
SEKALAISEN JÄTTEEN LAJITTELULAITOKSEN TUOTERESEPTÖINTI



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Hämeenlinna, kevät 2015

Nelli Riihisaari



Visamäki
Bio- ja elintarviketekniikka
Ympäristöbiotekniikka

Tekijä	Nelli Riihisaari	Vuosi 2015
Työn nimi	Sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen tuotereseptointi	

TIIVISTELMÄ

Jätelain uudistuksen myötä kaatopaikoille sijoitettavan orgaanisen jätteen määrään on alettu kiinnittää aiempaa enemmän huomiota. Kaatopaikka-asetuksen mukainen orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto astuu voimaan vuonna 2016. Tämän vuoksi kaatopaikalle sijoitettava jäte on esikäsitteltävä niin, että sen sisältämä orgaaninen aines saadaan eroteltua hyötykäyttöön.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää esilajitellun rakennus- ja purkujätteen laitosmaisessa prosessoinnissa syntyvien tuotejakeiden osuudet ja soveltuvuudet energia- ja materiaalihyötykäyttöön. Työn toimeksiantajana toimi Kymenlaakson Jäte Oy, joka investoi Keltakankaan jätekeskukseen kesällä 2013 vanhan energijätteen murskauslaitoksen yhteyteen sekalaisia jättejakeita käsittelevän lajittelulaitoksen varautuakseen tulevaan kaatopaikkakieltoon ja tehostaakseen materiaalien ohjaamista hyötykäyttöön. Työ toteutettiin osana uuden sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen käyttöönottoa. Tavoitteena oli selvittää sekalaisista rakennus- ja purkujätteistä muodostuvien tuotejakeiden määrät, orgaanisen aineksen osuus, haitta-aineiden pitoisuudet ja palamistekniset ominaisuudet. Työssä tutkittiin pääasiassa jätekeskukseen vastaanotettua sekalaista rakennusjätettä.

Työssä selvisi, että kaikki lajittelulaitokseen syötetystä sekalaisesta rakennus- ja purkujätteestä syntyvät tuotejakeet ovat hyödynnettävissä, joko materiaalina tai energiana. Laitoksessa muodostuvat maa- ja kiviainespiteiset tuotejakeet voidaan hyödyntää materiaalina kaatopaikan päivittäispeitossa ja rakenteissa. Muovi- ja puupitoiset tuotejakeet voidaan puolestaan hyödyntää energiana voimalaitoksessa. Voimalaitoksen käyttämä polttotekniikka määrittää polttoaineelta vaadittavat ominaisuudet, joten hyötykäyttö energiana voimalaitoksissa on arvioitava laitoskohtaisesti.

Avainsanat: sekalaisen jätteen lajittelulaitos, rakennusjäte, orgaaninen jäte, energiahyötykäyttö, materiaalihyötykäyttö

Sivut 40 s. + liitteet 14 s.

Visamäki
Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering
Environmental Biotechnology

Author	Nelli Riihisaari	Year 2015
Subject of Bachelor's thesis	Product Recipe for the Mixed Waste Sorting Plant	

ABSTRACT


As a result of the reformed Waste Act more attention is being paid to the amount of waste placed in landfills. The new regulation on the organic waste landfill ban will come into effect at the beginning of 2016. Therefore, before placing the waste in the landfill it has to be pre-treated to utilize the organic matter.

The purpose of this Bachelor's thesis was to find out the amounts of different product fractions of pre-treated construction and demolition waste generated during processing in the mixed waste sorting plant. In addition, the applicability of these product fractions in the production of energy or material recovery was examined. The thesis was commissioned by Kymenlaakson Jäte Oy, which has invested in a new mixed waste sorting plant in order to be prepared for the upcoming landfill ban and also to increase the material recovery. The new mixed waste sorting plant was built to be an extension of the old crushing plant and this thesis was carried out as a part of the new plant implementation process. The aim was to find out the shares of organic matter in the product fractions, contents of the harmful substances, and the technical features of combustion through a laboratory analysis. The main focus was on examining the incoming mixed construction waste.

It was found out that all the product fractions generated could be utilized fully, either as material or energy depending on the composition of the product. Products consisting of soil and rocks can be exploited in landfill structures while the products containing plastic and wood can be exploited as recycled fuel in power plants. The quality of the fuel is defined by the used combustion technology, which is why the evaluation of energy recovery has to be case-specific.

Keywords mixed waste sorting plant, construction waste, organic waste, energy recovery, material recovery

Pages 40 p. + appendices 14 p.



SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	SUOMEN JÄTELAINSÄÄDÄNTÖ JA ETUSIJAJÄRJESTYS	2
2.1	Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista ja orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto	2
2.1.1	Orgaaninen jäte	4
2.1.2	Orgaanisen aineksen ja biohajoavuuden indikaattorit.....	4
2.2	Etusijajärjestys	5
2.2.1	Periaate	5
2.2.2	Käytännön toimet	6
3	JÄTEMÄÄRÄT	6
3.1	Jättemäärät Suomessa.....	7
3.2	Rakentamisen jätteet	8
3.3	Jättemäärät Keltakankaan jätekeskuksessa	9
4	JÄTTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN	11
4.1	Jätteiden hyödyntäminen Suomessa.....	11
4.1.1	Materiaalihyötykäyttö	12
4.1.2	Energiahyötykäyttö	13
4.1.3	Tavoitteet.....	14
4.2	Jätteiden hyödyntäminen Keltakankaan jätekeskuksessa vuonna 2014.....	14
5	LAJITTELULAITOKSEN TOIMINTAPERIAATE.....	16
5.1	Jätteen vastaanotto ja esilajittelu	16
5.2	Lajitteluprosessin kuvaus	17
5.3	Prosessin tuotejakeet	19
5.3.1	Hieno 0–30 mm:n jae ja karkea 30–80 mm:n jae.....	19
5.3.2	2D- ja 3D-jae.....	20
5.3.3	Tuuliseulan alite ja ylite	20
5.4	Energiajätteen murskauslaitos.....	21
6	KOEAJOT	21
6.1	Jättemateriaalit ja -määrät	22
6.2	Jätteiden käsittely ja näytteenotto	22
6.3	Laboratorioanalyysit.....	23
6.3.1	Muovi- ja puupitoisten tuotejakeiden analyysit	23
6.3.2	Maa- ja kiviainespitoisten tuotteiden analyysit.....	24
7	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	25
7.1	Sekalainen rakennus- ja purkujäte sekä rejektit	25
7.1.1	Kymenlaakson Jäte Oy:n takuuajot.....	25
7.1.2	Yritys 1:n ja Yritys 2:n koeajot.....	26

7.1.3	Lajittelulaitoksen käsittelyteho	27
7.2	Muut testatut jätelajit.....	28
7.3	Analyysitulokset.....	28
7.3.1	Maa- ja kiviainespitoiset tuotejakeet.....	29
7.3.2	Muovi- ja puupitoiset tuotejakeet.....	30
8	LAITOSVERTAILU	30
8.1	Jätekkko Oy:n rakennusjätteiden käsittelyprosessi	31
8.2	Lajitteluprosessien vertailu	32
9	HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUDET JA VAIHTOEHDOT	33
9.1	Maa- ja kiviainespitoiset tuotejakeet.....	33
9.2	Muovi- ja puupitoiset tuotejakeet.....	34
9.3	Kierrätyspolttoaineiden standardisointi.....	34
9.4	Tuuliseulan ylitteen klooripitoisuuden alentaminen	36
9.4.1	Kellutuserottelu	36
9.4.2	Hydrosyklonierottelu.....	36
9.4.3	Ilmaerottelu	37
9.4.4	Muut kuin tiheyteen perustuvat erottelumenetelmät.....	37
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	39
	LÄHTEET	41

Liite 1	MARA-asetuksen raja- arvot betonimurskeelle
Liite 2	Näytteenottosuunnitelma
Liite 3	Tarjouspyyntölomake

1 JOHDANTO

Jätteiden lajittelun ja vaihtoehtoisten jätteenkäsittelymenetelmien kehittyessä jätteiden sijoittaminen kaatopaikoille on vähentynyt viimeisten vuosien aikana, mutta edelleen suuri osa jätteistä sijoitetaan kaatopaikoille. Tilastokeskuksen mukaan Suomessa oli vuonna 2010 käytössä 131 tavanomaisen jätteen kaatopaikkaa, joista 57 oli julkisia ja 74 yksityisiä kaatopaikkoja. Suomessa syntyi jätettä vuonna 2010 yhteensä noin 99,5 miljoonaa tonnia, josta kaatopaikoille päätyi noin 63 miljoonaa tonnia. Kaatopaikalle päätyneestä jätemäärästä yhdyskuntajätettä oli 1,1 miljoonaa tonnia ja rakennusjätettä 0,7 miljoonaa tonnia. (Tilastokeskus 2012, 26.) Orgaanisten jätteiden loppusijoittaminen kaatopaikalle synnyttää kasvihuonekaasuja, kuten metaania ja hiilidioksidia, jätteen hajotessa hapettomissa olosuhteissa. Suomen ympäristökeskuksen tekemän tutkimuksen mukaan kaatopaikat muodostivat jopa 94 prosenttia jätehuollon aiheuttamista metaanipäästöistä vuonna 2000. (Huhtinen, Lilja, Sokka, Salmenperä & Runsten 2007, 70.)

Suomen uudistettu jätelaki tuli voimaan 1.5.2012. Jätelainsäädännön kokonaisuudistuksen tavoitteena oli ajanmukaistaa alan lainsäädäntö vastaamaan tämänhetkisiä jäte- ja ympäristöpolitiikan painotuksia sekä Euroopan unionin lainsäädännön vaatimuksia. (Ympäristöministeriö 2014a.) Valtioneuvosto hyväksyi toukokuussa 2013 asetuksen kaatopaikoista (331/2013) sekä asetuksen jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (332/2013), joilla rajoitetaan biohajoavan ja muun orgaanisen yhdyskuntajätteen, rakennus- ja purkujätteen ja muun jätteen sijoittamista kaatopaikalle sekä tällaisen jätteen hyödyntämistä maantäytössä. Asetukset tulivat voimaan kesäkuussa 2013, mutta rajoituksia jotka koskevat biohajoavan ja muun orgaanisen jätteen sijoittamista kaatopaikalle ja maantäyttöön aletaan soveltaa vasta 1.1.2016 alkaen, jotta alan toimijoilla on riittävästi aikaa kehittää orgaanista ainesta sisältävien kaatopaikalle sijoitettavien jätteiden lajittelua ja käsittelyä. (Uusiouutiset 2015.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, soveltuvatko sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen käsittelemistä rakennus- ja purkujätteistä sekä niiden käsitteystä muodostuneista käsitteleyrejekteistä muodostuvat tuotejakeet hyötykäyttäväksi sen sijaan, että ne sijoitettaisiin kaatopaikalle. Suoritettujen koeajojen avulla selvitettiin laitoksessa syntyvien tuotejakeiden määrä ja laatu, joiden avulla laadittiin näytteenottosuunnitelma (liite 2) vuosittaista vastaavuudesta varten. Murskatun ja erotellun jätteen ominaisuuksia selvitettiin laboratorioanalyysin, joiden pohjalta määriteltiin jätteen hyötykäyttömahdollisuudet sekä arvioitiin mahdollinen jatkokäsittelyn tarve.

Tutkimus toteutettiin Keltakankaan jätekeskuksessa Kymenlaakson Jäte Oy:lle osana uuden lajittelulaitoksen käyttöönottoa. Tutkimus toteutettiin yhdessä Yritys 1:n ja Yritys 2:n kanssa, joiden jättejakeiden koeajot mahdollisia laito-

investointeja ja yhteistyösopimuksia varten suoritettiin myös Kymenlaakson Jäte Oy:n lajittelulaitoksessa. Työn pääpaino on Kymenlaakson Jäte Oy:n lajittelulaitoksen käyttöönoton yhteydessä suoritetuissa takuuajoissa.

2 SUOMEN JÄTELAINSAÄDÄNTÖ JA ETUSIJAJÄRJESTYS

Suomen jätelainsäädäntö pohjautuu Euroopan unionin jätelainsäädäntöön ja seuraa täten sen kehitystä. Jätelainsäädännön tavoitteena on ehkäistä jätteistä ja niiden käsittelystä aiheutuvia ympäristö- ja terveyshaittoja sekä edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Yleiset säädökset jätehuollosta ja jätteenkäsittelystä antavat jätelaki (646/2011) ja sen nojalla annettu valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012). Ympäristönsuojelulaki (527/2014) ja sen nojalla annettu ympäristönsuojeluasetus (713/2014) puolestaan sääntelevät jätteistä aiheutuvia ympäristöhaittoja. (Ympäristöministeriö, 2014b.) Jätealan lainsäädäntö uudistettiin vuonna 2012 ja uudistuksen tavoitteena oli ajanmukaistaa jätelainsäädäntö ja saada se vastaamaan nykyisiä jäte- ja ympäristöpolitiikan painotuksia sekä EU-lainsäädännön vaatimuksia. (Ympäristöministeriö 2014a.)

EU:n kaatopaikkadirektiivi (1999/31/EY) edellyttää kaikilta jäsenmailtaan kansallista strategiaa biohajoavista jätteistä, joka hyväksyttiin Suomessa vuonna 2004. Strategiassa määritellään tarvittavia toimia kaatopaikkadirektiivin velvoitteiden toimeenpanemiseksi. Kaatopaikkakäsittelyn vaihtoehtoina strategiassa tarkastellaan biohajoavien jätteiden kierrätystä, kompostointia ja energiahyödyntämistä. Biojätestrategian mukaan kaatopaikkadirektiivin asettamien tavoitteen saavuttamiseksi tulee kaatopaikkakäsittelyä korvaavaa käsittelyä lisätä kaikilla yhdyskuntajätehuollon sektoreilla. Strategian toteuttamiseen tarvitaan uutta jätteenkäsittelykapasiteettia vuoteen 2016 mennessä noin 1,2 miljoonalle tonnille biohajoavaa yhdyskuntajätettä ja pääosa uudesta kapasiteetista tulee ohjata biohajoavan jätteen esikäsittelyyn ja energiana hyödyntämiseen. (Huhtinen ym. 2007, 69.)

Kaatopaikkadirektiivi edellyttää, että jäsenvaltiot vähentävät biohajoavien jätteiden sijoittamista kaatopaikoille asteittain vuosina 2006–2016. Direktiivin mukaan biohajoavaa yhdyskuntajätettä saa sijoittaa kaatopaikoille vuonna 2016 enintään 35 prosenttia laskettuna vuonna 1994 syntyneestä 2,1 miljoonasta tonnista. Tämän mukaan biohajoavaa yhdyskuntajätettä saa sijoittaa kaatopaikoille Suomessa enintään 0,7 miljoonaa tonnia vuonna 2016. (Pfister 2013, 3.)

2.1 Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista ja orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista (331/2013) korvasi toukokuussa 2013 Valtioneuvoston päätöksen kaatopaikoista (VNp 861/1997), joka oli siihen asti

ohjannut jätteiden kaatopaikkasijoitusta. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista edellytti, ettei kaatopaikoille saa sijoittaa jätettä, jota ei ole esikäsitelty. Esikäsitellyllä tarkoitetaan jätteen syntypaikkalajittelua tai laitospäätelyä, joissa jätteestä erotetaan polttokelpoiset jätteet tai materiaalina hyödyntämiskelpoiset jätteet. Uuden kaatopaikka-asetuksen tavoitteena on vähentää yhä enemmän kaatopaikkojen aiheuttamia metaanipäästöjä sekä suotovesikuormitusta rajoittamalla biohajoavien- ja orgaanisten jätteiden sijoittamista kaatopaikoille. (Wahlström, Laine-Ylijoki & Jermakka 2012.)

Kaatopaikka-asetus (331/2013) sisältää orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon, joka tarkoittaa, että kaatopaikan jätetäyttöön ei hyväksytä tavanomaista jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä (TOC) tai hehikutushäviönä (LOI) on enintään 10 prosenttia. Rajoitus ei kuitenkaan koske 28 §:ssä mainittujen ehtojen mukaisia jätteitä, joita ovat seuraavat:

- energiantuotannossa tai jätteen polttamisessa syntyvät tuhkat (jos DOC-pitoisuus on alle 800 mg/kg)
- pilaantunut maa-aines- ja ruoppausjäte tai asbestijäte (jos ne sijoitetaan erilleen muista jätteistä)
- eläimistä saatavat sivutuotteet (jos sivutuoteasetuksessa (1069/2009) sallitaan niiden hautaaminen)
- metsäteollisuudessa syntyvä soodasakka ja keräyspaperin siivousjäte
- kipsipohjaisen jätteen kanssa yhdessä hyväksyttävä tavanomainen jäte (kaatopaikan osaan, johon ei sijoiteta biohajoavaa jätettä asetuksen määritelmien raja-arvojen mukaan)
- asbestijätteet. (VNa 331/2013, 28 §)

Kaikki kaatopaikalle sijoitettavat jätteet on täten lain mukaan esikäsiteltävä niin, että biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus alittaa 10 % TOC:na tai LOI:na mitattuna. Esikäsitellyllä tarkoitetaan jätteiden lajittelua sekä muita fysikaalisia, kemiallisia, biologisia tai termisiä menetelmiä, joilla pyritään vaikuttamaan jätteen ominaisuuksiin sen määrään tai haitallisuuden vähentämiseksi, loppukäsittelyn helpottamiseksi tai hyödyntämisen tehostamiseksi. Esikäsitelyvelvollisuus ei koske pysyvää jätettä, jonka esikäsitelyyn ei ole olemassa sopivaa tekniikkaa, eikä muutakaan jätettä, jonka esikäsitely ei ole tarkoituksen mukaista jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämisen kannalta. (Pfister 2013, 19.)

Lupaviranomainen voi tietyin perustein päättää, että pysyvän jätteen (26 §), yhdessä kipsipohjaisen jätteen kanssa hyväksyttävän tavanomaisen jätteen (29 §), tavanomaisen ja vakaan reagoimattoman jätteen sijoittamiselle yhdessä (30 §) ja vaaralliselle jätteelle (32 §) säädetyt raja-arvot orgaanisen hiilen kokonaismäärän suhteen voidaan korottaa kolminkertaisiksi, jos voidaan osoittaa, etteivät korotukset aiheuta ympäristölle tai terveydelle vaaroja tai haittoja. Eräissä tapauksissa lupaviranomainen voi myöntää poikkeuksen, että biohajoavan ja orgaanisen aineksen raja-arvoa ei sovelleta esikäsitelyyn jätteeseen

jos voidaan osoittaa, että jäte ei sovellu käsiteltäväksi muuten kuin sijoittamalla kaatopaikalle. Poikkeus voidaan myöntää enintään vuodeksi kerrallaan, jos voidaan osoittaa, että korvaava käsittelykapasiteetti on rakenteilla. (VNa 331/2013)

Rajoituksia jätteen biohajoavan ja orgaanisen aineksen pitoisuuden osalta sovelletaan 1. tammikuuta 2016 alkaen, mutta rakennus- ja purkujätteen osalta rajoitukset ovat kuitenkin täysimääräisesti voimassa vasta 1. tammikuuta 2020, jotta vaadittava jätteenkäsittelykapasiteetti ehditään saavuttaa. Rakennus- ja purkujätteen orgaanisen aineksen pitoisuus ei saa kuitenkaan ylittää 15:tä % 1. tammikuuta 2016. (VNa 331/2013)

2.1.1 Orgaaninen jäte

Orgaaninen jäte koostuu orgaanisesta aineksesta ja määritelmällä viitataan yleensä kaikkeen palavaan jätteeseen, joka sisältää biohajoavan jätteen sekä muun orgaanisen jätteen kuten muovin. Kaikki biohajoava jäte on siis orgaanista jätettä, mutta kaikki orgaaninen jäte ei ole biohajoavaa kuten muovit. Biohajoava jäte hajoaa biologisen toiminnan seurauksena hapellisissa tai hapettomissa olosuhteissa muodostaen biokaasua, lähinnä metaania (CH₄) ja hiilidioksidia (CO₂). Biohajoavaa jätettä ovat näin ollen esimerkiksi elintarvike-, puutarha-, paperi- ja kartonkijätteet. (Wahlström ym. 2012, 14.)

Kaatopaikalle sijoitettavia keskeisiä biohajoavia orgaanisia jätteitä ovat käsittelemätön yhdyskuntajäte ja sen käsittelyssä syntyneet rejektit, tekstiilijäte, puujäte sekä sekalainen rakennusjäte ja sen käsittelyn rejektit. Biohajoamattomia kaatopaikalle sijoitettavia määrältään merkittäviä orgaanisia jätteitä ovat erilaiset muovi- ja kumijätteet, joiden lämpöarvo on yleensä huomattava. (Wahlström ym. 2012, 19.)

2.1.2 Orgaanisen aineksen ja biohajoavuuden indikaattorit

Orgaanisen aineksen ja biohajoavuuden määrittämiseen jätteestä on olemassa useita erilaisia indikaattoreita. Yleisimmin käytetyt orgaanisen aineksen indikaattorit ovat hehkutushäviö (LOI, loss on ignition) ja kokonaisorgaaninen hiili (TOC, total organic carbon), jotka kuvaavat jätteen orgaanista sisältöä karkeasti yleisellä tasolla. Jätteen vaikutusta vesitöihin voidaan mitata liukoisella orgaanisella hiilellä (DOC, dissolved organic carbon), joka kuvaa jätteestä tiettyissä olosuhteissa veteen liukenevaa orgaanisen aineen määrää. Jätteestä syntyneen vesiutteen DOC-pitoisuuden perusteella voidaan arvioida orgaanista ainetta sisältävän jätteen stabiilisuutta ja reaktiivisuutta. (Wahlström ym. 2012, 15.)

Jätteen sisältämä orgaaninen aines voidaan ryhmitellä hiilifraktioiden mukaisesti selektiivisen uuton ja saostuksen avulla. Kokonaisorgaaninen hiili sisältää orgaanista hiiltä (OC, organic carbon) ja alkuainehiiltä (EC, elemental coal). Orgaanisesta hiilestä osa on biohajoavaa ja osa liukenee veteen, mikä ilmenee

kaatopaikkavedessä liukoisena orgaanisena hiilenä, jonka tiedetään lisäävän hapenkulutusta kaatopaikkavedessä. Esimerkiksi muovit (kuten PVC ja bitumi) eivät ole biohajoavia eikä niistä tällöin liukene merkittävästi liukoista orgaanista hiiltä. (Wahlström ym. 2012, 16–17.)

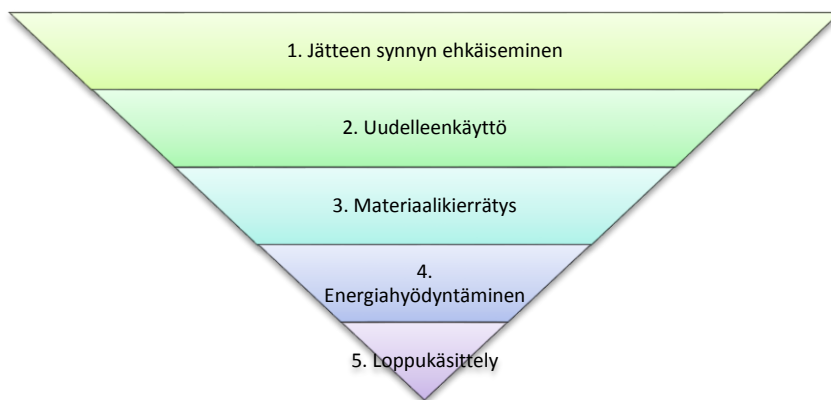
Muita biohajoavuuden indikaattoreita ovat muun muassa jätteen kaasuntuotantopotentiaali. Materiaalin biohajoavuutta voidaan tutkia sekä anaerobisessa että aerobisissa olosuhteissa ja käytössä on useita eri testimenetelmiä. Testien periaatteena on, että ravintoliuokseen lisätään kasvatettua mikrobiviljelmää eli ”ymppiä”, joka on usein peräisin jätevedenpuhdistamolta tai kompostista. Tutkittava näyte toimii testin ainoana hiilenlähteenä mikrobeille ja testeissä seurataan mikrobitoiminnan aiheuttamaa hapenkulutusta tai hajoamistuotteiden, hiilidioksidin ja metaanin muodostumista. Biohajoavuutta voidaan myös arvioida aistinvaraisesti tai käsinlajittelun avulla. Aistinvarainen arviointi tapahtuu jätteen väriä, hajua ja olomuotoa tarkastellen. (Wahlström ym. 2012, 17.)

2.2 Etusijajärjestys

Etusijajärjestys pohjautuu EU:n jätedirektiiviin, ja se sitoo kaikkia jäsenmaita toimimaan etusijajärjestyksen periaatteen mukaisesti. Etusijajärjestys on asetettu Suomen jätelainsäädännössä yhdeksi keskeisimmistä periaatteista. Jätelaki ja sitä tukevat asetukset pyrkivät etusijajärjestyksen toteutumiseen mahdollisimman hyvin. (Ympäristöministeriö 2012.)

2.2.1 Periaate

Jätelain (646/2011) mukaan kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan noudatettava EU-lainsäädännön mukaista viisiportaista jättehierarchyä eli etusijajärjestyksiä, jonka tavoitteena on ohjata jätteiden käsittelyä ympäristön kannalta suotuisimmalla tavalla. (Myllymaa & Dahlbo 2012, 13.) Etusijajärjestys toimii myös Suomen jätelainsäädännön keskeisimpänä periaatteena ja sen mukaan on ensisijaisesti pyrittävä välttämään jätteen syntymistä, mutta jos jätettä syntyy, on se kierrätettävä tai valmistettava uudelleenkäyttöön. Mikäli jätteen kierrätys ei ole mahdollista, on se hyödynnettävä ensisijaisesti aineena ja toissijaisesti energiana. Etusijajärjestyksen mukaan jätettä voidaan sijoittaa kaatopaikoille vain, jos sen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista. (Ympäristöministeriö 2013a.) Etusijajärjestyksen periaate on esitetty kuvassa 1 (s. 6).



Kuva 1. Jätteiden käsittelyä ja hyödyntämistä kuvaava etusijajärjestys jätelakiin (646/2011, 8§) perustuen. (Tiedot kerätty: Ympäristöministeriö 2012.)

2.2.2 Käytännön toimet

Jätteen tuottajan tai jätehuollon toiminnanharjoittajan on noudatettava jätelakiin perustuvaa etusijajärjestystä sitovana veloitteena siten, että kokonaisuutena arvioiden saavutetaan lain ja tarkoituksen kannalta paras tulos. Tuotetta ja jätettä arvioitaessa on otettava huomioon niiden elinkaaren aikaiset vaikutukset, ympäristönsuojelun varovaisuus- ja huolellisuusperiaate sekä toiminnanharjoittajan tekniset ja taloudelliset edellytykset noudattaa etusijajärjestystä. (Myllymaa & Dahlbo 2012, 13.)

Etusijajärjestyksen noudattaminen yksiselitteisesti ei välttämättä tuota kokonaisuuden kannalta parasta lopputulosta kaikissa olosuhteissa ja kaikille jätteille. Tällöin lainsäädäntö antaa mahdollisuuden valita soveltuvan ratkaisun elinkaariajattelun mukaisen menetelmän osoittamien tulosten, teknisten edellytysten ja taloudellisten seikkojen perusteella. Käytännössä ratkaisuihin vaikuttavat etusijajärjestyksen lisäksi myös jäte- ja ympäristöpoliittiset strategiset tavoitteet sekä lainsäädännölliset tavoitteet ja veloitteet, kuten kierrätystavoitteet. (Myllymaa & Dahlbo 2012, 13–14.)

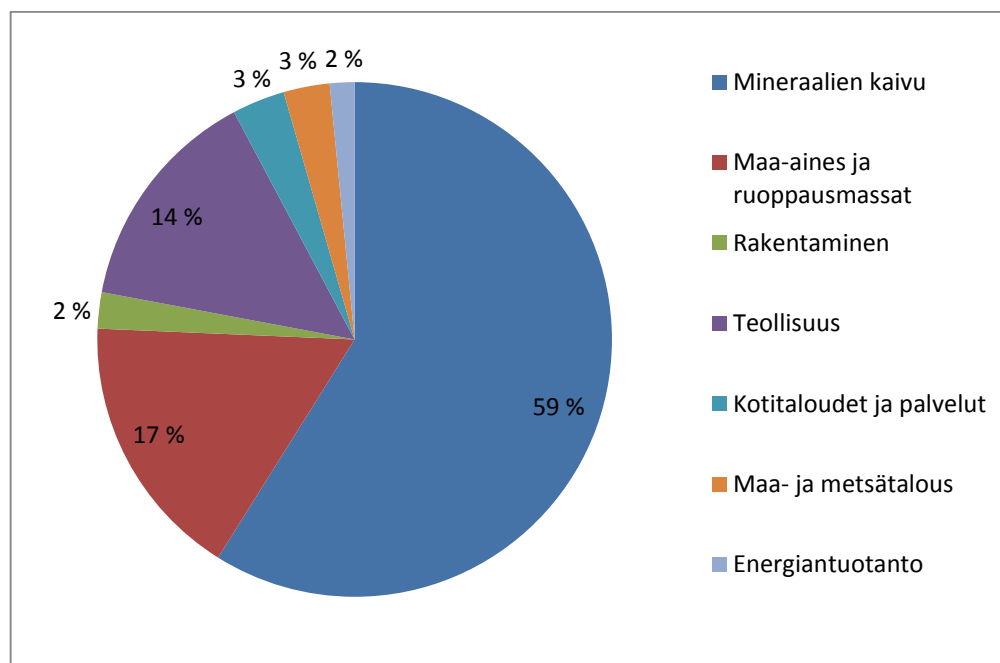
3 JÄTEMÄÄRÄT

Jätettä syntyy kaikilla yhteiskunnan sektoreilla, kuten teollisuudessa, energian tuotannossa ja kotitalouksissa (Moliis, Teerioja & Ollikainen 2009, 4). Jättemääriin vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa bruttokansantuote ja väestön kasvu. Väestön kasvua pidetään yleisesti eniten jätteiden määrää selittävänä tekijänä, sillä sen seurauksena kokonaiskulutus kasvaa ja täten jätteen määrä lisääntyy. Teknologian kehityksen ja jättopoliitikan avulla voidaan puolestaan

hillitä jätemääriä. Teknologian kehitys tehostaa materiaalien käyttöä tuotantoprosesseissa, mikä vähentää syntyvän jätteen määrää. Jätepolitiikan avulla ohjataan jätemäärien kehitystä asettamalla tavoitteita ja velvoitteita. (Moliis ym. 2009, 13–14.)

3.1 Jättemäärät Suomessa

Vuonna 2011 Suomessa kertyi jätettä yhteensä 96 miljoonaa tonnia, josta suurin osa syntyi kaivostoiminnassa ja louhinnassa, jotka tuottivat 56,9 miljoonaa tonnia jätettä. Teollisuuden tuottama osuus kokonaisjättemäärästä oli 13,8 miljoonaa tonnia. Rakennusjätettä kertyi kokonaisuudessaan 18,4 miljoonaa tonnia, josta maa-ainesjätettä ja ruoppausmassoja oli jopa 16,2 miljoonaa tonnia. Kotitalouksien ja palveluiden tuottaman yhdyskuntajätteen määrä oli 3,2 miljoonaa tonnia. Maa- ja metsätalouden toimesta jätettä syntyi 2,7 miljoonaa tonnia, josta suurin osa oli hakkuujätettä. Kuvassa 2 on esitetty jätemäärien jakautuminen eri sektoreille vuonna 2011. (Tilastokeskus 2013.)



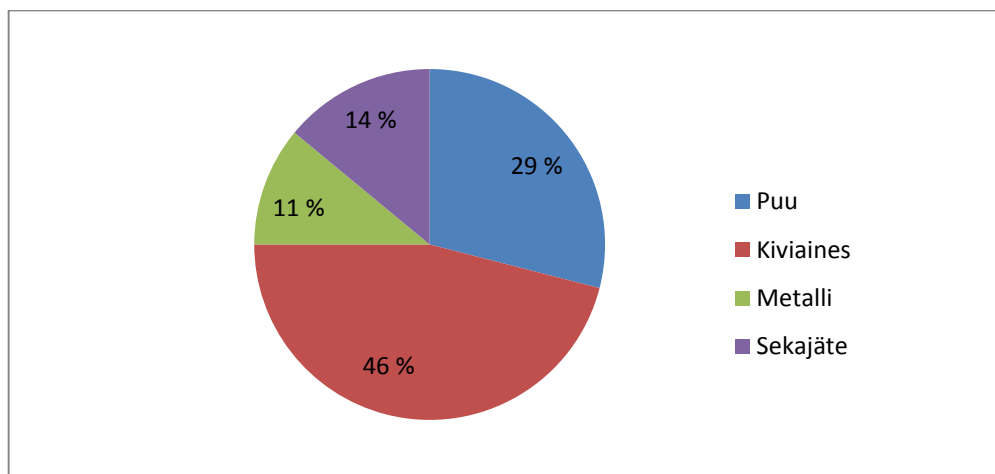
Kuva 2. Jättemäärät sektoreittain vuonna 2011. Tiedot kerätty (Tilastokeskus 2013).

Vuonna 2011 kaatopaikoille sijoitettiin 51 miljoonaa tonnia jätettä, mikä on 19 % vähemmän kuin vuonna 2010. Kaatopaikalle sijoitetun määrään vähenemistä selittää lisääntynyt jätteen poltto, sillä vuonna 2011 jätettä poltettiin yli 10 miljoonaa tonnia, joka on 22 % enemmän kuin tätä edellisenä vuotena. Kierrätetyn jätteen määrä nousi lähes 34 miljoonaan tonniin, mikä on 18 % enemmän kuin vuonna 2011. (Tilastokeskus 2013.)

3.2 Rakentamisen jätteet

Rakennusjätettä ovat kaikki rakentamisessa, korjaamisessa ja purkamisessa syntyvät jättemateriaalit, kuten maa- ja kiviainekset, puu-, lasi- ja paperijäte sekä metalliromu (Kojo & Lilja 2011, 22). Kuten kuvassa 2 (s. 7) esitetään, syntyi rakentamisen toimialalla vuonna 2011 jätettä noin 18,4 miljoonaa tonnia, joista suurin osa eli 16,2 miljoonaa tonnia oli maa-ainesjätettä ja ruoppausmassoja. Varsinaista rakennusjätettä vuonna 2011 syntyi siis 2,2 miljoonaa tonnia. Rakentamisessa syntyneistä jätteistä pystyttiin hyödyntämään tai esikäsittelemään hyödyntämistä varten lähes kaksi miljoonaa tonnia, mutta kaatopaikoille päätyi silti 250 000 tonnia rakennusjätteitä. (Tilastokeskus 2013.)

Rakennusjätteen koostumus esitetään kuvassa 3. Rakennusjätteen koostumus vaihtelee sen mukaan, onko kyseessä uudis-, korjaus- vai purkutyömaa. Keskimäärin 29 % syntyneestä rakennusjätteestä on puuperäistä, 46 % kiviaines-pohjaista ja 11 % metalleja ja loput muuta sekalaista jätettä kuten muoveja, maalijätteitä, lasia ja yhdyskuntajätteen kaltaisia jätteitä. (Rättö, Vikman & Siika-Aho 2009, 25.) Rakennustoiminnassa syntyviä vaarallisia jätteitä ovat muun muassa kyllästetty puujäte, asbestijäte, eräät saumausaineet ja elohopealampit. Purkutyömailta kerääntyy myös jonkin verran sähkö- ja elektroniikka-romua. (Kojo & Lilja 2011, 24.)



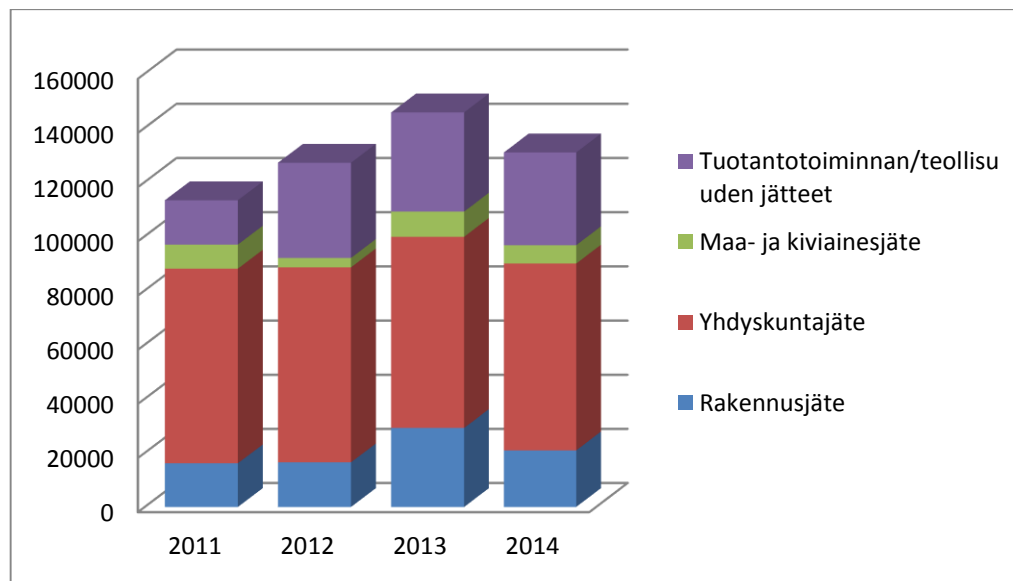
Kuva 3. Rakennusjätteen koostumus. (Tiedot kerätty: Rättö ym. 2009)

Talonrakentamisessa muodostuvasta rakennus- ja purkujätteestä suurin osa, 57 % syntyy korjaustyömailla, 27 % rakennusten purkamisesta ja 16 % uudisrakentamisesta. Uudisrakentamisen jättemäärän osuus on pienentynyt materiaali-tehokkaampien toimintatapojen ansiosta. Tulevaisuudessa rakennus- ja purkujätteen määrän voidaan odottaa kasvavan, sillä suuret rakennukset tulevat korjausikään ja rakennusten ekotehokkuusvaatimuksien voidaan olettaa kiristyvän. Rakentaminen ja korjaaminen ovat voimakkaasti riippuvia talouden suh-

danteista, joten tarkkaa arviota rakennusjätteen määrän kehityksestä on vaikea tehdä. (Peuranen & Hakaste. 2014, 11–12.)

3.3 Jättemäärät Keltakankaan jätekeskuksessa

Kymenlaakson Jäte Oy:n omistama Keltakankaan jätekeskus sijaitsee Kouvolassa valtatie 15:n varrella. Jätekeskuksessa hyödynnetään ja varastoidaan jätettä jatkokäsittelyä varten. Jätekeskukseen vastaanotetussa jättemäärässä on ollut havaittavissa kasvua viimeisten vuosien aikana, kuten kuvasta 4 voidaan nähdä. Vuonna 2014 Keltakankaan jätekeskukseen vastaanotettiin noin 131 000 tonnia jätettä, josta rakennusjätettä oli noin 20 900 tonnia. Rakennusjätteen osuus oli täten noin 16 % kaikesta vastaanotetusta jätteestä. Kuvassa 4 on kuvattu teollisuuden-, maa- ja kiviainesten, yhdyskunta- sekä rakennusjätteen määrän muutosta jätekeskukseen vastaanotetusta kokonaisjättemäärästä vuosina 2011–2014. Vastaanotetun rakennusjätteen määrä jätekeskuksessa on lisääntynyt tasaisesti aina vuoteen 2013 asti, mutta vuonna 2014 rakennusjätteen määrä väheni noin 28 % edellisvuoteen verrattuna. Rakennusjätteen määrän vähenemisen selittää betonijätteen vastaanottomäärän normalisoituminen vuoden 2013 jälkeen ja osaltaan myös rakennustoiminnan hiljentyminen Kymenlaaksossa.

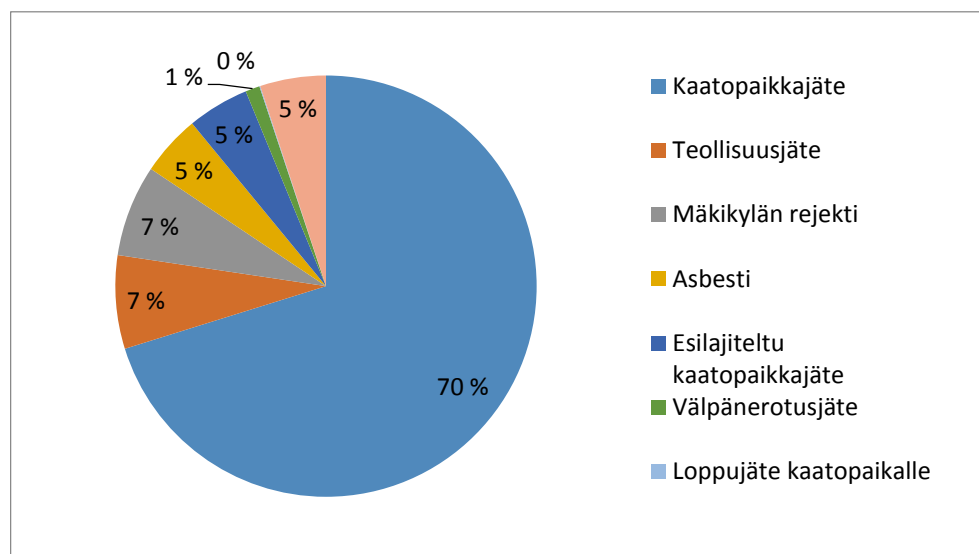


Kuva 4. Keltakankaan jätekeskuksen jättemäärät vuosina 2011–2014.

Yhdyskuntajäte eli asumisessa ja siihen rinnastettavassa toiminnassa syntyvää jätettä kerättiin vuonna 2014 noin 69 000 tonnia, josta lähes kaikki pystyttiin toimittamaan Kotkan hyötyvoimalaan, energiahyötykäyttöön. Voimalan huoltoseisokkien sekä käyttökatojen vuoksi loppujätettä jouduttiin sijoittamaan kaatopaikalle ainoastaan 12,8 tonnia, joka on noin 99,5 % vähemmän kuin vuotta aiemmin. Kaatopaikalle sijoitetun jätteen kokonaismäärästä loppujätteen osuus oli vain 0,07 %. Vuonna 2016 loppujätettä ei saa enää sijoittaa kaatopaikalle, vaan kaikki huoltoseisokkien ja käyttökatojen aikana kerätyt lop-

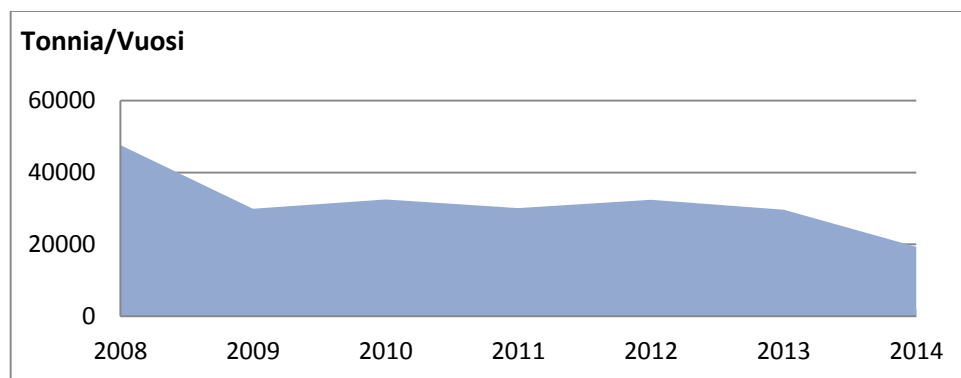
pujätteet on varastoitava jätekeskuksen alueelle ja toimitettava jätteenpolttolaitokselle heti seisokin jälkeen.

Kaatopaikalle sijoitettiin vuonna 2014 yhteensä noin 34 614 tonnia jätettä, josta kaatopaikan rakenteissa pystyttiin hyödyntämään noin 15 769 tonnia. Varsinaisen kaatopaikkajätteen osuus oli siis 18 845 tonnia eli 17 % kaikesta jätekeskukseen vastaanotetusta jätteestä. Kaatopaikalle sijoitetuista jätejakeista vuonna 2014 suurin osa oli yhtiön hinnaston mukaista kaatopaikkajätettä (70,2 %) eli jätettä, jossa hyödyntämiskelvottomien jakeiden osuus oli yli 50 % silmämääräisesti arvioituna. Toiseksi eniten kaatopaikalle sijoitettiin teollisuusjätettä (7,2 %) ja kolmanneksi eniten Mäkikylän biokaasulaitoksen biokaasutusprosessissa muodostuvaa rejektiä (7,0 %). Neljänneksi eniten kaatopaikalle sijoitettiin lajittelukentällä koneellisesti eroteltua esilajiteltua kaatopaikkajätettä (4,7 %). Kuvassa 5 on esitetty kaatopaikalle sijoitettujen jätejakeiden osuudet vuonna 2014.



Kuva 5. Kaatopaikalle sijoitettujen jätejakeiden osuudet vuonna 2014.

Kuvassa 5 esitetty laji ”Muut erityisjätteet kaatopaikalle” pitää sisällään riskijätteen, epäkurantit tuotteet ja lajittelemattoman jakeen. Kaatopaikalle sijoitetun jätteen määrän voimakasta vähenemistä on kuvattu kuvassa 6 (s. 11), josta voidaan nähdä hyötyvoimalan käyttöönoton yhteydessä vuosina 2008–2009 tapahtunut kaatopaikalle sijoitettavan jätteen määrän voimakas väheneminen. Hyötyvoimalan kaupallisen käytön alkaessa vuonna 2009 kaikki Kymenlaakson Jäte Oy:n toimialueellaan keräämä yhdyskuntajäte on pyritty ohjaamaan polttoon. Lisäksi toinen huomattava kaatopaikalle sijoitetun jätteen määrän väheneminen voidaan nähdä vuosina 2013–2014, jolloin sekalaisen jätteen lajittelulaitos otettiin käyttöön Keltakankaan jätekeskuksessa ja yhä enemmän vastaanotettuja jätekuormia pystyttiin ohjaamaan lajittelukentälle.



Kuva 6. Kaatopaikalle sijoitetun jätemäärän kehitys vuosina 2008–2014.

4 JÄTTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN

Lähes kaikki talteen otettavat esineet ja aineet voidaan hyödyntää materiaalina tai energiana, mutta vain pieni osa käytöstä poistetuista aineista ja esineistä voidaan käyttää uudelleen (Elinkeinoelämän keskusliitto 2010). Jätteiden hyödyntämisaste nousee jatkuvasti lainsäädännön tiukentuessa ja teknologian kehittyessä sekä uusien kierrätys- ja hyödyntämisinnovaatioiden ansiosta.

4.1 Jätteiden hyödyntäminen Suomessa

Jätteiden hyödyntämisen tarkoituksena on ottaa talteen ja käyttää jätteen sisältämä aine tai energia. Vuonna 2011 syntyneistä yhdyskuntajätteistä hyödynnettiin noin 60 %. Materiaalihyödyntämisen osuus yhdyskuntajätteen käsittelystä oli noin 35 %. Yhdyskuntajätteistä hyödynnettiin energiana noin 25 % ja kaatopaikoille sijoitettiin vielä noin 40 % yhdyskuntajätettä. (Jätelaitosyhdistys ry 2015a.)

Rakentamisessa syntyvien jätteiden hyödyntämismahdollisuudet vaihtelevat jättejakeittain ja alueittain suuresti. Huonolaatuisen puujätteen materiaalihyödyntäminen on vaikeaa, joten se ohjautuu pääasiassa polttoon. Sen sijaan metalliromu on onnistuttu kierrättämään hyvin, sillä se menee teollisuuden raaka-aineeksi uuden metallin valmistukseen. Tavanomaisin tapa hyödyntää purkubetonia on käyttää sitä murskattuna maanrakentamisessa. Lisäksi murskattua betonia, josta on poistettu teräkset, voidaan käyttää uuden betonin runkoaineena. (Peuranen & Hakaste 2014, 12.)

Rakentamisen jätteitä hyödynnettiin tai toimitettiin esikäsittelyyn hyödyntämistä varten vuonna 2011 yli 1,7 miljoonaa tonnia. Metallin lajittelun lisäksi korjaus-, purku- ja uudisrakentamisessa kerääntyvää palavaa jätettä sekä maa- ja kiviaineksia pyritään lajittelemaan yhä enemmän. Betonia ja muita mineraalijättemurskia käytetään muun muassa julkisten teiden ja kenttien pohjaraken-

teissa. Vuonna 2011 käytettiin tai käyttöä varten käsiteltiin noin 1,3 miljoonaa tonnia mineraalijätettä ja noin 100 000 tonnia metallijätettä. Rakentamisessa syntynyttä puuainesta käytettiin energiantuotannossa noin 250 000 tonnia. Rakennusjätteen lajittelusta ja hyödyntämisestä huolimatta kuitenkin 250 000 tonnia rakennusjätettä sijoitettiin kaatopaikalle ja sekajätteen seassa vielä jonkin verran lisää. (Peuranen & Hakaste 2014, 12.)

Rakennus- ja purkujätteen kierrätysasteen on arvioitu olevan noin 26 % ilman hyödyntämistä energiana, kun vastaava luku muualla EU:ssa on noin 47 %. Osaltaan eroa selittää puujätteen suuri määrä Suomessa. Kansainvälisissä kierrätysvertailuissa maamme jää vielä kauas rakennusjätteen kierrätyksen kärkimaista kuten Hollannista ja Tanskasta, joissa on saavutettu yli 90 %:n kierrätysaste. On kuitenkin muistettava, että mittaus- ja tilastointimenetelmät poikkeavat toisistaan eri maiden välillä. (Peuranen & Hakaste 2014, 12.)

4.1.1 Materiaalihyötykäyttö

Jätteiden kierrätys eli hyödyntäminen materiaalina tarkoittaa jättemateriaalien käyttämistä uusioraaka-aineena tuotannossa korvaamaan neitseellisiä raaka-aineita. Kierrättämällä jätteet voidaan vähentää niiden ympäristövaikutuksia ja kasvihuonekaasupäästöjä sekä jätehuollossa että tuotteiden valmistusketjuissa. Yhdyskuntajätteistä kierrätykseen on onnistuttu ohjaamaan eniten paperia ja kartonkia, biojätettä, lasia ja metallia. Jätteen biologisen laitoskäsittelyn avulla valmistetaan lannoitteita ja mullan jalostuksen raaka-aineita. (Jätelaitosyhdistys ry 2015a.)

Keräyspaperin hyödyntämisaste on kohonnut viimeisten vuosien aikana jo yli 80 %:n. Kotikeräyspaperista voidaan valmistaa uutta sanomalehtipaperia ja valkoisesta konttoripaperista puolestaan pehmopapereita kuten nenäliinoja ja talouspaperia yms. Pieniä määriä keräyspaperia voidaan käyttää myös lämmöneristeiden, kuten selluvillan valmistuksessa. Metallijätteestä valmistetaan uutta metallia ja lasijätteestä uutta pakkauslasia ja lasivillaa. (SYKE 2010.)

Jätteisiin liittyvien kaatopaikkojen aiheuttamien päästöjen lisäksi päästöjä syntyy myös jätteiden keräyksestä, kuljetuksesta ja käsittelystä sekä jätteeksi päätyvän tuotteen valmistuksesta. Parhaassa tapauksessa kierrätyksen avulla päästöihin voidaan vaikuttaa kaikissa näissä vaiheissa. Jäteperäisen raaka-aineen käyttäminen tuotteen tai materiaalin valmistuksessa kuluttaa neitseelliseen raaka-aineeseen verrattuna vähemmän energiaa ja vähentää siten tuotannon kasvihuonekaasupäästöjä. Alumiinin sekundäärituotannon energiankulutus on noin 90 % pienempi alumiinin primäärituotantoon verrattuna. Kierrätyksellä saavutettavissa oleva hyöty riippuu kierrätettävän materiaalin kuljetus- ja esikäsittelytarpeesta sekä tuotettavista tuotteista ja siitä, minkälaisia tuotteita niillä korvataan. (SYKE 2010.)

Jätehuoltoalan yritykset ja viranomaiset voivat lisätä kierrätystä tarjoamalla kierrätykseen sopiville jätejakeille riittävän määrän helposti saavutettavia ke-

räyspisteitä ja korostamalla jätteiden uudelleenkäytön, lajittelun ja kierrätyksen merkitystä laatiessaan jätehuoltostrategioita ja -määräyksiä. Kierrätystuotteille ja -materiaaleille tulee olla kysyntää ja käyttöä, jotta ne todella saadaan korvaamaan muita tuotteita. Lisäksi kuluttajien epäluulo kierrätystuotteiden laadusta ja kestävyydestä on saatava hälvenemään, sillä se on hidastanut kierrätyskonseptien ja -tuotteiden yleistymistä. (SYKE 2010.) Euroopan unionin uudessa jätedirektiivissä (EY 98/2008) säädetään arviointiperusteista, joiden täytyessä jätteen voidaan katsoa olevan laadultaan niin hyvä, että sitä ei enää tarvitse luokitella jätteeksi (ns. end of waste- kriteerit). Kriteerit on laadittu rauta-, alumiini- ja kupariromulle sekä lasijätteelle. Komissio valmistelee parhaillaan kriteereitä myös paperille, muoville ja kompostituotteille. (Ympäristöministeriö 2013b.)

Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa vuoteen 2016 on esitetty erilaisia keinoja eri tasojen toimijoille kierrätyksen edistämiseksi. Jätesuunnitelmassa on nostettu esiin uusiomateriaalin laatu- ja ympäristökriteerien laatiminen sekä käytön lisääminen maa-, ympäristö- ja talonrakentamisessa. Lisäksi kuntien rakennus- ja purkutoiminnan valvomisen tehostaminen, jotta kierrätyskelpoista jätettä ei joutuisi kaatopaikoille sekä jäteperäisten lannoitteiden käyttö maise- moinnissa, viherrakentamisessa ja peltoviljelyssä on nostettu esiin eräinä toimenpiteinä kierrätyksen edistämiseksi. Kiinteistökohtaisen lajittelun ja kompostoinnin edistämistä ehdotetaan kehittämällä kuntien jätetaksojen rakennetta ja kannustavuutta. (SYKE 2010.)

4.1.2 Energiahyötykäyttö

Jätteiden energiahyödyntäminen on keino vähentää jätehuollon metaanipäästöjä. Lisäksi energiahyödyntämisen avulla voidaan korvata fossiilisten polttoainoiden käyttöä ja siten vähentää hiilidioksidipäästöjä. Teollisuuden omat tuotantojätteet on perinteisesti poltettu osana teollisuuden omaa energiantuotantoa, mutta yhdyskuntajätteen energiahyödyntäminen on ollut vähäisempää, vaikka sen energiasisältö on merkittävä. (Huhtinen ym. 2007, 73–74.)

Syntypaikkalajitellun sekajätteen energiasisältö on yli 10 GJ/t ja jäte on pääosin uusiutuvaa alkuperää (60 %). Asumisessa syntyvä yhdyskuntajäte on suurilta osin orgaanista alkuperää ja sen hyödyntäminen energiana vähentää merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjä ilmakehään. Yksi tonni jätettä tuottaa jätevoimalassa noin 2 MWh lämpöenergiaa ja 0,67 MWh sähköä. (Jätelaitosyhdistys ry. 2015b.)

Polttokelpoisia jätevirtoja ovat

- syntypaikkalajitellut yhdyskuntajätteet
- jättepolttoaineet (SRF; REF, RDF)
- puujätteet
- jätevesien puhdistuksessa syntyvät lietteet. (Jätelaitosyhdistys ry. 2015c.)

Yhdyskuntajätteestä poltetaan nykyään kolmannes. Yhdyskuntajätettä ja muita jätteitä pääpolttoaineena käytäviä jätevoimalaitoksia on Vantaalla, Riihimäellä, Kotkassa, Oulussa, Mustasaarella ja Lahdessa. Lisäksi Tampereelle on rakenteilla jätteenpolttolaitos ja uusia laitoksia on suunnitteilla Leppävirralle ja Turkuun tai Raisioon. Nykyisten suunnitelmien perusteella riittävä jätteenkäsittelykapasiteetti yhdyskuntajätteelle saavutetaan vuosiin 2016–2017 mennessä. Käynnissä, rakenteilla ja suunnitteilla olevien voimaloiden kapasiteetti sekajätteelle on 1,1 miljoonaa tonnia, joka on 70 % voimaloiden kokonaiskapasiteetista, jolloin loppu kapasiteetista voidaan käyttää esimerkiksi teollisuusjätteiden energiahyödyntämiseen. (Jätelaitosyhdistys ry 2015d.)

4.1.3 Tavoitteet

Suomen jätehuollon tavoitteet on linjattu Valtioneuvoston vuonna 2008 hyväksymässä Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa, joka kuvaa toimet tavoitteiden saavuttamiseksi. Suunnitelman keskeisenä tavoitteena on jätehuollon etusijajärjestyksen toteuttaminen. (Ympäristöhallinto 2013a.) Jätesuunnitelmassa on asetettu tavoitteeksi kierrättää vuonna 2016 syntyneestä yhdyskuntajätteestä materiaalina 50 %. Uusimman jätesuunnitelman seurantaraportin mukaan tavoitteesta ollaan kuitenkin vielä kaukana sillä materiaalihyödyntämisen osuus on ollut noin 35 %. Asetetusta 50 %:n tavoitteesta 20 % tulisi saavuttaa biojätteen kompostoinnin tai mädätyksen avulla. Jätesuunnitelman tavoite hyödyntää 30 % yhdyskuntajätteestä energiana on raportin mukaan ylitetty ja vuonna 2012 yhdyskuntajätteestä pystyttiin hyödyntämään 34 %. Täten valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa yhdyskuntajätteelle asetettujen tavoitteiden täytyessä vain enintään 20 % yhdyskuntajätteestä päätyisi loppusijoitettavaksi kaatopaikoille. (Ympäristöministeriö 2014c.)

Rakentamisessa syntyvien jätteiden hyödyntämistavoitteeksi on asetettu 70 %, joka sisältää hyödyntämisen sekä materiaalina että energiana. Raportin mukaan rakentamisen jätteiden hyödyntämistaste on ollut koko suunnitelmakauden sama 60 %, sillä rakennusjätteiden tilastoinnissa ja laskentamenetelmissä on havaittu olevan puutteita. Ympäristöministeriön julkaiseman Rakentamisen materiaalitehokkuusohjelman mukaan rakennus- ja purkujätteen kierrätysasteen on arvioitu olevan 26 % ilman energiahyödyntämistä, kun muualla Euroopassa vastaava luku on noin 47 %. Lisäksi tavoitteena on, että vuonna 2016 maanrakentamisessa korvataan siinä käytettyjä neitseellisiä materiaaleja teollisuuden ja kaivannaistuotannon jätteillä 5 % eli noin 3–4 miljoonaa tonnia. (Ympäristöministeriö 2014c.)

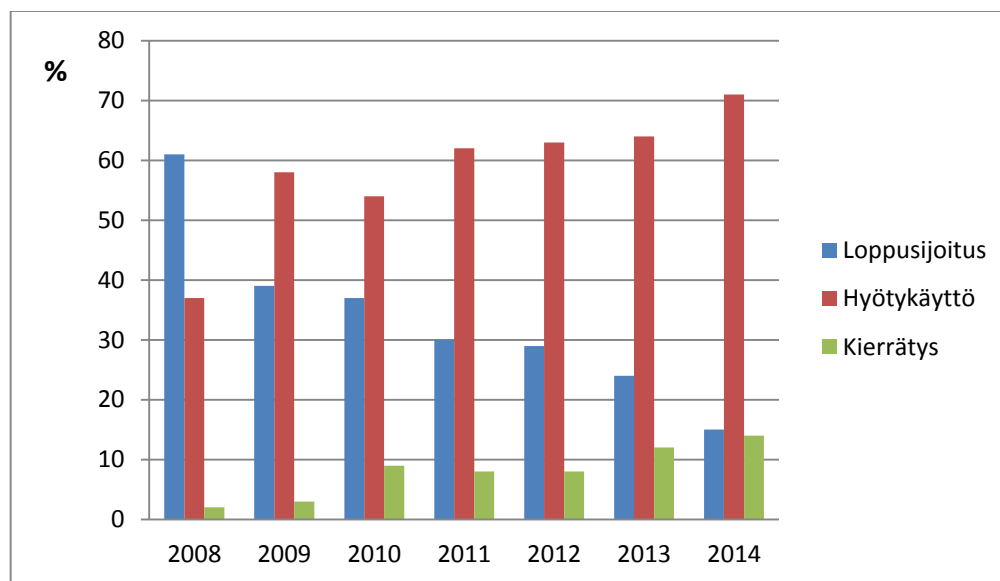
4.2 Jätteiden hyödyntäminen Keltakankaan jätekeskuksessa vuonna 2014

Keltakankaan jätekeskukseen vastaanotettujen jätteiden hyötykäyttöprosentti vuonna 2014 oli noin 85 %, joka on 10 % enemmän kuin edellisvuonna. Yhtiön toimialueeltaan keräämää kotitalousjätettä toimitettiin energiaksi Kotkan Hyötyvoimalalle noin 38 032 tonnia, joista tuotettiin sähköä, prosessihöyryä ja kaukolämpöä. Kierrätyspolttoainetta toimitettiin sitä polttoaineena käytäviin

laitoksiin yhteensä noin 8 611 tonnia. Lisäksi murskattua puuta toimitettiin energiahyötykäyttöön 4 123 tonnia. Kaatopaikan päivittäispeitossa ja tierakenteissa pystyttiin hyödyntämään noin 16 000 tonnia vastaanotettuja maa- ja kiviaineita. Kyllästettyä puuta toimitettiin hyödynnettäväksi Tuuloseen Demolite Oy:lle 385 tonnia.

Vastaanotetusta biojätteestä noin 65 % eli 3 704 tonnia käsiteltiin Mäkikylän biokaasulaitoksessa ja loput biojätteen varakäsittelypaikoissa, Forssassa Envor Group Oy:n ja Lahdessa LABIO Oy:n biokaasulaitoksissa sekä Joutsenossa Kekkilä Oy:n kompostointilaitoksessa. Vastaanotetun biojätteen määrä pieneni edellisvuoteen nähden noin 13 %. Materiaalina kierrätykseen toimitettavista jätteistä merkittävin oli metalliromu. Metalliromua toimitettiin Kuusakoski Oy:lle ja Stena Recycling Oy:lle hyödynnettäväksi yhteensä 842 tonnia. Lisäksi yhtiö toimitti kierrätykseen lasia, kipsijätettä, kattohuopaa ja kovia muoveja.

Sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen tuotejakeita syntyi vuonna 2014 yhteensä noin 3 300 tonnia, joista kaatopaikalla pystyttiin hyödyntämään 60 % (2 000 t) ja hyötykäyttöön pääasiassa kierrätyspolttoaineen muodossa ohjautui 40 % (1 300 t) syntyneistä jakeista. Kuvassa 7 on esitetty Kymenlaakson Jäte Oy:n kierrätysasteen muutos vuodesta 2008 vuoteen 2014. Kuvasta 7 voidaan havaita, kuinka loppusijoitusaste on pienentynyt ja kierrätys- sekä hyötykäyttöaste puolestaan suurentuneet.



Kuva 7. Kymenlaakson Jäte Oy:n kierrätysasteen muutos vuosina 2008–2014.

5 LAJITTELULAITOKSEN TOIMINTAPERIAATE

Kymenlaakson Jäte Oy:n sekalaisen jätteen lajittelulaitos sijaitsee Keltakan-kaan jätekeskuksessa Kouvolassa. Lajittelulaitos suunniteltiin erottelemaan talteen hyödyntämiskelpoisia materiaaleja. Lajittelulaitoksessa käsitellään pääasiassa rakennus- ja purkujätettä, jotka sijoitettiin aiemmin kaatopaikalle.

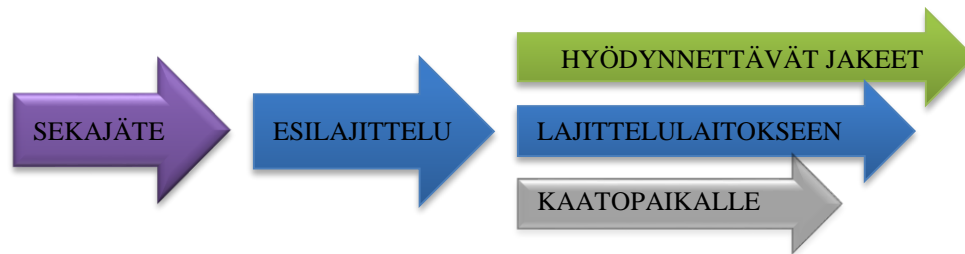
5.1 Jätteen vastaanotto ja esilajittelu

Keltakan-kaan jätekeskukseen tulevat lajiteltavat sekajätekuormat vastaanotetaan jätteen lajittelukentälle, sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen yläpihan jätteen lajittelukatokseen (kuva 8).



Kuva 8. Sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen jätteen vastaanottokatos. (Kuva: A. Siironen)

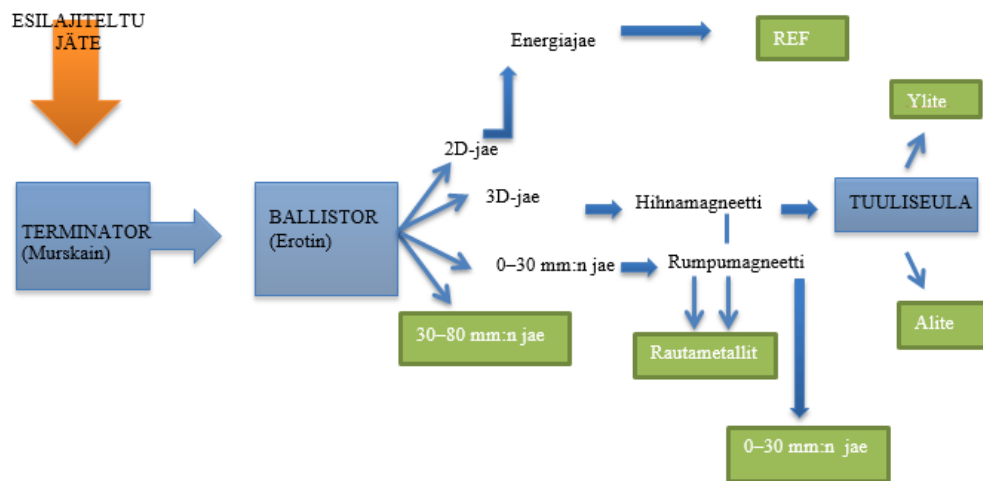
Lajittelukatoksessa jätekuormat esilajitellaan (kuva 9, s. 17), jossa niistä erotellaan koneellisesti hyödynnettävät jätejakeet kuten energiajäte, puu, metallit ja kipsipitoinen materiaali sekä vaaralliset jätteet kuten elektroniikkaromu, autonrenkaat ja kyllästetty puu. Hyödyntämiskelvoton jäte kuten PVC (polyvinyylikloridi) lasivilla sekä isot kappaleet, jotka voivat vahingoittaa lajittelulaitoksen linjastoa erotellaan myös esilajittelun yhteydessä jätteestä. Esilajittelussa jäljelle jäänyt jättemateriaali siirretään jatkokäsiteltäväksi lajittelulinjastoon. Esilajittelussa erotettu hyödyntämiskelvoton jäte kuormataan siirtolavoille, jotka toimitetaan kaatopaikalle. Energiajäte siirretään erilliskerätyn jakeen aumaan ja prosessoidaan energiajätteen murskauslaitoksessa. Puu, metalli, kipsijäte, elektroniikkaromu, autonrenkaat ja kyllästetty puu siirretään omiin aumoihinsa, joista ne toimitetaan jatkokäsittelyyn.



Kuva 9. Jätteen esilajittelu.

5.2 Lajitteluprosessin kuvaus

Kuvassa 10 on esitetty sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen prosessi, jonka tärkeimmät vaiheet ovat jätteen esimurskaus, erottelu ja tuuliseulonta. Lajittelu-prosessissa muodostuvia tuotefajeita ovat 2D-jae, tuuliseulan alite ja ylite, metallit, 0–30 mm jae sekä 30–80 mm jae.



Kuva 10. Sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen prosessikuvaus.

Koneellisesti esilajiteltu jätemateriaali syötetään työkoneen nostokouran avulla esimurskaimeen (Terminator), joka murskaa syötetyn jätteen käsittelyproses-sille sopivaan palakokoon (kuva 11 ja 12, s. 18). Materiaali kulkee esimurskaimesta hihnakuuljetinta pitkin tärypöydälle, joka kuljettaa murskatun jätemateriaalin ballistiselle erottimelle (Ballistor), joka jakaa jätteen muotoon, painoon ja palakokoon perustuen neljään eri jakeeseen: 2D-, 3D-, hienoon 0–30 mm:n jakeeseen ja karkeaan 30–80 mm:n jakeeseen.



Kuva 11. Kahmari syöttämässä jätettä murskaimeen. (Kuva: A. Sironen)



Kuva 12. Murskaimen (Terminator) telat hienontavat jätettä prosessille sopivaan palakokoon. (Kuva: A. Sironen)

2D-jae kulkeutuu erottimen (Ballistor) yli ja kulkeutuu hihnaa pitkin energiajätteen murskauslaitokseen, jossa se päätyy murskauslaitoksen muodostaman kierrätyspolttoaineen raaka-aineeksi. 3D-jae prosessoidaan linjastolla edelleen johtamalla se hihnamagneettierottimelle, joka erottelee jakeesta magneettiset metallit. Jäljelle jäävä materiaali sisältää palamattomien kappaleiden lisäksi kovia palavia materiaaleja kuten puuta ja kovia muoveja. Tämä materiaali seulotaan tuuliseulan avulla kahteen eri jakeeseen: Tuuliseulan alitteeseen ja ylitteeseen. Ballistorin erottelema 0–30 mm:n jae kulkee rumpumagneetin läpi, jotta siihen jääneet metallit saadaan eroteltua hyötykäyttöön (kuva 13, s. 19).



Kuva 13. Lajitteluprosessissa erottuneita metalleja. (Kuva: N. Riihisaari)

5.3 Prosessin tuotejakeet

Lajitteluprosessissa syntyy kuutta eri tuotejaetta, joiden palakoko ja materiaalisältö ovat erilaiset. Syntyvät tuotejakeet voidaan ryhmitellä kivi- ja betonipitoisiin-, muovi- ja puupitoisiin tuotteisiin sekä metalleihin.

5.3.1 Hieno 0–30 mm:n jae ja karkea 30–80 mm:n jae

Ballistorin erotintason alaosassa seulotaan hienompi pääasiassa maa- ja kiviaineksia sisältävä 0–30 mm:n jae ja erotintason yläosassa ylemmäs kivunnut karkeampi muovi- ja puupitoinen aines eli 30–80 mm:n jae (kuva 14). Hienojakoisen 0–30 mm:n jae sisältää runsaasti kiveä, hiekkaa, betonia, lasia ja hienojakoista villaa. Se voi sisältää myös pieniä määriä puuta, muovia, paperia ja pahvia. Karkeampaa materiaalia sisältävän 30–80 mm:n jakeen tulisi soveltua puhtautensa ja kokonsa puolesta sellaisenaan voimalaitoksen polttoaineeksi ja hienon 0–30 mm:n jakeen tulisi soveltua kaatopaikan päivittäispeittomateriaaliksi.



Kuva 14. Ballistorin seulomat 0–30 mm jae ja 30–80 mm jae. (Kuva: N. Riihisaari)

5.3.2 2D- ja 3D-jae

2D-jae eli kaksiulotteisesta litteästä ja pehmeästä materiaalista, kuten kalvo-muovista ja paperista muodostuva jae kulkee erotintason yli ja sen sisältämät materiaalit ovat kierrätyspolttoaineeksi soveltuvia. 2D-jae prosessoidaan kuitenkin vielä energiajätteen murskauslaitoksessa, jotta sen palakoko saadaan kierrätyspolttoaineelle optimaaliseksi. Kovat ja kolmiulotteiset kappaleet pomppivat erotintasolta alas, joten epäpuhtaudet kuten kiviainekset ja metallit jäävät 3D-jakeeseen, joka prosessoidaan edelleen linjaston tuuliseulalla. (Kuva 15.)



Kuva 15. 2D-jae ja 3D-jae. (Kuva: N. Riihisaari)

5.3.3 Tuuliseulan alite ja ylite

Tuuliseulan alite sisältää painavamman materiaalin kuten karkeajakoiset kivet ja betonin kappaleet. Jae voi sisältää myös pieniä määriä puuta ja raskaita muoveja. Tuuliseulan ylite sisältää puolestaan seulalle tulevan kevyemmän materiaalin kuten muovin ja puun. (Kuva 16.)



Kuva 16. Tuuliseulan seuloma kiviainespitoinen tuuliseulan alite sekä muovi- ja puupitoinen tuuliseulan ylite. (Kuva: N. Riihisaari)

5.4 Energiajätteen murskauslaitos

Palavan jätteen eli energiajätteen murskauslaitoksessa murskataan yrityksiltä, teollisuudesta ja laitoksista erilliskerättyä polttokelpoista energiajätettä sekä jätepuuta. Murskauslaitokseen syötettävä energiajäte tarkastetaan kuormakohdaisesti laitoksen alapihalla, jossa energiajakeeksi sopimattomat materiaalit kuten PVC-muovi, metallit ja vaaralliset jätteet poistetaan koneellisesti kuormista ennen jätteen syöttämistä murskaimeen. Jätekeskukseen vastaanotetun energiajätteen lisäksi murskauslaitokseen syötetään lajittelulaitoksessa syntyvää 2D-ajetta.

Esimurskauslaite murskaa syötejakeen pyörivien telojen ja repivien terien avulla. Esimurskattu jätevirta kulkee murskaimen jälkeistä kourukuljetinta pitkin jälkimurskaimeen. Ennen jälkimurskainta materiaalivirta kulkee hihnamagneetin alta, joka poistaa siitä magneettiset metallit. Jälkimurskaimessa leikkaavat terät pilkkovat jätejakeen lopulliseksi palakooksi alle 50 mm. Jälkimurskauksen jälkeen jäte kulkee vielä toisen hihnamagneetin alta. Sekä esittä jälkimagneeteista talteen saadut metallit ohjautuvat siirtolavalle, josta ne voidaan kuljettaa hyötykäyttöön. Valmis kierrätyspolttoaine (SRF) voidaan puristaa kontteihin tai bunkkeriin, josta se voidaan lastata suoraan kuljetuskalustoon tai siirtää varastokentälle (kuva 17).



Kuva 17. Energiajätteen murskauslaitokselta muodostuva kiinteä kierrätyspolttoaine SRF. (Kuva: N. Riihisaari)

6 KOEAJOT

Tutkimus ja koeajot suoritettiin Keltakankaan jätekeskukseen kesällä 2013 valmistuneessa sekalaisen jätteen lajittelulaitoksessa. Jätteiden koeajot ja näytteenotto tapahtui vuoden 2013 ja 2014 vaihteessa (kuva 18, s. 22). Tutkimuk-

seen osallistuivat vaakahenkilökunta, jätekeskuksen kenttähenkilökunta sekä työnjohto.

2013					2014			2015				
Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Joulukuu	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu
10.-11.7. Laitoksen takuuajot ja näytteenotto					18.1. Yritys 2: n koeajot ja näytteenotto			12.1. Palaveri ohjaavan opettajan kanssa				
27.9. Opinnäytetyön suunnitelmaseminaari					27.1. KJ:n analyysitulokset:			20.2. Opinnäytetyön palautus				
15.10. KJ: n analyysitulokset: Tuuliseulan ylite					0-30 mm jae, tuuliseulan alite			27.3. Opinnäytetyön loppuseminaari				
16.11. Yritys 1: n koeajot ja näytteenotto					30.1. Yritys 2: n analyysitulokset							
					31.1. KJ: n analyysitulokset: 30-80 mm jae							
					10.2. Yritys 2: n analyysitulokset: 0-30 mm jae							
					1.3.-31.12. Työn raportointia							

Kuva 18. Opinnäytetyön kulku.

Näytteet toimitettiin analysoitaviksi laboratorioon keväällä 2014. Laboratorionäytteiden analysoinnin suoritti tehdyn kilpailutuksen perusteella SGS Inspection Service Oy. Kilpailutukseen valittiin neljä laboratoriota, joilla oli aikaisempaa kokemusta ja näyttöä jätteiden analysoinnista ja testauksesta.

6.1 Jättemateriaalit ja -määrät

Tutkittava jäte koostui pääasiassa sekalaisesta rakennus- ja purkujätteestä, joka sisälsi runsaasti hyödynnettäviä jakeita kuten paperia, pahvia, muovia, puuta ja metallia. Lisäksi lajittelulaitoksessa suoritetuissa koeajoissa tutkittiin Yritys 1:n toimialueeltaan keräämää sekajätettä, energiajätettä ja rakennusjätettä sekä rakennusjätteen käsittelyssä muodostunutta rejektiä. Yritys 2:n rakennusjätteen käsittelyprosessissa muodostuvan rejektin koeajot toteutettiin myös osana tätä tutkimusta, jotta Yritys 1:n koeajoissa testatulle rejektille saatiin vertailukohta. Taulukossa 1 on esitetty edellä mainittujen jättemateriaalien määrät, joille koeajot toteutettiin.

Taulukko 1. Koeajoissa käytettyjen jättemateriaalien laadut ja määrät.

	Rakennus- ja purkujäte [kg]	Energiajäte [kg]	Sekajäte [kg]	Rejekti [kg]
Kymenlaakson Jäte Oy	88 000	-	-	-
Yritys 1	14 770	12 360	24 840	16 960
Yritys 2	-	-	-	40 460

6.2 Jätteiden käsittely ja näytteenotto

Jokainen jätelaji punnittiin kuormakohtaisesti jätekeskuksen vaa'alla ja punnitus tiedot kirjautuivat yrityksen käyttämään punnitusjärjestelmään. Jätejakeet kuormattiin lajittelulaitoksen pihalle odottamaan jatkokäsittelyä lajittelulinjassaan. Lajittelulaitoksen takuuajot suoritettiin kesällä 2013, mutta Yritys 1:n

sekä Yritys 2:n jätejakeiden koeajot osuivat talvikaudelle 2013–2014, joka aiheutti murskaimelle lisätöitä jakeiden jäädytystä. Jokainen tarkasteltava jätelaji ajettiin lajittelulaitoksen läpi omana jäte-eränään ja prosessissa syntyneet tuotejakeet punnittiin kauhakuormaan vaa’alla, jotta saatiin selville kuinka paljon eri tuotejakeita kustakin syötejakeesta muodostui.

Näytteenotto suoritettiin kunkin jätelajin ajon jälkeen syntyneistä tuotekasoista. Näytteenotto toteutettiin lapioimalla tuotekasan eripuolilta noin 5:n litran suuruinen näyte. Näytteet pakattiin näytteen tiedoilla varustettuihin näytepusseihin, jotka suljettiin tiiviisti, jotta kosteus ei pääsisi haihtumaan näytteestä. Näytepusseja toimitettiin analysoitavaan laboratorioon.

6.3 Laboratorioanalyysit

Näytteiden laboratorioanalyysit suoritti SGS Inspection Services Oy. Näytteistä analysoitiin kaatopaikkakelpoisuutta sekä hyötykäyttöominaisuuksia, kuten palamisteknisiä ominaisuuksia riippuen siitä oliko kyseessä muovi- ja puupitoinen tuote (30–80 mm:n jae, tuuliseulan ylitte) vai maa- ja kiviainepitoinen tuote (0–30 mm:n jae, tuuliseulan alitte). Jos lajittelulaitokseen syötettäisiin kotitalouksista kerättyä sekajätettä, olisi syytä tutkia myös tuotteiden biokaasuntuottopotentiaalia, mutta tässä tutkimuksessa keskityttiin rakennusjätteen käsittelyyn, sillä Kymenlaakson Jäte Oy:n keräämä kotitalouksien sekajäte poltetaan Hyötyvoimalaitoksessa.

6.3.1 Muovi- ja puupitoisten tuotejakeiden analyysit

30–80 mm:n jakeesta ja tuuliseulan ylitteestä otetuista näytteistä analysoitiin kierrätyspolttoaineelle tyypillisiä ominaisuuksia kuten lämpöarvo, kosteus, epäpuhtaudet, tuhkapitoisuus ja kemiallinen koostumus. Tuuliseulan ylitteen polttoaineanalyysi oli ehditty toteuttaa ennen kilpailutusta, joten sen osalta analysoivana laboratoriona toimi Ramboll Analytics. Taulukossa 2 on esitetty molemmista tuotejakeista analysoituja muuttujia.

Taulukko 2. Muovi- ja puupitoisten tuotejakeiden laboratorianalyysit.

Muuttuja	Yksikkö	Menetelmä
Kuiva-aine	massa-%	DIN EN 15414
Kosteus	massa-%	DIN EN 15414
Tuhkapitoisuus 550	massa-%	DIN EN 15403
Rikki, S	massa-%	DIN EN 15408
Kloori, Cl	massa-%	DIN EN 15408
Hiili, C	massa-%	DIN EN 15407
Vety, H	massa-%	DIN EN 15407
Typpi, N	massa-%	DIN EN 15407
Happi, O	massa-%	DIN EN 15296
Kalorimetrinen lämpöarvo	MJ/kg	DIN EN 15400
Tehollinen lämpöarvo	MJ/kg	DIN EN 15400

6.3.2 Maa- ja kiviainespitoisten tuotteiden analyysit

Tuuliseulan alitteesta ja 0–30 mm:n jakeesta tehtyjen analyysien tarkoituksena oli varmistaa, että nämä laitoksessa erottuvat kivi-, betoni- ja tiilipitoiset tuotejakeet täyttävät VNa (331/2013) mukaiset kaatopaikalle hyväksyttävän jätteen kelpoisuusvaatimukset, jotta ne voidaan tarvittaessa sijoittaa kaatopaikalle. Tuotejakeista määritettiin kemiallisin analyysin organisen aineksen määrä sekä jakeiden mahdollisesti sisältämien haitallisten aineiden määrät ja liukoisuudet, jotka on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Maa- ja kiviainespitoisten tuotejakeiden laboratorioanalyysit.

Aine/ muuttuja	Yksikkö	Menetelmä
Liukoisuusominaisuudet		SFS-EN 12457-3
Kosteuspitoisuus	%	
pH		
Sähkönjohtavuus	mS/m	
Arseni	mg/kg	
Barium	mg/kg	
Kadmium	mg/kg	
Kromi	mg/kg	
Kupari	mg/kg	
Elohopea	mg/kg	
Molybdeeni	mg/kg	
Nikkeli	mg/kg	
Vanadiini	mg/kg	
Lyijy	mg/kg	
Antimoni	mg/kg	
Seleeni	mg/kg	
Sinkki	mg/kg	
Kloridi	mg/kg	
Fluoridi	mg/kg	
Sulfaatti	mg/kg	
DOC (Liunneen orgaanisen hiilen määrä)	mg/kg	
TDS (Liunneiden aineiden kokonaisuus)	mg/kg	
Kokonaispitoisuus		
TOC (Orgaanisen hiilen kokonaisuus)	%	EN 13137
Muut ominaisuudet		
Kuiva-ainepitoisuus	paino-%	SFS-ISO 11465
ANC (Happoneutralisointikapasiteetti)	mmol/kg	LAGA EW98p

Tuotejakeiden sisältämän orgaanisen aineksen määrää selvitettiin analysoimalla näytteistä kokonaisorgaaninen hiili, TOC (Total organic carbon). Tuoteja-

keiden vaikutusta vesistöihin ja välillisesti myös orgaanisen aineksen hajoamisesta mitattiin määrittämällä näytteistä liukoinen orgaaninen hiili DOC (Dissolved organic carbon). Näytteiden sisältämien haitta-aineiden liukoisuusominaisuuksien tarkasteluun valittiin jätemäärän ja materiaalin heterogeenisuuden perusteella kaksivaiheinen ravistelutesti. Laboratorioanalyysit suoritettiin taulukossa 3 (s. 24) esitettyjen standardien mukaisesti.

7 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

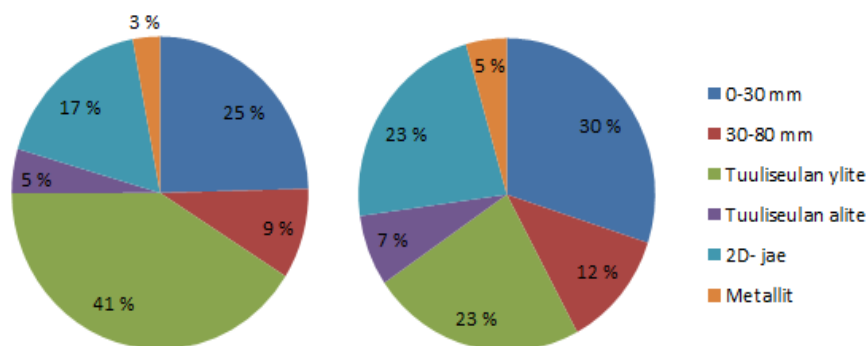
Tutkimus osoitti, että murskaimen läpäisevyydessä ja tuotejakeiden muodostumisessa eri jätelajien välillä on eroja. Jätteet murskaantuivat erikokoisiksi kappaleiksi niiden mekaanisten ominaisuuksien perusteella ja testatuissa jätelajeissa esiintyneet materiaalit vaikuttivat suuresti eri tuotejakeiden muodostumiseen sekä määrällisesti että ajallisesti.

7.1 Sekalainen rakennus- ja purkujäte sekä rejektit

Sekalainen rakennus- ja purkujäte oli laadultaan vaihtelevin testatuista jätelajeista, sillä se sisälsi eri suhteissa puuta, maa- ja kiviaineksia, metallia ja muita jätelajeita, kuten muoveja. Lajittelulinjastossa sekalaisesta rakennus- ja purkujätteestä muodostui KLJ:n takuuajoissa noin 20–35 % hienojakeista 0–30 mm:n jaetta, noin 10 % karkeampaa 30–80 mm:n jaetta, noin 5 % tuuliseulan alitetta, noin 25–40 % tuuliseulan ylitettä, noin 20 % 2D-jaetta ja 5 % metalleja. Koeajoissa rakennusjäte- ja rejektipohjaisista jätelajeista muodostui myös eniten muovi- ja puupitoista tuuliseulan ylitettä ja hienojakoisia maa- ja kiviaineksia sisältävää 0–30 mm:n jaetta.

7.1.1 Kymenlaakson Jäte Oy:n takuuajot

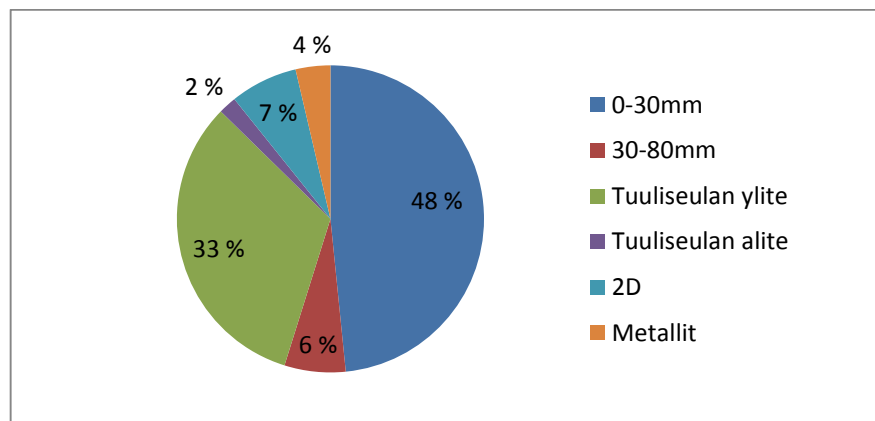
Kymenlaakson Jäte Oy:n (KLJ) jätekeskuksen lajittelulaitoksen omissa takuuajoissa tuotejakeita muodostui kuvassa 19 (s. 26) havainnollistetuissa suhteissa. Kuvasta nähdään, että rakennusjätteestä muodostuneista tuotejakeista keskimäärin noin 60 % oli muovi- ja puupitoisia tuotejakeita (tuuliseulan ylite, 2D-jae ja 30–80 mm:n jae) ja noin 30 % maa- ja kiviainespitoisia tuotejakeita (tuuliseulan alite ja 0–30 mm:n jae).



Kuva 19. KLJ:n lajittelulaitoksen takuuajoissa rakennusjätteestä muodostuneet tuotejakeet.

7.1.2 Yritys 1:n ja Yritys 2:n koeajot

Yritys 1:n keräämästä rakennusjätteestä muodostui lähes 50 % hienojakoista 0–30 mm:n jaetta ja lähes 35 % tuuliseulan ylitettä (kuva 20). Suurin ero KLJ:n takuuajoissa vastaavanlaisesta jättejakeesta muodostuneisiin tuotejakeisiin oli havaittavissa 2D-jakeen kohdalla. Yritys 1:n keräämästä rakennusjätteestä muodostui ainoastaan 7 % 2D-jaetta, kun KLJ:n takuuajoissa vastaavan jakeen osuus muodostuneista tuotejakeista oli noin 20 % eli noin kaksinkertainen verrattuna Yritys 1:n vastaavan jättejakeen osuuteen.



Kuva 20. Yritys 1:n koeajoissa rakennusjätteestä muodostuneet tuotejakeet.

Yritys 1:n ja Yritys 2:n rakennusjätteen käsittelystä muodostuneet laitosrejektit muodostivat testattujen rakennusjätteiden tapaan eniten tuuliseulan ylitettä ja 0–30 mm:n jaetta. Yritys 1:n rejektistä muodostui 44 % 0–30 mm:n jaetta ja 37 % tuuliseulan ylitettä. Yritys 2:n rejektin osalta tulokset olivat lähes samantyyppiset ja siitä muodostui 41 % 0–30 mm:n jaetta ja 38 % tuuliseulan ylitettä.

Taulukossa 4 (s. 27) on esitetty testatuista rakennus- ja purkujätteistä sekä rejekteistä muodostuneiden tuotejakeiden määrät prosentteina. Taulukosta voidaan havaita, että molemmista jätelajeista muodostuu noin 40 % 0–30 mm:n jätettä ja noin 35 % tuuliseulan ylitettä

Taulukko 4. Sekalaisesta rakennus- ja purkujätteestä muodostuneet tuotejakeet prosentteina ilmaistuna.

	KLJ Takuuajo 1	KLJ Takuuajo 2	Yritys 1 Rakennus- jäte	Yritys 1 Rejeki	Yritys 2 Rejeki
0–30 mm:n jae [%]	25	30	48	44	41
30–80 mm:n jae [%]	9	12	6	9	2
Tuuliseulan ylite [%]	41	23	33	37	38
Tuuliseulan alite [%]	5	7	2	2	9
2D-jae [%]	17	23	7	6	5
Metallit [%]	3	5	4	2	5

7.1.3 Lajittelulaitoksen käsittelyteho

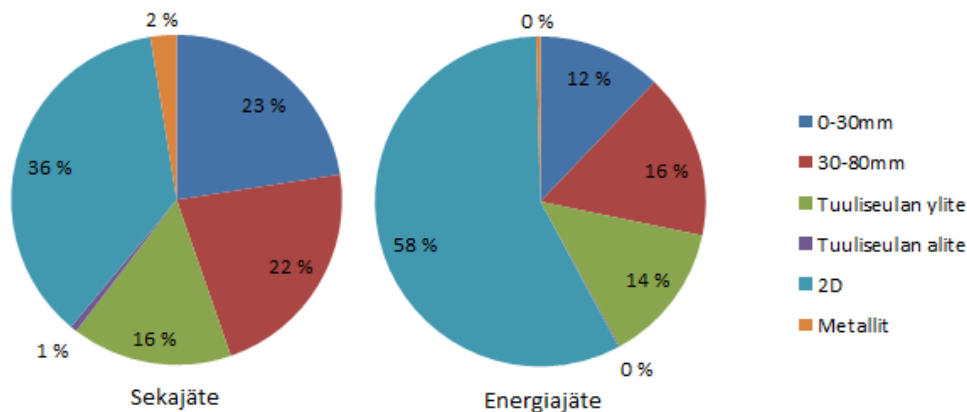
Lajittelulaitoksen käsittelyteho määritettiin laitokseen syötetyn jätteen käsittelymääränä (kg) tunnissa (h). Teho vaihteli noin 6 000 kg/h lähes arvoon 14 000 kg/h, riippuen jätelajista ja sen sisällöstä. Mitä puupitoisempi erä jätettä oli kyseessä sen helpommin ja nopeammin se kulki laitoksen läpi. Lajittelulaitoksen käyttöönoton yhteydessä tehdyt takuuajot lukeutuivat laitoksen ensimmäisiin käyttökertoihin, joten henkilökunnan reagointi ja toimintatavat häiriötilanteissa eivät olleet vielä vakiintuneet, mikä osaltaan vaikutti lajittelulaitoksen laskennalliseen tehoon. Yritys 1:n koe-ajoissa, joissa testattiin vastaavia jätelajeja ja laitos oli ollut toiminnassa jo muutamia kuukausia, käsittelyteho parani jo noin kaksinkertaiseksi. Taulukossa 5 on esitetty käsiteltyjen jätelajien määrät, käsittelyajat ja tehot eri jätte-erien osalta.

Taulukko 5. Koeajoissa käsitellyt jätemäärät, käsittelyyn kuluneet ajat ja lajittelulaitoksen teho.

	KLJ Takuuajo 1	KLJ Takuuajo 2	Yritys 1 Rakennusjäte	Yritys 1 Rejeki	Yritys 2 Rejeki
Käsittelymäärä [kg]	48 000	40 000	14 750	18 150	40 460
Aika [h]	6,00	6,58	1,16	1,33	7,00
Teho [kg/h]	8 000	6 080	12 700	13 650	5 780

7.2 Muut testatut jätelajit

Yritys 1:n keräämä energiajäte, joka koostui pääasiassa muovista, paperista ja pahvista, muodosti oletusten mukaisesti eniten 2D-jakeita. 2D-jakeen osuus energiajätteestä muodostuneista tuotejakeista oli lähes 60 %. Lisäksi Yritys 1:n keräämästä yhdyskuntien sekajätteestä muodostui eniten (36 %) 2D-jakeita ja toiseksi eniten (23 %) 0–30 mm:n jakeita, joka sisälsi runsaasti biohajoavaa orgaanista materiaalia. Kuvasta 21 nähdään Yritys 1:n koeajoissa seka- ja energiajätteestä muodostuneet tuotejakeiden osuudet.



Kuva 21. Yritys 1:n seka- ja energiajätteestä muodostuneet tuotejakeet.

Kuvasta 21 voidaan havaita, että jätejakeista muodostui noin 80 % muovi- ja puupitoisia tuotejakeita. Oletettavasti energiajätteestä ei muodostunut ollenkaan metalleja, mutta sen sijaan maa- ja kiviaineksia jätejakeesta muodostui noin kymmenesosa. Sekajätteen metallipitoisuus oli vain muutamia prosentteja, joka kertoo syntypaikkalajittelun olleen tehokasta tämän jätejakeen kohdalla. Maa- ja kiviaineksia Yritys 1:n koeajoissa testatusta sekajätteestä erottui noin 20 %.

7.3 Analyysitulokset

Analyysitulosten ulkopuolelle jätettiin Yritys 1:n koeajoissa syntyneistä tuotejakeista saadut tulokset, sillä Yritys 1:n näytteistä analysoidut ominaisuudet poikkesivat niin paljon Kymenlaakson Jäte Oy:n takuu-ajoissa ja Yritys 2:n koeajoissa muodostuneiden tuotteiden analyyseistä, eivätkä ne olisi olleet verrattavissa toisiinsa. Yritys 2:n koeajojen yhteydessä syntyneiden tuotejakeiden osalta, analysoitiin vain näytteet 0–30 mm:n jakeesta sekä 30–80 mm:n jakeesta.

7.3.1 Maa- ja kiviainespitoiset tuotejakeet

Lajittelulaitoksessa suoritetuissa takuu- ja koeajoissa muodostuneiden maa- ja kiviainespitoisten tuotejakeiden analyysitulokset on esitetty taulukossa 6 (s. 29). Taulukosta voidaan nähdä, että molempien analysoitujen KLJ:n tuotejakeiden osalta jätejakeiden orgaaninen aines ei ylitä 10:tä %, joka on asetettu raja-arvoksi vuonna 2016 voimaan astuvalle orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellolle. Lisäksi sekä KLJ:n että Yritys 2:n näytteistä mitatut haitallisten aineiden liukoisuusarvot jäävät raja-arvojen alapuolelle. Yritys 2:n rejekti ylittää reilusti orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon raja-arvon eikä täten sovellu hyötykäyttäväksi tavanomaisen jätteen kaatopaikalla ilman jatkokäsittelyä orgaanisen aineksen poistamiseksi.

Taulukko 6. Koeajoissa muodostuneiden maa- ja kiviainespitoisten tuotejakeiden analyysitulokset ja kaatopaikka asetuksessa määritellyt kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot.

Muuttuja	Raja-arvo/ muu vaatimus (Vna 331/2013)	Yritys 2	Kymenlaakson Jäte Oy	
		0–30 mm:n jae	0–30 mm:n jae	Tuuliseulan alite
TOC	10,0 %	59,0	6,2	6,5
pH	Vähintään 6,0	9,4	10,1	12,4
ANC	Tutkittava ja analysoitava	Ei pystytty analysoimaan	Ei pystytty analysoimaan	Ei pystytty analysoi- maan

Aine/ muuttuja	Raja-arvo mg/kg KA (Vna 331/2013)	Yritys 2	Kymenlaakson Jäte Oy	
		0–30 mm:n jae	0–30 mm:n jae	Tuuliseulan alite
As	2,000	<0,200	<0,200	<0,200
Ba	100,000	0,200	0,700	<0,100
Cd	1,000	<0,010	<0,010	<0,010
Cr	10,000	<0,100	<0,100	0,200
Cu	50,000	0,600	0,400	0,200
Hg	0,200	<0,002	<0,002	<0,002
Mo	10,000	<0,200	<0,200	<0,200
Ni	10,000	0,200	0,200	<0,100
Pb	10,000	<0,100	<0,100	<0,100
Sb	0,700		0,120	<0,010
Se	0,500		0,030	0,010
Zn	50,000		2,900	<0,10
Cl	15 000,000	350,000	84,000	14,000
F	150,000		<5,000	<5,000
SO	20 000,000		15 000,000	34,000
DOC	800,000	510,000	250,000	370,000
TDS	60 000,000	20 000,000	22 000,000	11 000,000

7.3.2 Muovi- ja puupitoiset tuotekäteet

Muovi- ja puupitoisten tuotekäteiden analyysitulokset on esitetty taulukossa 7. Analyysituloksista voidaan nähdä, että laitoksessa sekalaisesta rakennusjätteestä muodostuvien muovi- ja puupitoisten tuotekäteiden osalta tuuliseulan ylitte on lämpöarvoltaan selvästi parempilaatuista kuin samasta syöttestä muodostunut 30–80 mm:n jae. Klooripitoisuudeltaan 30–80 mm:n jae on paremman laatuista kuin tuuliseulan ylitte mikä kertoo siitä, että 30–80 mm:n jakeeseen päätyy vähemmän PVC-muoveja kuin tuuliseulan ylitteeseen. Yritys 2:n rejektin osalta 30–80 mm jakeen analyysitulokset ovat lämpöarvojen osalta heikommät kuin KLJ:n. On kuitenkin otettava huomioon, että syötetät ovat erilaisia. Klooripitoisuus Yritys 2:n jakeessa on analysoiduista muovi- ja puupitoisten tuotteiden näytteistä pienin, mutta tuhkapitoisuus lähes kaksinkertainen verrattuna KLJ:n tuuliseulan ylitteen tulokseen.

Taulukko 7. Muovi- ja puupitoisten tuotekäteiden analyysitulokset ja polttoaineiden merkittävimmät ominaisuudet korostettuna.

Muuttuja	Yksikkö	Yritys 2	Kymenlaakson Jäte Oy	
		30–80 mm:n jae	30–80 mm:n jae	Tuuliseulan ylitte
Kuiva-aine	massa- %	63,500	76,700	100,000
Kosteus	massa- %	36,500	23,300	12,200
Tuhkapit. 550° C	massa- %	22,160	17,720	10,600
S	massa- %	0,699	0,384	0,240
Cl	massa- %	0,279	0,468	0,810
C	massa- %	26,600	34,800	47,500
H	massa- %	3,480	4,510	6,100
N	massa- %	0,600	0,800	0,780
O	massa- %	11,500	18,700	34,800
Kalorimetrisen lämpöarvo	MJ/ kg	12,350	14,900	19,570
Tehollinen lämpöarvo	MJ/ kg	10,710	13,360	18,230

8 LAITOSVERTAILU

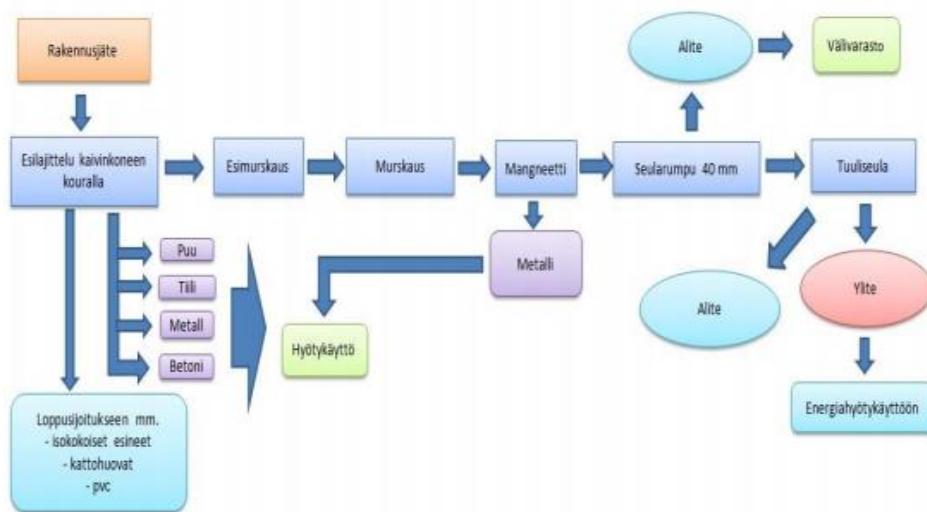
Laitosvertailussa verrataan Jätekuukko Oy:n rakennusjätteen käsittelyprosessia Kymenlaakson Jäte Oy:n lajittelulaitosprosessiin. Laitosvertailuun valittiin

prosessi, jonka syöte on samankaltaista kuin Kymenlaakson Jäte Oy:llä ja prosessi on ollut toiminnassa jo muutamia vuosia.

8.1 Jätekuukko Oy:n rakennusjätteiden käsittelyprosessi

Jätekuukko Oy:n jätekeskukseen Kuopioon tulevat rakennusjätekuormat vastaanotetaan lajittelu- ja murskauskentälle, jossa kuormista lajitellaan kaivinkoneen kouralla omille lavoilleen puut, metallit, betonit ja tiilet. Lisäksi kuormista lajitellaan erilleen energiahyötykäyttöön kelpaamattomat loppusijoitettavat materiaalit kuten kattuhuopa, PVC-putket ja polttoon kelpaamattomat eristeet. (Juusola 2011.)

Esilajittelussa jäljelle jäänyt energiahyötykäyttöön kelpaava jättemateriaali murskataan esimurskaimella ja varastoidaan murskeelle varattuihin siiloihin. Esimurskattu rakennusjäte prosessoidaan edelleen myös sekajätteen murskaukseen käytettävässä murskauslaitteistossa. Esimurskattu jättemateriaali syötetään murskaimeen, joka hienontaa esimurskatun jätteen hienompaan palakokoon. Murskatusta jättemateriaalista erotetaan magneettiset metallit, jonka jälkeen se seulotaan rumpuseulan avulla, jonka seulaverkon läpäisevyys on 40 mm. Rumpuseula erottaa seulaverkon ylitteen 40–200 mm:n palakokoon, joka siirtyy hihnakuljetinta pitkin tuuliseulalle. Rumpuseulan erottelema alite on palakooltaan 0–40 mm ja se putoaa rumpuseulan alapuolella olevaan siiloon. Tuuliseula erottelee kevyemmän paperia, pahvia, muovia ja puuta sisältävän jakeen ja painavamman isokokoisemman jakeen. (Juusola 2011.) Jätekuukko Oy:n käyttämä rakennusjätteiden käsittelyprosessi on esitetty kuvassa 22.



Kuva 22. Jätekuukko Oy:n rakennusjätteiden käsittelyprosessi. (Juusola 2011.)

Jätekuukon murskauslaitoksessa muodostuvien alitteiden on todettu sisältävän niin paljon polttoon soveltuvaa materiaalia, joten Juusola ehdottaa opinnäyte-

työssään alitteiden jatkokäsittelyä, jotta kaikki polttoon soveltuva materiaali saataisiin ohjattua hyötykäyttöön. Murskauslaitoksessa prosessoitujen rakennusjätteiden massatase on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Jätekuikko Oy:n murskauslaitoksen massatase rakennusjätteelle. (Juusola 2011.)

Materiaali	%
Metalli	1
Rumpuseulan alite	34–58
Tuuliseulan alite	5–9
Tuuliseulan ylite	34–60
Yht.	100

8.2 Lajitteluprosessien vertailu

Jätekuikon käyttämässä rakennusjätteiden käsittelyprosessissa jättemateriaali esimurskataan ennen sen syöttämistä varsinaiseen murskaimeen. Kymenlaakson jätteen prosessissa jättemateriaali syötetään suoraan varsinaiseen murskaimeen, joka hienontaa jätteen prosessille sopivaan palakokoon. Ennen murskatun jättemateriaalin erottelua Jätekuikon prosessissa jätteestä poistetaan magneettierottimen avulla magneettiset metallit. Molempien jäteyhtiöiden rakennusjätteiden käsittelyprosesseissa jäte johdetaan murskaimien jälkeen erottimille, jotka erottavat murskatun jättemateriaalin palakoon perusteella eri jakeiksi.

Jätekuikko käyttää prosessissaan erottimena rumpuseulaa, joka seuloa jättemateriaalin kahteen eri jatejakeeseen: alitteeseen ja ylitteeseen, kun taas Kymenlaakson jätteen prosessissa käytettävä erotin on ballistinen erotin, joka erottaa jättemateriaalin neljään eri jakeeseen: 2D, 3D, 30–80 mm ja 0–30 mm. Jätekuikko käsittelee rumpuseulan ylitteen tuuliseulomalla sen sisältämän kevyemmän jakeen tuuliseulan ylitteeksi ja painavamman jakeen tuuliseulan alitteeksi. Kymenlaakson jäte jatkokäsittelee ballistorilta muodostuneen 2D-jakeen edelleen energijätteen murskauslaitoksessa, jossa siitä muodostuu hyvälaatuista kierrätyspolttoainetta. Lisäksi ballistorilta muodostunut 3D-jake seulotaan tuuliseulan avulla kahdeksi eri jakeeksi: tuuliseulan ylitteeksi ja alitteeksi.

Kymenlaakson jätteen rakennusjätteen käsittelyprosessissa muodostuu kuutta erilaista tuotejakeetta kun Jätekuikon prosessissa vastaava luku on neljä. Taulukossa 9 (s. 33) on verrattu prosessissa syntyviä tuotejakeita sekä niiden osuuksia. Varsinaisten tuotejakeiden lisäksi molemmista prosesseissa erotetaan lisäksi jättemateriaalin sisältämät metallit, jotta ne saadaan ohjattua hyötykäyttöön.

Taulukko 9. Jätekkko Oy:n ja Kymenlaakson Jäte Oy:n rakennusjätteiden käsittelyprosessien tuotejakeiden ja osuuksien vertailu.

Jätekkko Oy	%	Kymenlaakson Jäte Oy	%
Metalli	1	Metalli	3–5
Rumpuseulan alite	34–58	2D- jae → SRF	17–23
Tuuliseulan alite	5–9	Tuuliseulan alite	5–7
Tuuliseulan ylite	30–60	Tuuliseulan ylite	23–41
		0-30 mm jae	25–30
		30- 80 mm jae	9–12

Jätekkon prosessissa muodostuva rumpuseulan alite vastaa sisällöltään KLJ:n prosessissa muodostuvaa 0–30 mm jaetta. Tuuliseulan ylite, joka Jätekkon prosessissa muodostuu, vastaa puolestaan KLJ:n 2D-jaetta, 30–80 mm:n jaetta sekä tuuliseulan ylitettä. Tuuliseuloilta syntyvät alitteet ovat molemmissa prosessissa sisällöltään suunnilleen samanlaisia.

9 HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUDET JA VAIHTOEHDOT

Tässä luvussa on esitelty sekalaisen jätteen lajittelulaitoksessa muodostuvien tuotejakeiden hyödyntämismahdollisuuksia ja -vaihtoehtoja. Luvussa käsitellään tuotejakeiden hyödyntämistä sekä materiaalina että energiana.

9.1 Maa- ja kiviainespitoiset tuotejakeet

SGS Inspection Services Oy:n suorittaman kaatopaikkakelpoisuusanalyysin mukaan lajittelulaitoksessa muodostuvan 0–30 mm:n jakeen orgaanisen hiilen kokonaismäärä on 6,2 %, mikä täyttää VNa:n kaatopaikoista (313/2013) 28 §:n mukaisen 10 prosentin vaatimuksen ja jae on näin ollen todettu kaatopaikkakelpoiseksi liukoisuusominaisuuksien sekä orgaanisen aineksen pitoisuuden suhteen. Jakeelle on analyysitulosten perusteella pyydetty lausuntoa Kaakkois-Suomen ELY-keskukselta käyttää sitä kaatopaikan jätetäytön päivittäispeittoon korvaamaan neitseellisiä maa-aineksia. ELY-keskus on antanut lausuntonsa 12.12.2013, jonka mukaan 0–30 mm:n jaetta voidaan käyttää edellä mainittuun tarkoitukseen.

Lajittelulaitoksen takuuajojen yhteydessä tehdyn laaduntarkistusajon tuloksien avulla saatiin selville, että tuuliseulan alitteen kiviainespitoisuus on noin 90 % ja 10 % jakeesta muodostuu puusta ja raskaista muovikappaleista. Tuuliseulan alitteesta tehdyn kaatopaikkakelpoisuusanalyysin mukaan jakeen orgaanisen hiilen kokonaismäärä on 6,5 %, joka täyttää myös asetuksen mukaisen 10 % vaatimuksen. Lisäksi jakeen on todettu olevan kaatopaikkakelpoinen sen liukoisuusominaisuuksien suhteen. Tuuliseulan ylitteelle on pyydetty ELY-

keskuksen lausunto samaan aikaan kuin 0–30 mm:n jakeelle, jotta sitä voidaan käyttää kaatopaikan jätetäytön tierakenteissa ja sen kantavissa kerroksissa. ELY-keskus on antanut myönteisen lausunnon myös tuuliseulan ylitteen hyötykäyttöle. Näiden lajittelulinjastossa muodostuvien maa- ja kiviainepitoisten tuotejakeiden laatua seurataan säännöllisesti liitteenä olevan näytteenottosuunnitelman mukaisesti (liite 2).

Analyysitulosten perusteella tuuliseulan alitetta voitaisiin hyödyntää myös muussa maanrakentamisessa, korvaamaan neitseellisiä materiaaleja. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakentamisessa eli MARA-asetus (591/2006) vapauttaa asetuksen soveltamisalaan kuuluvat jättejakeet ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisesta ympäristöluvasta tiettyjen ehtojen täytyessä, joka helpottaa tuotejakeiden käyttöä asetuksen mukaisissa kohteissa (Ympäristöhallinto 2013b.). Asetuksen soveltamisalaan kuuluu betonimurske, johon laitoksessa muodostuva tuuliseulan alite olisi rinnastettavissa kovien muovin ja puun kappaleiden poistamisen jälkeen jakeesta. MARA-asetuksen mukaisia jätteitä voidaan hyödyntää yleisten teiden, katujen, pyöräteiden, jalkakäytävien, pysäköintialueiden, urheilukenttien, virkistys- ja urheilualueiden reittien, ratapihojen sekä teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikenttien ja teiden rakentamisessa (Ympäristöhallinto 2013b.). Liitteessä 1 on esitetty MARA-asetuksen määrittelemät raja-arvot betonimurskeen sisältämille haitta-aineiden pitoisuuksille.

9.2 Muovi- ja puupitoiset tuotejakeet

Energiahyötykäyttöön kierrätyspolttoaineina soveltuvia lajittelulaitoksessa muodostuvia tuotejakeita ovat muovi-, puu- sekä paperi- ja pahvipitoiset tuuliseulan ylite ja 30–80 mm:n jae. Lisäksi lajittelulaitoksessa muodostuva 2D-jae prosessoidaan edelleen kierrätyspolttoaineeksi (SRF), jonka valmistuksesta ja toimittamisesta asiakkaalle on jo vuosien kokemus.

Analyysitulosten mukaan tuuliseulan ylitteessä ongelmana on sen klooripitoisuus, joka aiheutuu siitä, että syötteenä toimivassa jätemateriaalissa olevat PVC-muovin kappaleet kulkeutuvat tähän tuotejakeeseen. Korkea klooripitoisuus huonontaa tuotejakeen laatua polttoaineena ja vaikuttaa kierrätyspolttoaineen laatuluokkaan. Suomen korkean hyötysuhteen voimalaitoksissa vaaditaan alle 0,1 % klooripitoisuus, joka tarkoittaa sitä, että klooripitoisuudet tällaisissa laitoksissa käytettävissä polttoaineessa eivät ylittä 0,3 % (Suomen Muoviteollisuusliitto. 1999). PVC:n sisältämä kloorin palaessa muodostuu kloorivetyä ja edelleen syövyttävää suolahappoa, joka aiheuttaa korroosiota polttolaitteistossa. Kloorin osuus PVC:ssä on noin 35–55 % ja se on peräisin PVC:n valmistuksessa käytetystä ruokasuolasta (NaCl). (Alakangas n.d.)

9.3 Kierrätyspolttoaineiden standardisointi

Euroopan standardisointijärjestö CEN (European Committee for Standardization) on Euroopan komission määräyksestä laatinut kiinteille kierrätyspolttoai-

neille (SRF) standardisoinnin. Kierrätyspolttoaineet standardisoitiin, sillä niiden käyttöä haluttiin lisätä, jotta EU:n asettamiin tavoitteisiin kaatopaikkasijoittamisen ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen osalta päästäisiin. Laatuvaatimukset kiinteälle kierrätyspolttoaineelle on annettu CEN/TC 343-toimikunnan laatimassa standardissa EN 15359. Standardin luokittelee polttoaineen viiteen eri laatuluokkaan kolmen eri tekijän avulla, joilla voidaan helposti ja nopeasti määrittää polttoaineen laatu. Tehollinen lämpöarvo (NCV, net calorific value) on taloudellinen tekijä, jonka määrittämällä saadaan selville kuinka paljon energiaa polttoaine sisältää. Teknisenä tekijänä polttoaineen laadun määrittämisessä toimii klooripitoisuus (Cl), joka ilmoittaa polttoaineen teknisen käytettävyyden polttolaitoksessa. Elohopeapitoisuus (Hg) toimii ympäristötekijänä, jonka avulla arvioidaan kuinka vaativaa tekniikkaa polttoaineen poltossa ja savukaasujen puhdistuksessa tarvitaan. Taulukossa 10 on esitetty kiinteän kierrätyspolttoaineen luokitteluoimaisuudet. (Heino 2012, 30–31.)

Taulukko 10. Kiinteiden polttoaineiden luokittelujärjestelmä EN 15359 mukaan. (Tiedot kerätty Vesanto ym. 2007, 16.)

Polttoaineluokka	Tehollinen lämpöarvo [MJ/kg]	Klooripitoisuus [%] (kuiva-aine)	Elohopeapitoisuus [mg/MJ]	
	keskiarvo	keskiarvo	mediaani	80. prosenttipiste
1	≥ 25	≤ 0,2	≤ 0,02	≤ 0,04
2	≥ 20	≤ 0,6	≤ 0,03	≤ 0,06
3	≥ 15	≤ 1,0	≤ 0,08	≤ 0,16
4	≥ 10	≤ 1,5	≤ 0,15	≤ 0,30
5	≥ 3	≤ 3,0	≤ 0,50	≤ 1,00

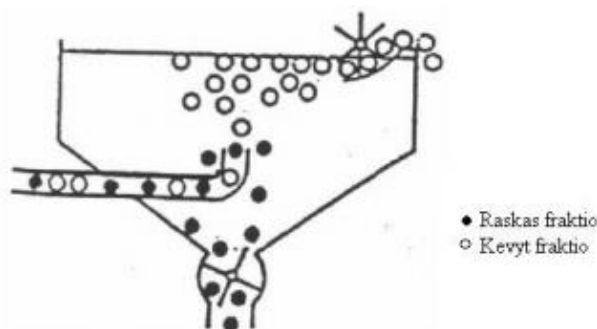
Luokittelussa esitetään polttoaineen laatu kolmen muuttujan avulla, joiden perusteella kierrätyspolttoaineen ostaja saa nopeasti selville polttoaineen laadun. Jos polttoaineen tehollisen lämpöarvon keskiarvo on 18 MJ/kg, klooripitoisuuden keskiarvo 0,3 % ja elohopeapitoisuuden mediaani 0,018 mg/MJ ja 80. prosenttipisteen arvo 0,07 mg/MJ, polttoaineen luokkakoodi olisi NCV 3; Cl 2; Hg 3. (Heino 2012, 32.) Tämän luokittelun mukaan KLJ:n näytteistä tehtyjen analyysitulosten perusteella tuuliseulan ylitteen luokka olisi NCV 3; Cl 3 ja 30–80 mm:n jakeen NCV 4; Cl 2. Elohopeapitoisuutta ei tuotejakeista analysoitu, joten se jätettiin edellä tehdyssä luokittelussa huomioimatta. Lisäksi luokittelun arvot ovat keskiarvoja, joten varsinainen luokittelu voidaan tehdä vasta kun analyysituloksia on riittävästi keskiarvon selvittämiseen. Yritys 2:n koeajoissa syntyneestä 30–80 mm:n jakeesta vastaavanlainen luokittelu näiden tulosten pohjalta olisi NCV 4; Cl 2.

9.4 Tuuliseulan ylitteen klooripitoisuuden alentaminen

Tuuliseulan ylitteen klooripitoisuuden alentamiseen on olemassa useita eri vaihtoehtoisia erottelumenetelmiä, joiden investointia olisi syytä harkita, jotta tuuliseulan ylitteen laatua kierrätyspolttoaineena voitaisiin parantaa. Muovien tiheyteen perustuvia erotusmenetelmiä ovat kellutuserottelu, hydrosyklonierottelu ja ilmaseulonta. Kuivaerotusmenetelmät edellyttävät selkeää eroa tiheydessä ja kapeaa hiukkaskoonjakamaa, mutta märkämenetelmässä tiheysero voi olla pieni, vain noin $0,02 \text{ g/cm}^3$ eikä menetelmä ole niin herkkä rakenteen muodon ja koon vaihteluille. Yleisimmin käytettyjen muovien tiheydet vaihtelevat $0,9\text{--}1,55 \text{ g/cm}^3$ välillä. (Puropudas 2011, 34.) Muita muovien erotteluun käytettyjä tekniikoita ovat elektrostaattinen erottelu, liukoisuuteen perustuva erottelu, lämpöerottelu ja NIR-teknologia.

9.4.1 Kellutuserottelu

Kellutuserottelussa hiukkaset, joilla on pienempi tiheys jäävät kellumaan nesteen pinnalle ja suuremman tiheyden omaavat kappaleet vajoavat pohjaan (kuva 23). Erotuksessa voidaan käyttää nesteinä pelkkää vettä, jolloin erotuspiste on $0,1 \text{ g/cm}^3$. Mikäli halutaan erottaa vielä pienempiä tiheyksiä, tulee nesteeseen liuottaa alkoholeja. Lisäämällä liuotusnesteeseen suoloja voidaan erottelettiheyttä kasvattaa suuremmaksi. Menetelmän avulla saadaan eroteltua jaokset hyvin toisistaan ja se sopii suurille materiaalimäärille, mutta syntyneet jätevedet on käsiteltävä ja hyödynnettävä jaos kuivatettava. (Puropudas 2011, 34–35.)



Kuva 23. Kellutuserottelu. (Puropudas 2011.)

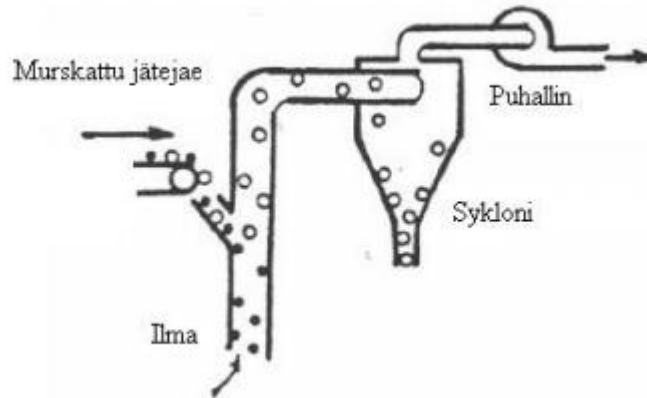
9.4.2 Hydrosyklonierottelu

Hydrosyklonierottelussa paineenalainen erotusneste ohjataan laitteen geometrian mukaiseen pyörimisliikkeeseen. Keskivakovoiman ja painovoiman avulla erotusnestettä painavimmat kappaleet kulkeutuvat alaspäin pyörteen ulkoreunalle ja kevyemmät kappaleet liikkuvat kohti syklonin keskiosaan ilmatilaan. Erotusnestettä voidaan kierrättää prosessissa muovijätteen puhtaudesta riippuen. Käytettäessä vettä erotusnesteinä, menetelmällä on saatu erotettua PS/PVC-seoksesta jopa 99,5 p-% PVC:tä. Menetelmän etuja ovat hydrosyklonien

monikäyttöisyys, edullisuus, vähäinen tilantarve ja kohtalaisen suuri käsittelykapasiteetti. (Puropudas 2011, 35.)

9.4.3 Ilmaerotus

Ilmaseulonta on kuivaerotusmenetelmä ja sen käyttäminen edellyttää erotettavilta materiaaleilta selkeää tiheuseroa. Materiaalien erotus tehdään imu- ja puhallustekniikoilla. Ilmaseulonta on halpa ja yksinkertainen erottelumenetelmä, mutta seulontatulos ei välttämättä ole paras mahdollinen. Ilmaseulontaa käytetään tyypillisesti PVC:n ja kuparin erottelussa kierrätykseen. (Puropudas 2011, 35–36.) Ilmaseulonnan periaate on esitetty kuvassa 24.



Kuva 24. Ilmaerotus. (Puropudas 2011)

9.4.4 Muut kuin tiheyteen perustuvat erottelumenetelmät

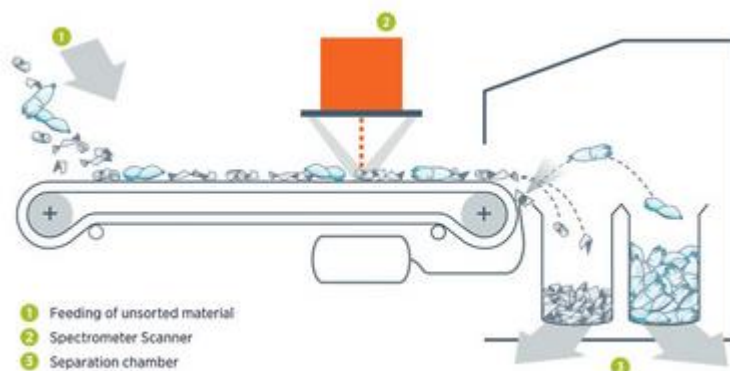
Elektrostaattinen erottelu perustuu muovien kykyyn varautua sähköisesti. Eroteltavat muovit varataan ja ohjataan eri elektrodeille, jolloin ne jakautuvat varauksen ja muovilajin mukaan erimerkkisille elektrodeille. (Puropudas 2011, 36.)

Liukoisuuteen perustuvassa erotusmenetelmässä muovien liukenemiseen vaikuttaa liuottimen luonne ja makromolekyylin rakenne. Makromolekyylin rakenteiden ollessa samankaltaiset sekä liuottimessa että muovin sisältämien makromolekyylin rakenteessa, muoviin absorboituu liuotinta ja muovi turpoaa. Menetelmän huonoja puolia ovat liuottimien myrkyllisyys ja hinta. Lisäksi joitain liuottimia saa käyttää vain räjähdysuojatuissa tiloissa ja liuottimen haihduttaminen materiaalista vaatii sille sopivat tilat. Hyvää menetelmässä on, että siinä materiaalille ei tapahdu termistä hajoamista. (Puropudas 2011, 36–37.)

Lämpöerottelu perustuu muovien sulamiseen ja kykyyn kiinnittyä lämmitetyn materiaalin pintaan. Kappaleet tarttuvat termisen adheesion seurauksena lämmitetyn kuljettimen pintaan. Kuljettimen päässä pienemmän termisen adheesioon omaavat kappaleet irtoavat pinnasta ja putoavat alla olevaan keräysastiaan.

Sulavat suuremman termisen adheesion omaavat kappaleet irtoavat hetkeä myöhemmin painovoiman vaikutuksesta. Menetelmää on käytetty erottamaan PVC- ja PET-muovipullojakeet toisistaan. (Puropudas 2011, 37.)

Near Infrared Spectroscopy eli NIR-teknologia perustuu infrapunatunnistukseen, jonka avulla jätteestä voidaan tunnistaa eri muovilaatuja ja ei muovia sisältävät materiaaleja, teknologian periaate on esitetty kuvassa 25. Materiaalin tunnistamisen jälkeen jätekappale erotetaan muusta jätteestä tietokoneohjatusti ilmapuhalluksella. Menetelmän huono puoli on, että se ei sovi tummalle PVC-jätteelle. Tumman PVC-jätteen erottamiseen voidaan käyttää käsinlajittelua tai röntgenfluorenssia (XRF), joka perustuu PVC:n kemiallisen koostumukseen. (Puropudas 2011, 38.)



Kuva 25. NIR-teknologian periaate. (Tomra 2015)

Tuuliseulan ylitteen PVC:n poistoa testattiin 29.1.2015 Saksassa Tomra Sorting GmpH:n koelaitoksella, jonka toiminta perustuu edellä esiteltyyn NIR-teknologiaan eli valittu jätelaji voidaan erottaa jättejakeesta tietokoneohjatusti infrapunatunnistukseen perustuen ilmapuhalluksen avulla. Testeissä selvisi, että tuuliseulan ylitteeseen kulkeutuvia PVC:tä sisältäviä jätteitä ovat vinyylisäiliöt, kansioiden kannet ja teippi. PVC:n erottelun tehokkuuteen vaikuttivat puhaltimelle jättemateriaalia kuljettavan hihnan leveys ja syöttönopeus. Testeissä todettiin, että erottelutehokkuus oli parempi, kun laite oli ohjelmoitu puhaltamaan REF-jakeet ensimmäisen säiliön yli, jolloin PVC:tä sisältävä materiaali putosi alitteen kaltaisesti heti hihnan alapuolella olevaan ensimmäiseen säiliöön.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Sekalaisen jätteen lajittelulaitoksen murskaus- ja lajittelu prosessissa muodostuvat tuotejakeet voidaan kaikki ohjata hyötykäyttöön. Ainoastaan jätteen esilajittelussa muodostuva hyödyntämiskelvoton lajittelurejekti (KL5) on sijoitettava kaatopaikalle. Lajittelurejektiin lajitellaan jätejakeet, jotka voivat vahingoittaa lajittelulinjastoa tai vaikuttaa muodostuviin tuotejakeisiin, niiden laatua heikentäen. Lajittelurejekti koostuu täten pääosin PVC-muovista, kivi- ja lasivilloista, lasikuidusta, yhdistelmä materiaaleista, betoni- ja kiviaineksesta sekä hienoaineksesta. Orgaanista ainesta rejektissä on pääosin PVC-muoveissa, lasikuiduissa ja komposiiteissa, jotka eivät klooripitoisuutensa tai palamattomuutensa vuoksi sovellu energiahyödyntämiseen.

Kymenlaakson Jäte Oy hakee Etelä-Suomen Aluehallintovirastolta kaatopaikka-asetuksen 35 §:n mukaista poikkeuslupaa hyödyntämiskelvottoman lajittelurejektin sijoittamisesta kaatopaikalle vuoden 2016 jälkeen. Hakemuksessa perustellaan kaatopaikkasijoittamista loppusijoitusasteen pienenemisellä lajittelulaitoksen käyttöönoton johdosta. Jos lajittelurejektiä ei erotettaisi kuormista, aiheuttaisi se ongelmia laitoksessa muodostuviin tuotejakeisiin ja heikentäisi tai jopa estäisi niiden hyötykäyttöä. Poikkeusluvan anominen on täten tällä hetkellä ainoa tapa noudattaa Valtioneuvoston säätämän kaatopaikka-asetuksen velvoitteita.

Lajittelulaitoksessa sekalaisesta rakennusjätteestä muodostuvat maa- ja kiviainepitoiset tuotejakeet, 0–30 mm:n jae ja tuuliseulan alite ovat suoritettujen laboratorioanalyysien perusteella kaatopaikkakelpoisia ja Kaakkois-Suomen ELY-keskus on antanut lausunnon, jonka mukaan niitä voidaan hyödyntää edelleen kaatopaikan päivittäispeitossa ja tierakenteissa myös vuoden 2016 jälkeen. Tuuliseulan alitetta voitaisiin käyttää analyysitulosten perusteella myös muussa maanrakentamisessa, korvaamaan neitseellisiä materiaaleja MARA-asetuksen mukaisesti siinä määritellyissä kohteissa. Ongelmana tuuliseulan alitteen hyödyntämiselle muualla kuin kaatopaikan rakenteissa on jakeen sisältämät kovat muovin ja puun kappaleet, joita jakeen on todettu sisältävän noin 10 %. Tämän vuoksi sitä ei voida suoraan rinnastaa betonimurskeseen. Jotta tuuliseulan alitetta voitaisiin soveltaa MARA-asetuksen mukaisissa kohteissa, tulisi se esikäsitellä ennen käyttöä maanrakennuksessa. Esikäsitellyssä jakeesta tulisi erotella siinä esiintyvät ei kiviainepitoiset jakeet esimerkiksi edellä esitetyn kellutuserottelun avulla. Muita vaihtoehtoja esikäsitelylle ovat tuuliseulonta, pyörrevirtaerotus ja käsinlajittelu. Eri esikäsitelymenetelmien toimivuus jakeen erottelussa tulisi kartoittaa tarkemmin ja pohtia kannattaako investointi erotuslaitteistoon. Jos todetaan, että tuuliseulan alitetta ei kannata esikäsitellä niin, että se vastaisi MARA-asetuksen betonimursketta, ei lajittelulaitoksessa muodostuvien maa- ja kiviainepitoisten tuotejakeiden osalta ole tarpeen tehdä prosessiin tai sen säätöihin muutoksia. Suoritettujen analyysien perusteella jakeet ovat käyttökelpoisia kaatopaikan päivittäispeitossa ja rakenteissa nykyisillä asetuksilla.

Murskaus- ja lajitteluprosessissa muodostuvat muovi- ja puupitoiset tuotejakeet, 30–80 mm:n jae sekä tuuliseulan ylitte, joiden hyötykäyttömahdollisuudet ovat energiahyödyntämisessä kierrätyspolttoaineina, vaativat vielä hienosäätöä, jotta kierrätyspolttoaineen laatu saadaan paremmaksi. Tuotejakeille on olemassa hyödyntäjät, mutta laatua parantamalla voitaisiin kasvattaa tuotteiden arvoa polttoainemarkkinoilla ja saada tuotteille enemmän kysyntää. Molempien tuotejakeiden rikkipitoisuuteen vaikuttivat rakennusjätteiden seassa vielä takuuajojen aikaan ollut kipsi, jolle on nykyään järjestetty erilliskeräys Keltakankaan jätekeskukseen ja se pyritään lajittelemaan mahdollisimman hyvin pois ennen jätteen syöttämistä lajittelulinjastoon.

Tuuliseulan ylitteessä ongelmana on sen klooripitoisuus, joka voi rajoittaa jakeen käyttöä polttoaineena, koska korkea klooripitoisuus aiheuttaa korroosiota polttokattiloissa. Klooripitoisuutta voidaan vähentää kiinnittämällä enemmän huomiota PVC:tä sisältävien materiaalien esilajitteluun linjastoon syötettävästä jätteestä. Tuuliseulan ylitteen jatkokäsittelylaitteistoon investoiminen PVC-muovien poistamiseksi tuotejakeesta on myös harkinnan arvoinen asia polttoaineen laadun parantamiseksi.

Lajittelulaitokseen takuu- ja koe-ajojen yhteydessä linjastoon syötetystä sekalaisesta rakennus- ja purkujätteestä muodostuvista tuotejakeista suurin osa oli 0–30 mm:n jae (30 %) ja tuuliseulan ylitettä (25–40 %). Lajittelulaitoksen teho on parantunut tehtyjen takuu- ja koeajojen jälkeen, sillä prosessin hoitajat ovat oppineet tuntemaan prosessin ja ennakoimaan häiriötilanteita sekä reagoimaan niihin tarpeeksi ripeästi. Linjastoon syötettävän jättemateriaalin esilajitteluun tulee kiinnittää jatkossa yhä enemmän huomiota, sillä materiaali-hyödyntämistä tulee lisätä, jotta päästään valtakunnallisesti asetettuihin kierrätystavoitteisiin. Kymenlaakson Jäte Oy:n kierrätysaste oli 14 % ja hyötykäyttöaste 71 % vuonna 2014, jotka nousivat aikaisempien vuosien luvuista lajittelulaitosinvestoinnin ansiosta.

LÄHTEET

- Alakangas E. n.d. Polttokelpoisten muovien tunnistaminen. VTT Prosessit. Viitattu 23.3.2015. Saatavissa: http://www.uusiomuovi.fi/document.php/1/6/muovin_polttoohje/f6b47689ef58cbab9e026ac37949bbc5
- Elinkeinoelämän keskusliitto, EK. 2010. Jätteiden hyödyntäminen ja jätteen määrätelmä. Viitattu 20.3.2015. Saatavissa: <http://pda.ek.fi/www/fi/ymparisto/jate.php>
- Heino, A. 2012. Kierrätyspolttoainemarkkinat Euroopassa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 13.2.2015. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/77194/AnniHeino_Diplomity%C3%B6_7.5.2012.PDF?sequence=1
- Huhtinen, K., Lilja, R., Sokka, L., Salmenperä, H. & Runsten, S. 2007. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Taustaraportti. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 4.12.2014. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38407/SY_16_2007.pdf?sequence=1
- Juusola, M. 2011. Kuopion jätekeskuksen jäteperäisen kierrätyspolttoaineen laatu- ja hyödyntämiselvitys. Opinnäytetyö. Savonia ammattikorkeakoulu. Viitattu 2.2.2015. Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/29114/juusola_markus.pdf?sequence=1
- Jätelaitosyhdistys ry. 2015a. Jätehuolto. Hyödyntäminen. Viitattu 6.1.2015. Saatavissa: <http://www.jly.fi/jateh4.php?treeviewid=tree2&nodeid=4>
- Jätelaitosyhdistys ry. 2015b. Energiahyödyntäminen. Jäte energiaksi. Viitattu 6.1.2015. Saatavissa: <http://www.jly.fi/energia1.php?treeviewid=tree3&nodeid=1>
- Jätelaitosyhdistys ry. 2015c. Energiahyödyntäminen. Polttokelpoiset jätteet. Viitattu 6.1.2015. Saatavissa: <http://www.jly.fi/energia2.php?treeviewid=tree3&nodeid=2>
- Jätelaitosyhdistys ry. 2015d. Energiahyödyntäminen. Energiahyödyntäminen Suomessa. Viitattu 6.1.2015. Saatavissa: <http://www.jly.fi/energia5.php?treeviewid=tree3&nodeid=5>
- Kojo, R. & Lilja, R. 2011. Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen. Ympäristöministeriön raportteja 21/2011. Viitattu 25.1.2015. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41495?show=full>

Moliis, K., Teerioja, N. & Ollikainen M. 2009. Ennuste yhdyskuntajätteen kehityksestä vuoteen 2030. SUSWASTE-hankkeen esiselvitys. Helsingin yliopisto. Viitattu 20.3.2015. Saatavissa: http://www.jly.fi/ennuste_ykkehityksesta.pdf

Myllymaa, T. & Dahlbo, H. 2012. Elinkaariarviointien käyttö Suomen jätehuollon ympäristövaikutusten arvioinnissa. Ympäristöministeriön raportteja 24/2012. Viitattu 17.1.2015. Saatavissa: http://www.jly.fi/yjr24_2012.pdf

Peuranen, E. & Hakaste, H. 2014. Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma. Ympäristöministeriön raportteja 17/2014. Ramate-työryhmän loppuraportti. Viitattu 10.2.2015. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/135172>

Pfister, K. 2013. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi kaatopaikoista. Muistio 23.4.2013. Ympäristöministeriö. Viitattu 6.12.2014. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet/Valtioneuvoston_asetus_rajottaa_organia%289922%29

Puopudas, M. 2011. Polyvinyylidikloridin (PVC) kierrätys ja uusiokäyttö. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 15.2.2015. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21281/Puopudas.pdf?sequence=1>

Rättö, M., Vikman, M. & Siika-Aho, M. 2009. Yhdyskuntajätteen hyödyntäminen biojalostamossa. VTT Tiedotteita 2494. Viitattu 25.1.2015. Saatavissa: <http://www2.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2494.pdf>

SYKE. 2010. Ilmasto-opas.fi. Kierrätys ja uudelleenkäyttö voivat vähentää kulutusta ja sen ympäristövaikutuksia. Viitattu 9.2.2015. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/8bde6ca5-7802-4c36-a4da-34086e9c5287/kierratys-ja-uusiokaytto.html>

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

Tilastokeskus. 2013. Jätetilasto 2011. Viitattu 15.12.2014. Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/til/jate/2011/jate_2011_2013-05-17_tie_001_fi.html

Tomra. 2015. Sensors are like good eyes. Viitattu 19.2.2015. Saatavissa: <https://www.tomra.com/en/solutions-and-products/sorting-solutions/recycling/recycling-technology>

Uusiouutiset. 2015. Kaatopaikkakielto hyväksyttiin lievennettynä. Viitattu 17.2.2015. Saatavissa: <http://www.uusiouutiset.fi/tag/orgaanisen-jatteen/>

Vesanto, P., Hiltunen, M., Moilanen, A., Kaartinen, T., Laine-Ylijoki, J., Sipilä, K. & Wilén C. 2007. Kierrätyspolttoaineiden ominaisuudet ja käyttö. VTT

Tiedotteita. Viitattu 15.2.2015. Saatavissa:
<http://www2.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2416.pdf>

VNa 331/2013. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista. Valtion säädöstietopankki Finlex, Ajantasainen lainsäädäntö. Viitattu 19.2.2015. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331>

Wahlström, M., Laine-Ylijoki, J. & Jermakka, J. 2012. Taustamuistio kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamista varten. Ympäristöministeriön raportteja. Viitattu 7.12.2014. Saatavissa:
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41421>

Ympäristöhallinto. 2013a. Jättesuunnittelu. Viitattu 1.2.2015. Saatavissa:
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteen_ja_jatehuolto/Jatesuunnittelu

Ympäristöhallinto. 2013b. Jätteiden hyödyntäminen maanrakentamisessa. Viitattu 17.2.2015. Saatavissa:
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistonsuojelulain_mukaiset_ilmoitukset/Jatteen_hyodyntaminen_maarakentamisessa

Ympäristöministeriö. 2004. Kansallinen strategia biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämisestä. Viitattu 6.12.2014.

Ympäristöministeriö. 2012. Faktalehti: Ajankohtaista jätelain uudistuksesta. Ympäristöministeriön julkaisu. Viitattu 18.3.2015. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteen>

Ympäristöministeriö. 2013a. Jätteet. Etusijajärjestys ohjaa jätehuoltoa. Viitattu 7.12.2014. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteen>

Ympäristöministeriö. 2013b. Jätelainsäädäntö. Jätteeksi luokittelun päättyminen. Viitattu 9.2.2015. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Jatelain_saadanto/Jatteen_kuokittelun_paatyminen

Ympäristöministeriö. 2014a. Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus. Viitattu 4.12.2014. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Ymparistonsuojelun_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Jatealan_lainsaadannon_kokonaisuudistus

Ympäristöministeriö. 2014b. Jätelainsäädäntö edistää luonnonvarojen järkevää käyttöä ja ehkäisee jätteistä aiheutuvia haittoja. Viitattu 6.12.2014. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Jatelain_saadanto

Ympäristöministeriö. 2014c. Valtakunnallisen jätesuunnitelman seuranta, 2. väliraportti. Viitattu 1.2.2015. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto/Jatesuunnittelu/Valtakunnallisen_jatesuunnitelman_seuranta

MARA- ASETUKSEN RAJA-ARVOT BETONIMURSKEELE

Betonimurske (jätenimikkeet¹ 10 13 14, 17 01 01 ja 19 12 12)

Betonimurskeella tarkoitetaan jätettä, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen ja betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla enintään 150 millimetrin kappalekokoon.

Haitallinen aine	Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta Perustutkimukset ¹			Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta Laadunvalvontatutkimukset ¹		
	Pitoisuus	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Peitetty rakenne	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Päällystetty rakenne	Pitoisuus	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Peitetty rakenne	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Päällystetty rakenne
PCB ²	1,0			1,0		
PAH ³	20					
TOC ⁴	30 000					
DOC ⁵		500	500			
Antimoni (Sb)		0,06	0,06			
Arseeni (As)	50	0,5	0,5	50		
Barium (Ba)		20	20			
Kadmium (Cd)	10	0,02	0,02	10	0,02	0,02
Kromi (Cr)	400	0,5	0,5	400	0,5	0,5
Kupari (Cu)	400	2,0	2,0	400	2,0	2,0
Elohopea (Hg)		0,01	0,01			
Lyijy (Pb)	300	0,5	0,5	300	0,5	0,5
Molybdeeni (Mo)		0,5	0,5			
Nikkeli (Ni)		0,4	0,4			
Vanadiini (V)		2,0	2,0			
Sinkki (Zn)	700	4,0	4,0	700		
Seleen (Se)		0,1	0,1			
Fluoridi (F ⁻)		10	10			
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)		1 000	3 000		1 000	3 000
Kloridi(Cl)		800	800			

¹ Katso liitteessä 2 oleva 2 kohta.

² Polyklooratut bifenyylit, kongeneerien 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180 kokonaismäärä.

³ Polyaromaattiset hiilivedyt, yhdisteiden (antraseeni, asenafteneeni, asenaftyleeni, bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(g,h,i)peryleneeni, bentso(k)fluoranteeni, dibentso(a,h)antraseeni, fenantreeni, fluoranteeni, fluoreeni, indeno(1,2,3-cd)pyreeni, naftaleeni, pyreeni, kryseeni) kokonaismäärä.

⁴ Orgaanisen hiilen kokonaismäärä.

⁵ Liennut orgaaninen hiili.

¹ Yleisempien jätteiden sekä ongelmajätteiden luettelosta annetun ympäristöministeriön asetuksen (1129/2001) mukainen jätenimike.

NÄYTTEENOTTOSUUNNITELMA

NÄYTTEENOTTOSUUNNITELMA

Sekalaisen jätteen lajittelulaitoksessa syntyvien tuotteiden kaatopaikka- ja hyötykäyttökelpoisuuden selvitys.



6.4.2014

Nelli Riihisaari

Kymenlaakson Jäte Oy

1 TAVOITTEEN MÄÄRITTELY

Tavoitteena on suorittaa Vna 331/2013 mukainen jätteen perusmäärittely ja asetuksen mukainen näytteenotto lajittelulaitoksessa syntyville tuotejakeille. Lisäksi laaditaan suunnitelma jätteiden vastaavuustestauksesta.

2 LAADUNVALVONTA

Jätteen haltijalla on käytössään laadunvarmistusjärjestelmä, joka sisältää alla mainitut kohdat:

1. Laadunvalvontatutkimukset
 - Näytteenottosuunnitelma ja ohjeet näytteenotosta, näytteiden valmistuksesta, näytteiden säilytyksestä sekä arvio näytteenoton edustavuudesta
2. Tutkimus- ja määrittämenetelmät, seurattavat ominaisuudet ja seurantatiheydet
 - Tutkittavien haitallisten aineiden raja-arvot
 - Laatupoikkeamien käsittely ja hyväksyttävät poikkeamat
 - Näytteenoton ja tutkimusten laadunvarmistus
 - Laadunvalvonnan seuranta-asiakirjat ja raportointiohje
3. Vastuhenkilöt ja niiden pätevyys
 - Laitospäällikkö Aki Koivula (työnjohto)
 - Ympäristöinsinööri Essi Lehto (näytteenotto)
4. Ohjeet jätteen vastaanotosta, varastoinnista, käsittelystä ja toimittamisesta hyödynnettäväksi
 - Kirjattu yrityksen laatu- ja ympäristö järjestelmään (SFS 9001 ja 14001)
5. Laadunvarmistusjärjestelmän arviointi ja auditointisuunnitelma
 - Kirjattu yrityksen laatu- ja ympäristö järjestelmään (SFS 9001 ja 14001)
6. Tarvittaessa erityiset puhtausvaatimukset, kuten jätteeseen kuulumattoman aineksen osuus
7. Seuranta ja raportointi
 - Laadunvalvontapöytäkirja kultakin näytteenotto- ja tutkimuskerralta (SFS-EN 14899 lomakepohja)
 - Havaitut laatupoikkeamat ja niiden johdosta tehdyt toimenpiteet kirjataan yrityksen järjestelmään (MSTA-alusta)

- Hyödynnettäväksi toimitettavan jätteen määrä ja laatu sekä toimituskohteet kirjautuvat jätteen vastaanotossa kuormakohtaisesti Scalex-punnitusjärjestelmään

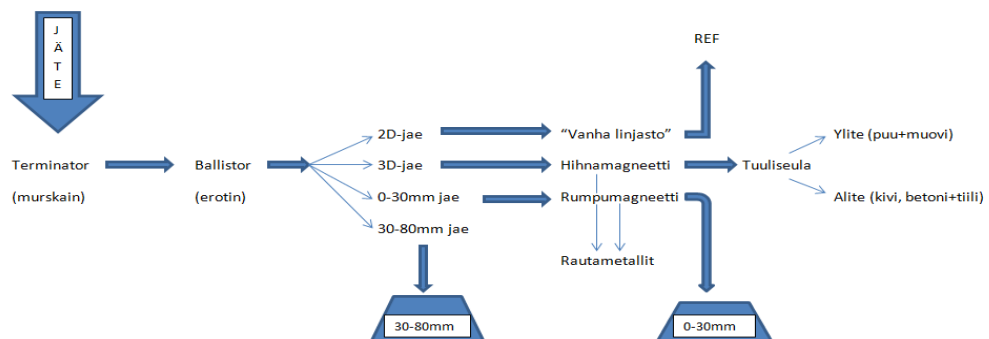
3 PROSESSI

Koneellisesti esilajiteltu jätemateriaali johdetaan esimurskaimen (Terminator), joka murskaa syötetyn jätteen käsittelyprosessille sopivaan palakokoon. Materiaali kulkee esimurskaimelta hihnakuljetinta pitkin ballistiselle erottimelle (Ballistor), joka jakaa jätteen muotoon ja kovuuteen perustuen neljään eri jakeeseen:

- 2D jae eli litteästä ja pehmeästä materiaalista muodostuva jae.
- 3D jae eli erotintasolta alas pomppivat kovat ja kolmiulotteiset kappaleet.
- 0-30 mm jae, joka seulotaan Ballistorin alaosassa.
- 30-80mm jae, joka kipuaa erotintasolla hienoainesta korkeammalle.

3D jae prosessoidaan linjastolla edelleen ja se johdetaan hihnamagneettierotimen kautta tuuliseulalle, joka seuloo materiaalin kahteen eri jakeeseen: Tuuliseulan alitteeseen ja –ylitteeseen. Tuuliseulan alite sisältää jakeen sisältämän painavamman materiaalin kuten kiven- ja betonin kappaleet ja tuuliseulan ylite puolestaan kevyemmän materiaalin kuten muovit ja puun.

2D jae prosessoidaan vanhalla lajittelulinjastolla, jonka esimurskauslaite murskaa syötteen pienempään palakokoon. Esimurskattu jätevirta kulkee kourukuljetinta pitkin jälkimurskaimen. Ennen jälkimurskainta materiaalivirta kulkee hihnamagneetin alta, joka poistaa sen vielä mahdollisesti sisältämät magneettiset metallit. Jälkimurskaimessa jälkeen jätejakeen lopulliseksi palakoko on alle 50 millimetriä.



Kuvio 1. Prosessikaavio

4 KIVI- JA BETONIPITOISTEN TUOTTEIDEN KAATOPAIKKAKELPOISUUDEN SELVITYS

Lajittelulaitosprosessissa syntyviä kivi- ja betonipitoisia tuotejakeita ovat Ballistisen seulan alite eli 0-30 mm jae sekä tuuliseulalta syntyvä alite. Näille tuotejakeille tehtävien analyysien avulla selvitetään tuotteiden soveltuvuus kaatopaikalle.

4.1 Analysoitavan materiaalin karakterisointi

4.1.1 0-30 mm jae

Ballistisen seulan alite (0-30 mm:n jae) on lajitteluprosessissa erottuvaa hienojakoista kiveä, hiekkaa, betonia, lasia ja hienojakoista villaa. Se voi sisältää myös pieniä määriä puuta, muovia, paperia ja pahvia.

SGS Inspections Services Oy:n tekemän kaatopaikkakelpoisuusanalyysin mukaan jakeen orgaanisen hiilen kokonaismäärä on 7,9 paino- % KA: sta, mikä täyttää VNa kaatopaikoista 313/2013 28§ mukaisen 10 % vaatimuksen.

4.1.2 Tuuliseulan alite

Tuotejake sisältää tuuliseulan erotteleman painavamman jakeen, joka muodostuu pääasiassa kivistä sekä betonin- ja tiilen kappaleista. Tuuliseulan alite on myös analysoitu SGS Inspections Services Oy:n toimesta ja määritetyn kaatopaikkakelpoisuusanalyysin mukaan jakeen orgaanisen hiilen kokonaismäärä on 6,5 paino-% KA: sta, mikä täyttää myös VNa kaatopaikoista 313/2013 28§ mukaisen 10 % vaatimuksen.

4.2 Tutkimukset

Kivi- ja betonipitoisten jätejakeiden laatu on selvitetty perusmäärittelytutkimuksen avulla keväällä 2014. Tuotejakeiden laatua seurataan säännöllisesti kerran vuodessa tehtävän vastaavuustestauksen avulla. Perusmäärittelyssä selvitettiin Taulukossa 1. esitetyt jätteen ominaisuudet, jotta varmistuttiin siitä, että jätteen sijoittaminen jätekeskuksen kaatopaikalle on sallittua ja turvallista. Perusmäärittelyä ei ole tarpeen uusida, mikäli raaka-aine ja prosessi pysyvät samoina.

Vastaavuustestauksen tarkoitus on testata säännöllisesti syntyviä jätevirtoja vuosittain. Vastaavuustestein testattavat parametrit ovat samat kuin perusmäärittelyssä.

Mittaukset, testaukset, selvitykset ja tutkimukset toteutetaan ympäristönsuojelulain 108 §:n mukaisesti, eli pätevästi, luotettavasti sekä tarkoituksenmukaisia menetelmiä käyttäen.

4.2.1 Näytteenotto

Näytteenotto ja näytteiden valmistus tehdään standardien SFS-EN 932-1, SFS-EN 932-2 ja SFS-EN 14899 mukaisesti.

4.2.2 Määrittymenetelmät

Jätteen sisältämien ja siitä liukenevien haitta-aineiden määrittämisessä käytetään ensisijaisesti standardoituja ja toissijaisesti muita määrittymenetelmiä, tarkkuudeltaan ja toistettavuudeltaan riittäviksi todettuja menetelmiä.

4.2.3 Tutkittavat ominaisuudet

Kokoomanäytteestä analysoidaan kaatopaikka asetuksessa (Vna 331/2013) määritellyt; jätteen koostumus sekä liukoisuusominaisuudet, jotka on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 1. Kaatopaikkakelpoisuuskaatopaikalle

Liukoisuusominaisuudet L/S-suhteessa 10			
Alkuaine/muuttuja	Raja-arvo (mg/kg)	Menetelmä: prCEN/TS 14405 tai EN 14247	Huomioitavaa
As	2		
Ba	100		
Cd	1		
Cr (kok.)	10		
Cu	50		
Hg	0,2		
Mo	10		
Ni	10		
Pb	10		
Sb	0,7		
Se	0,5		
Zn	50		
Cl ⁻	15000		
F ⁻	150		
SO ₄ ²⁻	20000		
DOC	800		mitattu säädetyssä (neutraalissa) pH:ssa
TDS	60000		uuttoliuokseen liuen- neiden aineiden kok.

			määrää voidaan käyttää SO_4^{2-} ja Cl^- arvojen sijaan
Kokonaispitoisuudet			
Alkuaine/muuttuja	Raja-arvo (mg/kg)	Menetelmä	Huomioitavaa
TOC	5	SFS-EN 13137	Koskee myös jätettä, joka sijoitetaan kipsipohjaisten jätteiden yhteyteen. Jätteelle voidaan sallia korkeampi raja-arvo, jos liukoisuustestissä liuenneille DOC-lle esitetty enimmäispit. täyttyy.
pH	>6		
ANC	tutkittava ja arvi- oitava		

4.2.4 Näytteenottoprosessi

0-30 mm jae

0-30 mm jae aumataan käsittelykentälle, josta se siirretään noin 1000 tonnin erissä kaatopaikalle. Tämän jakeen osalta näytteenotto suoritetaan aina ennen auman siirtämistä kaatopaikalle (tapahtuu arviolta noin kerran kuukaudessa).

Näyte otetaan kairalla siten, että se muodostuu useasta kairallisesta eri puolelta aumaa otetuista osanäytteistä (kts. Kuva 1).

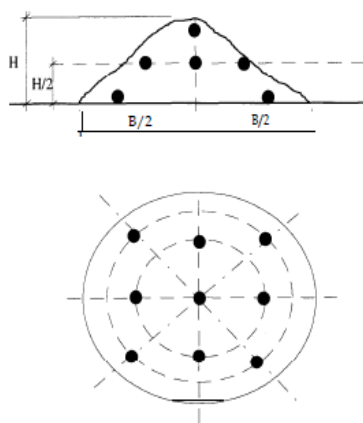


Figure 5.8.3. Example of sampling points in a stockpile.

Kuva 1. Näytteenotto aumasta

Tuuliseulan alite

Tuuliseulan alitteen osalta näytteenotto toteutetaan kerran vuodessa. Näytteenotto toteutetaan samalla periaatteella kuin 0-30 mm jakeen, eli näyte otetaan kairalla eripuolilta käsittelykentällä sijaitsevaa aumaa niin, että se muodostuu eripuolilta aumaa otetuista osanäytteistä (kts. Kuva 1)

Näytteenottotapa kummankin jakeen osalta on systemaattinen ja säännöllinen ajan ja määrän suhteen. Näytteisiin merkitään aina: päivämäärä, näytteen laatu, näytteenottajan nimi ja muu mahdollinen huomio. Näytteet säilytetään tiiviisti pakattuina ja suljettuina viileässä tilassa.

5 MUOVI- JA PUUPITOISTEN TUOTTEIDEN KIRRÄTYSPOLTTOAINEANALYYSIT

Lajitteluprosessissa syntyviä muovi- ja puupitoisia tuotteita ovat 2D-jae eli REF, Tuuliseulan alite ja 30-80mm jae. Näille jakeille tehtävien kierrätyspolttoaineanalyyysien avulla selvitetään polttoaineiden laatua ja niiden soveltumista standardoituihin kierrätyspolttoaineiden laatuluokkiin.

5.1 Analysoitavan materiaalin karakterisointi

5.1.1 REF


Jae sisältää lajitteluprosessissa erottuvat litteät ja pehmeät energijakeet, kuten muovit ja paperit, jotka kulkeutuvat erotintason (Ballistor) yli. Jakeen laatua analysoidaan säännöllisesti tehtävien kierrätyspolttoaineanalyyysien avulla. Analyysit toteutetaan kolmen kuukauden kokoomasta ja analyysit suorittaa SGS Inspection Services Oy.

5.1.2 Tuuliseulan ylite

Jae sisältää Tuuliseulassa erottuvia kevyitä kappaleita, kuten muovia ja puuta. Jakeen ongelmana on, että se sisältää jonkin verran PVC-muovia, jonka vuoksi sitä ei voida käyttää ilman esikäsitteilyä kierrätyspolttoaineena.

5.1.3 30-80mm jae

Jae on lajitteluprosessissa erottuvaa karkeampijakoista muovia, puuta, paperia ja pahvia. Jae soveltuu sellaisenaan käytettäväksi kierrätyspolttoaineena.



5.2 Tutkimukset

5.2.1 Näytteenotto

Näytteenotto ja näytteiden valmistus tehdään standardien SFS-EN 932-1, SFS-EN 932-2 ja SFS-EN 14899 mukaisesti.

5.2.2 Määrittämenetelmät

Jätteen sisältämien ja siitä liukenevien haitta-aineiden määrittäyksessä käytetään ensisijaisesti standardoituja ja toissijaisesti muita määrittäsherkkyydeltään, tarkkuudeltaan ja toistettavuudeltaan riittäviksi todettuja menetelmiä.

5.2.3 Tutkittavat ominaisuudet

Kokoomanäytteistä analysoidaan Stora Enson kanssa tehdyn polttoainesopimuksen mukaiset parametrit (Kts. Taulukko 2) ja samalla arvioidaan eri jakeiden soveltuvuus hyvälaatuisten kierrätyspolttoaineiden laatuluokkaan REF I/II.

Kierrätyspolttoaineanalyysit toteutetaan laajana kerran vuodessa ja suppeana neljästi vuodessa.

Taulukko 2. Kierrätyspolttoaineanalyysit

Laaja analyysi			
Suppea analyysi			
Alkuaine/ muuttuja	Laatuluokan REF I raja-arvo (jos määritetty)	Menetelmä	Huomioitavaa
Analyysikosteus, m%		SFS-EN 15414-3	
Kosteus, kokonais-, m-%		CEN/TS 15414-2	
Tuhka 550°C, m%		SFS-EN 15403	vedetön
Vety, m-%		SFS-EN 15407	vedetön
Halogeenit		SFS/EN 15289, 15408 mod-if.	

Kloridi, m-%	<0,15	SFS-EN 15289, 15408 mod- if.	vedetön
Rikki, m-%	<0,20	SFS-EN 15289, 15408 mod- if.	vedetön
Kalorimetrinen lämpöarvo, MJ/kg		SFS-EN 15400	vedetön
Tehollinen lämpöarvo, MJ/kg		SFS-EN 15400	vedetön
Tehollinen lämpöarvo, MJ/kg		SFS-EN 15400	saapumistila
Toimitettu ener- giamäärä, MWh/t		RA1001	saapumistila
Laaja analyysi			
Alkuaine/ muuttuja	Laatuluokan REF I raja- arvo (jos mää- ritetty)	Menetelmä	Huomioitavaa
Hiili, m-%		SFS-EN 15407	saapumistila
Hiili, m-%		SFS-EN 15407	vedetön
Hiili, fossiilinen osuus polttoaines- sa, m-%		SFS-EN 15440, An- nex A	vedetön
Hiili, fossiilinen osuus polttoai- neessa, m-%		SFS-EN 15440, An- nex A	saapumistila
Esikäsitteily, mikroaltohajotus		HNO ₃ /HCl/ HF RA 3015	
Metallit mg/kg ka			
Al	ei sallita		
Sb			
As			
Hg	<0,1		
Cd	<1,0		
Co			
Cr			
Cu			
Pb			
Mn			
Ni			

Zn			
Tl			
Sn			

5.2.4 Näytteenotto prosessi

Suppea analyysi toteutetaan jokaisen jakeen osalta 3 kuukauden kokoomasta seuraavan periaatteen mukaisesti: 1. näyte tammi-maaliskuu, 2. näyte huhtikesäkuu, 3. näyte heinä-syyskuu ja 4. näyte loka-joulukuu. Kolmen kuukauden kokoomaa varten osanäytteenotto suoritetaan kerran kuussa ja osanäyte kasataan lapiolla eri puolilta aumaa. Laaja analyysi toteutetaan jokaisen jakeen osalta 5 kuukauden kokoomasta tammi-toukokuun ajalta.

Kierrätyspolttoaineiden näytteenottotapa on systemaattinen ja säännöllinen sekä ajan, että määrän suhteen. Näytempusseihin merkitään aina päivämäärä, näytteen laatu, näytteenottajan nimi ja muu mahdollinen erityishuomio. Näytteet säilytetään tiiviisti pakattuina ja suljettuina viileässä tilassa.

Näytteenottopaikkana toimii varastokasa kuorman lastauksen yhteydessä. Lähtevää kuormaa lastatessa näyte otetaan lastattavasta kohdasta lapiolla neljä noin 5 litran erää lastauksen erineljänneksissä. Nämä erät yhdistetään yhdeksi näytteeksi. Näyte laitetaan säkkiin ja säkkiin liimataan tarra johon on kirjattu näytteen päivämäärä.



TARJOUSPYYNTÖLOMAKE

Laboratorioanalyysipalvelut

Säännöllisesti tehtävät analyysit:

Kierrätyspolttoaine

- Laaja analyysi (viiden kuukauden kokoomana)
- Suppea analyysi (kolmen kuukauden kokoomana)

Tuhkat ja jätejakeet

- Tuhkan hyötykäyttökelpoisuus
 - laadunvalvonta (kerran kuukaudessa)
 - perustutkimus (kerran vuodessa)

Näytteenottopalvelu

Eräkohtaiset analyysit:

Tuhkat ja jätejakeet

- Jätteen kaatopaikkakelpoisuus, tavanomaiselle
- Lausunto kaatopaikka-/ hyötykäyttökelpoisuudesta
- TOC
- LOI
- Metallit (kts. Mara-asetus 403/2009)
 - kokonaispitoisuudet, liukoisuudet ym.

•
Betonimurske

- Perustutkimus
- Laadunvalvonta

•
Pilaantunut maa

- Liukoisuustestit
 - kaksivaiheisella ravistelutestillä/ läpivirtaustestillä
- Hiilivedyt C5-C10, C10-C40, C5-C40

Näytteenottopalvelu

Toivon saavani tarjouksenne viimeistään 5.3.2014.

Ystävällisin terveisin,

Aki Koivula

Laitospäällikkö

Kymenlaakson Jäte Oy

aki.koivula@kymenlaaksonjate.fi

p. 040-354 0764

Suppea analyysi

- Kosteus %
- Lämpöarvo kJ/kg
 - -kalorimetrinen
 - -tehollinen
- Tuhkapitoisuus %
- Alkuaineet %
 - -Vety, H
 - -Rikki, S
 - -Kloridi, Cl
- Halogeenit

Laaja analyysi

Suppeassa analyysissä analysoitavien lisäksi:

- Hiili, C
- Hiili, fossiiliset osuudet
- Päästökertoimet
- Metallit
 - -Al, Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn, Tl, Sn