kerätä lukolliseen astiaan.

Kiinteistöllä ei saa varastoida ongelmajätteitä 12 kuukautta kauemmin.

Asumisessa sekä maa- ja metsätaloudessa syntyneet ongelmajätteet, jollei kysymys ole kohtuuttomasta määrästä, on toimitettava ongelmajätteiden vastaanottoaikkoihin kuljetusta varten.

## LIITE 2. Lannoitevalmisteasetuksen (24/11) liite IV

### LIITE IV

#### LANNOITEVALMISTEIDEN HAITALLISET AINEET, ELIÖT JA EPÄPUHTAUDET

Tässä liitteessä esitettävät vaatimukset haitallisista aineista, eliöistä ja epäpuhtauksista sekä kasviperäisten raaka-aineiden käsittelystä koskevat kaikkia lannoitevalmisteita, ellei muuta ole mainittu. Nämä raja-arvot eivät koske kaatopaikkojen tai muiden suljettujen alueiden, kuten suljettujen teollisuusalueiden ja lentokenttien, maisemoinnissa käytettäviä maanparannusaineita, kasvualustoja tai muita lannoitevalmisteita eikä sellaisina käytettäviä sivutuotteita.

#### A. HAITALLISET AINEET

Haitalliset metallit ja niiden enimmäispitoisuudet on ilmoitettu taulukossa 1. Tuoteselosteessa tulee pitoisuudet ilmoittaa Eviran kansallisten lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelossa mainittujen tuotteiden osalta taulukon järjestyksessä, todettuna enimmäispitoisuutena esim. "Arseeni (As) enintään xx mg/kg".

Taulukko 1. Haitallisten metallien enimmäispitoisuudet epäorgaanisissa lannoitteissa ja kalkitusaineissa typpihapolla uutettuna sekä muissa lannoitevalmisteissa kuningasvesimärkäpoltton menetelmällä uutettuna.

Alkuaine	Enimmäispitoisuus mg/kg kuiva-ainetta	Metsätaloudessa käytävissä tuhkalannoitteissa tai niiden raaka-aineena käytettävässä tuhkassa enimmäispitoisuus mg/kg ka.
Arseeni (As)	25	40
Elohopea (Hg) <sup>1)</sup>	1,0	1,0
Kadmium (Cd)	1,5 <sup>2)</sup>	25
Kromi (Cr)	300 <sup>3)</sup>	300
Kupari (Cu)	600 <sup>4)</sup>	700
Lyijy (Pb)	100	150
Nikkeli (Ni)	100	150
Sinkki (Zn)	1500 <sup>4)</sup>	4500 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Elohopean määrittäminen EPA 743-menetelmällä

<sup>2)</sup> 2,5 mg Cd/kg ka- ja puutarhataloudessa sekä viherrakentamisessa ja maisemoinnissa käytettävässä tuhkalannoitteissa tai niiden raaka-aineena käytettävässä tuhkassa

<sup>3)</sup> Sellaisenaan kalkitusaineena käytettävälle sivutuotteelle teräskuona (tyyppinimi 2A2/3) määritetään kromi liukoisena kuuden arvoisena kromina (Cr 6+). Raja-arvo liukoiselle kuuden arvoiselle kromille on 2,0 mg/kg kuiva-ainetta.

<sup>4)</sup> Enimmäispitoisuuden ylitys lannoitevalmisteissa voidaan sallia, kun maaperäanalyysin perusteella on todettu puutetta kuparista tai sinkistä. Metsätaloudessa enimmäispitoisuuden ylitys lannoitevalmisteena käytettävässä sivutuotteessa on sallittu ainoastaan sinkkiä suometsissä käytettäessä, silloin kun sinkin puute on kasvustosta todettu joko maaperä-, lehti- tai neulasanalyysillä. Tällöin maksimimäärä sinkkiä lannoitevalmisteena käytettävässä sivutuotteessa saa olla enintään 6000 mg Zn/kg ka.

### LIITE 3. Kuormakohtaiset tiedot jätelaaduihin

#### 3/1. Yhdyskuntien sekajätteen kuormien alkuperä

Yhdyskuntien sekajäte				
no	[ kg ]	alkuperä	kunta	kuljetus
1	9740	omakotitalot, kerrostalot	Lahti	pakkaava jäteauto
2	8220	omakotitalot, kerrostalot	Lahti	pakkaava jäteauto
3	1980	kerrostalot, liikekiinteistöt	Lahti	pakkaava jäteauto
4	2180	omakotitalot, liikekiint., kerrostal.	Nastola	pakkaava jäteauto
5	6980	omakotitalot	Orimattila, Hollola	pakkaava jäteauto
6	2980	omakotitalot	Lahti	pakkaava jäteauto
7	8100	kerrostal., liikekiint., omakotital.	Heinola	pakkaava jäteauto
<b>yhteensä</b>	<b>40180</b>			

#### 3/2. Jäteaseman sekajätteen kuormien alkuperä

Jäteaseman sekajäte				
no	[ kg ]	alkuperä	sisältö	kuljetus
1		Pilleri-jäteasema	siivousjäte	avolava
2		Pilleri-jäteasema	siivousjäte, muoviputki, lasikuituvene	avolava
3		Pilleri-jäteasema	rakennusjäte	avolava
4		Pilleri-jäteasema	rakennusjäte, siivousjäte	avolava
5		Pilleri-jäteasema	rakennusjäte, siivousjäte	avolava
6		Pilleri-jäteasema	rakennusjäte, siivousjäte	avolava
<b>yhteensä</b>	<b>8420</b>			

#### 3/3. Sekalaisen rakennusjätteen kuormien alkuperä

Sekalainen rakennusjäte				
no	[ kg ]	alkuperä ja työvaihe	sisältö	kuljetus
1	1160	päiväkoti, loppusiivous	villa, puu, muovi	avolava
2	1640	omakotitalo, remontti	villa, puu, muovi, pahvi	avolava
3	2320	päiväkoti, (työvaihe ei tiedossa)	puu, muovi, pahvi	avolava
4	1960	koulu, sisustus- ja viimeistely	villa, puu, muovi	avolava
5	3320	tehdas, kattorakenteiden purku	villa, puu, tuulensuojalevy	avolava
6	2100	kuntosali, seinärakenteiden purku	kipsilevy, pahvi, puu, villa	avolava
<b>yhteensä</b>	<b>12500</b>			

### 3/4. Laitosrejektikuormien alkuperä

<b>Laitosrejektit</b>				
<b>no</b>	<b>[ kg ]</b>	<b>alkuperä</b>	<b>sisältö</b>	<b>kuljetus</b>
1	21140	Toimittaja 1	muovi, villa, maa-aines, vuodevaatetekst., puu	kontti
2	9940	Toimittaja 2	ikkunakehykset, lasi, betoni, villa	kontti
3	28120	Toimittaja 3	muoviputket ym. muovikappaleet, pahvi, villa	kontti
<b>yhteensä</b>	<b>59200</b>			

LIITE 4. Kuvia kuormista ennen murskausta



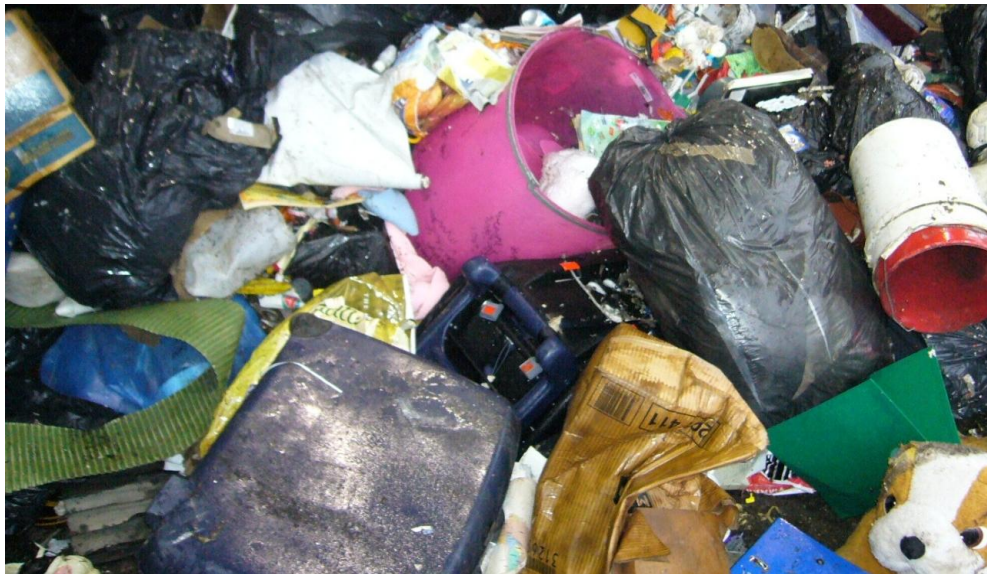
4/1. Jäteaseman sekajätettä ennen murskausta



4/2. Jäteaseman sekajätettä ennen murskausta



4/3. Jäteaseman sekajätettä ennen murskausta



4/4. Jäteaseman sekajätettä ennen murskausta



4/5. Jäteaseman sekajätettä ennen murskausta



4/6. Rakennusjäte, kuorma 1 ennen murskausta



4/7. Rakennusjäte, kuorma 2 ennen murskausta



4/8. Rakennusjäte, kuorma 3 ennen murskausta





4/9. Rakennusjäte, kuorma 4 ennen murskausta



4/10. Rakennusjäte, kuorma 5 ennen murskausta



4/11. Rakennusjäte, kuorma 6 ennen murskausta



4/12. Laitosrejeki, toimittaja 1 ennen murskausta



4/13. Laitosrejeki, toimittaja 1 ennen murskausta



4/14. Laitosrejeki, toimittaja 2 ennen murskausta



4/15. Laitosrejeki, toimittaja 3 ennen murskausta

LIITE 5. Erilaatuisten sekajätteiden pääasiallinen sisältö fraktioluokittain

5/1. Yhdyskuntien sekajätteen sisältö fraktioluokittain

<b>Yhdyskuntien sekajäte</b>			
<b>KUORMA 5</b>			
<b>fraktio [mm]</b>	<b>palava</b>		<b>palamaton</b>
	<b>kuidut</b>	<b>muovit</b>	
<b>Ø &gt; 102</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	-
<b>Ø 52 - 102</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	metalli, lasi
<b>Ø 20 -52</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	metalli, lasi
<b>KUORMA 6</b>			
<b>fraktio [mm]</b>	<b>palava</b>		<b>palamaton</b>
	<b>kuidut</b>	<b>muovit</b>	
<b>Ø &gt; 102</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	-
<b>Ø 52 - 102</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	metalli, lasi
<b>Ø 20 -52</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	metalli, lasi
<b>KUORMA 7</b>			
<b>fraktio [mm]</b>	<b>palava</b>		<b>palamaton</b>
	<b>kuidut</b>	<b>muovit</b>	
<b>Ø &gt; 102</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	alumiinipakkaukset
<b>Ø 52 - 102</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	alumiinipakkaukset, lasi
<b>Ø 20 -52</b>	pahvipakkaukset, paperi, tekstiili	elintarvikepakkausmuovi	alumiinipakkaukset, lasi

5/2. Jäteaseman sekajätteen sisältö fraktioluokittain

<b>Jäteaseman sekajäte</b>			
<b>KUORMA 1</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	paperi, tekstiili, pahvi, puukuitulevy	pakkaus.m., vaah- tom., kovat muovi- kappaleet	
Ø 52 - 102	paperi, tekstiili, pahvi, puu	pakkaus.m., kovat muovikappaleet	
Ø 20 -52	paperi, tekstiili, pahvi, puu	pakk.m., kovat muo- vikappaleet	villa
<b>KUORMA 2</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	tekstiili, pahvi, puu	pakkausm., putken kappaleet	-
Ø 52 - 102	tekstiili, pahvi, puu, paperi	pakkausm., kovat muovikappaleet, styrox	villa, alumiinifolio,
Ø 20 -52	tekstiili, pahvi, puu, paperi	pakkausm., kovat muovikappaleet, styrox	posliini, kivi, villa
<b>KUORMA 3</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	tekstiili, pahvi, puu- kuitulevy	pakkausm., vaah- tom., putken kappaleet	-
Ø 52 - 102	tekstiili, pahvi, puu	pakkausm., styrox, putken kappaleet	villa, kipsi
Ø 20 -52	tekstiili, pahvi, puu	pakkausm., styrox, putken kappaleet	villa, kipsi
<b>KUORMA 4</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	-	pakkausm., kovat muovikappaleet	
Ø 52 - 102	pahvi, puukuitulevy	peite/säkki, styrox, pakkausm., eriste	betoni
Ø 20 -52	pahvi, puukuitulevy, paperi	peite/säkki, styrox, pakkausm., eriste	villa, kipsi

<b>KUORMA 5</b>			
<b>fraktio [mm]</b>	<b>palava</b>		<b>palamaton</b>
	<b>kuidut</b>	<b>muovit</b>	
<b>Ø &gt; 102</b>	pahvi, tekstiili, puukuitulevy	vaahtom., pullot, muoviesineet, pakkausm.	-
<b>Ø 52 - 102</b>	pahvi, tekstiili, puukuitulevy, paperi	vaahtom., pakkausm.	villa, betoni
<b>Ø 20 -52</b>	pahvi, tekstiili, puukuitulevy, paperi	vaahtom., pakkausm.	villa, kipsi
<b>KUORMA 6</b>			
<b>fraktio [mm]</b>	<b>palava</b>		<b>palamaton</b>
	<b>kuidut</b>	<b>muovit</b>	
<b>Ø &gt; 102</b>	puukuitulevy, pahvi	pakkausm., kanisterit	-
<b>Ø 52 - 102</b>	puukuitulevy, pahvi, tekstiili, kuituverkko	pakkausm., styrox, putken kappaleet ym.	villa, metalli, siporex
<b>Ø 20 -52</b>	kuituverkko, pahvi, paperi	pakkausm., styrox, putken kappaleet ym.	villa, betoni, metalli

5/3. Sekalaisen rakennusjätteen sisältö fraktioluokittain

<b>Sekalainen rakennusjäte</b>			
<b>KUORMA 1</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	puu, puukuitulevy, pahvi	pakkausmuovi, muoviputken palat	villa, kipsi
Ø 52 - 102	puu, puukuitulevy, pahvi	pakkausmuovi, muoviputken palat	villa, kipsi, alumiini
Ø 20 -52	puu, lastulevy, pahvi	pakkausmuovi	villa
<b>KUORMA 3</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	puu, pahvi	pakkausmuovi, muoviputken palat	villa, metalli, kiviaines
Ø 52 - 102	puu, pahvi	pakkausmuovi, muoviputken palat	villa, metalli, kiviaines
Ø 20 -52	puu, pahvi	pakkausmuovi, muoviputken palat	villa, kipsi, kaapeli, kiviaines
<b>KUORMA 5</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	pahvi, puukuitulevy	pakkausmuovi yms.	villa, kipsi, kaapeli
Ø 52 - 102	pahvi, puukuitulevy, puu	pakkausmuovi yms.	villa, kipsi, tiili
Ø 20 -52	pahvi, puukuitulevy, puu	pakkausmuovi yms.	villa, kipsi, kaapeli
<b>KUORMA 6</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	puukuitulevy, pahvi, puu, paperi	pakkaus- ja vaahtomuovi yms.	kipsi, kaapeli
Ø 52 - 102	puukuitulevy, pahvi, puu, paperi	pakkaus- ja vaahtomuovi yms.	villa, kipsi
Ø 20 -52	puukuitulevy, pahvi, puu, paperi	pakkaus- ja vaahtomuovi yms.	villa, kipsi



## 5/4. Laitosrejektin sisältöfraktioluokittain

<b>Laitosrejekti</b>			
<b>Laitosrejekti 1, KUORMA 1</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	puu, puukuitulevy, vanu	pakkausm., kanisterit, tynnyrit yms.	kaapeli
Ø 52 - 102	vanu, tekstiili, puukuitulevy, puu	pakkausm., kanisterit, tynnyrit yms.	villa, betoni, kaapeli
Ø 20 -52	vanu, tekstiili, puukuitulevy, puu	pakkausm., muovipeite	villa, lasi, betoni
<b>Laitosrejekti 1, KUORMA 2</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	vanu, tekstiili	pakkausm., vaahtom.	-
Ø 52 - 102	vanu, tekstiili, puukuitulevy, puu	pakkausm., styrox	-
Ø 20 -52	vanu, tekstiili, puukuitulevy, puu	pakkausm.	lasi, villa
<b>Laitosrejekti 2, KUORMA 1</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	puu, puukuitulevy, pahvi	pakkausm., muovipeite	villa, alumiini
Ø 52 - 102	puu, puukuitulevy, pahvi	pakkausm., muovipeite, styrox	villa, alumiini, kipsi
Ø 20 -52	puu, pahvi, paperi	pakkausm., styrox	betoni, lasi, villa
<b>Laitosrejekti 2, KUORMA 2</b>			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	puu, pahvi, tekstiili	pakkausm., vaahtom., muut muovikappaleet	-
Ø 52 - 102	puu, pahvi, tekstiili	pakkausm., vaahtom., muut muovikappaleet	betoni, kipsi, lasi
Ø 20 -52	puu, pahvi, tekstiili, paperi	pakkausm., vaahtom., muut muovikappaleet	betoni, lasi, villa

Laitosrejekti 3, KUORMA 1			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	pahvi, tekstiili, puu- kuitulevy	putket ym. kappa- leet, lasikuitu, muo- vimatto	villa
Ø 52 - 102	puu, pahvi, paperi, tekstiili	putket ym. kappa- leet, lasikuitu, muo- vimatto	villa, betoni, alumiini
Ø 20 -52	puu, pahvi, tekstiili	putket ym. kappa- leet, lasikuitu, muo- vimatto	villa, betoni, alumiini
Laitosrejekti 3, KUORMA 2			
fraktio [mm]	palava		palamaton
	kuidut	muovit	
Ø > 102	pahvi, tekstiili	putket ym. kappa- leet, lasikuitu, muo- vimatto	villa
Ø 52 - 102	pahvi, tekstiili	putket ym. kappa- leet, lasikuitu, muo- vimatto	kattotiili, betoni, villa
Ø 20 -52	pahvi, tekstiili, puu	putket ym. kappa- leet, lasikuitu, muo- vimatto	kattotiili, betoni, villa

LIITE 6. Muodostuneiden fraktioluokkien osuudet jätelaatu- ja kuormakohtaisesti

6/1. Yhdyskuntien sekajätteestä muodostuneiden fraktioluokkien osuudet kuormakohtaisesti

Yhdyskuntien sekajäte					
KUORMA 5 (käsitelty puujättemurskalla)			KUORMA 6		
fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino - %	fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino - %
Ø > 102	0,00	0,00	Ø > 102	0,00	0,00
Ø 52 - 102	13,30	5,03	Ø 52 - 102	26,85	18,36
Ø 20 - 52	113,10	42,80	Ø 20 - 52	66,65	45,57
Ø < 20	137,85	52,17	Ø < 20	52,75	36,07
<b>yhteensä</b>	<b>264,25</b>	<b>100,00</b>	<b>yhteensä</b>	<b>146,25</b>	<b>100,00</b>
KUORMA 7					
fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino - %			
Ø > 102	2,95	1,77			
Ø 52 - 102	26,20	15,73			
Ø 20 - 52	92,85	55,73			
Ø < 20	44,60	26,77			
<b>yhteensä</b>	<b>166,60</b>	<b>100,00</b>			

6/2. Jäteaseman sekajätteestä muodostuneiden fraktioluokkien osuudet kuormakohtaisesti

Jäteaseman sekajäte					
KUORMA 1			KUORMA 2		
fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%	fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%
Ø > 102	2,10	6,93	Ø > 102	3,10	8,17
Ø 52-102	12,65	41,75	Ø 52-102	16,30	42,95
Ø 20-52	10,80	35,64	Ø 20-52	11,55	30,43
Ø < 20	4,75	15,68	Ø < 20	7,00	18,45
yhteensä	30,30	100,00	yhteensä	37,95	100,00
KUORMA 3			KUORMA 4		
fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%	fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%
Ø > 102	2,15	6,44	Ø > 102	0,75	3,02
Ø 52-102	15,50	46,41	Ø 52-102	9,35	37,63
Ø 20-52	11,10	33,23	Ø 20-52	9,00	36,22
Ø < 20	4,65	13,92	Ø < 20	5,75	23,14
yhteensä	33,40	100,00	yhteensä	24,85	100,00
KUORMA 5			KUORMA 6		
fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%	fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%
Ø > 102	1,80	4,79	Ø > 102	1,20	3,80
Ø 52-102	17,85	47,47	Ø 52-102	10,40	32,91
Ø 20-52	13,40	35,64	Ø 20-52	15,25	48,26
Ø < 20	4,55	12,10	Ø < 20	4,75	15,03
yhteensä	37,60	100,00	yhteensä	31,60	100,00

6/3. Sekalaisesta rakennusjätteestä muodostuneiden fraktioluokkien osuudet kuormakohtaisesti

Sekalainen rakennusjäte					
KUORMA 1			KUORMA 3		
fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%	fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%
Ø > 102	4,15	4,18	Ø > 102	13,20	12,17
Ø 52-102	21,50	21,63	Ø 52-102	32,15	29,64
Ø 20-52	37,20	37,42	Ø 20-52	49,25	45,41
Ø < 20	36,55	36,77	Ø < 20	13,85	12,77
yhteensä	99,40	100,00	yhteensä	108,45	100,00
KUORMA 5			KUORMA 6		
fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%	fraktio [mm]	fraktio [kg]	paino-%
Ø > 102	3,45	2,96	Ø > 102	7,85	7,82
Ø 52-102	28,90	24,79	Ø 52-102	41,50	41,33
Ø 20-52	35,65	30,57	Ø 20-52	24,65	24,55
Ø < 20	48,60	41,68	Ø < 20	26,40	26,29
yhteensä	116,60	100,00	yhteensä	100,40	100,00

6/4. Laitosrejekteistä muodostuneiden fraktioluokkien osuudet toimittaja- ja kuormakohtaisesti

<b>Laitosrejektit</b>					
<b>Laitosrejekti 1, KUORMA 1</b>			<b>Laitosrejekti 1, KUORMA 2</b>		
<b>fraktio [mm]</b>	<b>fraktio [kg]</b>	<b>paino-%</b>	<b>fraktio [mm]</b>	<b>fraktio [kg]</b>	<b>paino-%</b>
<b>Ø &gt; 102</b>	2,90	2,26	<b>Ø &gt; 102</b>	0,85	1,78
<b>Ø 52-102</b>	23,15	18,02	<b>Ø 52-102</b>	12,65	26,46
<b>Ø 20-52</b>	44,60	34,72	<b>Ø 20-52</b>	30,70	64,23
<b>Ø &lt; 20</b>	57,80	45,00	<b>Ø &lt; 20</b>	3,60	7,53
<b>yhteensä</b>	<b>128,45</b>	<b>100,00</b>	<b>yhteensä</b>	<b>47,80</b>	<b>100,00</b>
<b>Laitosrejekti 2, KUORMA 1</b>			<b>Laitosrejekti 2, KUORMA 2</b>		
<b>fraktio [mm]</b>	<b>fraktio [kg]</b>	<b>paino-%</b>	<b>fraktio [mm]</b>	<b>fraktio [kg]</b>	<b>paino-%</b>
<b>Ø &gt; 102</b>	2,30	1,82	<b>Ø &gt; 102</b>	1,10	0,84
<b>Ø 52-102</b>	28,95	22,91	<b>Ø 52-102</b>	25,70	19,63
<b>Ø 20-52</b>	54,10	42,82	<b>Ø 20-52</b>	52,25	39,90
<b>Ø &lt; 20</b>	41,00	32,45	<b>Ø &lt; 20</b>	51,90	39,63
<b>yhteensä</b>	<b>126,35</b>	<b>100,00</b>	<b>yhteensä</b>	<b>130,95</b>	<b>100,00</b>
<b>Laitosrejekti 3, KUORMA 1</b>			<b>Laitosrejekti 3, KUORMA 2</b>		
<b>fraktio [mm]</b>	<b>fraktio [kg]</b>	<b>paino-%</b>	<b>fraktio [mm]</b>	<b>fraktio [kg]</b>	<b>paino-%</b>
<b>Ø &gt; 102</b>	4,95	8,74	<b>Ø &gt; 102</b>	9,25	9,56
<b>Ø 52-102</b>	22,30	39,36	<b>Ø 52-102</b>	40,60	41,96
<b>Ø 20-52</b>	19,25	33,98	<b>Ø 20-52</b>	30,50	31,52
<b>Ø &lt; 20</b>	10,15	17,92	<b>Ø &lt; 20</b>	16,40	16,95
<b>yhteensä</b>	<b>56,65</b>	<b>100,00</b>	<b>yhteensä</b>	<b>96,75</b>	<b>100,00</b>

LIITE 7. Orgaanisen materiaalin osuus käsinlajittelun perusteella jätelaatu- ja fraktioluokkakohtaisesti

7/1. Orgaanisen materiaalin osuus käsinlajittelun perusteella yhdyskuntien sekajätteessä

<b>Yhdyskuntien sekajäte</b>				
<b>KUORMA 5</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
<b>Ø 52 - 102</b>	143,33	48,84	41,86	90,70
<b>Ø 20 - 52</b>	105,00	61,90	22,22	84,13
<b>KUORMA 6</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
<b>Ø 52 - 102</b>	90,00	40,74	48,15	88,89
<b>Ø 20 - 52</b>	71,67	60,47	23,26	83,72
<b>KUORMA 7</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
<b>Ø &gt; 102</b>	55,00	33,33	51,52	84,85
<b>Ø 52 - 102</b>	80,00	58,33	29,17	87,50
<b>Ø 20 - 52</b>	83,33	58,00	30,00	88,00

7/2. Orgaanisen materiaalin osuus käsinlajittelun perusteella jäteaseman sekajät-  
teessä

<b>Jäteaseman sekajäte</b>				
<b>KUORMA 1</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	70,00	59,52	38,10	97,62
Ø 52 - 102	86,67	36,54	59,62	96,15
Ø 20 - 52	81,67	57,14	38,78	95,92
<b>KUORMA 2</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	65,00	53,85	46,15	100,00
Ø 52 - 102	98,33	59,32	38,98	98,31
Ø 20 - 52	71,67	65,12	27,91	93,02
<b>KUORMA 3</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	28,33	58,82	41,18	100,00
Ø 52 - 102	81,67	73,47	20,41	93,88
Ø 20 - 52	71,67	65,12	20,93	86,05
<b>KUORMA 4</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	26,67	0,00	56,25	56,25
Ø 52 - 102	40,00	16,67	58,33	75,00
Ø 20 - 52	41,67	40,00	52,00	92,00
<b>KUORMA 5</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	61,67	67,57	32,43	100,00
Ø 52 - 102	83,33	70,00	26,00	96,00
Ø 20 - 52	61,67	75,68	16,22	91,89
<b>KUORMA 6</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	41,67	28,00	72,00	100,00
Ø 52 - 102	60,00	50,00	44,44	94,44
Ø 20 - 52	65,00	58,97	23,08	82,05



7/3. Orgaanisen materiaalin osuus käsinlajittelun perusteella sekalaisessa rakennusjätteessä

<b>Sekalainen rakennusjäte</b>				
<b>KUORMA 1</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	50,00	56,67	30,00	86,67
Ø 52 - 102	76,67	65,22	15,22	80,43
Ø 20 - 52	50,00	43,33	3,33	46,67
<b>KUORMA 3</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	110,00	60,61	21,21	81,82
Ø 52 - 102	130,00	71,79	10,26	82,05
Ø 20 - 52	83,33	70,00	6,00	76,00
<b>KUORMA 5</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	85,00	50,98	33,33	84,31
Ø 52 - 102	86,67	65,38	15,38	80,77
Ø 20 - 52	50,00	30,00	16,67	46,67
<b>KUORMA 6</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	76,67	86,96	6,52	93,48
Ø 52 - 102	111,67	91,04	4,48	95,52
Ø 20 - 52	98,33	88,14	1,69	89,83

## 7/4. Orgaanisen materiaalin osuus käsinlajittelun perusteella laitosrejekteissä

<b>Laitosrejeki</b>				
<b>Laitosrejeki 1, KUORMA 1</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	96,67	53,45	41,38	94,83
Ø 52 - 102	95,00	63,16	28,07	91,23
Ø 20 - 52	123,33	71,62	8,11	79,73
<b>Laitosrejeki 1, KUORMA 2</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	26,67	43,75	56,25	100,00
Ø 52 - 102	66,67	85,00	15,00	100,00
Ø 20 - 52	66,67	90,00	5,00	95,00
<b>Laitosrejeki 2, KUORMA 1</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	51,67	74,19	22,58	96,77
Ø 52 - 102	106,67	85,94	9,38	95,31
Ø 20 - 52	160,00	54,17	4,17	58,33
<b>Laitosrejeki 2, KUORMA 2</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	43,33	73,08	26,92	100,00
Ø 52 - 102	111,67	64,18	14,93	79,10
Ø 20 - 52	191,67	50,43	5,22	55,65
<b>Laitosrejeki 3, KUORMA 1</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	101,67	22,95	73,77	96,72
Ø 52 - 102	115,00	21,74	62,32	84,06
Ø 20 - 52	85,00	31,37	43,14	74,51
<b>Laitosrejeki 3, KUORMA 2</b>				
<b>fraktio [mm]</b>	<b>irtotiheys [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>kuidut, paino - %</b>	<b>muovit, paino - %</b>	<b>orgaaninen, paino - %</b>
Ø > 102	113,33	8,82	61,76	70,59
Ø 52 - 102	131,67	17,72	43,04	60,76
Ø 20 - 52	170,00	30,39	27,45	57,84

LIITE 8. Metallien osuudet jätelaaduittain tutkitun jätemäärän kokonaispainosta

<b>Yhdyskuntien sekajäte</b>			
metallilaatu	paino - %	irtotiheys (kg/m <sup>3</sup> )	puhtaus - %
MAGNEETTISET METALLIT	3,29	538,33	79,57
KEVYTMETALLIT	0,42	385,00	81,82
<b>Jäteaseman sekajäte</b>			
metallilaatu	paino-%	irtotiheys (kg/m <sup>3</sup> )	puhtaus-%
MAGNEETTISET METALLIT	6,65	400,00	88,33
KEVYTMETALLIT	0,24	181,67	87,16
<b>Sekalainen rakennusjäte</b>			
metallilaatu	paino-%	irtotiheys (kg/m <sup>3</sup> )	puhtaus-%
MAGNEETTISET METALLIT	3,68	310,00	82,26
KEVYTMETALLIT	0,32	281,67	78,70
<b>Laitosrejeki, toimittaja 1</b>			
metallilaatu	paino-%	irtotiheys (kg/m <sup>3</sup> )	puhtaus-%
MAGNEETTISET METALLIT	1,42	308,33	78,92
KEVYTMETALLIT	0,14	213,33	65,63
<b>Laitosrejeki, toimittaja 2</b>			
metallilaatu	paino-%	irtotiheys (kg/m <sup>3</sup> )	puhtaus-%
MAGNEETTISET METALLIT	2,82	301,67	90,06
KEVYTMETALLIT	2,41	331,67	82,91
<b>Laitosrejeki, toimittaja 3</b>			
metallilaatu	paino-%	irtotiheys (kg/m <sup>3</sup> )	puhtaus-%
MAGNEETTISET METALLIT	2,28	330,00	93,43
KEVYTMETALLIT	0,12	193,33	92,24

# LIITE 9. Lannoitevalmistelain mukaisen kiintoainetutkimuksen tutkimustodistus

Ramboll Analytics  
**Tutkimustodistus**

Projekti: 1510001820/3

Pvm: 20.11.2012  
 1/2



Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy

Alexi Mäkelä  
 Niemenkatu 73  
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi:	Lahden tiede- ja yrityspuisto, Fraktioitujen sekajätteiden lannoitevalmistelain mukainen kiintoai	Näytteenottopvm:	2.11.2012
		Näyte saapui:	2.11.2012
Näytteenottaja:	Henri Rintala	Analysointi aloitettu:	2.11.2012

## Tutkimustulokset

Näytteenottopisteet	Sekajäte 1	Sekajäte 2	Sekajäte 3	Jätease- man se- kajäte	Raken- nusjäte	Yksikkö	Menetelmä
Näyttenumero	12SS 02379	12SS 02380	12SS 02381	12SS 02382	12SS 02383		
<b>MÄÄRITYKSET</b>							
Kuiva-aine	39	41	61	63	80	m-%	RA4016
Tilavuuspaino	510	510	570	310	450	g/l	SFS-EN 1340
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105	105	105	105	°C	
Kokonaiskosteus	55,9	55,7	40,5	36,3	21,6	%	
Hehkutushäviö 550°C	73	74	56	67	32	% ka	RA4016
Esikäsittely, jauhatus kierrätyspoltoaine	ok	ok	ok	ok	ok		
Esikäsittely, ravistelu (1+5)	ok	ok	ok	ok	ok		RA2072
pH maa/kiinteä	6,4	6,7	5,5	7,1	8,1		RA2036
Sähkönjohtavuus	260	210	310	200	240	mS/m	RA2013
Typpi (N), liukoinen	4800	3700	1500	840	190	mg/kg ka	RA2003
Typpi, N vedetön	1,4	1,5	0,88	1,8	0,37	m-%	ASTM D 5373
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok	ok	ok	ok		RA3007
Metallit 1	ok	ok	ok	ok	ok		
Arseni (As)	4,3	3,1	1,2	2,8	8,2	mg/kg ka	RA3000
Elohopea (Hg)	0,30	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	mg/kg ka	RA3000
Fosfori (P)	2400	2800	820	570	260	mg/kg ka	RA3000
Fosfori (P), liukoinen	39	92	110	24	<10	mg/kg ka	RA3000
Kadmium (Cd)	0,62	0,33	1,4	1,1	0,38	mg/kg ka	RA3000
Kalium (K)	5400	5500	2300	1800	1600	mg/kg ka	RA3000
Kromi (Cr)	94	80	100	160	77	mg/kg ka	RA3000
Kupari (Cu)	110	91	15000	360	67	mg/kg ka	RA3000
Lyijy (Pb)	70	13	430	380	89	mg/kg ka	RA3000
Nikkeli (Ni)	46	38	53	57	30	mg/kg ka	RA3000
Sinkki (Zn)	380	460	840	3200	690	mg/kg ka	RA3000

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics  
 Niemenkatu 73, 15140 Lahti  
 Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
 Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
 Y-tunnus 0101197-5, Kotipaikka Espoo

**Tutkimustulokset**

		<b>Yksikkö</b>	<b>Menetelmä</b>
Näytteenottopisteet	Laitosre- jekti		
Näyttenumero	12SS 02384		
<b>MÄÄRITYKSET</b>			
Kuiva-aine	75	m-%	RA4016
Tilavuuspaino	570	g/l	SFS-EN 1340
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	°C	
Kokonaiskosteus	27,1	%	
Hehkutushäviö 550°C	22	% ka	RA4016
Esikäsittely, jauhatus kierrätyspoltoaine	ok		
Esikäsittely, ravistelu (1+5)	ok		RA2072
pH maa/kiinteä	7,7		RA2036
Sähkönjohtavuus	230	mS/m	RA2013
Typpi (N), liukoinen	45	mg/kg ka	RA2003
Typpi, N vedetön	0,23	m-%	ASTM D 5373
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok		RA3007
Metallit 1	ok		
Arseeni (As)	6,2	mg/kg ka	RA3000
Elohopea (Hg)	1,2	mg/kg ka	RA3000
Fosfori (P)	270	mg/kg ka	RA3000
Fosfori (P), liukoinen	<10	mg/kg ka	RA3000
Kadmium (Cd)	0,83	mg/kg ka	RA3000
Kalium (K)	1400	mg/kg ka	RA3000
Kromi (Cr)	660	mg/kg ka	RA3000
Kupari (Cu)	97	mg/kg ka	RA3000
Lyijy (Pb)	110	mg/kg ka	RA3000
Nikkeli (Ni)	330	mg/kg ka	RA3000
Sinkki (Zn)	960	mg/kg ka	RA3000

**Ramboll Analytics**



Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Lisätiedot** Osa näytettä ilmakeivattu +40°C ja jauhettu 1mm seulalla metalli ja kok. tyyppi määrittäjänsä varten.

**Jakelu** ANML; henri.rintala@lpt.fi; aleksi.makela@lahtisbp.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

LIITE 10. Biokaasuntuottotestien tutkimustodistukset ja biokaasuntuottokuvaajat

10/1. Fraktioluokan  $\varnothing < 20$  mm yhdyskuntien sekajätteen näytteistä tehdyn biokaasuntuottotestin tutkimustodistus (tulokset on ilmoitettu metaanintuotantopotentiaalina)

Ramboll Analytics

## Tutkimustodistus

Projekti: 1510001820/1

Pvm: 19.12.2012

1/1



Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy

Aleksi Mäkelä  
Niemenkatu 73  
15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi:	Lahden tiede- ja yrityspuisto, Fraktioidujen sekajätteiden kaasuntuottotestit	Näytteenottopvm:	2.11.2012
		Näyte saapui:	2.11.2012
Näytteenottaja:	Henri Rintala	Analysointi aloitettu:	2.11.2012

### Tutkimustulokset

Näytteenottopisteet	Sekajäte 1	Sekajäte 2	Sekajäte 3	Yksikkö	Menetelmä
Näyttenumero	12SS 02373	12SS 02374	12SS 02375		
<b>MÄÄRITYKSET</b>					
Biokaasuntuotantopotentiaali	0,12	0,06	0,16	NI/gVS	

Ramboll Analytics

Sanna Ojala  
DI, Tutkimusinsinööri, +358 20 755 7948

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Lisätiedot** Tämä tutkimustodistus korvaa aiemman, 29.11.2012 päivätyn, tutkimustodistuksen. Syy: näytteenottajan nimen muutos.

**Jakelu** ANML; henri.rintala@lpt.fi; aleksi.makela@lahtisbp.fi

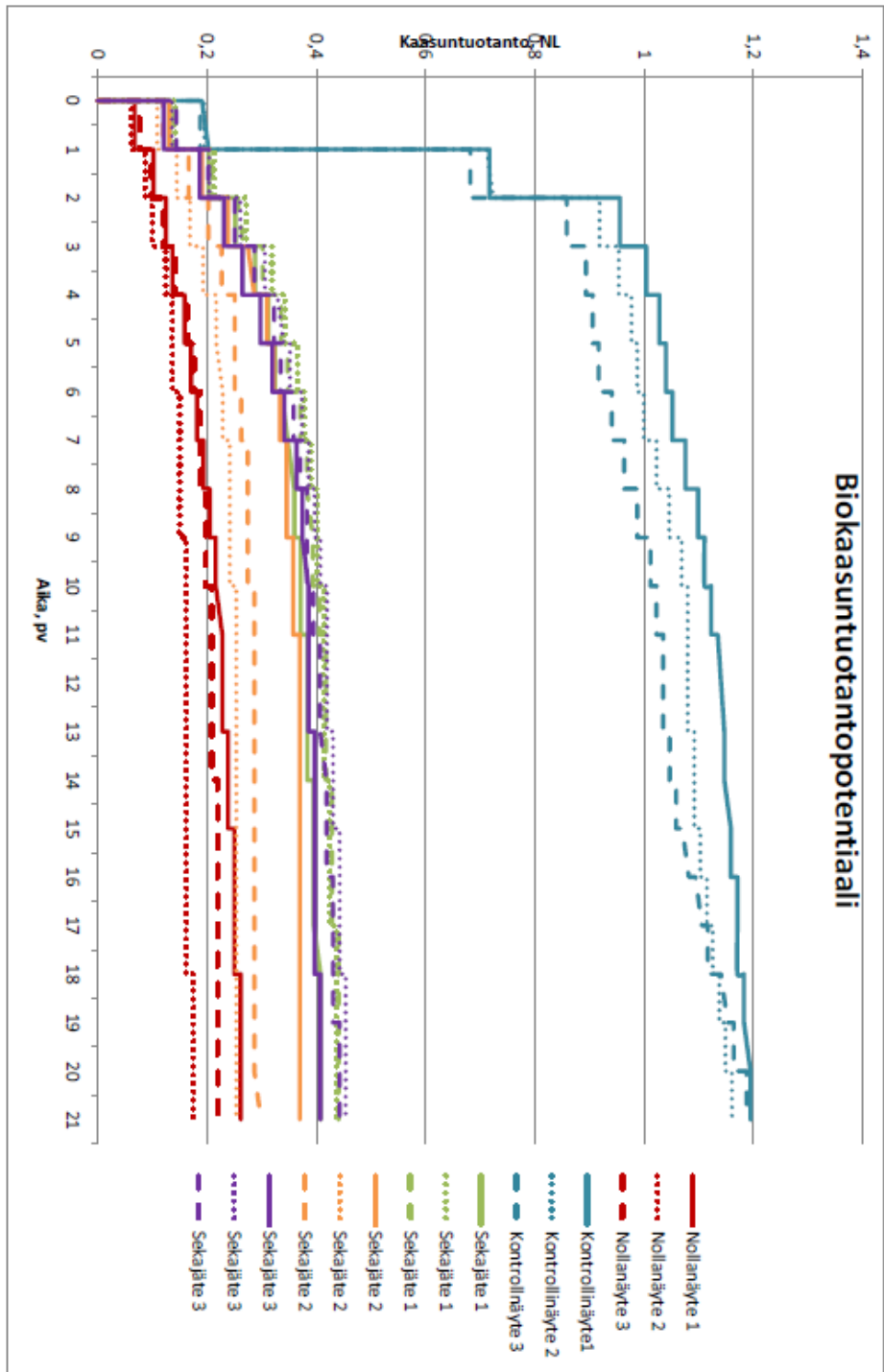
Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics  
Niemenkatu 73, 15140 Lahti  
Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
Y-tunnus 0101197-5, Kotipaikka Espoo

10/2. Yhdyskuntien sekajätteen biokaasuntuotantopotentiaali (metaani)



10/3. Fraktioluokan  $\emptyset < 20$  mm jäteaseman sekajätteen, sekalaisen rakennusjätteen ja laitosrejektin näytteistä tehdyn biokaasuntuottotestin tutkimustodistus (tulokset on ilmoitettu metaanintuotantopotentiaalina)

Ramboll Analytics  
**Tutkimustodistus**  
Projekti: 1510001820/2

Pvm: 21.12.2012  
1/1



Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy

Aleksi Mäkelä  
Niemenkatu 73  
15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi:	Lahden tiede- ja yrityspuisto, Fraktioitujen sekajätteiden kaasuntuottotestit	Näytteenottopvm:	2.11.2012
		Näyte saapui:	2.11.2012
Näytteenottaja:	Henri Rintala	Analysointi aloitettu:	2.11.2012

#### Tutkimustulokset

Näytteenottopisteet	Jäteaseman sekajäte	Rakennusjäte	Laitosrejekti	Yksikkö	Menetelmä
Näyttenumero	12SS 02376	12SS 02377	12SS 02378		
<b>MÄÄRITYKSET</b>					
Biokaasuntuotantopotentiaali	0,19	-0,003	0,02	Nl/gVS	

Ramboll Analytics

Sanna Ojala  
DI, Tutkimusinsinööri, +358 20 755 7948

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Jakelu** ANML; henri.rintala@lpt.fi; aleksi.makela@lahtisbp.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

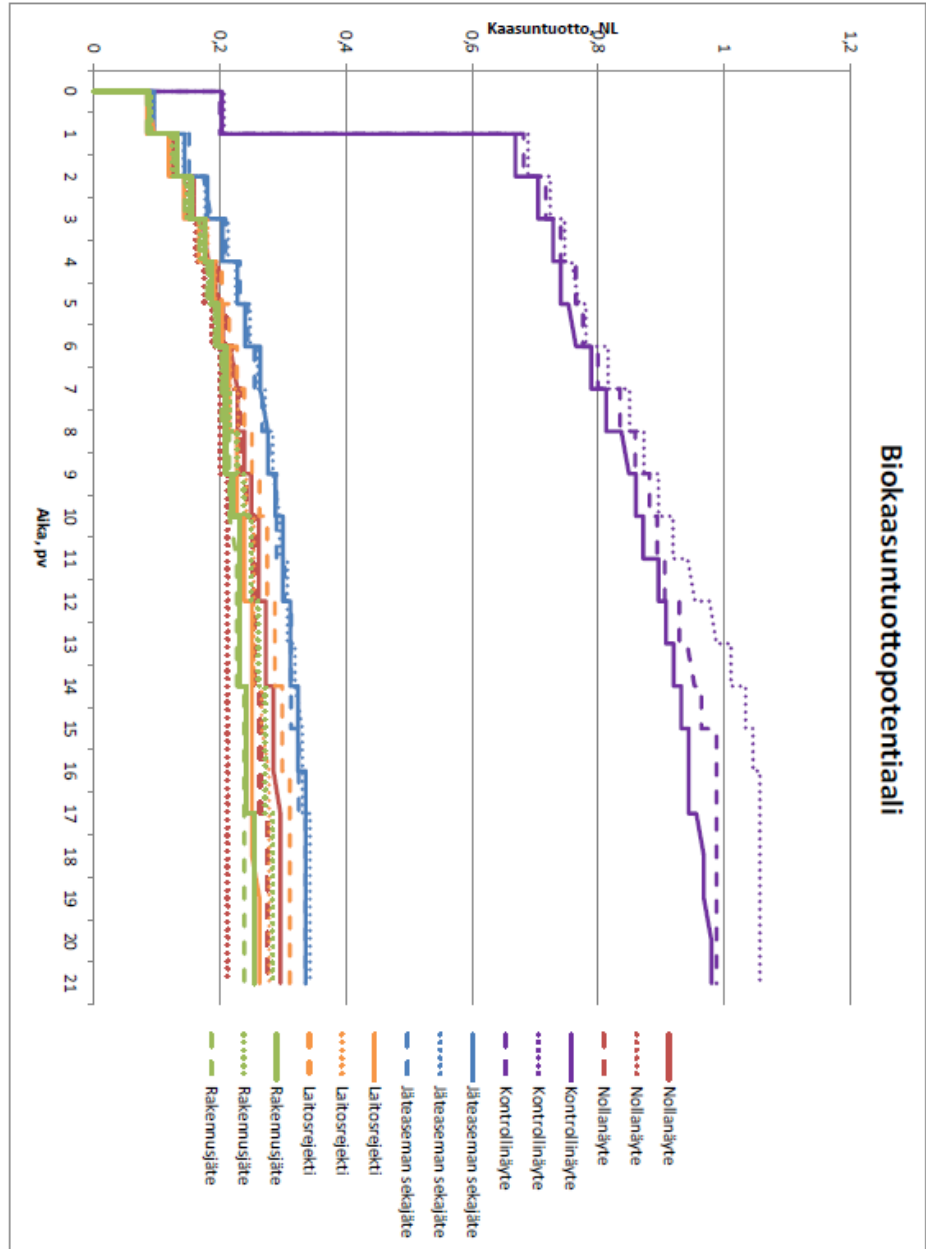
Ramboll Analytics  
Niemenkatu 73, 15140 Lahti  
Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
Y-tunnus 0101197-5, Kotipaikka Espoo



10/4. Jäteaseman sekajätteen, sekalaisen rakennusjätteen ja laitosrejektin biokaasuntuottopotentiali (metaani)



# LIITE 11. Kiinteän polttoaineen analyysien tutkimustodistukset

## 11/1. Fraktioluokan Ø 20 – 52 mm kiinteän polttoaineen analyysin tutkimustodistus

Ramboll Analytics  
**Tutkimustodistus**  
 Projekti: 1510001820/4

Pvm: 19.12.2012  
 1/2



Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy

Aleksi Mäkelä  
 Niemenkatu 73  
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi:	Lahden tiede- ja yrityspuisto, Fraktioitujen kiinteän polttoaineen analyysit	Näytteenottopvm:	2.11.2012
		Näyte saapui:	2.11.2012
Näytteenottaja:	Henri Rintala	Analysointi aloitettu:	2.11.2012

### Tutkimustulokset

Näytteenottpisteet	Fraktio- koko 20- 52mm, Sekajäte	Fraktio- koko 20- 52mm, Raken- nusjäte	Fraktio- koko 20- 52mm, Jätease- man se- kajäte	Fraktio- koko 20- 52mm, Laitosre- jekti	Yksikkö	Menetelmä
Näyttenumero	12SP 00324	12SP 00325	12SP 00326	12SP 00327		
<b>MÄÄRITYKSET</b>						
Kuiva-aine	98	96	98	99	m-%	RA4016
Analysikosteus	1,7	4,6	2,3	1,9	m-%	SFS-EN 15414-3
Kosteus, kokonais- (kierrätyspolttoaine)	47,1	21,2	27,7	25,1	m-%	CEN/TS 15414-2
Esikäsitteily, jauhatus kierrätyspolttoaine	ok	ok	ok	ok		
Tuhka 550 °C, vedetön	21,2	33,8	23,6	26,0	m-%	SFS-EN 15403
Hiili, C vedetön	47,7	36,6#	46,0	44,0	m-%	SFS-EN 15407
Vety, H vedetön	6,70	5,1	5,8	5,0	m-%	SFS-EN 15407
Typpi, N vedetön	0,99	0,88	1,2#	0,35	m-%	SFS-EN 15407
Happi (O), vedetön, laskennallinen	23,2	21,4	22,5	24,2	m-%	ASTM D 3180, CEN/TS 15296 modif.
Halogeenit happipommihajotuksella	ok	ok	ok	ok		CEN/TS 15289, 15408 modif.
Kloridi (Cl), vedetön	0,93	0,29	2,5	2,9	m-%	SFS-EN 15289, 15408 modif.
Rikki (S), vedetön	0,28	2,3	0,99	0,44	m-%	SFS-EN 15289, 15408 modif.
Kalorimetrinen lämpöarvo, vedetön	21,14	14,68	21,90	17,57#	MJ/kg	SFS-EN 15400
Tehollinen lämpöarvo, vedetön	19,67	13,58	20,63	16,48#	MJ/kg	SFS-EN 15400
Tehollinen lämpöarvo, saapumistila	9,26	10,18	14,24	11,73#	MJ/kg	SFS-EN 15400
Esikäsitteily, mikroaaltohajotus, HNO3/HCl/HF	ok	ok	ok	ok		RA3015
Metallit 2	ok	ok	ok	ok		
Antimoni (Sb)	1500	44	160	190	mg/kg ka	RA3000
Arseeni (As)	3,5	2,3	8,3	2,2	mg/kg ka	RA3000
Elohopea (Hg)	0,25	<0,10	<0,10	<0,10	mg/kg ka	RA3000

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics  
 Niemenkatu 73, 15140 Lahti  
 Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
 Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
 Y-tunnus 0101197-5, Kotipalkka Espoo

## Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 1510001820/4

	12SP 00324	12SP 00325	12SP 00326	12SP 00327	Yksikkö	Menetelmä
Kadmium (Cd)	0,73	0,14	5,0	1,9	mg/kg ka	RA3000
Koboltti (Co)	11	5,2	7,1	11	mg/kg ka	RA3000
Kromi (Cr)	43	61	180	82	mg/kg ka	RA3000
Kupari (Cu)	98	5300	50	38	mg/kg ka	RA3000
Lyijy (Pb)	95	170	130	77	mg/kg ka	RA3000
Mangaani (Mn)	190	220	120	170	mg/kg ka	RA3000
Nikkeli (Ni)	23	20	68	36	mg/kg ka	RA3000
Sinkki (Zn)	430	210	240	530	mg/kg ka	RA3000
Tallium (Tl)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	mg/kg ka	RA3000
Tina (Sn)	51	2,7	12	8,0	mg/kg ka	RA3000
Vanadiini (V)	5,0	16	12	16	mg/kg ka	RA3000
Kalium (K)	0,47	0,22	0,17	0,28	m-% ka	RA3000
Natrium (Na)	0,69	0,55	0,28	0,54	m-% ka	RA3000

### Ramboll Analytics



Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Lisätiedot** #Standardin mukaiset kriteerit eivät täyty rinnakkaisten osalta. Tulos on kolmen rinnakkaisen keskiarvo.

**Jakelu** ANML; henri.rintala@lpt.fi; aleksi.makela@lahtisbp.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

# 11/2. Fraktioluokan $\emptyset > 52$ mm kiinteän polttoaineen analyysin tutkimustodistus

Ramboll Analytics  
**Tutkimustodistus**  
 Projekti: 1510001820/5

Pvm: 19.12.2012  
 1/2



Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy

Aleksi Mäkelä  
 Niemenkatu 73  
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi:	Lahden tiede- ja yrityspuisto, Fraktioitujen kiinteän polttoaineen analyysit	Näytteenottopvm:	2.11.2012
		Näyte saapui:	2.11.2012
Näytteenottaja:	Henri Rintala	Analysointi aloitettu:	2.11.2012

## Tutkimustulokset

Näytteenottopisteet	Fraktio- koko 52- 152mm, Sekajäte	Fraktio- koko 52- 152mm, Raken- nusjäte	Fraktio- koko 52- 152mm, Jätease- man se- kajäte	Fraktio- koko 52- 152mm, Laitosre- jekti	Yksikkö	Menetelmä
Näyttenumero	12SP 00328	12SP 00329	12SP 00330	12SP 00331		
<b>MÄÄRITYKSET</b>						
Kuiva-aine	99	98	98	98	m-%	RA4016
Analysikosteus	2,4	5,0	2,3	2,5	m-%	SFS-EN 15414-3
Kosteus, kokonais- (kierrätyspolttoaine)	40,3	13,5	14,7	19,0	m-%	CEN/TS 15414-2
Esikäsittely, jauhatus kierrätyspolttoaine	ok	ok	ok	ok		
Tuhka 550 °C, vedetön	17,4#	21,4	14,6	25,6	m-%	SFS-EN 15403
Hiili, C vedetön	44,8	46,1	54,4#	47,4	m-%	SFS-EN 15407
Vety, H vedetön	6,3	6,6	7,2	6,4	m-%	SFS-EN 15407
Typpi, N vedetön	1,6	1,5	1,8#	1,5	m-%	SFS-EN 15407
Happi (O), vedetön, laskennallinen	29,8	22,6	21,2	18,2	m-%	ASTM D 3180, CEN/TS 15296 modif.
Halogeinit happipommiyhajotuksella	ok	ok	ok	ok		CEN/TS 15289, 15408 modif.
Kloridi (Cl), vedetön	0,12	0,16	1,1	1,0	m-%	SFS-EN 15289, 15408 modif.
Rikki (S), vedetön	0,13	1,9	0,76	0,84	m-%	SFS-EN 15289, 15408 modif.
Kalorimetrinen lämpöarvo, vedetön	21,06	19,46	23,70	20,26	MJ/kg	SFS-EN 15400
Tehollinen lämpöarvo, vedetön	19,68	18,02	22,13	18,86	MJ/kg	SFS-EN 15400
Tehollinen lämpöarvo, saapumistila	10,76	15,26	18,52	14,81	MJ/kg	SFS-EN 15400
Esikäsittely, mikroaltohajotus, HNO3/HCl/HF	ok	ok	ok	ok		RA3015
Metallit 2	ok	ok	ok	ok		
Antimoni (Sb)	14	3,0	44	34	mg/kg ka	RA3000
Arseeni (As)	2,0	1,3	1,6	1,0	mg/kg ka	RA3000
Elohopea (Hg)	0,97	<0,10	<0,10	<0,10	mg/kg ka	RA3000

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics  
 Niemenkatu 73, 15140 Lahti  
 Kilterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
 Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
 Y-tunnus 0101197-5, Kotipaikka Espoo

## Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 1510001820/5

	12SP 00328	12SP 00329	12SP 00330	12SP 00331	Yksikkö	Menetelmä
Kadmium (Cd)	1,5	0,17	0,27	3,1	mg/kg ka	RA3000
Koboltti (Co)	160	2,1	9,8	10	mg/kg ka	RA3000
Kromi (Cr)	77	29	340	28	mg/kg ka	RA3000
Kupari (Cu)	39	540	2800	20	mg/kg ka	RA3000
Lyijy (Pb)	15	11	160	32	mg/kg ka	RA3000
Mangaani (Mn)	67	120	370	69	mg/kg ka	RA3000
Nikkeli (Ni)	44	8,7	130	11	mg/kg ka	RA3000
Sinkki (Zn)	370	160	1400	1200	mg/kg ka	RA3000
Tallium (Tl)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	mg/kg ka	RA3000
Tina (Sn)	9,0	26	56	41	mg/kg ka	RA3000
Vanadiini (V)	2,7	5,7	8,2	7,1	mg/kg ka	RA3000
Kalium (K)	0,27	0,12	0,12	0,13	m-% ka	RA3000
Natrium (Na)	0,28	0,31	0,18	0,19	m-% ka	RA3000

### Ramboll Analytics



Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Lisätiedot** Tämä tutkimustodistus korvaa aiemmin samalla työnumerolla annetun tutkimustodistuksen. Näytteenottaja on korjattu. ≠ Standardin kriteerit eivät täyty. Tulos laskettu kolmella rinnakkaisella.

**Jakelu** ANML; henri.rintala@lpt.fi; aleksi.makela@lahtisbp.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.