

TUTKIMUSASETELMA
SYNTYPAIKKALAJITTELU-
PILOTIN ARVIOINTIIN,
Case: Madibeng, Etelä-Afrikka

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniologia
Ympäristönsuojelutekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Jetro Ojanen

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristöteknologia

OJANEN, JETRO:

Tutkimusasetelma syntypaikka-
lajittelupilotin arviointiin,
Case: Madibeng, Etelä-Afrikka

Ympäristötekniikan opinnäytetyö

51 sivua, 4 liitesivua

Syksy 2015

TIIVISTELMÄ

Eteläafrikkalainen Madibengin kunta on kehittänyt yhdyskuntajätteen kierrätystä Lahden kaupungin tuella osana pohjoisen ja etelän kuntien yhteistyöohjelmaa. Ohjelmaa on rahoittanut Ulkoasiainministeriö vuosina 2002-2014. Viimeisimpänä projektikohteena on Madibengin kunta, jonka kahdella asuinalueella aloitettiin kuluvan vuoden alussa 2-astiajärjestelmään perustuva syntypaikkalajittelupilotti. Pilotin tarkoituksena on erotella kaatopaikkajätteestä muovi- ja lasipullot sekä tölkit, koska ne voidaan kierrättää tai käyttää uudelleen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia kyseistä pilottia varten ehdotus kotitalousjätteiden koostumustutkimussuunnitelmasta. Suunnitelmalla arvioidaan lajittelukokeilun onnistumista sekä mahdollista kehittämistä ja laajentamista muualle.

Työhön sisältyi koostumustutkimuksen tavoitteiden määrittely, suositus otanta- ja näytteenottomenetelmästä sekä tutkittavista jäteluokista. Jätelaitosyhdistyksen Excel-työkalu muokattiin Etelä-Afrikan tarpeisiin tutkimustulosten analysoimiseksi.

Tietotarpeet määriteltiin tutkimusasetelman tavoitteiden saavuttamiseksi ja jatkokehittämissuunnitelmat esitettiin. Jatkossa Excel-työkalulle tarvitaan englanninkielinen käyttöopas ja Madibengin jätteille tulee tehdä jätemääräselvitys.

Asiasanat: Madibeng, kotitalousjäte, kierrätys, syntypaikkalajittelu, pilotti, koostumustutkimus, tutkimusasetelma

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	JÄTEHUOLLON KEHITYSTARPEET ETELÄ-AFRIKASSA	3
3	MADIBENGIN KUNNAN JÄTEPALVELUT KOTITALOUKSILLE	7
3.1	Madibengin kunta	7
3.2	Kunnalliset jätemääräykset	8
3.3	Kerätyt jätemäärät	9
3.4	Käsittely ja loppusijoitus	10
3.5	Tarveanalyysi	11
4	HARTBEESPOORTIN SYNTYPAIKKALAJITTELUPILOTTI	13
4.1	Kohdealueet	13
4.2	Palvelukonsepti	15
5	JÄTTEEN KOOSTUMUSTUTKIMUS SUOMESSA	16
5.1	Tutkimuksen suunnittelu	16
5.1.1	Tutkimuksen tavoitteiden määrittely	16
5.1.2	Tutkimuksen ajankohta, kesto ja budjetti	18
5.1.3	Työympäristö ja tarvittavat välineet	19
5.1.4	Otantamenetelmä	19
5.1.5	Näytteiden lukumäärä	23
5.1.6	Näytteiden koko	24
5.2	Tutkimuksen toteutus	24
5.2.1	Näytteiden käsittely	24
5.2.2	Suurten kappaleiden osuuden lisääminen näytteeseen	26
5.2.3	Käsinlajittelu	27
5.2.4	Jätejakeiden luokittelu	28
5.2.5	Turvallisuus, varusteet ja henkilöstön kouluttaminen	31
5.3	Tulosten analysointi	32
5.3.1	Tilastollinen tarkastelu	32
5.3.2	Potentiaalin tarkastelu	32
5.3.3	Tutkimuksen virhelähteet	33
5.3.4	Raportin kirjoittaminen	33
6	JÄTEKOOSTUMUSTUTKIMUS HARTBEESPOORTIN SYNTYPAIKKALAJITTELUPILOTTILLE	35

6.1	Tavoitteiden määrittely	35
6.2	Otantamenetelmä	36
6.3	Näytteenotto	37
6.4	Kotitalousjätteen kierrätyspotentiaali	39
6.4.1	Biojätteet	39
6.4.2	Paperi ja pahvi	39
6.4.3	Metalli	40
6.4.4	Lasi	41
6.4.5	Muovit	41
6.5	Jätejakeiden luokittelu	42
6.6	Tulosten analysointi	44
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	46
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	1

1 JOHDANTO

Lahden kaupunki on ollut mukana Pohjoisen ja etelän kuntien yhteistyöohjelmassa vuodesta 2002. Yhteistyöohjelmaa koordinoi Suomen Kuntaliitto ja rahoittaa Ulkoasiainministeriö. Ohjelman kautta Lahti on saanut rahoitusta afrikkalaisten kuntien kanssa tehtävään ympäristöalan kehitystoimintaan paikallishallinnossa. Lahdella on yhteistyökuntia Etelä-Afrikassa ja Ghanassa. Partnerikuntien ympäristöhallintajärjestelmiä ja -käytäntöjä kehitetään viranomaisten välisen tiedonvaihdon, vertaisarviointien, koulutusten ja tutkimuspilottien avulla. Lahden ammattikorkeakoulu on ollut yhteistyötahona mukana tutkimuspilottien suunnittelussa ja toteutuksessa harjoittelujaksojen, opinnäytetöiden ja kurssitöiden kautta. Osana yhteistyötä Etelä-Afrikassa on pilotoitu syntypaikkalajittelujärjestelmiä ja kierrätystoimintamalleja vuosina 2013–2014. (Aalto 2014a.)

Eteläafrikkalaisen Madibengin kunnan kierrätystoiminnan kehittäminen aloitettiin maaliskuussa 2014 asiantuntijavierailulla kohdealueelle. Asiantuntijana toimi Kimmo Helenius Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:stä. Tiedonvaihdon tuloksena suunniteltiin 2-astiajärjestelmään perustuva syntypaikkalajittelupilotti Pecanwoodin ja Kosmos Ridgen asuinalueille, jotka sijaitsevat Madibengin kunnassa Hartbeesportin taajamassa. (Aalto, Doh, Mmope & Setshedi 2015, 10.)

Pilotti aloitettiin vuoden 2015 alussa, ja pääkohteena ovat kotitalousjätteet. Asukkaiden on tarkoitus lajitella jätteet kahteen jakeeseen, kierrätettäviin ja sekajätteeseen. Tämän jälkeen kunta kerää jätteet siirtokuorma-asemalle, jossa yksityiset kierrättäjät huolehtivat kierrätettävän jätteen tarkemmasta lajittelusta. Syntypaikkalajittelu aloitetaan myös muilla alueilla, jos pilotti sujuu hyvin. Kehittyneempi lajittelu pidentää Madibengin kaatopaikkojen käyttöikää ja alentaa jätehuollon kustannuksia. Pecanwood ja Kosmos Ridge ovat suljettuja asuinalueita, joille ei aiemmin ole päästetty ulkopuolisia jätteiden keräilijöitä, joten kaikki jätteet on normaalisti kuljetettu suoraan kaatopaikalle. Lisäksi kotitaloudet tuottavat

jätteitä suhteellisen paljon väestön korkeiden tulojen vuoksi. (Aalto ym. 2015, 10.)

Tässä tutkimuksessa tavoitteena on suunnitella tutkimusasetelma 2-astiajärjestelmään pohjautuvan syntypaikkalajittelupilotin arviointiin eteläafrikkalaisen Madibengin kunnan käyttöön. Tutkimusasetelman tulisi tuottaa tietoa seuraavien kysymysten vastaamiseen:

- Miten kierrätettävän materiaalin erottamisessa onnistuttiin?
- Mitä potentiaalia sekajätteessä olisi?
- Miten materiaalinkierrätystä voitaisiin kehittää kohteissa jatkossa?
- Olisiko syntypaikkalajittelupilottia kannattavaa laajentaa jatkossa?

Tutkimuskysymys on, miten jätteen koostumustutkimus tulisi toteuttaa, jotta voitaisiin luotettavasti arvioida kierrätyksen onnistumista ja jätevirran hyödyntämispotentiaalia Madibengin kunnan syntypaikkalajittelupiloteissa Pecanwoodin ja Kosmos Ridgen asuinalueilla. Tutkimuksessa on selvitetty, miten jätteen koostumustutkimuksia on tehty Suomessa ja siinä pyritty soveltamaan käytettyjä menetelmiä Etelä-Afrikan olosuhteisiin. Lisäksi on perehdytty Etelä-Afrikan jätelainsäädännön vaatimuksiin ja kierrätysmarkkinoihin. Tutkimus keskittyy kotitalousjätteeseen.

Apututkimuskysymykset:

- Mihin fraktioihin ja miten jätevirta tulisi lajitella?
- Millä perusteilla lajiteltavat fraktiot kannattaa valita?
- Mitä fraktioita tulisi lajitella lakisääteisesti Etelä-Afrikassa?
- Mitä fraktioita on mahdollista nykyisellään ohjata kierrätykseen Etelä-Afrikassa?
- Mitkä fraktiot olisi tärkeä eritellä esimerkiksi ympäristönäkökulmista tai loppukäsittelyn helpottamiseksi?
- Minkä suuruisen jätemäärä kannattaisi tutkia, jotta saadaan luotettavia tuloksia?
- Mitä tulee ottaa huomioon näytteen valinnassa?
- Mitä käytännönjärjestelyjä lajittelututkimuksen toteutukseen liittyy?
- Mihin kaikkeen lajittelututkimuksella saatua tietoa voidaan hyödyntää?

2 JÄTEHUOLLON KEHITYSTARPEET ETELÄ-AFRIKASSA

Vuonna 2008 Etelä-Afrikassa oli seitsemän jätteenkäsittelylaitosta (treatment facility) South African Waste Information Centren (SAWIC) mukaan. Näistä yhdessä käsiteltiin yleis- eli sekajätettä, kahdessa ongelmajätettä ja neljässä sairaala- ja terveystieteiden jätettä. Laitosten käsittelemän jätteen yhteismäärä oli 21 984 tonnia, jossa oli sekajätettä 8986 tonnia, ongelmajätettä 1013 tonnia ja sairaalajätettä 11 986 tonnia. Jätteiden jätteenkäsittelylaitoksia (reprocessor) oli SAWIC:in mukaan yhdeksän vuonna 2008. Samana vuonna niissä käsiteltiin jätettä yhteensä 406 518 tonnia, josta ongelmajätteen osuus oli 9034 tonnia. (Wilén 2010, 22.)

Etelä-Afrikan virallisille kaatopaikoille, joiden määrä oli 41, vietiin jätettä vuonna 2008 yhteensä 1,73 miljoonaa tonnia, jossa oli ongelmajätettä 108 249 tonnia. Kaatopaikoille päätyy suhteellisen vähän jätettä väkilukuun verrattuna, koska tavarat käytetään loppuun, ne laitetaan kuntoon tai poltetaan. Liittovaltion ja provinssien hallitukset pyrkivät kuitenkin minimoimaan kaatopaikoille menevää jätettä vähentämällä jätteiden syntyä ja rakentamalla lisää käsittelylaitoksia. (Wilén 2010, 22.)

Suomessa yhdyskuntajätettä tuotetaan vuosittain noin 2,5 miljoonaa tonnia, josta sekajätettä polttoon tai kaatopaikalle on noin puolet (Tilastokeskus 2013). Suomen väkiluku on noin kymmenesosa Etelä-Afrikan väkiluvusta, joten edellä mainittua virallista tilastotietoa ei ehkä voi pitää kovin luotettavana. Etelä-Afrikan kaikkia jätevirtoja ei saada tehokkaasti tilastoitua esimerkiksi laittoman jätteen poisheittäminen ja puutteellisten keräyspalvelujen vuoksi.

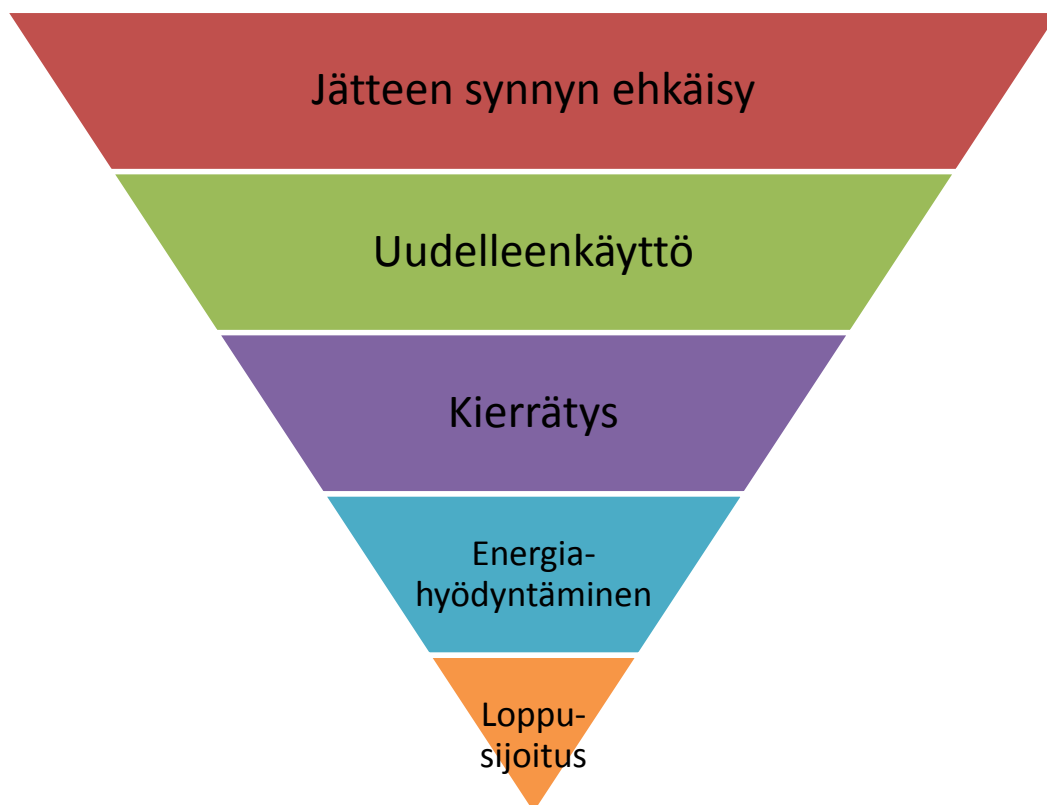
Apartheidin aikaan, eli ennen vuotta 1994, jätehuolto toimi valkoihoisten asuinalueilla hyvin, mutta aasialaisten ja värillisten alueilla huonommin. Mustien alueilla taas jätehuolto toimi vielä huonommin tai ei ollenkaan. Tilanne on hiljalleen muuttunut hallituksen infrastruktuurin kehittämisen ja maassamuuton myötä, ja jätehuolto palvelee nyt jo useita mustia.

Toisaalta alueelliset erot palvelutasoissa ovat edelleen nähtävillä. (Wilén 2010, 22.)

Etelä-Afrikkaa haastavat jatkuvasti kasvavat jätemäärät, jotka lyhentävät kaatopaikkojen ikää. Myös laitton jätteen pois heittäminen on jatkuva ongelma, johon on syytä puuttua kokonaisvaltaisesti. Etelä-Afrikan jäteasetus, joka pantiin toimeen vuonna 2008, kannustaa jokaista kuntaa toteuttamaan jätteiden syntypaikkalajittelun. Muutamilla suurilla kaupunkialueilla pilotoidaan jo kotitalouksien kierrätystä, mutta monilla pienemmillä kunnilla on päinvastoin huono infrastruktuuri ja puutteelliset jätehuoltokäytännöt. (Lahden kaupunki 2015.)

Kansallinen jätehuoltostrategia, joka hyväksyttiin vuonna 2011, vaikuttaa merkittävästi jäteasetuksen toteuttamiseen sekä kokonaisvaltaisen lähestymistavan parantamisessa hallinnossa ja yhteiskunnassa. Strategian avulla kierrättäminen, materiaalin uusiokäyttö ja syntypaikkalajittelu kehittyvät. Myös jätteenpalvelujen kattavuutta ja kaatopaikkojen hallintaa pyritään edistämään. (Lahden kaupunki 2015.) Lisäksi 2013 hyväksytyn kansallisen kompostointistrategian (NOWCS) tavoite on varmistaa, että Etelä-Afrikassa syntynyt biojäte poistetaan kaatopaikoilta ja viedään kompostoitavaksi yhdistetyn ja kestävän jätehuoltosuunnittelun avulla (Department of Environmental Affairs 2013, 15).

Strategioiden toimeenpanemiseksi Etelä-Afrikan kunnat tarvitsevat osaamista muun muassa kaatopaikkatoiminnassa, jätteiden keräyksen suunnittelussa ja ylläpidossa sekä syntypaikkalajittelussa. Kunnat etsivät keinoja jätteen ohjaamiseksi kierrätykseen ja uusiokäyttöön keskittymällä vahvasti yhteisön voimaannuttamiseen ja työpaikkojen lisäämiseen. Kunnat ovat myös havainneet merkittäviä määriä tiettyjä jättejakeita, joita ei hyödynnetä, mutta jotka pitäisi saada pois kaatopaikoilta. Tällaisia jätteitä ovat esimerkiksi autonrenkaat ja elektroniikkajäte. (Aalto 2015, 10.)



KUVIO 1. Jätehierarkia (Department of Environmental Affairs 2011, 18)

Kansallinen jätestrategia noudattaa jätehierarkiaa. Jätehierarkiassa (Kuvio 1) on laitettu eri jätteenkäsittelytavat tärkeysjärjestykseen. Ensisijaisesti jätteen syntyä tulee ehkäistä, jolloin säästetään parhaalla mahdollisella tavalla energiaa ja materiaalia sekä vähennetään tuotetun jätteen määrää. Myös uudelleenkäyttö säästää energiaa ja raaka-ainetta, joka muuten kuluisi uusien tuotteiden valmistukseen, sekä estää arvokkaiden materiaalien päätymistä kaatopaikalle. Kierrätyksessä sen sijaan käytetyt tavarat rikotaan raaka-aineeksi, jota käytetään uusien tuotteiden valmistukseen. Näin kulutetaan huomattavasti vähemmän luonnonvaroja verrattuna siihen, että tuotteita valmistettaisiin uusista materiaaleista. Viimeisinä jätteenkäsittelytapoina hierarkiassa ovat energiahyödyntäminen sekä loppusijoitus, jota käytetään vain silloin, jos jätettä ei voida hyödyntää millään tavalla. (Rustenburg Local Municipality 2012.)

Jätelaki määrää, että paikallisten viranomaisten tulee vastata jätehuoltopalveluista, joihin sisältyy jätteen keräys, varastointi ja

loppusijoitus. Kuntien tehtäviin kuuluu kierrätyksen laajentaminen kuntatasolla yhteistyössä teollisuuden ja muiden sidosryhmien kanssa, ylimääräisten jäteastioiden tarjoaminen syntypaikkalajittelua varten sekä kaatopaikalle päätyneen biojätteen huolehtiminen kompostiin. Kunnat siis edesauttavat ja tukevat paikallista kierrätystoimintaa tarjoamalla keräyspalveluja ja esimerkiksi tiloja ja välineitä yksityisille kierrättäjille, mutta eivät itse käsittele kierrätettäviä materiaaleja. (Department of Environmental Affairs 2011, 55.) Oheisesta taulukosta nähdään, miten lainsäädännön määräämät tehtävät on jaettu eri tahoille (Department of Environmental Affairs 2011, 23).

TAULUKKO 1. Eri tahojen osallistuminen jätteen uusiokäyttöön, kierrätykseen ja eheyttämiseen (Department of Environmental Affairs 2011, 23)

Rooli	Yleisjäte	Biojäte	Kierrätyskelpoiset (paperi, muovi, lasi ja autonrenkaat)	Vaarallinen jäte (akut, liuottimet jne.)
Tiedotus ja valistus	Kunta	Kunta (valtion ja provinssin tuella)	Teollisuus yhteistyössä kunnan kanssa	Teollisuus
Jäteastiat syntypaikoille ja vastaanottopalvelut	Kunta	Kunta	Kunta tarjoaa jäteastiat syntypaikalle ja teollisuus vastaanottopalvelut	Teollisuus
Jätteiden keräys	Kunta	Kunta	PK-yritykset teollisuuden tuella	Teollisuus
Jätteen käsittely	Kunta	Kunta	Materiaalien kierrätyspalvelu, PK-yritysten toimesta, teollisuuden tuella	Teollisuus
Loppusijoitus	Kunta (kaatopaikka)	Kunta (kompostointilaitos)	Ei loppusijoitusta	Teollisuus

3 MADIBENGIN KUNNAN JÄTEPALVELUT KOTITALOUKSILLE

3.1 Madibengin kunta

Madibengin kunta sijaitsee Etelä-Afrikan North West -provinssissa ja muodostaa osan Bojanala Platinumin seutukunnasta (KUVA 1). Muut seutukunnan kunnat ovat Moses Kotane, Kgetlengrivier, Moretele ja Rustenburg. Seutukunnan arvioitu pinta-ala on 18 332 km² ja arvioitu seutukunnan väestö on 1 093 157. Madibeng sijaitsee seutukunnan itäalueella ja jakaa yhteistä rajaa Moretelen (kaakko) ja Rustenburgin kuntien (länsi) sekä Gautengin provinssin (etelä ja itä) kanssa. Madibengillä on 30 kaupunginosaa 3 812 km²:n alueella. (Local Municipality of Madibeng 2007, 2.)



KUVA 1. Bojanala Platinumin kartta (The Local Government Handbook 2015)

Madibengin kunnassa on 419 681 asukasta ja yhteensä 43 kylää ja taajamaa. (Madibeng Local Municipality 2015). Madibengin isoimpia kaupunkeja ovat Brits (noin 76 000 asukasta) ja Hartbeespoort (noin 9 000 asukasta). Muita tärkeitä taajamia ovat Oukasie, Mothotlung, Schoemansville, Melodie, Ifafi, Pecanwood, Lethlabile, Damonsville,

Kosmos, Meerhof, Eagles Landing ja Westlake. (Local Municipality of Madibeng 2007, 2-3.)

Madibengille ovat ominaisia monimuotoiset taloussektorit, kuten maatalous, kaivostoiminta, teollisuus ja turismi. Kaivostoiminta on näistä aloista hallitsevin. Madibengin alue on maailman kolmanneksi suurin kromin tuottaja, ja sen alueella on suurimmat platinaryhmän metallituotantovarannot Merensky-luodolla. Graniitti on toinen louhittava mineraali. Madibengin turpeinen maaperä soveltuu erinomaisesti kasvillisuudelle, ja Brits onkin tunnettu suuresta ja laadukkaasta hedelmä- ja kasvisvalikoimastaan. Monialaisuutensa ansiosta teollisuus katsotaan yhdeksi hallitsevaksi sektoriksi. (Local Municipality of Madibeng 2011, 1.)

3.2 Kunnalliset jätemääräykset

Kotitalouksien on hankittava kunnan vaatimat jäteastiat, joissa on tyköistuva kansi ja kantokahvat, sekä ilmoitettava arvioidut jätteiden tuottomäärät. Jäteastioita tulee säilyttää kiinteistössä pääsääntöisesti siten, etteivät ne näy kadulle tai julkiselle paikalle. Astiat on peitettävä ja pidettävä siistinä. (Local Municipality of Madibeng 2008, 7-10.)

Kaikki kotitalousjäte sijoitetaan jätessäkkeihin kunnan järjestämää poistoa varten, ellei jäte ole hyödynnettävissä esimerkiksi kompostoimalla. Kuumaa tuhkaa, lasinsirpaleita tai muuta mahdollisesti jäteastiaa tai kunnan jätteenkuljettajaa vahingoittavaa jätettä ei saa sijoittaa jätessäkkeihin, ennen kuin tarvittavat varotoimet vahinkojen välttämiseksi on suoritettu. Materiaalia, mukaan lukien nestettä, joka massansa tai muun ominaisuutensa vuoksi tekee jätessäkestä liian vaikean käsiteltäväksi, ei saa sijoittaa säkkeihin. Suljetut säkit kannetaan jätteenvientipäivänä kiinteistön ulkopuolelle kadun rajalle keräyspaikalle, jossa tulee olla riittävästi tilaa kunnan jätteenkeräyslaitteistoille. (Local Municipality of Madibeng 2008, 7-10.)

Kunta tarjoaa kotitalouksille jätteenkeräyspalvelun Britsin, Hartbeespoortin, Oukasien, Mothutlungin, Damonsvillen, Sonopin ja

Lethlabilen alueella. Palvelussa on viiden säkin yläraja kotitaloutta kohden. Jos jollakin taloudella huomataan olevan säännöllisesti useampia säkkejä, maksu muutetaan sen mukaisesti. Myös puutarhajäte kerätään mustissa säkeissä asuinalueiden palvelupisteistä. Ainoastaan maataloille ei tarjota näitä palveluita, koska kunnan laajuus ja tilojen kaukainen etäisyys tekee siitä taloudellisesti hankalaa. On suositeltavaa, että kunta ohjeistaa maanviljelijöitä jätteenpoistotoimenpiteissä ja turvallisuudessa. (Local Municipality of Madibeng 2007; 20, 56.)

Kunnan tulee pitää yllä kaatopaikkaa kotitalous-, puutarha- ja rakennusjätteelle. Näiden jätejakeiden vieminen muualle kuin niille tarkotetuille vastaanottoaikoille on laitonta. (Local Municipality of Madibeng 2008, 15.)

3.3 Kerätyt jätemäärät

Madibengin ansiotulotilastojen mukaan asukkailla on kohtuullisen alhaiset tulot. Näin ollen asukkaiden odotetaan tuottavan suhteellisen vähän jätettä, vain 0,05-0,30 kg päivässä. Tulotason noustessa myös päivittäinen jätemäärä nousisi. Kunnan sekä urakoitsijoiden ja kadunlakaisijoiden keräämät jätemäärät koostetaan neljästi vuodessa tehtävään kunnalliseen raporttiin. (Local Municipality of Madibeng 2007, 20)

Taulukossa 2 on arvioitu Madibengin jätteentuotonkehitys kilogrammoina vuorokautta kohti vuosina 2007–2013. Arviot on jaoteltu eri asuinalueiden mukaan. Väestönkasvuksi odotetaan 1,05 prosenttia vuosittain. (Local Municipality of Madibeng 2007, 42.)

TAULUKKO 2. Arvioitu jätteen tuoton kehitys (Local Municipality of Madibeng 2007, 42)

Arvioitu jätteen tuoton kehitys (Kg/päivä)									
Alue	Asukas- luku (2006)	Jätteen- tuotto kg /päivä /henkilö	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Brits ja lähiseutu	80042	2,5	202206	204329	206475	208643	210834	213047	215284
Hartbeesport ja lähiseutu	9377	2,5	23689	23938	24189	24443	24699	24959	25221
Skeerpoort ja lähiseutu	6954	1,8	12648	12781	12915	13051	13188	13326	13466
Maalaiskylät ja maatilat	260024	0,3	78826	79654	80490	81335	82189	83052	83924
Yhteensä	356397		317369	320702	324069	327472	330910	334384	337896

3.4 Käsittely ja loppusijoitus

Madibengissa on yksi kunnallinen kaatopaikka, Hartbeesfontein, johon kotitalousjätteet vietään. Kaatopaikka vastaanottaa arviolta 54 000 tonnia jätettä vuosittain. Hartbeesfontein on lupansa mukaan luokiteltu luokkaan GMB-, mikä tarkoittaa, että kaatopaikalle voidaan hyväksyä yhdyskuntajätettä (general waste) 150–500 tonnia päivässä. Miinusmerkki tarkoittaa, että kaatopaikalla ei ole merkittäviä määriä kaatopaikkavettä. (Local Municipality of Madibeng 2007, 25; Wasteman 2015.) Etelä-Afrikan kansallisen jäteasetuksen (NEM: Waste Amendment Act, 2014) mukaan yhdyskuntajätteellä tarkoitetaan jätettä, joka ei aiheuta välitöntä vaaraa tai uhkaa terveydelle tai ympäristölle. Kyseiseen jätetyyppiin voi kuulua

- a. kotitalousjätettä
- b. rakennus- ja purkujätettä
- c. yritysjetettä
- d. maa-ainesta. (South African Waste Information Centre 2014.)

Rustenburgia koskevassa tutkimuksessa todettiin, että kotitalouksien tuottama vaarallinen jäte on iso haaste kaatopaikoilla. Havainto

todennäköisesti koskee myös Madibengia, joka on Rustenburgin naapurikunta. Alueella vaarallinen jäte päätyy tällä hetkellä kaatopaikalle normaalin jätteen mukana. Vaarallinen jäte vahingoittaa ympäristöä ja on riski kaatopaikan työntekijöille varsinkin, jos jätteessä on käytettyjä diabetes-neuloja ja muita teräviä esineitä. Yleisimpiä kotitalouksien vaarallisia jätteitä ovat käytetty öljy, liuottimet, hehkulamput, akut, elektroniikkajäte, kemikaalipurkit ja muut terveydelle vaaralliset jätteet. (Aaltonen 2012, 10–11.)

3.5 Tarveanalyysi

Madibengin kunnan jätehuoltopalveluiden nykytilanteessa ja tarveanalyysissä havaittiin tarpeita, jotka vaativat huomiota. Nämä tarpeet on tiivistettynä ohessa. (Local Municipality of Madibeng 2007, 36.)

- Jätteenminimointistrategioita ei ole kehitetty. Niitä pitää kehittää ja toteuttaa.
- Uudet Madibengin kunnassa tapahtuvan kehitystyön tulokset on sisällytettävä jätehuoltopalveluiden säädöksiin.
- Kunnan alueella on monia tontteja, joissa on laitonta jätettä. Tämä tulee huomioida, jotta jätteenhävitykseen liittyvä laitton toiminta saadaan hallintaan ja minimoitua.
- Madibengilla on huonokuntoista ja vanhaa laitteistoa, joka pitää uusia.
- Jätteesiirtopaikat tarvitsevat lupia.
- Kunnallisia jätetilastoja tulee pitää yllä ja päivittää tulevaisuuden päätöksentekoa varten sekä mukautua kansallisen jätetietojärjestelmän vaatimuksiin.
- Toimintastrategia tulisi kehittää henkilöstön vaihtuvuuden hallitsemiseksi. (Local Municipality of Madibeng 2007, 36.)

Lisäksi Madibeng ei tällä hetkellä toteuta kansallista jätestrategiaa. Kunta etsii keinoja kunnallisjätteen ohjaamiseksi materiaalin kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön keskittyen samalla voimakkaasti yhteisön aktivoimiseen

ja työpaikkojen luomiseen. Muita ensisijaisia kehittämisalueita ovat biohajoavan jätteen käsittely ja syntypistelajittelun aloittaminen. (Aalto 2015, 10.) Tässä tutkimuksessa käsiteltävä pilotti tukee kunnan jätteen minimointistrategioiden ja kierrätysstrategioiden kehittämistä.

4 HARTBEESPOORTIN SYNTYPAIKKALAJITTELUPILOTTI

4.1 Kohdealueet

Pilotissa on mukana kaksi suljettua asuinalueita Hartbeespoortista, Pecanwood ja Kosmos Ridge. Pohjoisen ja etelän kuntien yhteistyöhankkeen Lahden koordinaattori Anna Aalto vieraili kohdealueilla marraskuussa 2014. Aalto tapasi Madibengin edustajia ja he sopivat projektiin liittyvistä asioista. Luvussa 4.1. on lyhyesti esitelty alueet vierailun perusteella. (Aalto 2014b, 1-2.)

Pecanwoodin asuinalueella (kuva 2) on 776 taloa, joista ainoastaan puolet on vakituksessa käytössä ja puolet viikonloppuisin sekä lomakausina. Alueella on myös koulu, golf-klubi ja veneklubi. Pecanwood onkin tunnettu golfaamisesta. Asuinalueella on tällä hetkellä keräyspiste kierrätettäville jätteille ja komposti kaikelle puutarhajätteelle. Pecanwoodin asukasyhdistys oli myönteinen syntypaikkalajittelupilottia kohtaan, mutta toivoi, että kunta kiinnittäisi erityistä huomiota keräyspalvelun sujumiseen sovittuina ajankohtina säännöllisesti ja ajallaan siten, että pilotti vaikuttaisi mahdollisimman vähän asukkaiden arkeen. (Aalto 2014b, 4.)



KUVA 2. Pecanwood (Aalto 2014.)

Kosmos Ridgen asuinalue (kuva 3) sijaitsee Kosmoksen siirtokuorma-
aseman läheisyydessä Hartbeespoortissa. Asuinalueella panostetaan
suurten asuntojen rakentamiseen. Alueelle on suunniteltu 268 taloa, joista
108 on valmistunut, 8 rakenteilla ja 5-6 talon rakennustyöt on hyväksytty
aloitettavaksi vuoden 2015 alusta. 60 prosenttia taloista on vakituksessa
käytössä kun taas loput on varattu viikonloppu- ja lomakäyttöön. Esitys
Kosmos Ridgen syntypistelajittelusta on hyväksytty johtokunnan
tapaamisessa elokuussa 2014 ilman havaittavaa vastustusta. Vierailulla
havaittiin seuraavia asioita asuinalueen nykytilanteeseen liittyen:

- Asuinalueella ei tällä hetkellä pyritä kierrättämään.
- Kunta tekee standardinmukaisen jättenkeräyksen kerran viikossa.
- Noin 95 prosenttia asukkaista käyttää enemmän jättesäkkejä kuin
jäteastioita.
- Jätettä syntyy arviolta 4-5 jättesäkillistä (85 litraa) kotitaloutta kohti
viikoittain.
- Asukkaat vievät puutarhajätteen läheiselle siirtokuorma-asemalle.
(Aalto 2014b, 4-5.)



KUVA 3. Kosmos Ridge (Aalto 2014)

4.2 Palvelukonsepti

Madibengin kunta on aloittanut syntypaikkalajittelupilotin kotitalousjätteille tammikuussa 2015. Syntypaikkalajittelupilotti on kohdistettu Pecanwoodin ja Kosmos Ridgen asuinalueelle Harbeesportin taajamassa. Pilotti toteutetaan kaksiastiajärjestelmänä, jossa asukkaat on ohjeistettu erottelemaan tietyt kierrätettävät jättejakeet: muovi- ja lasijäte sekä tölkit valkoiseen jätessäkkiin, ja kierrätykseen kelpaamaton jäte mustaan jätessäkkiin (Madibeng Local Municipality 2014).

Seuraavaksi kunnan jätteenkerääjät vievät erotellut kierrätettävät jätteet siirtokuorma-asemalle, jossa yksityiset kierrättäjät lajittelevat materiaalin tarkemmin jälleenmyyntiä varten. Kunta hyötyy vähenevästä materiaalivirrasta kaatopaikalle ja aikoo toteuttaa syntypaikkalajittelun muillakin asuinalueilla, jos kokemukset Pecanwoodista ja Kosmos Ridgestä ovat positiivisia. (Aalto ym. 2015, 10.)

Alueen lähellä sijaitsevan Kosmoksen siirtokuorma-aseman mahdollisuudet materiaalien kierrätyksen suhteen on viime vuosina jätetty käyttämättä, koska jätteen talteenottokyvyssä on puutetta. Uuden pilotin myötä kierrätettävän jätteen saantia käsittelyyn voidaan tehostaa ja siirtokuorma-aseman kierrätystilat voidaan taas ottaa käyttöön. Kierrätystiloissa toimii kierrättäjien osuuskunta, joka saa kunnalta erilliskerätyn kierrätettävän jättejakeen käsiteltäväksi materiaalin jälleenmyyntiä varten. (Aalto ym. 2015, 10.)

Jätteenkerääjiä ei päästetä suljetuille asuinalueille, joten jätevirta kulkeutuu niistä suoraan kaatopaikalle. Lisäksi kotitalouskohtaiset jätemäärät ovat suhteellisen suuria asukkaiden korkeiden tulojen vuoksi. Madibeng onnistui järjestämään Pecanwoodin ja Kosmos Ridgen johtajien kanssa syntypaikkalajittelusysteemin kahdelle astialle, jolloin saatiin laajennettua kunnallisia jätekeräyspalveluita. Tämä edistää taloutta, kun siirtokuorma-aseman kierrättäjille tulee lisää resursseja. Kaatopaikkojen käyttöiän ja talouden kasvamisen myötä kunta hyötyy kasvavasta kierrätysasteesta. (Aalto ym. 2015, 10.)

5 JÄTTEEN KOOSTUMUSTUTKIMUS SUOMESSA

5.1 Tutkimuksen suunnittelu

Tässä osiossa on esitelty käytäntöjä ja kokemuksia jätteen koostumustutkimuksen tekemisestä Suomessa. Tekstissä on hyödynnetty Lotta Toivosen ja Olli Sahimaan laatimaa julkaisua ”Opas sekajätteen koostumustutkimuksiin”. Opas on käytännönläheinen menetelmäkuvaus, jota jätelaitokset ja muut jätteen koostumustutkimuksia toteuttavat toimijat voivat käyttää. Se on koottu Suomessa ja ulkomailla tehtyjen sekajätteen koostumustutkimuksien käytännöistä, suosituksista ja tietotarpeista. Oppaaseen on sisällytetty jätejakeiden luokittelusuositus, lajittelukokeiden toteuttamisohje sekä tulosten tilastolliseen tarkasteluun käytettävä työkalu. Opas on julkaistu Jätelaitosyhdistyksen internetsivuilla vuonna 2014. (Toivonen & Sahimaa 2014, 2.)

Lisäksi esimerkkitapauksina on esitelty Lahden ja Hämeen Ammattikorkeakoulujen opiskelijoiden opinnäytetöinä toteuttamia jätteen koostumustutkimuksia sekä toimeksiantona Lahden tiede ja yrityspuisto Oy:lle tehtyä energiajätepotentiaalitutkimusta. Esimerkkitapausten tarkoituksena on havainnollistaa, miten oppaan kuvaamat menetelmät toimivat käytännössä.

Ennen koostumustutkimuksen aloittamista tulee pohtia, miten tutkimus halutaan tehdä. Ensiksi hankkeelle määritellään tavoitteet, joiden perusteella sen onnistumista arvioidaan. On myös hyvä miettiä toteuttamiselle soveltuva ajankohta ja kesto sekä kartoittaa käytettävissä olevat varat. Lisäksi selvitetään, minkälaisessa ympäristössä tutkimus kannattaa tehdä ja mitä välineitä tarvitaan. Lopuksi valitaan tarkoituksenmukaisin otantamenetelmä. (Toivonen & Sahimaa 2014, 7-9.)

5.1.1 Tutkimuksen tavoitteiden määrittely

Tavoitteiden tarkoitus on kertoa, mitä, missä, milloin, miten ja miksi tutkitaan. Tavoitteet määrittävät, mikä on tutkimuksen kohdealue ja millä

tavoin jätejakeiden luokittelu tutkimuksessa tehdään. Yhteistyö jätealan toimijoiden kanssa on suositeltavaa tavoitteiden suunnittelussa ja toteuttamisessa. Näin saadaan enemmän tietoa ja kustannukset jakaantuvat useamman tahon kesken. Tutkimuksen kohteelle asetetaan rajat tavoitteiden määrittelyn yhteydessä. Kohde voi olla esimerkiksi kotitalouksien tai palveluntuottajien sekajäte. (Toivonen & Sahimaa 2014, 8-9.)

Olli Forsselin opinnäytetyön tavoite oli selvittää energijätteen toimialakohtainen materiaalikoostumus PHJ:n eli Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n toimialueelta. Tutkimuskuormat luokiteltiin niiden toimialan ja syntypaikan mukaan asumisen, kaupan, teollisuuden ja rakentamisen energijätteeksi. Tutkimus painottui energijätteen polttokelpoisuuden selvittämiseen ja jätteessä olevien epäpuhtauksien osuuksiin PHJ:n toimialueella, sekä toimialakohtaisten lajitteluohjeiden muokkaamiseen. Näin ollen työssä tuli keskittyä ainoastaan PHJ:n keräämiin energijätteisiin. Lajittelussa ei huomioitu jätejakeiden kierrätyskelpoisuutta. (Forssell 2011; 4, 9.)

Vastaavanlainen tutkimus on tehty myös Forssan alueella. Marja Peltosen teettämä tutkimus sisälsi seitsemän koostumustutkimusta, joissa Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:n keräämää energijätettä lajiteltiin eri komponentteihin. Peltosen opinnäytetyön yksi tavoitteista oli tutkia, miten LHJ Oy:n keräämän energijätteen koostumus muuttuisi, jos pahvi ja kartonki ohjattaisiin kierrätykseen, jolloin ne jäisivät pois energijätteestä. Tavoitteena oli myös verrata lajittelutuloksia vuonna 2000 ja 2001 tehtyyn energijätteen erilliskeräyskokeiluun. Tutkimuksessa siis tarkasteltiin ainoastaan LHJ:n toimialueen jätteiden koostumusta ja siinä käytettiin esikuvana aiemmin tehtyä koetta. (Peltonen 2012; 13, 23-27.)

Suvi Vanhalan opinnäytetyö liittyy niin ikään PHJ:n jätteisiin. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää materiaalikoostumus Kujalan jätekeskukseen tuotavista lavakuormista, jotka on ilmoitettu rakennus-, purku- ja kaatopaikkajätteeksi. Lisäksi työssä arvioidaan potentiaalia energia- ja hyötyjätteen erottamiseksi lavoista materiaalitehokkuuden lisäämiseksi

Päijät-Hämeen alueella. Tutkimus oli rajattu koskemaan ainoastaan näitä kahta jätejätettä, jotka on kerätty Päijät Hämeen alueelta. (Vanhala 2010; 1, 33.)

5.1.2 Tutkimuksen ajankohta, kesto ja budjetti

Koostumustutkimukselle on tärkeää tehdä tarkka aikataulusuunnitelma, josta selviää projektin suunnittelu, toteuttaminen ja tulosten analysointi. Vuodenaika vaikuttaa merkittävästi sekajätteen koostumukseen ja kertymään, joten koostumustutkimuksen jakaminen useaan eri vuodenaikaan tekee tuloksista luotettavampia. (Toivonen & Sahimaa 2014, 9-10.) Vanhalan tutkimus tehtiin loppukeväällä, Forssellin alkutalvesta ja Peltosen talvella. Tutkimuksen tekijät eivät ole kiinnittäneet erityistä huomiota vuodenaikaan, vaikka kyseessä on merkittävä tekijä tulosten luotettavuuden kannalta. (Vanhala 2010, 9; Forssell 2011, 7; Peltonen 2012, 23.)

Esimerkiksi puutarhajätteen osuus sekajätteessä on keväisin ja syksyisin suurempi verrattuna muihin vuodenaikoihin. Kiinteistöjen jätteet kannattaa kerätä normaalina jätteiden keräyspäivänä siten, että jätettä on ehtinyt kertyä vähintään viikon ajalta. Kun koostumustutkimuksen ajankohtaa valitaan, tulee välttää juhlapyhiä ja lomakausia tai muita tutkittavan jätteen koostumukseen vaikuttavia tekijöitä. (Toivonen & Sahimaa 2014, 10.)

Budjetti on tärkeää tehdä, jotta hahmotetaan kustannukset. Näihin kuuluvat muun muassa työntekijöiden palkat, varusteet, tilavuokra ja työkoneet. Luokittelu on tärkeää koostumustutkimuksissa, koska kustannukset painottuvat suunnitteluun ja tutkimuskuormien keräämiseen. Kustannukset ja tutkimuksiin kuluva aika riippuvat enimmäkseen siitä, millaisia tietotarpeita tutkimuksen tekijällä on. (Toivonen & Sahimaa 2014, 11.)

5.1.3 Työympäristö ja tarvittavat välineet

Työtila ja tarvittavat välineet kannattaa varata ajoissa, jotta ne voi ottaa heti käyttöön lajittelutyön alkaessa (välineet on esitelty liitteessä 2). Tilan tulee olla tarpeeksi tilava ja valoisa sekä sopivan lämmin ja ilmastoitu. Myös tauko- ja pesutilat on hyvä olla olemassa. (Toivonen & Sahimaa 2014, 11-12.)

5.1.4 Otantamenetelmä

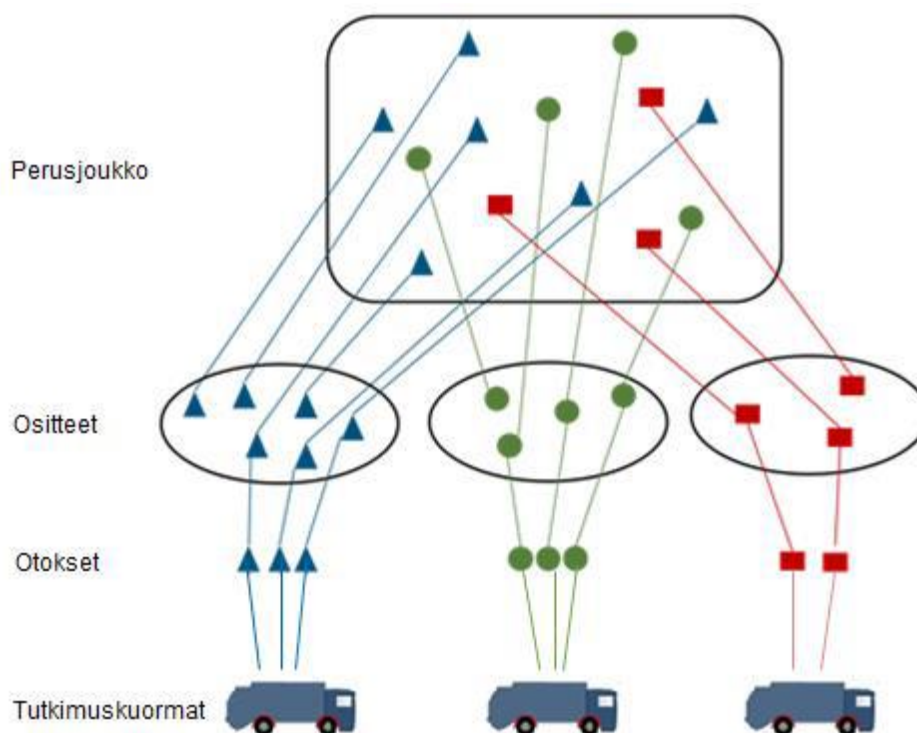
Suunnittelun perustaksi tutkimusalueelta kannattaa selvittää esimerkiksi asukkaiden ja kotitalouksien lukumäärä, asumisrakenne, väestön ikärakenne, ajalliseen vaihteluun mahdollisesti vaikuttavat tekijät, lajittelumahdollisuudet, tulotasot sekä muut tekijät, jotka saattavat olla hyödyllisiä tutkimuksen tavoitteiden kannalta. Tutkimusalueen taustatekijät on hyvä kuvailla tarkasti, jotta on mahdollista tehdä vertailuja. (Toivonen & Sahimaa 2014, 12.)

Otantamenetelmä on hyvä apukeino edustavien näytteiden saamiseksi jätevirrasta. Ositetussa otannassa perusjoukko, joka on tutkimuksen kohde, jaetaan toisensa poissulkeviin osiin, eli ositteisiin (Kuva 1). Sitten kustakin ositteesta poimitaan erilliset otokset satunnaisotannalla. Aineisto voidaan osittaa esimerkiksi jätteen tuottajan, aluetyypin tai kiinteistötyypin mukaan. Jakamalla sekajäte tällä tavalla homogeenisempiin osiin tiedosta saadaan luotettavampaa, tarvittava näytemäärä pienenee ja tietoa saadaan enemmän. (Toivonen & Sahimaa 2014, 12-14.)

Vanhala käytti tutkimuksessaan satunnaisotantaa lavakuormien valinnassa, mutta jakoi valitut kuormat kolmeen ryhmään, koska ne erosivat selvästi toisistaan (Vanhala 2010, 11). Myös Peltonen käytti satunnaisotantaa (Peltonen 2012, 23). Tilastokeskus määrittelee yksinkertaisen satunnaisotannan seuraavasti: "Yksinkertainen satunnaisotanta (eli SRS-otanta, simple random sampling) on otoksen poimintamenetelmä, jossa jokaisella perusjoukkoon kuuluvalla alkiolla on sama mahdollisuus tulla valituksi otokseen. Se on 'kaikkien otantojen äiti',

joka voi toimia lähtökohtana muille menetelmille ja johon muita menetelmiä verrataan.” (Tilastokeskus 2015.)

Kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien oppimisympäristö määrittelee ositetun otannan näin: ”Ositetun otannan avulla pyritään varmistamaan, että otos on mahdollisimman edustava tutkimuksen kannalta merkittävien ryhmien osalta. Edustavassa otoksessa tärkeät ryhmät ovat edustettuina otoksessa samassa suhteessa kuin perusjoukossa. Joskus jokin ryhmä voi olla niin pieni, että yksinkertainen satunnaisotanta ei pysty varmistamaan, että ryhmän edustus toteutuisi otoksessa.” (Kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien oppimisympäristö 2003.) Forssell jakoi tutkimuskuormat toimialan ja syntypaikan mukaan eri ryhmiin, joten hän käytti ositettua otantaa (Forssell 2011, 9). Kuva 4 havainnollistaa kyseistä menetelmää.



KUVA 4. Ositettu otanta (Toivonen & Sahimaa 2014, 13)

Aineiston osittamisessa on olennaista pohtia seuraavia kysymyksiä:

1. Miten tutkittava jätevirta saadaan jaettua mahdollisimman homogeenisiin ositteisiin? Esim. kotitalousjätteet voidaan erottaa muiden jätteen tuottajien jätteistä.
2. Mikä tieto on tutkimuksen tavoitteiden kannalta tärkeää? Esim. jos halutaan tutkia erilliskeräysjärjestelmän vaikutusta lajitteluaktiivisuuteen, voidaan aineisto osittaa kiinteistöjen lajittelumahdollisuuksien perusteella. (Toivonen & Sahimaa 2014, 13.)

Ositteista tulee saada edustavat näytteet, ja sen takia aineistoa ei kannata jakaa yli viiteen ositteeseen. Paikallistuntemus on hyvä apukeino ositusta tehtäessä, ja siinä voidaan hyödyntää mm. karttoja sekä jätelaitosten ja kuntien tietoaineistoja. (Toivonen & Sahimaa 2014, 13.) Forssell käytti osituskriteerinä jätteen tuottajia ja jakoi aineiston neljään ositteeseen (Forssell 2011, 9). Vanhala jakoi kuormat rakennusjätekuormiin, pienjäteasema Pillerin kuormiin ja muihin lavakuormiin. (Vanhala 2010, 11).

TAULUKKO 3. Koostumustutkimuksissa käytettyjä osituskriteerejä (Toivonen & Sahimaa 2014, 14)

Osituskriteeri	Esimerkki
Jätteen tuottajat	Kotitaloudet, koulut, sairaalat, kaupat ym. Aineiston osittaminen helpottuu, jos kerätään tutkimuskuormat erikseen joka jätteentuottajilta. Jätelaitosten asiakasrekisteristä voi olla hyötyä osittamisessa.
Aluetyypit	Keskusta, taajama, haja-asutusalue ym. Kartat ovat hyvä apu osittamisessa.
Keräysjärjestelmä	Aineisto voidaan osittaa esimerkiksi kiinteistökohtaisten lajittelumahdollisuuksien mukaan. Jätelaitosten sekä kuntien rekisteritiedot ovat hyödyllisiä osittamisessa.

Kiinteistötyypit	Kerrostalot, omakotitalot ym. Jätelaitosten sekä kuntien rekisteritiedot ovat hyödyllisiä osittamisessa.
Vuodenajat	Jätteen koostumus vaihtelee vuodenajan mukaan. Ihanteellisinta olisi tehdä tutkimus neljänä vuodenaikana.

Taulukkoon 3 on listattu eri osituskriteerit esimerkkeineen. Jos aineisto ositetaan jätteen tuottajan mukaan, voidaan otoksista kerättävien tutkimuskuormien laatua parantaa. Esimerkiksi kotitalouksien tuottama sekajäte on hyvin erilaista koulujen, sairaaloiden tai kauppojen tuottamaan sekajätteeseen verrattuna. Jos kuitenkin tutkimuskuormat halutaan kerätä suoraan jätteen tuottajilta, se vaatii ylimääräistä logistista suunnittelua ja näin kustannuksetkin kasvavat merkittävästi. (Toivonen & Sahimaa 2014, 14.)

Jos aineiston osittaminen tehdään jätteen tuottajan mukaan, tutkimuskuormat suunnitellaan ja kerätään yhdessä alueellisen jätehuollon edustajan kanssa erillisillä tutkimusajoilla. Tutkimusajot tehdään normaalin tyhjennysrytmin mukaisina päivinä, ja näin ollen kerättävät kiinteistöt poistetaan normaalien tyhjennysten ajolistalta. Jäteauton kuljettajan on hyvä tietää tutkimuksesta ja sen tavoitteista. Autossa tulee olla mukana myös tarkastaja, joka kirjaa muistiin jätteiden määrän ja tarkistaa, että täyttöaste sekä sisältö vastaavat toisiaan. Otokseen on hyvä varata reilusti kiinteistöjä, koska osa kiinteistöistä joudutaan monesti hylkäämään. Keräysreittien suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon lisäksi asumisrakenne, taloudessa asuvien henkilöiden lukumäärä ja tulotaso. (Toivonen & Sahimaa 2014, 15.)

Jos taas näytteet otetaan valmiista jätteenkäsittelijälle tuoduista kuormista, tieto jätteen alkuperästä menetetään. Nämä kuormat nimittäin sisältävät eri jätteen tuottajien jätteitä, eli jäte on heterogeenistä. Kyseisistä kuormista olisi hyvä selvittää, mistä jätteet on kerätty, kuinka paljon palvelu- ja elinkeinoelämän jätteitä päätyy kuormiin sekä kuinka usein astioita tyhjennetään. Koska sekajätteen laatu vaihtelee alueittain, olisi hyvä

kerätä kuorma mahdollisimman laajalta alueelta. Myös tällä tavalla sekajätteenäytteistä saadaan mahdollisimman tasalaatuisia. Aineisto kannattaa siis osittaa ainakin alueen mukaan. (Toivonen & Sahimaa 2014, 15.)

5.1.5 Näytteiden lukumäärä

Näytemäärä vaikuttaa tiedon luotettavuuteen. Sekajätteessä on sekä tasaisesti kertyviä jätteitä (esim. biojäte) että epätasaisesti kertyviä jätteitä (esim. metalli). Tasaisesti kertyvästä jätteestä saadaan luotettavaa tietoa pienemmällä näytemäärällä päinvastoin kuin epätasaisesti kertyvistä jätteistä. (Toivonen & Sahimaa 2014, 16.)

Euroopan Komission (2004) SWA-työkalussa on taulukko, jolla arvioidaan tarvittavaa näytemäärää jakeiden hajonnan perusteella. Jos hajonta ei ole tiedossa, suositellaan 35 näytteen tutkimista kotitalouksien sekajätteestä. Silloin kun aineisto on ositettu, riittää että tutkitaan kuusi näytettä per osite. (Toivonen & Sahimaa 2014, 16-17.)

Forssell ei mainitse opinnäytetyössään, montako näytettä kustakin kuormasta tutkittiin. Kuormia tutkittiin yhteensä 16, joista 6 oli asumisen, 3 kaupan, 4 teollisuuden ja 3 rakentamisen energijätettä. (Forssell 2011, 17.) Vanhala ei omassa tutkimuksessaan myöskään mainitse, että lavakuormista olisi otettu näytteitä, vaan ilmeisesti kuormat on käyty läpi kokonaan. Kuormia oli yhteensä 12, joista 6 oli rakennusjätekuormia, 3 pienjäteasema Pillerin kaatopaikkajätekuormia ja loput 3 muita lavakuormia, joihin kuului muun muassa teollisuuslaitoksen ja autokorjaamon jätteitä. (Vanhala 2010, 12-13.) Peltonen kertoo opinnäytetyössään, että seitsemästä tutkimuskuormasta yksi lajiteltiin kokonaan ja lopuista otettiin satunnaisia näytteitä. Näytteet otettiin 140 litran jäteastioihin. (Peltonen 2012, 24.)

5.1.6 Näytteiden koko

Sekajätteen sisältämät suuret esineet vääristävät tuloksia, jos tutkittava näyte on liian pieni, joten ne kannattaa erotella pienestä jätteestä ja tutkia erikseen laskennallisilla menetelmin. Yhteen näytekasaan on hyvä kerätä 100-200 kotitalouden jätteet. Näytekasa painaa yhden viikon jätekertymällä noin 1-2,5 tonnia. Käsillä lajiteltavan näytteen suositeltu koko on 100 kg eli noin 600 litraa. (Toivonen & Sahimaa 2014, 17.)

Kuormakohtainen näytekasan paino oli Forssellin tutkimuksessa 400-600 kg (Forssell 2011, 17). Vanhala ei puhu näytteistä mitään, mutta tutkimuskuormien paino vaihteli 494 kg:n ja 3 363 kg:n välillä (Vanhala 2010, 13). Peltosen kuormat painoivat noin 1800 kg (Peltonen 2012, 23).

5.2 Tutkimuksen toteutus

5.2.1 Näytteiden käsittely

Tutkimuskuorman jakaminen näytekasoihin ja näytteiden käsittely koostuu seuraavista vaiheista:

1. Tutkimuskuorma tuodaan jäteautolla, jonka massa selvitetään punnitsemalla jäteauto ennen ja jälkeen tyhjennyksen. Kuorma kipataan hallin lattialle tai muulle kovalle alustalle. Kuorma merkitään numerolla.
2. Kuorma sekoitetaan kauhakuormaajalla varoen jätteiden rikkoontumista. Jätteet levitetään pitkäksi vanaksi, jotta ne on helppo jakaa näytekasoihin.
3. Kuorma erotellaan näytekasoiksi ja jokaista käsitellään erikseen. Näytekasat merkitään numeroilla.
4. Näytekasa tutkitaan järjestelmällisesti.
5. Jäljelle jääneestä näytekasasta lapioidaan eri puolilta 100 kg painava kokoomanäyte erilliseen astiaan.

6. Käsinlajittelu on selitetty tarkemmin luvussa 5.2.3.
7. Lajittelupöydälle ja seulan alle pudonnut hienoaines punnitaan ja sen massa jaetaan eri jaeluokkiin silmämääräisesti.
8. Kun lajittelu on tehty, jakeet punnitaan ja tulokset kootaan Excel-työkaluun.
9. Lajitellut ja punnitut jätejakeet tulee kuljettaa sopivaan keräyspisteeseen. Vaaralliset jätteet erityisesti täytyy hävittää oikein. (Toivonen & Sahimaa 2014, 18-19.)

Suuret ja painavat jätteet erotetaan kasasta omiin materiaaliin mukaisiin kasoihinsa. Jätesäkit avataan, mutta ei jätepusseja. Jos jätesäkki sisältää vain yhtä jätejakeetta, esim. energijätettä, säkki voidaan lajitella kokonaisuutena. Tämän jälkeen suurista ja painavista jätteistä koostuva kasa punnitaan. (Toivonen & Sahimaa 2014, 19.) Suurten kappaleiden punnitsemiseen voi käyttää esimerkiksi haarukkavaunuvaakaa, jossa on yhden kilogramman tarkkuus, ja pienempiin jätteisiin tasovaakaa, jossa on 50 gramman tarkkuus (Forssell 2011, 8).

Hienoainesta on myös hyvä lapioida mukaan. Astia kannattaa varustaa etukäteen lapulla, johon merkitään näytenumero. Näyte punnitaan, ja tarkka paino merkitään samalle lapulle. Tällä tavalla lajittelun jälkeen voidaan tarkistaa, että lajiteltujen näytteiden paino on sama kuin koko näytteen paino. (Toivonen & Sahimaa 2014, 19.)

On hyvä tarkistaa, että lajiteltujen näytteiden ja hienoaineksen massa vastaa noin 100 kg kokoomanäytteen massaa. Excel-työkalulla on kätevää lisätä sekä hienoaines että suurten kappaleiden laskennallinen osuus käsin lajiteltuihin näytteisiin (Koostumustutkimusten Excel-työkalu 2014). Näin saadaan kokonaisnäytteen massa, eli käsin lajitellun osuuden, laskennallisen suurten kappaleiden osuuden ja hienoaineksen massojen summa. (Toivonen & Sahimaa 2014, 19.)

Forssellin tutkimuksessa tarkasteltiin energijätettä 16 kuormaa, joiden yhteispaino oli 7736 kg. Jäte tuotiin energijätteen paalaushallin

ulkopuolelle, josta tarvittu määrä siirrettiin pyöräkoneella hallin sisään. (Forssell 2011, 7.) Vanhalan työssä käytettiin samaa paalaushallia. Tutkimuksessa jätteet kaadettiin hallin lattialle yksi lavakuorma kerrallaan, ja jätteet lajiteltiin käsin eri jakeisiin. Yhden lavan lajittelu kesti 2-3 työntekijältä 1-4 työpäivää. (Vanhala 2010, 9.)

5.2.2 Suurten kappaleiden osuuden lisääminen näytteeseen

Käsin lajiteltavan näytteen massaun lisätään jaakohtaisesti suurten esineiden osuus, kertomalla kunkin jaeluokan suurten esineiden massa kertoimella x . Kertoimen avulla voidaan laskea, kuinka paljon suurta jätejätettä olisi käsin lajiteltavassa näytteessä, jos kyseinen jae olisi tasaisesti jakautunut näytekasaa. Tällä tavalla yksittäisten suurten kappaleiden vaikutusta lopputulokseen saadaan lievennettyä. (Toivonen & Sahimaa 2014, 20.) Asian voi havainnollistaa seuraavalla kaavalla:

$$x = \frac{k}{o - s}, \text{ jossa}$$

k = käsin lajitellun näytteen massa

o = näytekasaa massa

s = näytekasasta eroteltujen suurten kappaleiden massa

Otetaan esimerkiksi näyte, jossa

- käsin lajiteltavan näytteen massa on 50 kg
- näytekasaa massa on 1 100 kg
- näytekasasta eroteltujen suurten kappaleiden massa on 100 kg ja
- suurista kappaleista erotellun yksittäisen kattilan massa on 2 kg.

Näin ollen käsin lajitellun jaeluokan "Muu metalli" painoon lisätään kattilan osuutena $50 \text{ kg} / (1\,100 \text{ kg} - 100 \text{ kg}) * 2 \text{ kg} = 0,1 \text{ kg}$. Tämä massa vastaa sitä osuutta, minkä verran näytteessä olisi ollut kattilan metallia, jos se olisi ollut jakautuneena tasaisesti näytekasaa. (Toivonen & Sahimaa 2014, 20.)

5.2.3 Käsinlajittelu

Käsinlajittelu tehdään lajittelupöydällä, joka ympäröidään merkityillä säkeillä, ämpäreillä ja saaveilla riippuen jaeluokasta. Jätteet levitetään roskapusseista pöydälle, josta ne lajitellaan sopiviin jaeluokkiin. (Sahimaa & Toivonen 2014, 20-21.) Pöydät voi koota esimerkiksi puujätteeseen menevistä lavoista (Forssell 2011, 8).

Lajittelupöydällä voidaan käyttää seulaa, jonka silmäkoko on yleensä 10-30 mm. Seulan läpi menevä hienoaines jaetaan silmämääräisen arvion mukaan eri jaeluokkiin. Valtaosa hienoaineksesta on usein paperia ja biojätettä. Loppu voidaan luokitella muuhun polttokelpoiseen ja muuhun polttokelvottomaan. Raportissa kannattaa ilmoittaa hienoaineksen osuus niistä luokista, joihin se on jaoteltu. (Toivonen & Sahimaa 2014, 21.)

Materiaalit täytyy irrottaa lajittelun aikana toisistaan. Jos se ei onnistu, jäte lajitellaan sen materiaalin mukaan, jota on eniten. ”Väärää” materiaalia saa olla korkeintaan 5 prosenttia esineen painosta. Esimerkiksi muovissa ja kartongissa on monesti biojätettä epäpuhtautena. (Toivonen & Sahimaa 2014, 21.) Myös PVC:n erottaminen muusta muovijätteestä on tärkeää, koska se ei sovellu poltettavaksi suuren klooripitoisuuden vuoksi. Polttokoe onkin toimiva keino selvittää muovityyppi. (Forssell 2011; 8, 16.)

Käsin lajiteltavat näytteet tulee lajitella mahdollisimman pian keräyksestä, sillä muuten kosteuspiitoisuus aiheuttaa esineeseen painon vaihtelua (Toivonen & Sahimaa 2014, 21). Forssellin tutkimuksessa kuormia alettiin tutkia heti niiden saavuttua Kujalan jäteasemalle, eli kaikesta päätellen kuormat oli vasta kerätty. Kuormien lajitteluun meni aikaa 1-4 päivää ja lajittelijoita oli samoin 1-4. (Forssell 2011; 7, 31, 43.) Myös Vanhalan tutkimuksessa kuormia alettiin ilmeisesti käydä läpi heti niiden keräyksestä. Kuormien lajittelu kesti 1-4 työpäivää 2-3 lajittelijan voimin. (Vanhalala 2010, 9.)

5.2.4 Jätejakeiden luokittelu

Jaeluokitukseen valitaan kolmesta hierarkkisesta tasosta tutkimukselle sopivin vaihtoehto. Ensimmäisen tason jaeluokat jakautuvat toisella ja kolmannella tasolla tarkempiin luokkiin. Kaikkia jakeita ei ole pakko lajitella samalla tasolla vaan tasoja voi valita oman mielen mukaan. Jos halutaan tarkempaa tietoa esimerkiksi muovi- ja lasijätteestä, voi muut jaeluokat lajitella ensimmäisellä tai toisella tasolla ja muovin ja lasin kolmannella tasolla. Koostumustutkimuksissa käytettävät jaeluokat on esitetty taulukossa 4. (Toivonen & Sahimaa 2014, 22.)

TAULUKKO 4. Koostumustutkimuksessa käytettävät jaeluokat (Toivonen & Sahimaa 2014, 22)

1. taso (11 luokkaa)	2. taso (27 luokkaa)	3. taso (38 luokkaa)
1. Biojäte	1.1 Keittiöjäte 1.2 Puutarhajäte 1.3 Muu biojäte	Keittiöjäte 1.2.1 Risut ja oksat 1.2.2 Muu puutarhajäte Muu biojäte
2. Paperi	2.1 Paperipakkaukset 2.2 Muu paperi	Paperipakkaukset 2.2.1 Tuottajavastuun alainen keräyspaperi 2.2.2 Muu paperi
3. Kartonki ja pahvi	3.1 Kartonkipakkaukset 3.2 Pahvipakkaukset 3.3 Muu kartonki ja pahvi	3.1.1 Alumiinipinnoitetut kartonkitölkit 3.1.2 Muut kartonkipakkaukset Pahvipakkaukset Muu kartonki ja pahvi
4. Puu	4.1 Puupakkaukset 4.2 Kyllästetty puu* 4.3 Muu puu	Puupakkaukset Kyllästetty puu* 4.3.1 Rakennus- ja purkupu 4.3.2 Muu puu
5. Muovit	5.1 Muovipakkaukset 5.2 Muu muovi	5.1.1 Kovamuovipakkaukset 5.2.2 Kalvomuovipakkaukset 5.2.1 Muu kovamuovi 5.2.2 Muu kalvomuovi
6. Lasi	6.1 Lasipakkaukset 6.2 Muu lasi	Lasipakkaukset Muu lasi
7. Metall	7.1 Metallipakkaukset 7.2 Muu metalli	7.1.1 Alumiinipakkaukset 7.1.2 Muut metallipakkaukset Muu metalli
8. Tekstiilit ja jalkineet	8.1 Jalkineet ja laukut 8.2 Muut tekstiilit	Jalkineet ja laukut 8.2.1 Vaatteet 8.2.2 Muut tekstiilit
9. Sähkölaitteet ja akut	9.1 Sähkölaitteet 9.2 Paristot ja pienakut* 9.3 Ajoneuvoakut*	9.1.1 Loisteputki-, energiansäästö- ja LED-lamput* 9.1.2 Muut sähkölaitteet Paristot ja pienakut* Ajoneuvoakut*
10. Vaaralliset kemikaalit*	10.1 Lääkkeet* 10.2 Muut vaaralliset kemikaalit*	Lääkkeet* Muut vaaralliset kemikaalit*
11. Sekalaiset jätteet	11.1 Sekalaiset pakkaukset 11.2 Vaipat ja siteet 11.3 Muut sekalaiset jätteet	Sekalaiset pakkaukset Vaipat ja siteet 11.3.1 Muut polttokelpoiset jätteet 11.3.2 Kiviainekset 11.3.3 Muut polttokelvottomat jätteet

*tähdellä merkityt jaeluokat ovat vaarallista jätettä

Vanhala käytti jakeiden luokittelussa perustana PHJ:ssa vuonna 2006 tehdyn kaatopaikkatutkimuksen luokitusta, johon lisättiin rakennus- ja purkujätteen erityisominaisuuksien vaatimat jakeet. Jakeet on lueteltu alla:

- 1 metalli
- 2 kaapeli
- 3 sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
- 4 rengas
- 5 keräyspahvi, -kartonki ja -paperi
- 6 biojäte ja pehmopaperi
- 7 risu- ja haravointijäte
- 8 energiajäte
- 9 murskattava energiajäte
- 10 tekstiili
- 11 iso kappale
- 12 puu ja puru
- 13 tiili- ja betonijäte
- 14 asfaltti
- 15 maa-aines ja muu hienoaines
- 16 polttokelpoinen kaatopaikkajäte
- 17 loppusijoitettava kaatopaikkajäte
- 18 lasi, lasivilla ja –kuitu (Vanhala 2010, 14.)
- 19 kipsilevy
- 20 PVC- muovi ja nahkatuote
- 21 muju
- 22 ongelmajäte

23 kestopuu.

Jaeluokittelusta saatavan tiedon lisäksi koostumustutkimusten yhteydessä voi olla tarpeen myös tarkempi tieto. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi metallien tarkempi koostumus, syötävän ruoan osuus biojätteestä, eri muovilaatujen määrät (esim. PVC) ja sekajätteen lämpöarvo. (Toivonen & Sahimaa 2014, 24-25.)

5.2.5 Turvallisuus, varusteet ja henkilöstön kouluttaminen

Kannattaa huolehtia ennen töiden aloittamista, että lajittelijoiden suojarusteet ja muut tarpeelliset välineet ovat käyttökunnossa. Myös lajittelijoiden pitää olla hyvässä fyysisessä kunnossa eivätkä he saa olla allergisia pölylle ja hajuille. Lajittelijoiden on syytä ottaa jäykkäkouristus- polio- ja A-hepatiittirokotukset. (Toivonen & Sahimaa 2014, 25.)

Lajitteluhenkilökunta perehdytetään ja heidän tulee olla tietoisia seuraavista asioista:

- Mitkä ovat koostumustutkimuksen tavoitteet.
- Henkilökunnan tulee käyttää suojavälineitä. Työnjohtaja valvoo niiden käyttöä.
- Ruokaa ja juomaa ei saa nauttia kesken lajittelun. Juominen on sallittua ainoastaan erillisessä taukotilassa käsien ja kasvojen pesun jälkeen.
- Lajitteluvarusteet pitää riisua ennen kuin siirrytään taukotilaan. Taukotilan ovea ei saa avata hansikkaat kädessä.
- Jätepussiin ei saa työntää kättä, vaan jätteet kaadetaan aina lajittelupöydälle jolloin nähdään mihin tartutaan.
- Lajittelijat tunnistavat vaaralliset jätteet.
- Lajittelijat osaavat noudattaa lajitteluohjeita.
- Lajittelijat osaavat käyttää tarvittavia elektronisia laitteita.
- Lajittelijat tietävät, kuinka toimia hätätilanteessa ja osaavat antaa ensiapua.

- Työn päätyttyä kaikki laittavat kertakäyttöhaalarin muovisäkissä jätteastiaan ja käyvät suihkussa. (Toivonen & Sahimaa 2014, 25.)

5.3 Tulosten analysointi

5.3.1 Tilastollinen tarkastelu

Tulosten tilastollinen tarkastelu ja luottamusvälin esittäminen on tärkeää. Tilastollisella tarkastelulla voidaan havainnollistaa tulosten tarkkuutta. Luottamusväli antaa tietoa tuloksena käytetyn keskiarvon luotettavuudesta. Jos esimerkiksi keskiarvo biojätteen osuudesta sekajätteessä on tutkimuksen mukaan 48 %, luottamusväli kertoo, että todellisuudessa biojätettä on 95 % varmuudella 40-56 % sekajätteestä. Monesti tulos esitetään muodossa 48 kg \pm 8 kg, jolloin tulosten luotettavuus tulee esille. Myös haluttu luottamustaso täytyy valita, kun lasketaan luottamusväliä. Excel-työkalussa käytetään 95 % luottamustasoa. (Toivonen & Sahimaa 2014, 26.)

Jätelaitosyhdistyksen www-sivuilla on saatavilla Excel-työkalu koostumustutkimusten tulosten tilastollista tarkastelua varten. Työkalulla voidaan tallentaa tutkimuksen tiedot ja tarkastella tuloksia tilastollisesti. Ohjelmaan lisätään kerätyt tiedot ja se laskee keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan, variaatiokerroimen sekä suhteellisen ja absoluuttisen luottamusvälin. Variaatiokerroin ilmoittaa muuttujan arvon vaihtelun keskiarvon ympärillä. Hajonta näytteiden välillä on sitä suurempi, mitä suurempi on variaatiokerroin. Excel-työkalun avulla on myös kätevä lisätä suurten esineiden ja hienoaineksen osuudet käsin lajiteltuihin näytteisiin. (Toivonen & Sahimaa 2014, 26.)

5.3.2 Potentiaalin tarkastelu

Juho Mäkelä kertoo Lahden tiede ja yrityspuistolle tekemänsä tutkimuksen tavoitteeksi Päijät-Hämeen kuntien toimipaikkojen ja yritysten energiajätevirtojen selvittämisen. Pyrkimyksenä oli tutkia, kuinka paljon

energiajätettä Päijät-Hämeen alueelta voisi saada. Tiedot saatiin selville laskennallisesti vertailemalla yritysten energiajättemääriä liikevaihtoon ja henkilömäärään. (Mäkelä 2012; 4, 8.)

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa perehdyttiin aiheeseen lukemalla monipuolisesti energiajätteestä, materiaalien kierrätyksestä, jätevirroista ja jätteenpoltoista. Toisessa vaiheessa selvitettiin Päijät-Hämeen alueen yritysten energiajättemääriä, joita verrattiin suhteessa liikevaihtoon ja henkilömäärään. Tällä tavoin saatiin tunnusluvut kunkin yrityksen energiajätteen määrästä toiminnan kokoon suhteutettuna. Näistä tunnusluvuista laskettiin toimialan mukaan keskiarvot, jotka kerrottiin toimialan kokonaishenkilömäärällä ja -liikevaihdolla. Toimialojen energiajätteen tuotosta saatiin näin kaksi arviota. Laskemalla energiajättemäärät toimialoittain yhteen, saatiin kaksi arviota energiajätteen synnystä Päijät-Hämeen yrityksissä. Lopuksi tutkimukseen lisättiin arviot kuntasektorin ja asumisen energiajätteepotentiaalista, jolloin saatiin selville Päijät-Hämeen energiajätteepotentiaali kokonaisuudessaan. (Mäkelä 2012, 8.)

5.3.3 Tutkimuksen virhelähteet

Mahdolliset virhelähteet pitää mainita, kun esitellään tuloksia. Tällaisia ovat esimerkiksi epäpuhtaudet sekajätteen sisältämässä materiaaleissa (paperissa ja muovissa on usein elintarvikkejäämiä), sekajätteen koostumuksen ja määrän vaihtelut, ongelmat näytteenotossa ja lajittelussa, suurten kappaleiden ja hienoaineksen osuudet sekä virheet aineiston käsittelyssä. (Toivonen & Sahimaa 2014, 26–27.)

5.3.4 Raportin kirjoittaminen

Koostumustutkimuksen tulokset ja tilastot kootaan raporttiin, jotta muutkin voivat hyödyntää niitä. Raportissa esitetään tutkimuksen tavoitteet, tutkimusalue, tutkimustapa, tulokset sekä tilastolliset tarkastelut. Tutkimuksen tavoitteet rajaavat tuloksissa esitettävät asiat. (Toivonen & Sahimaa 2014, 27.)

Esiteltäviä asioita voivat olla esimerkiksi:

- Jättemäärä yhteensä ja eri jakeiden määrät kg/as/a
- Tuottajavastuun alaisten jätteiden osuus sekajätteessä
- Vaarallisten jätteiden osuus sekajätteestä
- Biohajoavan jätteen osuus sekajätteestä
- Polttokelpoisen jätteen osuus sekajätteestä (Toivonen & Sahimaa 2014, 27-28.)

6 JÄTEKOOSTUMUSTUTKIMUS HARTBEESPOORTIN SYNTYPAIKKALAJITTELUPILOTILLE

Tässä luvussa esitellään ehdotus jätekoostumustutkimussuunnitelmasta Madibengin kunnalle Hartbeespoortin syntypaikkalajittelupilotin arvioimiseksi. Syntypaikkalajittelupilotissa kotitaloudet ovat erotelleet kaatopaikkajätteestä muovi- ja lasipullot sekä tölkit. Luvussa käydään läpi jätekoostumustutkimuksen tavoitteet, annetaan suositus otanta- ja näytteenottomenetelmistä sekä tutkittavista jäteluokista. Lopuksi annetaan ohjeita tulosten analysointiin. Madibengin viranomaisten työn tukemiseksi on myös laadittu taulukkotyökalu, jota tutkimuksessa voidaan hyödyntää tulosten keräämiseen ja analysointiin (LIITE 1).

6.1 Tavoitteiden määrittely

Madibengin syntypaikkalajittelupilotin arvioimiseksi tutkimusasetelman tulisi tuottaa tietoa seuraavien kysymysten vastaamiseen:

- Miten kierrätettävän materiaalin erottamisessa onnistuttiin?
- Mitä kierrätyspotentiaalia sekajätteessä olisi?
- Miten materiaalinkierrätystä voitaisiin kehittää kohteissa jatkossa?
- Olisiko syntypaikkalajittelupilottia kannattavaa laajentaa jatkossa?

Näitä kysymyksiä on analysoitu taulukossa 5, johon on koottu ne tiedot, jotka tutkimuksessa olisi tuotettava, jotta kysymyksiin voitaisiin saada vastaus. Jokaisen kysymyksen kohdalla on kerrottu erikseen, mitä tietoa on oltava käytettävissä, jotta saadaan luotettava arvio vastauksesta.

TAULUKKO 5. Tutkimustavoitteet

Tutkimuskysymys	Tietotarpeet
Miten kierrätettävän materiaalin (lajiteltavat kierrätettävät) erottamisessa onnistuttiin?	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Lajiteltavien kierrätettävien määrä kg/vuosi/talous? ➔ Lajiteltavien kierrätettävien kokonaissaanto kg/vuosi? ➔ Epäpuhtauksien määrä lajiteltavien kierrätettävien jakeessa (%) ➔ Lajiteltavien kierrätettävien määrä sekajätteessä (%) <ul style="list-style-type: none"> ○ Kertoo, paljonko lajiteltavia kierrätettäviä lajitellaan väärin. <p>(Lajiteltavat kierrätettävät: Lasi- ja muovipullot sekä tölkit)</p>
Mitä kierrätyspotentiaalia sekajätteessä olisi?	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Lajiteltavien kierrätettävien määrä sekajätteessä (% ja kg/vuosi) ➔ Muiden kierrätettävien ja uudelleen käytettävien jakeiden määrä sekajätteessä (% ja kg/vuosi) <p>(Lajiteltavat kierrätettävät: Lasi- ja muovipullot sekä tölkit)</p>
Miten materiaalinkierrätystä voitaisiin kehittää kohteissa jatkossa?	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Muiden kierrätettävien ja uudelleen käytettävien jakeiden määrä sekajätteessä (% ja kg/vuosi) ➔ Kierrätettävien jakeiden markkinahinta ja paikalliset hyödyntämismahdollisuudet
Olisiko syntypaikkalajittelupilottia kannattavaa laajentaa jatkossa?	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Lajiteltavien kierrätettävien määrä sekajätteessä (% ja kg/vuosi) ➔ Lajiteltavien kierrätettävien markkinahinta ➔ Lajittelun kustannukset kunnalle ➔ Asukkaiden mielipiteet palvelusta

6.2 Otantamenetelmä

Voidaan olettaa, että Pecanwoodin ja Kosmos Ridgen asukkaat edustavat suurin piirtein samaa sosioekonomista asemaa, joten asukkaiden tuottama jäte on suhteellisen homogeenista. Näin ollen satunnaisotanta voisi olla riittävä menetelmä. Toisaalta yritystoiminnan (Pecanwood Golf Club ja veneklubi), koulun ja kotitalouksien jätteet olisi hyvä tutkia erikseen, koska jätelaadut ja lajittelutarkkuus voivat olla erilaisia. Lisäksi Pecanwoodin ja

Kosmos Ridgen kotitalouksien lajittelutarkkuudessa saattaa olla eroja. Sitä paitsi Pecanwoodilla on pidempi lajitteluhistoria, joten asukkaat voivat olla kokeneempia kierrättäjiä. Jos näitä eroja halutaan vertailla, on suositeltavaa käyttää menetelmänä ositettua otantaa, jossa perusjoukosta on huomioitu seuraavat viisi ositetta: Pecanwood Golf Club, veneklubi, koulu sekä Pecanwoodin kotitaloudet ja Kosmos Ridgen kotitaloudet.

6.3 Näytteenotto

Tutkimuskuormat kerätään erikseen näistä viidestä ositteesta. Kuorma tarkoittaa yhden keräyskierroksen aikana kerättyjä jätteitä eli viikon jätekertymää. Jokaisesta ositteesta on tarkoitus ottaa tarkasteluun kaksi kuormaa, jotta voidaan huomioida ajallisia eroja jätteen synnyssä ja laadussa. Tarkasteltavat kuormat valitaan lomakaudelta ja muulta ajalta. Taulukossa 6 on esitelty suositellut näytteenottooperusteet selkeästi.

TAULUKKO 6. Suositus näytteenottooperusteista ositteittain

	Osite	Kuorma	Näyte
1.	Pecanwoodin kotitaloudet	2	3-6
2.	Kosmos Ridgen kotitaloudet	2	Koko kuorma
3.	Koulu (Pecanwood)	2	Koko kuorma
4.	Golf-klubi (Pecanwood)	2	Koko kuorma
5.	Veneklubi (Pecanwood)	2	Koko kuorma

Tärkeää on ottaa huomioon, että Pecanwoodin ja Kosmos Ridgen asukasluku lisääntyy lomakausina, sillä noin puolet asunnoista on lomakäytössä. Tämä luonnollisesti tarkoittaa jätteesynnyn hetkellistä lisääntymistä. Näin ollen osa tutkimuskuormien keräyspäivistä kannattaa ajoittaa lomakauteen ja osa muulle ajalle, jolloin jätteentuotosta saadaan

mahdollisimman luotettava keskiarvo. Jätteen tuotto saattaa vaihdella jonkin verran eri vuodenaikoina, joten tutkimusajojen jakaminen eri vuodenaikojille on myös suositeltavaa.

Yleensä käsin lajiteltavan näytteen on hyvä olla kooltaan 100 kg (noin 600 litraa) sen jälkeen, kun suuret esineet on karsittu pois. Jos tutkimuskuorman joukossa on poikkeuksellisen suuria esineitä, kannattaa näytteen olla riittävän suuri, jotta esineet eivät vääristä tuloksia. Tässä tapauksessa kohdealueet ovat sen verran pieniä, että kuormien koko ei todennäköisesti ole läheskään 100 kg kaikkien ositteiden osalta. Näin ollen on suositeltavaa tutkia koko kuorma ositteiden 2-5 kohdalla. (Toivonen & Sahimaa 2014, 17.)

Kotitalouksien kuormakoosta ei ole käytössä tarkkaa arviota ja se vaihtelee oletettavasti merkittävän paljon, koska osa asunnoista on vapaa-ajan asuntoja. Vakituksia asujia on Pecanwoodissa 50 % kotitalouksista ja Kosmos Ridgessä 60 %. Yksi henkilö tuottaa päivässä keskimäärin 2,5 kg jätettä, joten viikoittainen jätemäärä on 17,5 kg henkilöä kohti. (Aalto 2014b, 4-5; Local Municipality of Madibeng 2007, 42.)

Tältä pohjalta on arvioitu kotitalouksien jätemääriä taulukossa 7. Max-merkintä asuinalueen perässä tarkoittaa kotitalouksien määrää lomalaisten ollessa paikalla, ja min-merkintä määrää lomalaisten ollessa poissa. Arvioiden mukaan Kosmos Ridgen kuormat voitaisiin analysoida kokonaisuudessaan, mutta Pecanwoodin kuormista olisi suositeltavaa ottaa näytteitä kuormien suuremman koon vuoksi. Koska kotitalousositteiden jäte oletetaan hyvin homogeeniseksi, ei ole tarpeellista tarkastella koko kuormaa.

TAULUKKO 7. Arvio kotitalouksien jätemääristä kuormittain viikossa (Aalto 2014b, 4-5)

Osite	Kotitaloudet	Jättemäärä kg/ kuorma (17,5 kg/henkilö/viikko)
Pecanwood (max)	776	13 580
Pecanwood (min)	388	6 790
Kosmos Ridge (max)	108	1 890
Kosmos Ridge (min)	65	1138

Ennen jätteiden lajittelun aloittamista kannattaa varmistaa suojarusteiden ja muiden tarpeellisten välineiden käyttökunto. Liitteessä 2 on luettelo koostumustutkimuksessa tarvittavista välineistä. Turvallisuudesta ja henkilöstön kouluttamisesta on kerrottu luvussa 5.2.5.

6.4 Kotitalousjätteen kierrätyspotentiaali

Alla on lueteltu tärkeimmät jätejakeet, jotka Etelä-Afrikassa voi kierrättää, sekä ohjeita kierrättämiseen.

6.4.1 Biojätteet

Asukkaat voivat perustaa omaan puutarhaansa kompostin ja laittaa ruokajätteet, puutarhajätteet ja likaantuneen paperin. Lihaa ei kannata laittaa kompostiin, koska se voi houkuttaa rottia. Jos ei ole tilaa kompostille, yksi vaihtoehto on ostaa matokompostori. (Treevolution 2011, 10.)

6.4.2 Paperi ja pahvi

Suurin osa paperista ja pahvista voidaan kierrättää. Kyseisestä materiaalista ainoastaan 16 prosenttia on kierrätykseen kelpaamatonta

Etelä-Afrikassa. Paperin ja pahvin tulisi olla mahdollisimman puhdasta ja kuivaa, kun se viedään kierrätykseen. (Treevolution 2011, 7-8.)

Papereilla ja pahveilla on omat kierrätysluokat Etelä-Afrikassa. Eri kierrätysluokilla on erilaiset jälleenmyyntihinnat, joten ne kannattaa erotella. Nämä ovat:

- Mixed Paper (CMW)
- Cartonboard Cuttings (IMW)
- Mechanical Grades Special News [SN]
- Over Issue News [FN]
- Magazine [SBM]
- Special Magazine [SSBM]
- High Grades White One [W1]
- Heavy Letter One [HL1]
- Heavy Letter Two [HL2]
- Super Mix [SMW]
- Sorted Office Paper [SOP]
- Kraft Grades Corrugated Containers [K4]
- New Corrugated Kraft Waste [K3]
- Unused Kraft Bags [K1]
- Special Grades Liquid Board Packaging [LBP]
- Telephone Directories [TD] (Paper Recycling Association of South Africa 2009.)

6.4.3 Metallit

Kierrätykseen käyvät käytännössä kaikenlaiset vanhat metallitölkit, jopa ruosteiset. Yleisimpiä tällaisia ovat käytetyt alumiiniset juomatölkit, puhtaat ruokasäilykepurkit sekä spraymaali ja -öljypurkit. Kaikkien tölkkien tulee olla kierrätettäessä tyhjiä. (Treevolution 2011, 6.)

Vinkkejä metallitölkkien keräämiseen:

1. Teräs- ja alumiinitölkit kannattaa kerätä erikseen (terästölkit ovat magneettisia). Alumiinitölkeistä saa vaihdossa enemmän rahaa.
2. Tölkkejä ei tarvitse pestä, mutta ne kannattaa huuhdella.
3. Tölkeistä maksetaan enemmän, jos ne eivät ole ruosteessa.
(National Recycling Forum 2013.)

6.4.4 Lasi

Seuraavat esineet voi kierrättää: kaikenväriset tomaattikastike-, hillo- ja majoneesipurkit sekä mehu- ja viinipullot. Seuraavia esineitä ei kerätä kierrätykseen: juomalasit, hehkulamput, talousastiat, autonvalot, lasilautaset, ikkunaruuudut, tietokone- ja televisioruuudut, laboratoriolasi ja panssarilasi. Ennen lasipurkkien ja -pullojen kierrättämistä tulee niistä poistaa korkit ja kannet sekä huuhdella ruokajäämien poistamiseksi. Lasia ei tarvitse erotella erillisiin jätteastioihin värin perusteella. (Treevolution 2011, 7.)

6.4.5 Muovit

Muovityyppejä on useaa erilaista. Etelä-Afrikassa muoveja pyritään käyttämään uudelleen joko uusien tuotteiden valmistukseen tai muihin tarkoituksiin, kuten takkien ja tyynyjen täytteenä (PET). Alla olevassa listassa näkyy, mitä muovityyppejä kerätään erikseen ja missä niitä käytetään. (Treevolution 2015.)

- PET (Polyeteenitereftalaatti): limsa- ja vesipullot sekä monet ruokapakkaukset.
- HDPE (polyeteeni – korkea tiheys): Maitopullot, siivousvälineet, kosmetiikka- ja hygieniatarvikkeet, kuljetuslaatikot ja moottoriöljyt jne.
- PVC (polyvinyylidikloridi): Luokitellaan ”vaikeaksi” muoviksi. PVC:n käyttöä on vähennetty ja monesti korvattu PET-muovilla. PVC:tä ei voi kierrättää, joten se tulee heittää pois muun jätteen mukana.

- LDPE (polyeteeni – matala tiheys): roskapussit, pakastevihannespussit, rakennuskelmu, litistettävät pullot ja kosmetiikkatuubit.
- PP (polypropeeni): mehupillit, mikrolautaset, puutarhakalusteet, eväslaatikot, pakkausteippi, pullot ja pullonkorkit.
- PS (polystyreeni): On olemassa kahta eri polystyreeniä: iskunkestävää, josta vaateripustimet ja jogurttipurkit tehdään, sekä parannettu, josta liha- ja kasvisvuoat tehdään.
- Muut muovit, mukaan lukien insinööri muovit: Näitä muoveja ei kierrätetä Etelä-Afrikassa tällä hetkellä, joten ne heitetään pois muun jätteen mukana. (Treevolution 2015.)

6.5 Jätejakeiden luokittelu

Taulukko 8 on otettu opinnäytetyön liitteenä olevasta Excel-työkalusta. Taulukkoon on koottu jätejakeet, jotka Etelä-Afrikan kotitalousjätteestä kannattaa erotella.

TAULUKKO 8. Suositus tutkittavista jättejakeista

1.	2. level
1. Biowaste	
	1.1 Kitchen waste
	1.2 Garden waste
2. Paper and Cardboard	
	2.1 Mixed Paper (CMW)
	2.2 Cartonboard Cuttings (IMW)
	2.3 Mechanical Grades Special News [SN]
	2.4 Over Issue News [FN]
	2.5 Magazine [SBM]
	2.6 Special Magazine [SSBM]
	2.7 High Grades White One [W1]
	2.8 Heavy Letter One [HL1]
	2.9 Heavy Letter Two [HL2]
	2.10 Super Mix [SMW]
	2.11 Sorted Office Paper [SOP]
	2.12 Kraft Grades Corrugated Containers [K4]
	2.13 New Corrugated Kraft Waste [K3]
	2.14 Unused Kraft Bags [K1]
	2.15 Special Grades Liquid Board Packaging [LBP]
	2.16 Telephone Directories [TD]
3. Metal	
	3.1 Steel Cans
	3.2 Aluminium Cans
4. Glass	
	4.1 Recyclable Glass
	4.2 Un-Recyclable Glass
5. Plastic	
	5.1 PET
	5.2 HDPE
	5.3 LDPE
	5.4 PP
	5.5 PS
	5.6 PVC and other plastic
6. Dangerous Waste	

6.6 Tulosten analysointi

Tässä alaluvussa esitellään Excel-työkalu. Samalla kerrotaan yleisluontoisesti, kuinka sitä voidaan käyttää tutkimuksessa saatujen tulosten analysointiin.

Excel-työkalun ensimmäiselle välilehdelle merkitään tutkimuksen taustatiedot. Eri ositteita varten on työkaluun varattu viisi välilehteä. Jos perusjoukko on tulosten luotettavuuden lisäämiseksi jaettu homogeenisempiin osiin, eri ositteiden tiedot syötetään omille välilehdilleen. Ositevälilehtien vasemmassa laidassa ovat suositellut jätejakeet ryhmiteltyinä kahdelle tasolle (Taulukko 8). Tietoja syötetään ainoastaan niiden jakeiden kohdalle, jotka on valittu tutkimukseen. Ylimääräiset rivit voi piilottaa valitsemalla ne ja painamalla hiiren oikealla näppäimellä avautuvasta valikosta ”Piilota”. Näin ei vahingossa tule syötettyä niille tietoja. (Sahimaa 2014, 4-5.)

Ositevälilehtien D-sarakkeeseen syötetään näytteiden yhteismäärä lajiteltujen jaeluokkien kohdalle. E-sarakkeesta alkaen jokaiselle näytteelle on varattu kolme saraketta. Näytteen perustiedot syötetään valkoisiin soluihin riveille 3-14. Riveille 16-76 syötetään tulokset, jotka saadaan itse lajittelusta ja suurten kappaleiden erottelusta. (Sahimaa 2014, 6.)

Tilastolliset tunnusluvut –välilehdellä voi arvioida tulosten luotettavuutta ja sekajätteen koostumuksen vaihtelua eri ositteiden ja jaeluokkien kesken. Kun kaikkien näytteiden ja jaeluokkien lähtötiedot syötetään huolellisesti, tilastolliset tunnusluvut on mahdollista lukea automaattisesti. Ylimääräiset rivit saadaan pois näkyvistä painamalla sivun ylälaidassa näkyvästä ”Näytä vain lajitellut jaeluokat” –painikkeesta. Samoin kaikki rivit saadaan takaisin näkyviin painamalla ”Palauta kaikki jaeluokat näkyviin” –painikkeesta. (Sahimaa 2014, 12.)

On hyvä tiedostaa, että kaikki tunnusluvut lasketaan käyttäjän syöttämien arvojen perusteella Tilastolliset tunnusluvut –välilehdellä. Virheellisesti syötetyt arvot ositevälilehdillä tarkoittavat näin ollen myös virheellisiä tuloksia. Käytettyjä tilastollisia tunnuslukuja ovat minimi, maksimi,

keskiarvo, mediaani, keskihajonta, variaatiokerroin, sekä luottamusväli +/- (%) ja luottamusväli +/- (kg). (Sahimaa 2014, 12.)

Excel-työkalun neljä viimeistä välilehteä ovat työstöväliä, joihin ei välttämättä tarvitse kiinnittää huomiota. Jos kuitenkin haluaa perehtyä Excel-kaavojen toimintaan, ne voivat olla hyödyllisiä. (Sahimaa 2014, 13.)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Hartbeespoortin syntypaikkalajittelupilotille tehtiin ehdotus jätekoostumustutkimussuunnitelmasta, jonka avulla paikalliset viranomaiset voivat arvioida lajittelukokeilun onnistumista Pecanwoodin ja Kosmos Ridgen asuinalueilla. Lisäksi tutkimussuunnitelmalla on tarkoitus arvioida kohdealueiden sekajätteen kierrätyspotentiaalia sekä pilotin mahdollista kehittämistä ja laajentamista muualle.

Jotta näitä asioita voitaisiin arvioida, täytyy ensiksi selvittää tiettyjä asioita. Madibengin kunnan viranomaisten tulee ensinnäkin kerätä tietoa siitä, kuinka paljon kierrätettävää materiaalia (lasi- ja muovipulloja sekä tölkkejä) asukkaat lajittelevat tietyn ajan kuluessa, esimerkiksi vuoden aikana. Tämän tiedon pohjalta nähdään, kuinka paljon asukkaat lajittelevat kierrätettävää materiaalia sekajätteeseen ja paljonko epäpuhtauksia joutuu kierrätettävään jakeeseen. Hyvin olennaista on myös se, mitä hyödyntämismahdollisuuksia kierrätettävälle materiaalille Madibengissa on ja millaisia kustannuksia lajittelu aiheuttaa kunnalle. Lisäksi asukkaiden mielipiteet lajittelupilotista on tärkeää ottaa huomioon.

Kohdealueille annettiin suositus ositetusta otannasta, jossa perusjoukko on jaettu jätteen tuottajan mukaan viiteen ositteeseen. Lisäksi annettiin suositus tutkittavista jäteluokista ja arvioitiin kotitalouksien jätemääriä. Lopuksi esiteltiin lyhyesti Excel-työkalu, jota käytetään tutkimustulosten käsittelyssä.

Tutkimussasetelman laatiminen Madibengille olisi ollut helpompaa, jos olisi päästy paikan päälle tarkastelemaan tilannetta. Nyt työn tekeminen rajoittui lähinnä internetlähteiden varaan. Toisaalta lähteitä oli sen verran monipuolisesti, että niiden avulla päästiin kohtuullisen hyviin tuloksiin. Jätelaitosyhdistys oli jo laatinut Excel-työkalun, joka piti vain kääntää englanniksi ja muuttaa tutkittavat jättejakeet Etelä-Afrikan tarpeisiin. Tietotarpeet määriteltiin tutkimusasetelman tavoitteiden saavuttamiseksi, joten opinnäytetyön tutkimuskysymykseen vastattiin riittävästi.

Nyt valmistuneen englanninkielisen Excel-työkalun lisäksi tarvitaan työkalun pikakäyttöoppaalle englanninkielinen käännös, jotta Madibengin viranomaiset voivat hyödyntää työkalua mahdollisimman tehokkaasti. Jatkossa olisi suositeltavaa tehdä jätemääräselvitys, jotta kotitalouksien tarkat jätemäärät saadaan selville. Kun nämä täydennykset tehdään ja tutkimusasetelma testataan käytännössä, opinnäytetyössä esitettyihin tutkimuskysymyksiin voidaan vastata kattavasti.

LÄHTEET

Aalto, A. 2015. Co-creating Sustainable Cities Lahti (Finland), Rustenburg & Madibeng (South Africa), Ho (Ghana) Local Government Cooperation. Project Plan Draft 3.6.2015.

Aalto, A. 2014a. North South Co-operation of Lahti aims to turn African waste to value. Journal of Finnish Universities of Applied Sciences N:o 3 [viitattu 25.6.2015]. AMK-lehti. Saatavissa: <http://uasjournal.fi/index.php/uasj/article/view/1610/1534>.

Aalto, A. 2014b. Working Visit to Madibeng 10.11.-14.11-2014. City of Lahti, Finland - Rustenburg & Madibeng LMs, South Africa - Ho Municipal Assembly, Ghana. North-South Local Government Co-operation.

Aalto, A. Setshedi, K. Mmope, M. & Doh, H. 2015. Final Report 2013-2014. Implementation of the cooperation between City of Lahti, Rustenburg and Madibeng (South Africa) and Ho (Ghana). North-South Local Government Cooperation Programme. Association of Finnish Local and Regional Authorities.

Aaltonen, H. 2012. An Investigation on Managing the Recovery of Hazardous Household Waste in Rustenburg, South Africa. Lahti University of Applied Sciences, Faculty of Technology. Bachelor's Thesis. Saatavissa: http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/37652/Aaltonen_Henri.pdf?sequence=1

Department of Environmental Affairs 2011. National Waste Management Strategy 2011. Department of Environmental Affairs. Republic of South Africa. [viitattu 14.8.2015]. Saatavissa: https://www.environment.gov.za/sites/default/files/docs/nationalwaste_management_strategy.pdf.

Department of Environmental Affairs 2013. The National Organic Waste Composting Strategy. Department of Environmental Affairs. Republic of

South Africa. [viitattu 14.8.2015]. Saatavissa:
<http://sawic.environment.gov.za/documents/1825.pdf>.

Forssell, O. 2011. Energijätteen laatu tutkimus Kujalan jätekeskuksessa. Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala. Ympäristötekniikan opinnäytetyö. Saatavissa:
http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/38381/Forssell_Olli.pdf?sequence=1.

Global Partnership on Waste Management GPWM 2015. Information Platform. South Africa [viitattu 6.10.2015]. Saatavilla:
<http://www.unep.org/gpwm/InformationPlatform/CountryNeedsAssessmentAnalysis/SouthAfrica/tabid/105924/Default.aspx>.

Kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien oppimisympäristö 2003. Otos ja otantamenetelmät [viitattu 15.9.2015]. Saatavissa:
<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/otos/otantamenetelmat.html>.

Lahden kaupunki 2015. Näkymiä Etelä-Afrikan jätehuoltoon [viitattu 29.7.2015]. Saatavissa: <http://www.lahti-bojanala.net/index.php?id=242>

Local Municipality of Madibeng 2007. Integrated Waste Management Plan Draft. Compiled by Kwezi V3 Engineers.

Local Municipality of Madibeng 2008. Waste Management By-Law. Local Government: Municipal Systems Act (32/2000).

Local Municipality of Madibeng 2011. Draft 5 Year IDP (2011-2016).

Madibeng Local Municipality 2015. Introduction [viitattu 31.7.2015]. Saatavissa: <http://www.madibengweb.co.za/>

Madibeng Local Municipality 2014. Peacanwood and Cosmos Ridge Residents. Not Every Waste is a Bad Waste. Madibeng Local Municipality Community Services Department. Waste and Environmental Management Division.

Mäkelä, J. 2012. Energiajätepotentiaalin selvittäminen Päijät-Hämeen alueella. Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala. Ympäristötekniikan opinnäytetyö. Saatavissa:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/48269/Makela_Juho.pdf?sequence=2

National Recycling Forum 2013. Start Recycling [viitattu 11.9.2015].

Saatavissa: <http://www.recycling.co.za/index.html>

Paper Recycling Association of South Africa 2009. South African Standard Grade Definitions For Recovered Paper [viitattu 11.9.2015]. Saatavissa:

<http://www.prasa.co.za/sa-standard-grade-definitions>

Peltonen, M. 2012. Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:n keräämän energiajätteen tarkastelu ja energiajätteen tulevaisuudennäkymien kartoittaminen. Hämeen ammattikorkeakoulu. Kestävän kehityksen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa:

http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/44112/Peltonen_Marja.pdf?sequence=1

Rustenburg Local Municipality 2012. The Waste Hierarchy [viitattu

29.7.2015]. Saatavissa: <http://rlmwaste.co.za/archive/the-waste-hierarchy/>

Sahimaa, O. 2014. Sekajätteen koostumus-tutkimusten Excel-työkalun pikakäyttöopas. Jätelaitosyhdistys. Saatavissa:

http://www.jly.fi/Koostumustutkimusten_Excel-tyokalun_pikakayttoopas.pdf

South African Waste Information Centre 2014. Approach to waste in South Africa [viitattu 3.9.2015]. Saatavissa:

<http://sawic.environment.gov.za/?menu=60>

The Local Government Handbook 2015. Bojanala Platinum District Municipality [viitattu 10.8.2015]. Saatavissa:

http://www.localgovernment.co.za/img/districts/bonjanala_platinum_ds_big.jpg

Tilastokeskus 2013. Yhdyskuntajätteen poltto kasvoi liki miljoonaan tonniin. Julkaistu 26.11.2013 [viitattu 6.10.2015]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/jate/2012/jate_2012_2013-11-26_tie_001_fi.html

Tilastokeskus 2015. Käsitteet ja määritelmät [viitattu 15.9.2015]. Saatavissa: http://www.stat.fi/meta/kas/yk_satunnaisota.html

Toivonen, L. & Sahimaa, O. 2014. Opas sekajätteen koostumustutkimukseen. Jätelaitosyhdistys 16.12.2014. Saatavissa: http://www.jly.fi/Opas_sekajatteen_koostumustutkimukseen.pdf

Treevolution 2015. Types of Plastics [viitattu 14.9.2015]. Saatavissa: <http://treevolution.co.za/guide-to-recycling-in-sa/types-of-plastics/>

Treevolution 2011. The Beginner's Guide to Recycling. Version 1, November 2011. Saatavissa: <http://treevolution.co.za/guide/>

Vanhala, S. 2010. Kaatopaikka- ja rakennusjätteen lavakuormien laatututkimus Kujalan jätekeskuksessa. Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala. Ympäristötekniikan opinnäytetyö. Saatavissa: http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/20697/Vanhala_Suvi.pdf?sequence=1

Wasteman 2015. Waste classification [viitattu 3.9.2015]. Saatavissa: <http://www.wasteman.co.za/waste-classification-2/>

Wilen, J. 2010. Etelä-Afrikan tasavalta 19.3.2010. Maaraportti. Finpro.

LIITTEET

Liite 1 Taulukkotyökalu (Excel)

Liite 2 Koostumustutkimuksessa tarvittavat varusteet ja välineet

Liite 2: Koostumustutkimuksessa tarvittavat varusteet ja välineet

Suojavarusteet

- Työvaatteet
- Hupulliset, kertakäyttöiset suojahaalarit
- Pistosuojakäsineet
- Päälyssuojakäsineet
- Hihansuojukset
- Suojalasit
- Hengityssuojain
- Turvakengät näytteiden ottajille
- Kenkäsuojat
- Kuulosuojaimet, jos paikka on meluisa

Näytteenotto

- kauhakuormaaja + kuljettaja (Levittää kuorman pitkulaiseksi ”jätematoksi” ja korjaa pois näytteenoton jälkeen.)
- mittanauha näytekasan mittaukseen
- veitsiä sakkien aukomiseen
- 2 kpl tasakärkisiä isoja lapioita näytekasojen erottamiseen ja näytteenottoon
- pumppuvaaka 1-500 kg suurten esineiden ja näytteiden punnitsemiseen
- 240 l jäteastioita suurille ja määrältään poikkeaville partikkeleille (esim. puutarhajäte)

- 600 l jäteastioita näytteenottoon

Käsinlajittelu

- lajittelupöytä, jossa on helposti puhdistettavat pinnat
 - erikokoisia säkkejä/ämpäreitä/saaveja näytteille sekä valmiit kyltit niiden merkitsemiseen
 - lista jaeluokista ja lajitteluohjeet
 - seula hienoaineksen erottamiseen
 - pöytäharja
 - lattiaharja
 - elektroninen vaaka 0,1 kg:n tarkkuustasolla suuremmille jaeluokille ja 1-5 g pienemmille jaeluokille kuten paristoille ja pienakuille.
 - vaaka 1kg tarkkuustasolla
 - pöytä, tuoli ja tietokone tulosten kirjaajalle
- desinfiointiainetta pöydän putsamiseen

Yleistä

- teippiä
- sakset
- lapio
- muovipusseja ja paksu kynä
- lomakkeet ja kyniä

- matkapuhelin
- digitaalinen kamera
- kosteuspyyhkeitä
- tiskirättejä
- tiskipesuainetta ja tiskiharja
- silmäsuihku
- antibakteerinen pesuaine käsille ja kasvoille
- ensiapulaukku