

Touko Korhonen

Näytteenoton laadun parantaminen Jäte-
kukko Oy:lle
Näytteenotto


Opinnäytetyö
Ympäristötekniologia

Toukokuu 2017




**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä 16.5.2017
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristöteknologia
Tekijä(t) Touko Korhonen		
Nimeke Näytteenoton laadun parantaminen Jätekuikko Oy:lle		
Tiivistelmä Valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista mukaan jätteestä on selvittävä; Jätteen koostumus, jätteen orgaanisen aineksen määrä ja sen hajoavuus, jätteen haitalisten aineiden määrä ja sen liukoisuuden ominaisuudet sekä jätteestä muodostuvan kaatopaikkaveden ekotoksilogiset ominaisuudet (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista, luku 4). Kyseiset ominaisuudet voidaan tarvittaessa selvittää näytteenotolla. Jätteen ominaisuudet voivat olla jo valmiiksi tiedossa esimerkiksi jätteen käyttöturvallisuus tiedotteessa. Näytteenotolla selvitetään useimmiten eteenpäin käytettävien jätteiden ominaisuudet. Eteenpäin käytettäviä jätteitä ovat Jätekuikolla tuhka, puumurske, rakennusjäte ylitte ja -alite, öljyiset maa-ainekset ja betonimurske. Työssä selvitetään, kuinka edustavaa on aikaisempi näytteenotto ja pyritään kehittämään edustavampi näytteenoton menetelmä. Näytteenottamiseen ei kuitenkaan ole käytössä näytteenottamiseen suunniteltuja välineitä, vaan näytteenotto tulee suorittaa lapiolla. Näytteenotoilla tultiin hakemaan mahdollisimman tarkkaa jätteen sisältävien aineiden pitoisuuksien keskiarvoa. Työssä näytteenotto suoritetaan tuhkasta, puumurskeesta, rakennusjätteen ylitteestä ja alitteesta ja betonimurskeesta. Näytteenottaminen suunniteltiin siten, että näytettä ei tultu ottamaan suoraan kasasta vaan jätevirrasta kauhakuormaajan avulla. Pelkästään puumurske näyte tultiin ottamaan kuitenkin osittain kasasta ja osittain tuoreesta juuri murskatusta puumurskeesta. Tässä työssä näytteenottamisen avulla saatiin selvitettyä, kuinka edustavaa on ollut Jätekuikon aikaisempi näytteenotto, kun työssä otetun näytteen tulosta verrattiin Jätekuikon ottamaan aikaisempaan näytteeseen. Näytteenottamisella haettava tarkkaa keskiarvoa kuvaava näyte saavutettiin tässä työssä otetulla näytteellä. Otettu näyte kuvasi hyvin useamman näytteen välistä laskettua keskiarvoa ja otettu näyte pienensi aikaisempien ja nykyisten näytteiden tuloksista laskettua keskihajontaa. Lisäksi aikaisemmat jätekeskuksen ottamat näytteet oli otettu suoraan kasasta eikä jätevirrasta, jolloin jäte on hyvin lajittunutta eikä aikaisempi näyte ole siksi yhtä edustava (Finas 2014, liite 7; Petersen 2015).		
Asiasanat (avainsanat) Jätekeskus, jätenäytteenotto		
Sivumäärä 37	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Sormunen		Opinnäytetyön toimeksiantaja Jätekuikko Oy

DESCRIPTION

 <p>Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu</p>	Date of the bachelor's thesis 16.5.2017	
Author(s) Touko Korhonen	Degree programme and option Environmental technology	
Name of the bachelor's thesis Improving waste sampling for Jätekuukko Oy		
Abstract <p>Demands for landfill is set in the government's decree for landfills. The landfill company must have certain information about waste composition: from what organic matter waste is made and how easily the organic matter will decay, what toxic matter and soluble matter the waste includes and how toxic the water from the waste is. Required information about waste can be received by taking a sample from waste if company doesn't have required information already. Information from waste can also be in the safe manual or clients can already have the information needed.</p> <p>In most cases Jätekuukko takes samples from wastes that is reused. Waste used forward are crushed concrete and wood, ash, crushed construction waste and soil ruined by oil. In this work, the main goal was to find out how accurate was the previous samples from waste loads and to design a new sampling method. Jätekuukko did not have any special tools designed for sampling. That is why the new sampling method was planned to be taken with normal tools.</p> <p>The new sampling method was designed to give the most accurate average about the substances in the waste. In this work waste samples were taken from crushed wood, crushed concrete, construction waste and from ash. The sampling method was designed so that samples were not taken from waste pile in most cases. Samples from wood were nearly taken from piles and partially from fresh crushed wood. The comparison of samples taken in this work and the samples taken previously by Jätekuukko, indicated how accurate previous sampling method were.</p> <p>The new sampling method's goal to represent accurate average was accomplished. The new sampling method lowered the standard deviation of most samples and the sample taken by the new method represented the average of substances well. The new samples were taken from waste stream and the samples which were taken previously by waste management company were taken directly from piles, which is not recommended. Waste is very sorted in pile and sample from pile cannot give accurate reading (Finas 2014; Petersen 2015).</p>		
Subject headings, (keywords) Waste management center, waste sampling		
Pages 37	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Arto Sormunen	Bachelor's thesis assigned by Jätekuukko Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	JÄTEKUKKO OY	3
2.1	Yhtiö	3
2.2	Näytteiden merkitys Jätekuolle.....	4
3	NÄYTTEENOTON TEORIA.....	5
3.1	Jätteiden vaatimukset.....	5
3.2	Näytteen virhelähteet	6
3.3	Näytteen tavoite	7
3.4	Lisänäytteet.....	9
3.5	Näytteenottoastia ja -välineet	9
3.6	Jätekuon näytteenottoasteessa huomioitavaa	10
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	11
4.1	Tehdyt Näytteenotot	11
4.1.1	Pohjatuhka ja lentotuhka.....	12
4.1.2	Puumurske.....	13
4.1.3	Asiakkaan tuoma betonimurske.....	13
4.1.4	Rakennusjätealite ja -ylite RDF	14
4.1.5	Betonimurske	16
5	NÄYTTEENOTON TULOKSET JA TARKASTELU.....	18
5.1	Puumurske	18
5.2	Rakennusjäte-alite.....	22
5.3	Rakennusjätteen ylite eli RDF	28
5.4	Betonimurske	31
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	36
	LÄHTEET.....	38

1 JOHDANTO

Jäte kukko ottaa tasaisin väliajoin näytteitä useasta näytteenotto kohteesta jätekeskuk- sella. Tämän hetkiset näytteenotto kohteet ovat esimerkiksi öljyiset maat, murskattu be- toni, lähtevä jätevesi, rakennusjätteen ylitteet ja alitteet sekä yleinen puujäte. Puujäte kostuu kaikkiaan useammasta puujätteestä, joita ovat painekyllästetty puu, käsitelty puujäte, puhdas puujäte ja risut. Puujäte sisältää esimerkiksi vanhoja huonekaluja ja lavoja. Jätekeskuksen jätteistä, puujätettä ja betonimursketta on jätekeskuk- sella merkittävä suuria määriä. Eteenpäin hyötykäytettävässä puujätteessä ja betonimurskeessa ei saa olla metallia, joten irtoava metalli irrotetaan murskauksen yhteydessä magneettien avulla. (Jäte kukko 2015a.)

Näytteenoton tiheys vaihtelee näytekohteiden välillä ja osa näytteenoton kohteista tuo- daan kaatopaikalle yksittäisinä kuormina ilman tiettyä ajankohtaa. Jätettä, jota tuodaan jatkuvasti Jäte kukkolle, ei tutkita jokaisen uuden kuorman kohdalla, vaan esimerkiksi kerran kuukaudessa tai tiettyjen kuorman painomäärien välein. Murskatussa betonissa näytteenotto tiheys on tiheimmillään 500 tonnin välein, useimmiten kuitenkin 2500 ton- nin välein. Puujätteiden näytteenoton tiheys määrittyy eristä, puumurskenäyte otetaan esimerkiksi 2000 tonnin erästä. Tuoduista kuormista voidaan ottaa näyte, jos tuodun kuorman jätteen ainepitoisuuksista ei ole valmiiksi tietoa asiakkaalla tai käyttöturvalli- suustiedotteessa. (Jäte kukko 2015a.)

Jäte kukkolla on näytteenotto-ohjeet näytteen ottamiseen näytteenotto kohteistaan. Ohjeet kattavat lähestulkoon kaikki tarvittavat näytteenottamiset. Jäte kukkon henkilökunnan mukaan ohjeet kuitenkin puuttuvat jatkossa tulevaan uuteen näytteenotto kohteeseen tuhkaan. Tuhkasta tulee jatkossa yksi vakituinen näytteenotto kohde. Tuhkaa tullaan hyötykäyttämään maarakennuksessa ja siksi tuhkanäytteen analysoidut ainepitoisuus- vaatimukset ovat erittäin tarkat. Puhallushiekasta Jäte kukko ottaa jatkossa näytteitä ja maaleista näyte tullaan ottamaan harvemmin.

Ohjeet eivät kaikissa näytteenotoissa ole tarkinta tulosta tukevia, sillä näytteenotto koh- teiden ainemäärät ovat merkittävän suuria. Tämän hetken näytteenotto ei välttämättä anna parhaiten kohteen sisältämiä ainepitoisuuksia kuvaavaa näytettä laboratoriolle analysoitavaksi. Jätteen näytteenottoja ei ole ohjeistettu niin tarkasti, eikä näytteenotto

menetelmä ole välttämättä sopiva, että ohjeiden avulla kuka tahansa saisi otettua mahdollisimman laadukkaan ja luotettavan näytteen.

Tässä työssä selvitetään, käyttääkö Jätekuukko edustavaa näytteenottoa näytteenoton kohteissaan ja pyritään kehittämään edustavampi näytteenoton menetelmä. Näytteenottomenetelmän tulisi kuvata tarkasti jätteen sisältävien ainepitoisuuksien keskimääräistä pitoisuutta. Työssä tehtävän näytteenoton yhteydessä esille tulee: onko tämän hetken näytteenotto tarpeeksi monipuolista? tuleeko näytteeseen kaikkia tutkittavia partikkeleita mahdollisimman monipuolisesti? ja onko näytteeseen otettu jäte lajittunutta? Uudesta näytteenottomenetelmästä selviää: onko näytteenotto helppo toteuttaa luotettavasti käytännössä käyttäen tiettyä menetelmää ja onko Jätekuukon käytössä olevat välineet riittävät? Jätekuukolla ei ole käytössään erityisesti näytteenottamiseen suunniteltuja välineitä, vaan heillä on käytössään perusvälineet kuten lapio ja sangot. Uusi näytteenottomenetelmä pyritään suunnittelemaan ja toteuttamaan siten, että se on mahdollisimman edustavaa ilman, että näytteenottamiseen erikoistetut välineet olisivat tarpeen.

Ideana on ottaa Jätekuukon näytteenottokohteista näytteet heidän käytössään olevilla välineillä. Näytteenottaminen suoritetaan eri menetelmällä kuin Jätekuukko on aikaisemmin käyttänyt. Otettavat näytteet analysoi sama laboratorio, kun Jätekuukon aikaisemmatkin näytteet käyttäen samaa analyysimenetelmää. Näytteenottamisen yhteydessä tulee esille näytteenottamiseen liittyvät haasteet, joita Jätekuukon näytteenottokohteissa on. Esille tulee myös, onko valittu uusi näytteenottotapa helppo toteuttaa vaivattomasti käytännössä verrattuna jätekuukon tämän hetkiseen näytteenottoon. Uuden näytteen tuloksia vertaamalla aikaisempiin Jätekuukon ottamiin näytteiden tuloksiin, esille tulee kuvaako uusi näytteenoton tapa paremmin jätteiden aineiden keskiarvoa kuin Jätekuukon aikaisemmin käyttämä tapa. Näytteenottomenetelmä pyritään kehittämään sellaiseksi, että jatkossa näytteen ottava henkilö voi ottaa näytteen käyttäen kehitettyä menetelmää.

Näytteenoton kohteet ovat jätekeskuksella haasteelliset, koska aines josta näyte otetaan, on hyvin heterogeenistä ja näytteenoton kohteen ainemäärät ovat merkittävän suuria. Edustavan näytteenottamisen suunnittelu näin vaativasta kohteesta vaatii tarkempaa näytteenoton teorian osaamista näytteenottomenetelmistä ja näytteen rakenteesta. Jätekuukko hyötyy näytteenottamisen parantamisesta, sillä heillä ei ole sertifioitua näytteenottamisen osaamista yhtiössään. Uusien tietojen avulla jatkossa näytteenottaminen on luotettavampaa ja sellaiset henkilöt, joilla ei ole näytteenottamisen koulutusta, saavat

otettavista näytteistä paremmin todellisia ainepitoisuuksia kuvaavia. Tämän työn tavoitteena on saada näytteenottaminen kaatopaikalle tulevista ja lähtevistä jätteistä mahdollisimman luotettavaksi ja käytännössä toteutettavaksi. Näytteenottaminen suunnitellaan siten, että se on mahdollisimman luotettavaa Jätekkon käytössä olevilla välineillä.

2 JÄTEKUKKO OY

2.1 Yhtiö

Jätekkko toimii 16 kunnan alueella ja lajittelu asemia on yhteensä 21. Jokaisessa kunnassa on vähintään yksi lajitteluasema. Jätekkko on kuntien omistama yhtiö, yhtiössä on henkilökuntaa 41 ja keskeisin asema on Kuopion jätekeskus. (Jätekkko 2017a). Jätekkon palveluita ovat jätehuollon neuvonta, jätekuljetuspalvelu sekä jätehuoltoasema (Jätekkko 2017b.)

Yhtiö pitää ympäristöystävällisyyttä arvossaan ja pyrkii kehittämään toimintaansa. Jätekkko järjestää kampanjoita ja messuja eri aihealueista. Kampana järjestettiin esimerkiksi biojätteen lajittelusta, jonka tavoitteena oli, että biojäte lajiteltaisiin useammassa kiinteistössä. (Jätekkko 2015c). Jätehuolloneuvonnassa Jätekkko on tehnyt esimerkiksi kiinteistökohtaista jätevesi neuvontaa toiminta-alueellansa. Jätevesineuvonnassa yhtiö on arvioinut, onko kiinteistön käyttämä järjestelmä vaatimukset täyttävä ja riittävä (Jätekkko 2015b).

Jätekkko on tehnyt neuvonta yhteistyötä Itä-Suomen alueella Metsäsairila Oy:n, Puhas Oy:n ja Ylä-Savon Jätehuolto Oy:n kanssa. Yhteistyössä on järjestetty erilaisia kampanjoita ja neuvontamateriaalia. (Jätekkko 2015d.)

Toimialueen laajuuden takia, Jätekkkolle tuodaan jatkuvasta uutta jätettä, ja osasta jätteestä otetaan näyte jätteen koostumuksen selvittämiseksi. Kuopion pääjäteasemalla tapahtuu eteenpäin käytettävien jätteiden prosessointi, näytteenottaminen, varastointi ja laadunvalvonta. Hyödynnettävät jätteet toimitetaan eteenpäin hyödynnettäväksi.

2.2 Näytteiden merkitys Jätekukolle

Murskatusta rakennusjätteestä rumpuseulan yli menevää ylitettä eli RDF (refuse-derived fuel) käytetään polttoaineena, josta määritetään näytteellä polttoaineluokka. Näytteenoton täytyy olla edustavaa, jotta RDF luokituu oikeaan polttoaineluokkaan. Jätekukon mukaan rumpuseulan alle tippuvaa rakennusjätteen alitetta käytetään loppusijoitusalueen rakenteissa ja siitä tutkitaan kaatopaikkakelpoisuus.

Näytteenotossa betonimurskeesta pitää kiinnittää huomiota siihen, että betonimursketta Jätekukko käyttää maarakennuskohteisiin, kuten tiehen ja kenttärakenteisiin. Betonimurskeesta tutkitaan Vna 403/2009:n mukaiset analyysit (Jätekukko 2015a). Betonimurskeen luokista puhtaimmasta likaisimpaan päin BEM 1, BEM 2, BEM 3 ja BEM 4, Jätekukko pyrkii luokkaan BEM 3. Betonimurskeen luokitteluihin eri luokkien välillä kuuluvat arvot; rakeisuudesta, routivuudesta, puristuslujuudesta, tiilen osuus painosta, muiden materiaalien osuus painosta ja tieto kevyen orgaanisen materiaalin määrästä (Jätekukko 2016).

Öljiesten maa-aineksien näytteenottamisen pitää kuvata tarkasti öljyn määrää, sillä heti 2500 mg / kg ylityksen jälkeen maata ei voida käyttää loppusijoitusalueen rakenteisiin ja peittämiseen, vaan öljyinen maa pitää varastoida odottamaan jatkokäsittelyä (Jätekukko 2015a). Öljyn määrä tutkitaan näytteessä silloin, jos asiakkaalla ei ole valmiiksi tietoa tuodun maan öljyn pitoisuudesta.

Öljiesten maiden varastointiin on useita eri kasoja, joiden näytteestä analysoitu tulos öljyn määrästä vaihtelee kasoittain. Varastoituja kasoja on neljä kasaa, jotka vaihtelevat öljynpitoisuuden mukaan. Varastoitujen kasojen pienin pitoisuus on 2500 - 5000 mg / kg, seuraava pitoisuus on 5001 - 10 000 mg / kg ja suurimmat pitoisuudet ovat 10 001 - 20 000 mg / kg ja yli 20 000 mg / kg. Varastoidut öljyiset maakasat, joita ei voida käyttää loppusijoitusalueen peittämiseen johtuen öljyisen maajätteen liian korkeista öljypitoisuuksista, toimitetaan jatkokäsittelyyn jätekeskuksen ulkopuolelle. (Jätekukko 2015a).

Puumurskeesta jätekukolla tutkitaan näytteenotolla niiden soveltuvuus biopolttoaineksi. Puusta tutkitaan raja-arvot aineista: typpi, kalium, natrium, rikki, arseeni, elo-

hopea, kadmium, lyijy, sinkki ja arseeni, kromin ja kuparin summa. Puujätteestä tehdään näiden lisäksi muita analyysejä, jos ne ovat tarpeen puun polttoaineeksi soveltumisen varmistamiseen. (Jätekuukko 2015a) Puujätteen lisäksi myös rakennusjätettä käytetään polttoaineena. Rakennusjätteen ylite eli RDF kuokitellaan sen ainearvojen perusteella polttoaine luokkiin 1, 2 tai 3 (Jätekuukko).

Jätevesi koostuu Jätekuukon mukaan loppusijoitusalueen suotovesistä ja kenttäalueen hulevesistä. Lähtevästä jätevedestä jätekuukko tutkii kerran kuussa ympäristölupaan liittyvät pitoisuudet, esimerkiksi veden pH, COD_{Cr} (kemiallinen hapen kulutus), BOD₇ - ATU (biologinen hapen kulutus), kiintoaineen, sähkönjohtavuuden, liuottimet ja veden sisältämät ainepitoisuudet. Jätevedestä otetaan näyte ja näytteen tulos ilmoitetaan jätevedenpuhdistamolle, jonne jätevesi siirretään jätekeskukselta. (Jätekuukko 2015a.)

3 NÄYTTEENOTON TEORIA

3.1 Jätteiden vaatimukset

Jätettä pyritään käyttämään mahdollisimman paljon hyödyksi, jotta loppusijoitettavien jätteiden määrä olisi mahdollisimman pieni. Kaatopaikaksi kutsutaan vain jätteiden loppusijoitusaluetta. Lain mukaan loppusijoitettavista jätteistä on aina selvítettävä: jätteen koostumus, jätteen orgaanisen aineksen määrä ja sen hajoavuus, jätteen haitallisten aineiden määrä ja sen liukoisuuden ominaisuudet sekä jätteestä muodostuvan kaatopaikkaveden ekotoksilogiset ominaisuudet (Valtioneuvoston asetus 331/2013, luku 4). Jätteestä vaadittavat selvitykset pystytään selvittämään näytteenottamisella. Näyte otetaan jätteestä silloin, jos jätteestä ei ole valmiiksi tietoa sen haitallisuudesta esim. jätteen mukana tulevassa käyttöturvallisuustiedotteessa. Näytettä ei tarvitse ottaa, jos asiakas on jo valmiiksi selvittänyt jätteen sisältämät ainepitoisuudet. Otettavalla näytteellä mitataan kaatopaikkasijoituskelpoisuus ja jätteistä, joita voidaan käyttää hyödyksi, näytteellä selvitetään ainepitoisuudet niiden hyötykäyttämistä varten. Kaatopaikkasijoittamiseen sallittavat ainepitoisuudet ovat korkeammat kuin jätteiden eteenpäin hyödyntämiseen sallitut ainepitoisuudet. (Valtioneuvoston asetus 331/2013.)

Jätteen kaatopaikkasijoitukseen liittyvät ainepitoisuudet on eroteltu jätteen haitallisten ainepitoisuuksien ja kaatopaikan tyyppien mukaan. Kaatopaikkatyyppinä ovat pysyvän

jätteen kaatopaikka, tavanomaisen jätteen kaatopaikka ja vaarallisen jätteen kaatopaikka. Jätteen sisältävän haitallisen aineenpitoisuuden perusteella, jäte sijoitetaan sille soveltuvalle kaatopaikalle. (Valtioneuvoston asetus 331/2013, liite 3.)

Jätekeskuksella osa jätteistä murskataan pienemmäksi alkuperäisestä koostaan. Jäte-
kukko murskaa jätteistä ainakin betonia, tiilijätettä, asfalttijätettä, puuta ja rakennusjätteen ylitettä ja alitetta. (Jäte-
kukko 2016; Jäte-
kukko 2015a). Tämä helpottaa, nopeuttaa ja tarkentaa näytteenottamista, sillä näytteeseen saa otettua jätettä huomattavasti monipuolisemmin ja näytteeseen mahtuu enemmän jätteiden osia. Näytettä ei tarvitse jätekeskuksella tehtävän murskauksen jälkeen enää erikseen itse lisä-murskata pienemmäksi.

Näytteenottaminen on kaikista vaikuttavin tutkimuksen osa sillä laboratorion virhe voi olla jotain prosentteja, mutta vain huonolla näytteenotolla analyysivirhe voi nousta yli 50%. Kun näyte viedään sen omasta ympäristöstään pois, jossain näytteissä voi alkaa tapahtua muutoksia kemiallisesti, fysikaalisesti ja biologisesti. (Reijola 2014, 30). Jos ympäristötekijöillä voi olla jotain vaikutusta näytteeseen ja sen tulokseen, täytyy ympäristötekijät kirjoittaa ylös. Näytteenottamisen toimenpiteet tulee kirjata niin selvästi, että laboratorio pystyy tunnistamaan seuraavaksi tehtävät toimenpiteet (Finas 2014, 16).

Näytettä tulee säilyttää siten, että sen laatu säilyy laboratoriolle asti. Useimmiten näytteen laatu säilyy, kun se säilytetään kylmässä tai silloin, jos siihen lisätään kestäväintiaineita (Finas 2014, 16). Kestäväintiaineita käytetään usein vesinäytteiden kohdalla, jos näyte ei ehdi laboratoriolle tarpeeksi nopeasti. Käytetyt kestäväintiaineet täytyy kirjata ylös, jotta tieto käytetyistä kestäväintiaineista on myös näytteen analysoivan laboratorion tiedossa.

3.2 Näytteen virhelähteet

Näytteenoton edustavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat näytteenottotapa, näytekoko, osanäytteiden määrä ja miten näytteenottojen ajankohdat vaihtelevat otettavien näytteiden välillä. Näytteenottamisessa on useita virhelähteitä, mutta näytteenottamisessa jätteistä näytteenoton virheet ovat rajaamisvirhe, erottamisvirhe sekä preparointivirhe. Näkyvin näytteenoton virhe on rajausvirhe, sillä se syntyy, kun kaikki näytteen partikkelit

eivät pääse näytteeseen; virhe voi syntyä esimerkiksi liian pienestä näytteen koosta. Erottamisvirhe voi tapahtua silloin, jos näytteenotin syrjii jotain ainetta. Preparointivirhe syntyy näytteen käsittelyssä, kuten homogenisoinnissa esimerkiksi kontaminoimalla näytteen. (Finas 2014, Liite 7.) Näytteenottamisen virhettä heterogeenisissa näytteissä voidaan pienentää oikeanlaisella näytteenottostrategialla kuten ottamalla enemmän näytettä tai näyte voidaan jakaa pienempiin osioihin. Näyte voidaan myös ottaa kokoomana ja kokooman osia voidaan lisätä tai näyte voidaan murskata. (Finas 2014, liite 7.)

3.3 Näytteen tavoite

Näytteenottamisen onnistumista voidaan arvioida siten, mitä näytteellä halutaan selvittää. Näytteellä voidaan hakea tutkittavien aineiden pitoisuuksille eri tavoitteita. Tavoitteena voi olla näytteenottamisen avulla, suurimman mahdollisen pitoisuusarvon etsiminen, pienimmän mahdollisen pitoisuusarvon hakeminen tai yleisin haettava arvo näytteenottamisessa mahdollisimman tarkka keskiarvo. Näytteenottaminen ei saa kuitenkaan häiritä sen ottamisen yhteydessä muuta toimintaa (Finas 2014.)

Näytteenottaminen on mahdollista tehdä satunnaisesti tai systemaattisesti. Satunnaisessa näytteenotossa kaikilla näytteen osilla on mahdollisuus päästä näytteeseen, kun taas systemaattisessa näytteenotossa otetaan yksittäisiä näytteitä esimerkiksi tietyllä ajanjaksolla tai ainemäärien välein. Systemaattista näytteenottoa pidetään kuitenkin luotettavampana menetelmänä, koska näytteenotto tapahtuma on tällöin hallittavampaa. Systemaattisessa näytteenotossa on kuitenkin kiinnitettävä huomiota siihen, ettei otettavien näytteiden välinen aika vastaa juuri kohteessa tutkittavan materiaalin luonnollista pitoisuuksien vaihtelua. (Finas 2014, liite 7.) Silloin kun näyte otetaan näytteenkohteesta sen sisältämän materiaalin luonnollisten pitoisuuksien vaihteluvälein, näyte ei tule kuvamaan edustavasti kohdetta ja sen pitoisuuksien muutoksia, sillä silloin tulos on jo valmiiksi ennustettavissa.

Jätekukon näytteenotoilla haetaan aina tarkinta mahdollista sisältävien ainepitoisuuksien keskiarvoa. Näytteenotto vaatii riittävää suunnittelua, jotta näytteestä voidaan saada laadukas. Laadukas näyte kuvaa tutkittavan kohteen sisältäviä pitoisuuksia ja osia

tarkasti, vaikka näytteen määrä ei ole kuin minimaalinen osa näytteenottokohteen aine-
määrää. Jotta pieni määrä näytettä voi kuvata suurta kokonaisuutta, näytteenoton suunnitelussa on tärkeää selvittää, kuinka laajasti jätevirtojen laatu vaihtelee, onko näyte edustavampi kokoomanäytteenä vai kertanäytteenä. Näytteenotto pitää toteuttaa myös siten, että se on toistettavissa ja näyte tulee ottaa normaalista jätteenkäsittelystä syntyvästä jätteestä. (Joutti 2006, 23)

Näytteenottokoulutuksen mukaan luotettavassa näytteenotossa haettaessa keskiarvoa tärkeä asia on, että jokaisella palalla on yhtä suuri mahdollisuus päästä näytteeseen. Näytteenotossa on noudatettava puolueetonta näytteenottoa. Esimerkiksi betonin näytteenotto paikkaa ei voitaisi vaihtaa siksi, että kyseisessä kohdassa betonimurskeen koko on hieman suurempaa tai pienempää tai näytteenottokohta sisältääkin tiiltä. Näytteenotossa pitää kiinnittää huomiota siihen, että näytteeseen päätyy tutkittavista osista mahdollisimman hyvin niitä kaikkia. Näytteenottamista suoraan kasasta tulee kuitenkin välttää, koska materiaali on silloin lajittunutta ainakin partikkelin koon mukaisesti. Lajittuneisuus tulee esille siten, että pienet partikkelit ovat valuneet keskelle ja suuret ovat jääneet pinnalle. (Finas 2014, liite 7.)

Kun näyte otetaan suurista kasoista, suositellaan näytteenottoa paikka jakamaan saman kokoisiin osioihin, joista otetaan saman verran näytettä. Menetelmä ei kuitenkaan ole edustava, jos siihen ei ole välineitä joilla saadaan jätettä otettua putkimaisesti eri syvyyksiltä. Kasasta näytettä tulee ottaa syvyysuunnaisesti putkimaisesti, koska jäte on hyvin lajittunutta eri syvyyksillä partikkelikoon mukaisesti. (Finas 2014, liite 7). Näytteen pystyisi ottamaan kasasta myös eri syvyydeltä poralla tai kaivamalla kaivannon mutta kaivaminen ei ole kovin käytännöllistä kovista kiinteistä jätteistä (Kaartinen 2013). Kasasta otettu näyte voitaisiin myös vaihtoehtoisesti jakaa useampaan putkimaiseen osaan, jotka on otettu eri syvyydeltä putkimaisella näytteenottimella tai poraamalla. Tämän jälkeen putkimaisista osista otettaisiin useampi näyte näytteen lajittuneisuuden minimoimiseksi. Tätä ei pidetä kuitenkaan niin edullisena menetelmänä, sillä useampi analysoitava näyte lisää kustannuksia. Yksinkertaisimmat ja luotettavimmat näytteet saadaan ottamalla näyte suoraan jätteen virrasta hihnalta tai tippuvasta jätteestä. (Petersen 2015.)

Näytteen määrä pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi ilman, että se vähentäisi luotettavuutta näytteen ja näytteenottokohteen välillä. Otettavien näytteiden määrä vaikuttaa suoraan sen analysoinnista syntyviin kustannuksiin. Mitä enemmän on analysoitavia näytteitä, sen suuremmat ovat kustannukset. Näytettä ei kannata ottaa turhan suuria määriä, se vie aikaa ja tuottaa ylimääräisiä kustannuksia, eikä liian vähän, sillä silloin näyte ei kuvaa koko näytteenoton kohteen materiaalin sisältöä.

3.4 Lisänäytteet

Analysoitavan näytteen lisäksi voidaan ottaa muitakin näytteitä. Laadunvarmennusnäyte otetaan näytteen lisäksi varmistamaan näytteen luotettavuus, näyte otetaan samalla menetelmällä kuin otettavat näytteetkin. Jätteiden kohdalla laadunvarmistukseksi otettaisiin päänäytteen lisäksi vastaavaa kokoomanäyte. Ladunvarmistukseksi riittäisi vähintään yksi vastaava kokoomanäyte. (Asrocks hanke). Näytteisiin voidaan lisätä myös lisänäyte, joka toimii vertailukohteenä päänäytteelle. Lisänäyte ja laadunvarmennusnäyte pitää analysoida samalla menetelmällä kuin päänäyte, jolloin näytteitä voidaan vertailla tai laskea tarvittaessa, esimerkiksi näytteiden keskiarvoja.

3.5 Näytteenottoastia ja -välineet

Näytteenottovälineiden pitää olla näytteenottoon sopivia ja riittävän puhtaita. Välineet tulee huoltaa puhdistamalla ne ja vaihtaa uusiin tarvittaessa. Näyte ei saa koskaan kontaminoitua näytteenottovälineen takia. (Finas 2014, 16) Näytteenottamista ei saa koskaan suorittaa esimerkiksi ruosteisella lapiolla. Näytteenottovälineen tulee myös olla riittävän leveä ja syvä, kun näyte otetaan kiinteistä jätteistä. Näytteenottimen leveys tulee olla suunnilleen yhtä leveä kuin aukko, josta raomainen jäte tippuu ja sen verran syvä, etteivät rakeet kimpoile näytteenottimesta pois. Jos näyte tullaan ottamaan kassasta, tulee putkimaisen näytteenottimen suuaukon olla vähintään 2,5-kertainen suurimpaan tutkittavassa jätteessä olevaan rakeeseen nähden. Pienimmillään suuaukko voi olla 25 mm. (Finas 2014, liite 7.)

Näytteenottamiseen vedestä ja nestemäisistä aineista voidaan käyttää tyhjiöpumppuja, upotettavia näytteenottimia, näytteenottokauhoja ja muita vastaavia. Näytteenottovälineiksi rakeisista aineista käy esimerkiksi näytteenottokaira, putkimainen näytteenotin, vyöhykenäytteenottimet, näytteenottolasta, kierrekaira ja muut vastaavat. (Euroopan Komissio verotus ja tulliliito 2017a.)

Eri näytteenottokohteet vaativat laadukkuuden varmistumiseksi oikeanlaisen ja oikeaa materiaalia olevan astian. Astia ei saa reagoida näytteen kanssa ja sen pitää pystyä pitämään tutkittavat aineet sisällään. Astian tulee olla suljettava tiiviisti tai ilmatiiviisti, mikä tulee erityisesti esille näytteissä, jotka sisältävät haihtuvia yhdisteitä. (Euroopan Komissio verotus ja tulliliito 2017b.) Haihtuvia yhdisteitä tutkittaessa näytteenottoastian tulee olla mielellään erikseen laboratoriolta saatu lasipullo (Ahma). Öljytuotteita ja nestemäisiä polttoaineita sisältäviin maa-aineksiin voidaan käyttää metalliastioita, lasipulloja, polypropeenipulloja ja polyeteenitereftalaattipulloja. Betonimurskeelle voidaan käyttää muoviastiaa, muoviastiaa voidaan käyttää myös maaperän metallianalyysiin. Vesinäytteisiin käytetään laboratorion siihen toimittamia näytepulloja (Euroopan komission verotus ja tulliliito 2017b).

3.6 Jätekukon näytteenottokohteessa huomioitavaa

Puujätettä on merkittävän paljon jätekeskuksella ja sitä tuodaan jatkuvasti lisää. Puujäte murskataan pienemmäksi ja puujätteestä pyritään poistamaan metalliosia magneettien avulla. Murskattu puujäte sijoitetaan jätekeskukselle odottamaan polttoaineeksi käyttämistä. (Jätekukko 2015a.)

Betonimurskeen, rakennusjätteen ylitteen ja alitteen näyttemäärän pitää olla ehdottomasti riittävä, jotta kaikkien osia päätyy näytteeseen. Näytettä on otettava riittävästi eri kohdista ja hieman eri aika-ajoin, jotta kaikkia osia päätyy yhtä suurella todennäköisyydellä näytteeseen. (Finas 2014, liite 7.) Betonimurske näytettä ei voi ottaa siten, että varmistaa tarkoituksella näytteenoton yhteydessä esimerkiksi tiilen osien päätyminen näytteeseen, sillä silloin näyte ei olisi satunnainen eikä laadukas näytteenotto koulutuksen näkökulmasta. Eikä ylitteen ja alitteen keskimääräistä ainepitoisuutta kerro yksittäinen hetkellinen näyte. Kun betonimurske täyttää jätekukon tavoitteleman BEM 3 luo-

kan vaatimukset, betonimursketta voidaan käyttää päällystetyille tielle jakavaan kerrokseen (Jäte kukko 2016). Kun ylite ja alite täyttää sille asetetut vaatimukset, ylitettä käytetään polttoaineena ja alitetta rakenteisiin (Jäte kukko 2015a.)

Jätevedestä otettu näyte ei voi koostua yhdestä nostetusta näytteestä, vaan veden nostoja on tehtävä useita laadukkaan näytteen saavuttamiseksi. Jätevettä tulee ottaa nostoilla kaikkiaan riittävän paljon analyysiä varten. Näytteeseen pyritään saamaan jätevettä kaivosta eri ajankohtina, sillä veden laatu vaihtelee merkittävästi. Näytteen toimitus laboratorioon ei saa kestää enempää kuin 24 tuntia. Vesiastia jossa vesi on, tulee säilyttää jatkuvasti kylmässä. (Ahma.) Jätevesinäytteenottoa ei kuitenkaan tässä työssä suoritettu.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Tehdyt Näytteenotot

Näytteenoton edustavuutta selvitettiin ottamalla näytteet useammasta hyödynnettävän jätteen kohteesta. Näytteet otettiin jätekeskuksella toisella menetelmällä, kun Jäte kukko on itse aikaisemmin käyttänyt. Näytteenottomenetelmä suunniteltiin käymällä näytteenottopaikalla ennen näytteenottamisen suorittamista. Näytteenottokohteen jätteiden määrän ja jätteen koostumuksen näkemisen avulla oli mahdollista suunnitella, millä menetelmällä näytteestä tulisi mahdollisimman edustava. Työssä käytetyt näytteenottomenetelmät on suunniteltu siten, että näytteenotot olisi mahdollisimman helppo toteuttaa edustavasti perusvälineillä kuten lapiolla. Näytteenottomenetelmän tulisi kuvata mahdollisimman hyvin haettavaa jätteiden sisällön keskiarvoa.

Näytteenotto suoritettiin tuhkasta, puumurskeesta, rakennusjätteen alitteesta ja ylitteestä, murskatusta betonista ja asiakkaan tuomasta huonosti murskatusta betonimaa-aineksesta. Näytteet otettiin jätevirrasta muiden näytteiden kohdalla, mutta asiakkaan tuomasta betonimaa-aineksesta näyte otettiin kasasta sekä puolet puumurskeen näytteestä otettiin kasasta.

4.1.1 Pohjatuhka ja lentotuhka

Näytteenottopaikalla huomion että, tuhkassa ei ole juurikaan selviä erityispiirteitä liittyen näytteenottoon. Se on hyvin homogeenistä ainetta, joten näytteen koostumus on aina sama. Pääasia näytteenotossa on, että näytteeseen saadaan tuhkaa eri puolelta varastoitua kasaa, jotta näyte kuvaa koko kasaa eikä vain yhtä kohtaa kasasta. Näytteeseen ei tule ottaa kovettunutta pinnan tuhkaa, vaan näyte tulee ottaa pinnan alapuolelta lapiolla kaivamalla. Näytteessä ei saa olla näkyviä näytteeseen kuulumattomia osia kuten kiviä, sillä ne eivät kuulu tuhkanäytteeseen.

Pohjatuhkaa vastaanotetaan jätekeskukselle vähemmän kuin lentotuhkaa. Molemmista tuhista näyte otettiin samalla menetelmällä useamman osan kokoomana. Näyte otettiin kokoomana rautalapiolla useasta kohdin kasaa 17.11.2016. Tuhkat ovat materiaaliltaan hyvin tasalaatuisia, joten näytteen osien määrä ei tarvitse olla useita kymmeniä

Pohjatuhkan kokooma koostui 12 osasta, jotka otettiin tasaisesti eri kohdista kasaa. Näyte otettiin eri syvyyksiltä pintakerroksen alta, sillä pintakerrosta näytteeseen ei ole tarkoitus ottaa. Näytettä otettiin yhteensä noin 10 litraa, yksi näytteen osa kaikkiaan sen 12 osasta, koostui kahdesta kolmasosa lapiollisesta otettuna samasta kuopasta. Kuoppia kaivettiin yhteensä 12 ja jokaisesta otettiin saman verran näytettä. Kaikkien osien sisältämä tuhkan määrä oli aina noin yhtä paljon jokaisen näytteeseen otetun osan kohdalla. Näytteeseen ei otettu näkyviä kiviä tai muita tuhkaan kuulumattomia osia.

Lentotuhkasta näyte otettiin samalla menetelmällä. Kokooma koostui 9 osasta aina kasan pintakerroksen alapuolelta. Osat otettiin tasaisesti eri kohdista kasaa rautalapiolla, osia otettiin niin kasan päältä kuin sivustakin ja hieman eri syvyyksiltä, mutta näytteeseen ei koskaan otettu pinnan päällistä tuhkaa. Näytettä otettiin yhteensä noin 10 litraa, jokainen osa koostui kahdesta kolmasosa lapiollisesta samasta kuopasta. Yhteensä kuoppia, josta otettiin näytettä kaivettiin 9, eikä näytteeseen otettu siihen kuulumattomia näkyviä kiinteitä partikkeleita.

Tuhkanäyte voidaan ottaa luotettavasti yhdellä kerralla, jos vain kiinnitetään huomiota siihen, että näytteeseen otetaan tuhkaa eri puolelta tuhkakasaa eikä näytteeseen oteta laisinkaan pinnan päällistä tuhkaa. Näyte tulee ottaa pinnan alapuolelta ja jokaisesta näytteenottokohdasta otettavan tuhkan määrän on oltava kutakuinkin sama.

4.1.2 Puumurske

Puumurske koostuu poltettavasta puumateriaalista, merkittävin erityispiirre puumurskeen näytteenottamisessa on sen suuri määrä. Puumursketta tuodaan jatkuvasti lisää ja sitä murskataan lähes jatkuvasti murskaus jaksoina, mitkä kestävät viikosta kahteen viikkoon. Puujätettä tuodaan vuosittain jätekeskukselle noin 12 000 tonnia.

Näytteenottoaikalla esille tuli että, puumursketta on välivarastossa niin suuri määrä, että näytteenottaminen suoraan kasasta kuten aikaisemmin on tehty, on käytännössä liian suuri kohde näytteenotolle. Kasa on hyvin lajittunutta ja suoraan kasasta näytteenottaminen on hankalaa. Näyte on helpoin ja varmin ottaa murskauksen yhteydessä suoraan koneesta ulos tulevasta murskeesta kauhakuormaajan avulla siten, että kauhasta otetaan näytettä. Tällöin näytteen ottajalla ei ole niin suuri näytteenottokohde yhdellä kerralla ja kauhasta näytteenottaminen on työturvallisuuden kannalta turvallista.

Puumurskeen määrät ovat todella suuria, joten näytteeseen ei voida saada kaikkia jätekeskuksella olevan puumurskekasen osia. Näytteenottaminen pyrittiin tekemään siten, että näyte kuvaa puunmurskauspäivien puunlaatua. Näytteenotto suoritettiin 17.11.2016 siten, että tuoreesta juuri murskatusta puusta otettiin noin 50% näytettä ja loput 50% otettiin muutama päivä siteen murskatusta puumurskeesta. Näytettä otettiin noin 10 litraa, ensimmäiset 5 l otettiin tuoreesta juuri murskatusta puusta viidestä kohdin kauhakuormaajan kauhaa. Kauhan kauhakuormaaja oli täyttänyt suoraan puunmurskauskoneen suulta. Loput 50% otettiin muutama päivä sitten murskatusta puumurskekasasta seitsemästä kohtaa. Eli kauhakuormaajan kauhasta otettiin 5 osaa rautalapiolla ja 1-2 päivää sitten murskatusta puumurskekasasta otettiin 7 osaa eri kohdin ja eri korkeudelta kasaa kiipeämällä. Näytteen osia kokoomaan voisi ottaa enemmänkin johtuen puumurskeen suuresta määrästä. Näyte koostui siis 12 osasta ja näytettä otettiin 10 litraa.

4.1.3 Asiakkaan tuoma betonimurske

Asiakkaan tuomasta ei murskatusta betonista otettiin näytettä noin 6 litraa. Betonia ei ollut murskattu riittävästi, joten se oli erittäin heterogeenistä partikkelikoon mukaisesti. Kunnollista edustavaa näytettä ei ollut mahdollista ottaa, joten näytteenottaminen ei ol-

lut edustavaa. Betonimaa-aineksesta otettiin näytettä 20 eri kohtaan hieman pinnan alapuolelta käyttäen näytteenottamiseen pistokärkilapiota. Näytteenottoväline ei ollut näytteenottamiseen soveltuva eikä kaikkia partikkeleita päätynyt näytteeseen. Maa-aineksen betonipalat olivat suuren kiven kokoisia ja osa niin suurta, ettei näytteeseen ollut mahdollista saada tasaisesti kaikkia partikkeleita. Näytteenotossa pyrittiin välttämään suuren kiven kokoisia betonipalasia, mutta tasaisesti kasan eri puolelta otettuna pienemmän kokoisia betonin palasia päätyi näytteeseen.

Näytteenottamisessa huonosti murskatusta betonimurskekasasta esille tuli, ettei huonosti murskatusta betonikasasta voi saada edustavaa näytettä. Kasasta näytteenottaminen käyttämällä pistokärkilapiota ei tule antamaan näytteeseen kaikkia partikkeleita. Näytteenottaminen kasasta vaati ehdottomasti siihen soveltuvan näytteenottovälineen.

4.1.4 Rakennusjätealite ja -ylite RDF

Rakennusjätettä murskataan murskauskoneella, josta pienemmät murskatut osat tippuvat rumpuseulan alapuolelta, joka on leveydeltään noin 3 metriä. Kevyet kooltansa suuremmat osat liikkuvat murskauskoneessa eteenpäin tippuen koneen päästä. Päästä tippuvaa jätettä kutsutaan RDF (refuse-derived fuel) rakennusjätteeksi/ylitteeksi ja rumpuseulan alapuolelta tippuvaa painavampaa jätettä rakennusjätteen alitteeksi.

Näytteenotto paikalla huomioin, että näytteen ottaminen suoraan kasasta ei ole käytännöllistä alitteesta ja ylitteestä, kuten aikaisemmin on tehty, koska näytteen kerääminen suoraan tippuvasta jätevirrasta on mahdollista ja se on helppoa ja turvallista. Edustavan näytteen keräyshetkellä alitteesta on kiinnitettävä huomiota siihen, että koneen alkupäästä seulan alta tippuu enemmän alitetta kuin seulan loppupäästä. Tämän lisäksi koneen seulan alusta tippuva alite on painavampaa, kun loppupäästä tippuva. Näytteenottamisessa tulee huomioida tämä ja näytteen keräyshetkellä liikuttaa lapiota hitaammin tippumisalueen loppupäähän mentäessä, jotta näytteeseen saadaan noin yhtä paljon kevyempää kuin painavampaakin alitetta. Tällöin lapioon saadaan tasaisesti alitetta koko jätevirrasta eikä näyte koostu vain koneen seulan alusta tippuvasta painavimmista rakennusjätteen osista.

Edustavan näytteen keräyshetkellä ylitteestä on kiinnitettävä huomiota siihen, että ylite on kevyttä jätettä jopa niin kevyttä, että jotkut ylitteen osat leijailevat. Tämän lisäksi murskauskoneen loppupäästä tippuvat osat ovat erikokoisia. Osa ylitteestä on suuri kokoista, mikä vaikeuttaa näytteen keräystä. Ylitteen näyte tulee koostua mahdollisimman monesta lapiokeräyksistä, jotta näytteeseen saadaan kaikkia ylitteen osia.

Näytteenottaminen tehtiin 21.12.2016 kokoomana suoraan koneesta tippuvasta murskatusta rakennusjätteen ylitteestä ja alitteesta. Kokoomanäyte otettiin tietyn ajanjakson sisällä. Näytteenottamiseen käytettiin muovilapiota murskatun jätteen keräämiseen suoraan jätemurskeen tippumiskohdasta. Käytettyä näytteenottotapaa voitaisiin kutsua systemaattisen satunnaiseksi (Finas 2014, liite 7).

Alite

Rakennusjätteen alitetta kerättiin tunnin ajan viitenä eri aikana noin 10-15 minuutin välein. Samalla ajanhetkellä otetun kokoomanäytteen yksi osa koostui siten, että lapiota pidettiin rakennusjätteen alitteen tippumiskohdan alapuolella. Lapioon kerättiin tasaisesti tippuvaa rakennusjätettä tippumiskohdan alueelta edestakaisin kävelemällä. Näytettä otettiin yhteensä noin 10 litraa muovisankoon, mikä lähetettiin analyysiin laboratorioon.



Kuva 1 Rumpuseulan alta tippuvaa rakennusjätteen alitetta

Ylite

Rakennusjätteen ylitteen kokoomanäyte kerättiin noin tunnin ajan eri ajanhetkillä 10-15 minuutin välein. Ylitteen tunnin kokooma koostui neljästä osanäytteestä. Ylite kerättiin muovilapiolla suoraan tippuvasta jätteestä pitäen lapiota ylitteen tippuma kohdassa liikuttaen lapiota koko tippuma kohdan alueella. Samana ajanhetkellä otettu osanäyte koostui jätevirrasta tasaisesti kerätystä useasta lapiollisista. Näytettä otettiin yhteensä noin 10 litraa ja ylitettä painettiin kädellä pienempään tilaan, jotta 10 l muovisankoon mahtui enemmän näytettä.

4.1.5 Betonimurske

Näytteenottopaikalla tuli esille, että betonimurskeen betonin palat ovat useamman kokoisia, mutta keskimäärin noin kämmenen kokoista, siksi betonimurskeen tasainen ottaminen näytteeseen on haastavaa. Suoraan betonivirrasta otettuna jokaisella osalla on yhtä suuri mahdollisuus päästä näytteeseen.

Betonimurskeen näyte otettiin 1.3.2017 näytettä otettiin yhteensä 10 litraa muovisankoon siten, että näyte oli suoraan murskauskoneesta ulos tippuvasta murskevirrasta. Työturvallisuuden takia näytettä ei voinut ottaa itse suoran lapiolla murskevirrasta, mutta kauhakuormaaja pystyi ottamaan mursketta kauhaansa suoraan betonin murskevirrasta kuten kuvassa 2 näkyy. Näyte pystyttiin ottamaan kauhakuormaajan kauhasta. Kauhakuormaajan kauhasta näytteeseen otettiin mursketta molemmilta kauhan sivuista ja keskeltä. Koko näyte koostui neljästä eri ajankohtina otetuista osista. Ensimmäinen näytteenosa oli juuri murskatusta pienestä murskekasasta ja kolme muuta osaa olivat kauhakuormaajan kauhasta. Kauhalliset kauhakuormaaja oli ottanut aina suoraan murskauskoneen suusta tippuvasta betonimurskeesta.

Näytteen osat otin noin 10 minuutin välein, silloin kun betonimurskain oli käynnissä. Jokainen näytteenosa oli noin ¼ muovisangon 10 litran tilavuudesta. Kauhasta näyte pyrittiin ottamaan kauhan sivuista ja keskeltä, jotta kaikilla näytteen partikkeleilla olisi yhtä suuri mahdollisuus päästä näytteeseen. Näytteenottotapaa voitaisiin kutsua systemaattisen satunnaiseksi (Finas 2014, liite 7).



Kuva 2 Betonin murskaus ja keräys

kuten kuvassa 2 näkyy, kauhakuormaajan on turvallista ottaa murskattua betonia suoraan murskevirrasta kauhaansa



Kuva 3, Otettu betoninäyte

Kuvasta kuva 3 voi nähdä, että tiiltäkin voi päätyä betoninäytteeseen, silloin kun näyte on otettu suoraan murskauskoneen virrasta.

5 NÄYTTEENOTON TULOKSET JA TARKASTELU

5.1 Puumurske

Taulukossa 1 on vuoden 2016 saadut tulokset. Sinisellä on merkattu tämän työn näytteen tulos, mikä on otettu käyttäen eri menetelmää, kuin aikaisemmat näytteet.

Taulukko 1. Puumurskeen analyysin tulokset

Käsitelty puumurske	soveltuu biopolttoaineeksi	Biopolttoaine 2016	2016 biopolttoaine	2016 biopolttoaine	Otettu näyte (16.-17.11.2016)
Kokonaiskosteus m- %		9,9	18,1	18,6	22,7
Esikäsitteily, jauhatus					
Tuhka 550°C, vedetön m- %		2,2	2,6	2,0	1,5
Kalium (K), vedetön, vesiliukoinen m- %	0,5% (5000 mg/kg)	0,050	0,050	0,050	0,045
Natrium (Na), vedetön, vesiliukoinen m- %	0,2% (2000 mg/kg)	0,058	0,053	0,074	0,059
K ja Na summa		0,108	0,103	0,124	0,104
Halogeenit happipommihajoituksella					
Kloori (Cl), vedetön m- %		0,069	0,027	0,050	0,011
Rikki (S), vedetön m- %	<0,2	0,027	0,041	0,058	0,056
Tehollinen lämpöarvo, vedetön MJ/kg		18,6	18,7	18,9	18,6
Tehollinen lämpöarvo, saapumistila MJ/kg		16,5	14,9	14,9	13,8
Metallit 1					
Arseeni (As) mg/kg ka	< 10	16,0	19,0	24,0	26,0
Elohopea (Hg) mg/kg ka	< 0,1	<0,05	<0,05	<0,05	

Kadmium (Cd) mg/kg ka	< 1	0,2	<0,2	<0,2	0,2
Kromi (Cr) mg/kg ka		20,0	30,0	34,0	29,0
Kupari (Cu) mg/kg ka		25,0	21,0	17,0	32,0
Lyijy (Pb) mg/kg ka	< 50	14,0	13,0	42,0	7,0
Arseeni + Kromi + Kupari	< 70	61,0	70,0	75,0	87,0

Suurin osa analysoiduista tuloksista ovat hyväksyttäviä arvoja biopolttoaineeksi, mutta kaksi analysoitavaa ainearvoa ylittää sallitun arvon. Arseenia saisi olla puumurskeessa alle 10mg/kg, mutta arvo on ylittynyt tämän työn näytteessä ja 3 kertaa ennen työn näytettä. Samoin Arseenin, kromin ja kuparin yhteisarvo on ylittynyt tämän työn näytteessä ja kahdessa aikaisemmassa näytteessä. Lokakuussa otetussa näytteessä arvo on ollut 75 mg/kg ja tässä työssä marraskuussa otetussa näytteessä arvo on ollut 87 mg/kg, sallittu arvo on vähemmän kuin 70 mg/kg. Arvo on ylittynyt luultavasti puun murskaus ajanjaksolla, koska puitten seassa on ollut enemmän kyllästettyä puuta.

Puiden kosteusarvo on muihin tuloksiin verrattuna korkeampi, koska sulanut lumi on nostanut puitten kosteuspitoisuutta. Tuhkan prosentti tässä työssä otetussa näytteessä on alhaisempia kuin missään aikaisemmassa näytteessä. Kaliumia ja klooria on tässä työssä otetussa näytteessä ollut vähemmän kuin missään aikaisemmassa näytteessä. Kuparia on tämän työn näytteessä enemmän kuin aikaisemmissa näytteissä.

Taulukko 2. Otetun puumurskenäytteen tuloksen ja kaikkien ilmoitettujen puumurskenäytteiden tuloksien laskettu Excel keskihajonta p, Excel keskihajonta

sekä keskiarvo $\frac{a+b}{n}$ $a = \text{luku 1}$ $b = \text{luku 2}$ $n = \text{lukejen määrä}$

Käsitelty puumurske	Otettu näyte	Keskiarvo (otetun näytteen ja aikaisempien näytteiden keskiarvo)	Keskihajonta (p): Aikaisemmat näytteiden tulokset	Keskihajonta (p): Aikaisemmat ja otetun näytteen tulokset	Keskihajonta: Aikaisemmat tulokset	Keskihajonta: Aikaisemmat ja otetun näytteen tulokset
Tuhka 550°C, vedetön m- %	1,5	2,08	0,249	0,396	0,306	0,457

Kalium (K), vedetön, ve- siliukoinen m- %	0,045	0,048	0	0,002	0	0,003
Natrium (Na), vede- tön, vesi- liukoinen m- %	0,06	0,06	0,009	0,008	0,011	0,009
K ja Na summa	0,1	0,11	0,009	0,008	0,011	0,010
Kloori (Cl), vedetön m- %	0,01	0,04	0,017	0,022	0,021	0,025
Rikki (S), vedetön m- %	0,06	0,05	0,0127	0,0125	0,016	0,014
Arseeni (As) mg/kg ka	26	21,25	3,3	3,961	4,041	4,573
Kadmium (Cd) mg/kg ka	0,2	0,2	0	0	#JAKO/0!	0
Kromi (Cr) mg/kg ka	29	28,25	5,888	5,117	7,211	5,909
Kupari (Cu) mg/kg ka	32	23,75	3,266	5,54	4	6,397
Lyijy (Pb) mg/kg ka	7	19	13,441	13,546	16,462	15,642
Arseeni + Kromi + Kupari	87	73,25	5,793	9,391	7,095	10,844
Elohopea	0,5	0,05	0	0	0	0

Pienempi keskihajonnan arvo tarkoittaa, että näytteen tulokset ovat lähempänä toisi-
aan. Jos keskihajonta pienenee, kun siihen lisätään uusi näytteen tulos se tarkoittaa, että
uusi näyte on osunut paremmin aikaisempien tuloksien väliin ja voi siksi kuvata parem-
min keskiarvoa. Keskihajonta voi kuitenkin rikkoutua selkeästi, jos jokin yksittäinen
näytteen tulos erottuu todella selvästi muista arvoista, eikä tällöin voi olla varma ku-
vaako jokin tietty näyte paremmin keskiarvoa.

Natriumin ainearvojen lasketut molemmat keskihajonnat ovat pienemmät, kun työssä
otettu näyte lasketaan mukaan keskihajontaan verrattuna aikaisempien näytteen kes-

kihajontaan. Kuten myös kaliumin ja natriumin summan keskihajonta. Kaliumin ilmoitettujen näytteiden aine-arvojen keskiarvo on 0,048m-% ja marraskuussa tässä työssä otetun näytteen tulos on 0,045m-%. Kuitenkin kaikki ilmoitetut aikaisemmat kaliumin näytteet ovat 0,05 m-%. Natriumin ainearvojen keskiarvo on 0,061m-% ja tässä työssä otetun näytteen arvo on 0,059m-%, mikä on lähimpänä keskiarvoa. Rikin keskiarvo on 0,045m-% ja työssä otetun näytteen tulos on 0,056m-%. Rikin kohdalla työssä otetun näytteen tulos ei ole niin selvästi laskettua keskiarvoa vastaava, vaikka keskihajonta on pienempi molemman keskihajonnan mukaan, kun työssä otettu näyte sisällytetään mukaan keskihajontaan. Kromin kohdalla otetun näytteen tulos vastaa uudestaan keskiarvo, keskiarvo kromissa on 28,25 mg/kg ja nyt otetun näytteen tulos on 29 mg/kg. Kromin ainepitoisuuksien keskihajonta on lisäksi pienempi molemmissa keskihajonnoissa, jos työssä otettu näyte lasketaan keskihajontaan mukaan. Kuparin keskihajonta on selvästi suurempi, kun hajontaan lasketaan työssä otettu näyte. Kromi + arseeni +kupari keskihajonta on myös suurempi työn näytteen lisäämisen jälkeen keskihajontaan.

Työn näytteen lisäämisen jälkeen keskihajonnan laskemiseen peruskeskihajonta on pienempi 5 analyysin kohdalla ja suurempi 6 analyysin kohdalla. Keskihajonnan p mukaan työn näytteen lisääminen keskihajontaan pienentää keskihajontaa 4 ainepitoisuuden kohdalla.

Ympäristönäytteenotto kurssin mukaan näyte kuvaa hyvin keskiarvoa, kun näytteeseen on saatu mahdollisimman monipuolisesti kaikkia partikkeleita. Tällöin näytteenottamisen tavoitteena on saada näytteeseen murskattua puuta mahdollisimman monelta päivältä, jotta kaikkia partikkeleita on päätynyt näytteeseen ja näyte kuvaa hyvin keskiarvoa. Näyte voidaan ottaa murskausjakson aikana eri murskauspäivinä tuotetusta tuoreesta murskeesta kokoomalla eri päivien puumurskenäytteet yhdeksi kokoomaksi. Näyte voidaan vaihtoehtoisesti ottaa myös ottamalla näytteet viimeisimmistä eri päivinä tehdyistä puumurskekeasoista ja kokoomalla ne yhdeksi näytteeksi. Näytteenottaminen pitää kuitenkin suorittaa useampana ajanhetkenä, jotta näytteeseen ei tule vain yhden hetken puuta. Kokooma ei voi koostua hetkellisestä näytteestä, vaan näytteitä kokoomaan tulee ottaa eri ajankohtina.

Kaikista tarkin näyte saadaan kokoomalla juuri sen hetken päivän murskattua puuta sankoon suoraan jätevirrasta (Valtioneuvoston asetus 403/2009). Näytteen kerääminen käydään toistamassa samaan sankoon useampana murskausjakson päivänä. Esimerkiksi

näyte kerättäisiin kolmen päivän aikana ottamalla juuri murskattua puuta kauhakuormaajan kauhasta kaksi kertaa jokaisena päivänä samaan sankoon. Tällöin kaikilla partikkeleilla on yhtä suuri todennäköisyys päästä näytteeseen eikä kasa, josta näyte otetaan ole kauhaa suurempi. Kyseistä näytteenottotapaa voitaisiin kutsua systemaattisen satunnaiseksi näytteenottamiseksi (Finas 2014, liite 7). Näytteenoton ajankohdat on helppo määrittää sopivasti omien töiden väliin, näytteenotto on helpompi suorittaa eikä tällöin puumurske ole niin lajittunutta.

5.2 Rakennusjäte-alite

Uudessa näytteenottomenetelmässä näyte kerättiin lapiolla suoraan tippuvasta jätevirrasta eri ajanhetkinä.

Taulukko 3, rakennusjätteen alitteen analyysin tulokset, sinisellä on tässä työssä uudella menetelmällä otetun näytteen tulokset.

Näytekuvaus:	Murskattu jäte	Aikaisemmat eri kuukausien tulokset		
	Otettu näyte, 2016 joulukuu	2016	2016	2016
Analyysit	Kokonaisuuspitoisuudet			
Kuiva-aine (105°C) ma-%	96,1%	75,5%	58%	34,2%
TOC (orgaaninen kokonaishiili)	28,2 % ka	39,4% ka	39,5% ka	--
<u>Yksivaiheinen ravistelu-</u> <u>testi</u>				
<u>liukoiset pitoisuudet</u>				
DOC, L/S=10 Liennut org. hiili (DOC), L/S=10	4900 mg/kg ka	5700 mg/kg ka	20000 mg/kg ka	1500 mg/kg ka
TDS (Liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus), L/S=10 (Raja-arvo 80000 mg/kg)	39000 mg/kg ka	40200 mg/kg ka	51800 mg/kg ka	24200 mg/kg ka
Kloridi, L/S=10 (Raja-arvo: 15000 mg/kg)	1300 mg/kg ka	260 mg/kg ka	3070 mg/kg ka	1300 mg/kg ka
Sulfaatti, L/S=10 (Raja-arvo: 20000 mg/kg)	16000 mg/kg ka	14300 mg/kg ka	13300 mg/kg ka	17000 mg/kg ka

Fluoridi, L/S=10 (Raja-arvo: 150 mg/kg)	8,2 mg/kg ka	100 mg/kg ka	20 mg/kg ka	18 mg/kg ka
Arseeni (As), L/S=10 (Raja-arvo: 2 mg/kg)	0,12 mg/kg ka	0,3 mg/kg ka	0,55 mg/kg ka	0,05 mg/kg ka
Lyijy (Pb), L/S=10 (Raja-arvo: 10 mg/kg)	0,05 mg/kg ka	0,04 mg/kg ka	0,27 mg/kg ka	<0,01 mg/kg ka
Kadmium (Cd), L/S=10 (Raja-arvo: 1 mg/kg)	<0,003 mg/kg ka	0,003 mg/kg ka	0,01 mg/kg ka	<0,003 mg/kg ka
Kromi (Cr), L/S=10 (Raja-arvo: 10 mg/kg)	0,30 mg/kg ka	0,22 mg/kg ka	0,29 mg/kg ka	0,07 mg/kg ka
Kupari (Cu), L/S=10 (Raja-arvo 50 mg/kg)	0,53 mg/kg ka	0,56 mg/kg ka	1,89 mg/kg ka	0,15 mg/kg ka
Nikkeli (Ni), L/S=10 (Raja-arvo: 10 mg/kg)	1,60 mg/kg ka	1,1 mg/kg ka	0,86 mg/kg ka	0,22 mg/kg ka
Elohopea (Hg), L/S=10 (Raja-arvo: 0,2 mg/kg)	<0,002 mg/kg ka	<0,002 mg/kg ka	<0,002 mg/kg ka	<0,002 mg/kg ka
Sinkki (Zn), L/S=10 (Raja-arvo: 50 mg/kg)	5,4 mg/kg ka	5,8 mg/kg ka	23,5 mg/kg ka	0,2 mg/kg ka
Antimoni (Sb), L/S=10 (Raja-arvo: 0,7mg/kg)	0,54 mg/kg ka	-	-	-
Barium (Ba), L/S=10 (Raja-arvo: 100 mg/kg)	3,20 mg/kg ka	0,52 mg/kg ka	-	-
Molybdeeni (Mo), L/S=10 (Raja-arvo: 10 mg/kg)	0,42 mg/kg ka	0,33 mg/kg ka	0,28 mg/kg ka	0,23 mg/kg ka
Seleen (Se), L/S=10 (Raja-arvo: 0,5 mg/kg)	0,19 mg/kg ka	0,03 mg/kg ka	0,04 mg/kg ka	0,03 mg/kg ka

Rakennusjätteen alitteen laboratorion ravistelutesti olisi tarkoitus tehdä laboratoriossa kaksivaiheisena ravistelutestinä, mutta näytteen kosteuden takia kaksivaiheinen ravistelutesti tehtiin yksivaiheisena ravistelutestinä.

Orgaanisen hiilen kokonaismäärä on työssä otetussa kokomaassa selkeästi alhaisempi kuin aikaisemmissa näytteissä joita ei ole otettu tietyn ajanjakson sisällä. Liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus on ollut kahdessa aikaisemmassa näytteessä korkeammat kuin jouluna tässä työssä otetussa näytteessä. Fluoridia on työssä otetussa näytteessä vähemmän kuin missään aikaisemmassa näytteessä. Kromia, nikkeliä, molybdeeniä ja seleeniä ja bariumia on työn näytteessä enemmän kuin aikaisemmissa näytteissä.

Kaikkia tuloksia taulukossa 3 katsomalla näkee, että aikaisemmat tulokset vaihtelevat ainemäärältään keskenään selkeästi kuten sinkin kohdalla aikaisemmat tulokset ovat 5,8 mg/kg, 23,5mg/kg ja 0,2mg/kg. Aikaisemmat tulokset eivät ole tasaisia vaan vaihtelevat selkeästi. Työssä otetun näytteen tulos 5,4mg/kg vastaa aikaisemman näytteen tulosta. Tässä työssä jouluna 2016 otetussa näytteessä tulos osuu usein aikaisempien tuloksien sisälle, eikä se erotu täysin aikaisemmista tuloksista, kuten aikaisemmat tulokset erottuvat ainemääriltään selkeästi toisistaan.

Taulukko 4. Otetun alite-näytteen tuloksen ja kaikkien ilmoitettujen alite-näytteiden tuloksien lasketun keskiarvon $\frac{a+b}{n}$ ja Excel keskihajonnan p ja Excel keskihajonnan vertailu.

Menetelmät	Otetun näytteen tulos	Keskiarvo (otetun ja aikaisempien näytteiden keskiarvo)	Keskihajonta (p): Aikaisemmat näytteiden tulokset	Keskihajonta (p): Aikaisemmat ja otetun näytteen tulokset	Keskihajonta: Aikaisemmat näytteiden tulokset	Keskihajonta: Aikaisemmat ja otetun näytteen tulokset
Kuiva-aine (105°C) ma-%	96,1	66	16,926	22,757	20,73	26,277
TOC (orgaaninen kokonaishiili)	28,2	22,7	19,553	16,432	27,652	20,125
Yksivaiheinen ravistelutesti						
liukoiset pitoisuudet						
DOC, L/S=10 Liuennut org. hiili (DOC), L/S=10 mg/kg	4900	8025	7918,894	7091,324	9698,625	8188,356
TDS (Liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus), L/S=10						
(Raja-arvo 80000 mg/kg)	39000	38800	11315.280	9800	13858,33083	11316,06528

Kloridi, L/S=10 mg/kg	1300	1483	1160,01	1010,108	1420,716	1166,373
(Raja-arvo: 15000 mg/kg)						
Sulfaatti, L/S=10	16000	15150	1562,761	1439,618	1913,984	1662,328
(Raja-arvo: 20000 mg/kg)						
Fluoridi, L/S=10	8,2	36,55	38,192	36,904	46,776	42,613
(Raja-arvo: 150 mg/kg)						
Arseeni (As), L/S=10	0,12	0,26	0,204	0,193	0,25	0,223
(Raja-arvo: 2 mg/kg)						
Lyijy (Pb), L/S=10	0,05	0,09	0,116	0,104	0,142	0,12
(Raja-arvo: 10 mg/kg)						
Kadmium (Cd), L/S=10	0,003	0,005	0,0033	0,003	0,0040	0,0035
(Raja-arvo: 1 mg/kg)						
Kromi (Cr), L/S=10	0,3	0,22	0,0918	0,0919	0,112	0,106
(Raja-arvo: 10 mg/kg)						
Kupari (Cu), L/S=10	0,53	0,78	0,743	0,66	0,91	0,762
(Raja-arvo 50 mg/kg)						
Nikkeli (Ni), L/S=10	1,6	0,95	0,371	0,496	0,455	0,573
(Raja-arvo: 10 mg/kg)						
Elohopea (Hg), L/S=10	0,002	0,002	0	0	0	0
(Raja-arvo: 0,2 mg/kg)						
Sinkki (Zn), L/S=10	5,4	8,725	9,931	8,812	12,162	10,175
(Raja-arvo: 50 mg/kg)						

Antimoni (Sb), L/S=10	0,54	sama	sama	sama	sama	sama
(Raja-arvo: 0,7mg/kg)						
Barium (Ba), L/S=10	3,2	1,86				
(Raja-arvo: 100 mg/kg)						
Molybdeeni (Mo), L/S=10 (Raja-arvo: 10 mg/kg)	0,42	0,315	0,041	0,07	0,05	0,081
Seleeni (Se), L/S=10	0,19	0,07	0,005	0,068	0,006	0,078
(Raja-arvo: 0,5 mg/kg)						

Taulukossa 4 kloridin ainemäärien keskiarvo on 1482,5 mg/kg ja tässä työssä otetun näytteen tulos on 1300 mg/kg. Kloridin laskettu kokonaishajonta on pienempi molemissa keskihajonnoissa silloin, kun lasketaan lisätään työssä otetun näytteen tulos. Tämä tarkoittaa, että työssä otettu näyte on luultavasti lähempänä keskiarvoa. Sulfaatin keskiarvo on 15150 mg/kg ja tässä työssä otetun näytteen tulos on 16000 mg/kg, joten työn näyte vastaa melko hyvin keskiarvoa. Sulfaatin keskihajonta on pienempi molempien laskettujen keskihajontojen mukaan, kun työssä otettu näyte lisätään keskihajontaan. Keskihajonnan pienentyminen lisätessä työn näyte keskihajonnan laskuun, on vahva merkki työssä otetun näytteen keskiarvon kuvauksesta. Fluoridin pitoisuuksissa keskihajonta on pienempi, kun otettu näyte lisätään laskentaan. mutta otettu näyte ei ole kuitenkaan lähimpänä laskettua keskiarvoa. Aikaisemmat analyysit ovat antaneet hyvin erilaisia tuloksia fluoridin määrästä.

Taulukossa 4 arseenin tulos on lähimpänä keskiarvoa ja keskihajonta on pienempi molemmassa keskihajonnoissa, kun tuloksiin lisätään työssä otetun näytteen tulos. Lyijyn keskiarvo on 0,09 mg/kg ja tässä työssä otetun näytteen tulos 0,05 mg/kg on lähimpänä keskiarvoa. Lisäksi keskihajonta on pienempi molempien keskihajontojen kohdalla, kun työn näyte lasketaan keskihajontaan. Kuparin keskiarvo on 0,78 mg/kg ja tässä työssä otetun näytteen tulos on 0,53mg/kg, aikaisempi tulos kuparista 0,56 mg/kg vastaa hieman enemmän keskiarvoa, mutta keskiarvo on kuitenkin melko lähellä tässä työssä

otettua näytettä, kun huomioidaan aikaisempien näytteiden merkittävä kuparin aine määrän vaihtelu. Kuparin kohdalla molemmat lasketut keskihajonnat ovat pienempiä lisättäessä työssä otettu näyte keskihajontaan. Kromin laskettu keskihajonta p on korkeampi, kun työn näyte lisätään tuloksiin, mutta laskettu peruskeskihajonta on kuitenkin pienempi.

Kaiken kaikkiaan lasketuista tuloksista 11 analyysin keskihajonta p oli pienempi, kun työssä otettu näyte laskettiin keskihajontaan ja 12 analyysin peruskeskihajonta oli pienempi. Keskihajonnan pienentyminen suurimmassa osassa analysoiduista tuloksista, kun työssä otettu näyte on lisätty keskihajonnan laskentaan, on selkeä merkki otetun näytteen keskiarvon kuvaamisesta. Keskihajonta p mukaan 5 analyysiä olivat aikaisempien näytteiden kohdalla keskihajonnan mukaan lähempänä keskiarvoa kuin työssä otettu näyte, mutta peruskeskihajonnan mukaan vain 4 aikaisemman näytteen keskihajonta oli pienempi.

Luotettava näyte rakennusjätteen ylitteestä ja alitteesta otetaan samalla tavalla. Molempien näyte otetaan suoraan jätevirrasta (Valtioneuvoston asetus 403/2009). Kertänäyte ei kuitenkaan kuvaa jätteiden vaihtelevuutta kunnolla kuten aikaisemmin on tehty, joten kokoomanäyte on laadukkaampi vaihtoehto (Finas 2014, liite 7). Edustava näytteenoton menetelmä on aikajana, josta kokooma kerätään. Aikajana voidaan määrittää omien työaikojen kannalta helpoiten toteutettavaksi. Pääasia on, ettei näyte koostu hetkellisestä yhdestä näytteestä.

Samalla näytteenosan ajanhetkellä tulee kerätä ylitettä käyttämällä lapiota tippuvassa jätevirrasta useita kertoja, ettei näyte koostu sillä hetkellä vain yhdestä suuresta ylitteen palasesta. Ylite on suurikokoista ja vie paljon tilaa, ellei sitä paina itse pienempään tilaan. Ylite näytteenosien välissä sangossa olevaa ylitettä kannattaa painaa pienempään tilaan, jotta näytettä saadaan mahtumaan muovisankoon haluttu määrä.

Näytteen laatu paranee aina kun näytettä kerätään pitempänä ajanjaksona. Mitä pitempi on alitteen ja ylitteen näytteenkeräysjakso, sitä monipuolisemmin näytteeseen saadaan kaikkia partikkeleita. Näyte voisi koostua mielellään useamman päivän jaksosta, esimerkiksi siten, että useampana päivänä samaan kokoomaan käytäisiin keräämässä puolen tunnin jakso näytettä päivässä.

5.3 Rakennusjätteen ylite eli RDF

Rakennusjätteen tuloksista analysoidaan polttoaine luokka, joita on kaikkiaan kolme. Kaikki analysoidut tulokset pääsevät jonkin polttoaineluokan sisälle.

Taulukko 5, RDF rakennusjätteen analyysin tulokset, sinisellä on merkattu uudella menetelmällä otetun näytteen tulokset. Luokalla taulukossa tarkoitetaan polttoaineluokkaa

Rakennusjäte ylite (REF)		Aikaisemmat tulokset	
	21.12.2016 Otettu näyte	24.2.2016	18.2.2015
Tuhkapitoisuus 550°C [REF], % ka			
Tuhkapitoisuus (550°C)	22,9 % ka	10,3%	12,9%
Hiili (C) [REF], % ka			
Hiili ©	47,5 % ka	58,4%	46,3%
Vety (H) [REF], % ka			
Vety (H)	6,72 % ka	7,51%	5,86%
Typpi (N) [REF], % ka			
Kokonaistyyppi	0,28 % ka (osuu luokkaan 1)	0,6%	1,11%
Rikki (S) [REF], mg/kg ka			
Rikki (S), kokonais	6420 mg/kg ka (eri yksikkö luokissa (m%))	3390mg/kg	5450mg/kg
Happi (O), laskennallinen [REF], % ka			
Happi (O ₂)	21,70 %	21,3%	33,2%
Kalorimetrinen lämpöarvo saapumistilassa [REF]			
Kalorimetrinen lämpöarvo (q _V ,gr)	12820 kJ/kg	19040 kJ/kg	19250kj/kg
Kloori (Cl) [REF], % ka (Raja-arvo < 5000)			
Kloori (Cl)	0,327 % ka (Osuu luokkaan 2)	15300mg/kg	1200mg/kg
Vesiliukoiset Na ja K, vesiutteesta [REF]			
Vesiliukoiset natrium ja kalium			
K ja Na summa (Raja-arvo <0,3)	0,230 % ka (osuu lähestulkoon luokkaan 1)	0,104% ka	0,244% ka

Kokonaistyyppiä on huomattavasti vähemmän tämän työn joulukuun näytteessä kuin aikaisemmin otetuissa näytteessä, kokonaistyyppiä on hieman yli puolet vähemmän. Kaliumin ja natriumin summa tämän työn näytteessä on yli puolet enemmän, kun aikaisemmassa näytteessä, mutta noin saman verran verrattuna 2015 näytteeseen. Rikkiä näyttäisi olevan puolet enemmän tämän työn näytteessä, mutta vuoden 2015 näyte vastaa enemmän tämän työn näytettä. Yllä ilmoitetuista näytteistä rikistä ei ole tiedossa näytteen painoa, joten rikin kohdalla ei voi ylitettä luokitella mihinkään polttoaineluokkaan.

Taulukko 6. Otetun REF- näytteen ja kaikkien ilmoitettujen REF-näytteiden tuloksien lasketun keskiarvon $\frac{a+b}{n}$ ja lasketun Excel keskihajonnan p ja Excel keskihajonnan vertailu.

	Otetun näytteen tulos	Keskiarvo (aikaisempien ja otetun näytteen keskiarvo)	Keskihajonta (p): Aikaisemmat näytteiden tulokset	Keskihajonta (p): Aikaisemmat ja otetun näytteen tulokset	Keskihajonta: Aikaisemmat näytteiden tulokset	Keskihajonta: Aikaisemmat ja otetun näytteen tulokset
Tuhkapiitoisuus (550°C) %	22,9	15,37	1,3	5,432	1,838	6,652
Hiili ©	47,5	50,73	6,05	5,443	8,556	6,667
Vety (H) %	6,72	6,7	0,825	0,674	1,167	0,825
Kokonaistyyppi %	0,28	0,66	0,255	0,342	0,361	0,419
Rikki (S), kokonais mg/kg	6420	5086,67	1030	1263,39	1456,64	1547,331
Happi (O ₂) %	21,7	25,4	5,95	5,518	8,415	6,758
K ja Na summa %	0,23	0,19	0,07	0,063	0,099	0,077

Vedyn määrä on lähimpänä keskiarvoa otetussa näytteessä ja keskihajonta on pienempi, molemmissa lasketuissa keskihajonnoissa, kun otettu näyte lisätään hajontaan. Rikin keskiarvo on tuloksissa 5087 mg/kg, tässä työssä otetun näytteen tulos on 6420 mg/kg. Aikaisempi tulos 5450 mg/kg vastaa paremmin kaikkien tuloksien keskiarvoa, mutta kahden aikaisemman tuloksen ainearvot eroavat toisistaan 2060 mg/kg, keskihajonta on

kuitenkin korkeampi, kun työssä otettu näyte lisätään hajontaan molemmissa keskihajonnoissa. Kaliumin ja natriumin ainemäärien keskiarvo on 0,193% ka ja tässä työssä otetun näytteen tulos on 0,230% ka, otettu näyte vastaa kaikista näytteistä parhaiten keskiarvoa. Laskettu keskihajonta on K ja Na summassa pienempi, kun otettu näyte lisätään keskihajontaan. molempien keskihajontojen kohdalla.

Kaiken kaikkiaan lasketuista tuloksista 4 analyysin laskettu keskihajonta oli pienempi molemmissa keskihajonnoissa, kun otettu näyte lisättiin keskihajontaan ja 3 analyysin molemmat keskihajonnat olivat aikaisempien näytteiden kohdalla pienempiä. Suurimmassa osassa analysoiduista tuloksista työssä otettu näyte on pienentänyt keskihajontaa.

Taulukko 7. Kierrätyspolttoainelaatuluokat

Kierrätyspolttoaine laatuluokka	Ilmoitus tarkkuus	Laatuluokitus		
		Laatu 1	Laatu 2	Laatu 3
Klooripitoisuus kuiva-aineessa	0,01	< 0,15	< 0,50	< 1,50
Rikkipitoisuus kuiva-aineessa	0,01	<0,20	< 0,30	<0,5
Typpipitoisuus kuiva-aineessa	0,01	< 1,00	< 1,50	< 2,50
Kalium- ja natriumpitoisuus kuiva-aineessa	0,01	< 0,20	< 0,40	< 0,50
Alumiinipitoisuus kuiva-aineessa	0,01			
Elohopeapitoisuus kuiva-aineessa	0,1	< 0,1	< 0,2	< 0,5
Kadmiumpitoisuus kuiva-aineessa	0,1	< 1,0	< 4,0	< 5,0

RDF- näyte analysoidaan polttoaine luokkien avulla taulukon 7 kierrätyspolttoaineiden laatuluokka avulla. Laatuluokka määrää sen missä ylitettä voidaan käyttää polttoaineena. Suurin osa tuloksista osuu joko polttoaineluokkaan 1 tai 2. Mikään tuloksista ei ole niin korkea, ettei aine pääsisi jonkin polttoaineluokan sisälle. Kokonaistypen pitoisuus osuu luokkaan 1, kloorin pitoisuus osuu luokkaan 2 ja kaliumin ja natriumin summa osuu melkein luokkaan 1. Rikin ainearvoa ei pysty luokittelemaan tuloksista

mihinkään luokkaan, sillä rikin luokka määräytyy massaprosentin perusteella ja rikin määrä on ilmoitettu mg/kg eikä koko näytteen painosta ole tietoa.

5.4 Betonimurske

Betonimurskenäyte otettiin tässä työssä suoraan murskauskoneen betonimurskevirrasta kauhakuormajan avulla.

Taulukko 8. Betonimurskeen analysoidut tulokset, sinisellä on uudella menetelmällä otetun näytteen tulos.

Betonimurske	3.3.2017 Otettu näyte	2016	2015
Kuiva-ainepitoisuus	84,1	94,1%	95,8%
Öljyhiilivedyt (C10-C40)			
Öljyhiilivedyt >C10-C21	< 40 mg/kg ka	< 40 mg/kg ka	<40 mg/kg ka
Öljyhiilivedyt >C21-C40	< 40 mg/kg ka	78 mg/kg ka	58mg/kg ka
Öljyhiilivedyt >C10-C40	< 40 mg/kg ka	78 mg/kg ka	58mg/kg ka
Naftaleeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,07 mg/kg ka
Asenaftyleeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05mg/kg ka
Asenafteeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	<0,05 mg/kg ka
Fluoreeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka
Fenantreeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,45 mg/kg ka
Antraseeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,06 mg/kg ka
Fluoranteeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,47 mg/kg ka
Pyreeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,35 mg/kg ka
Bentso(a)antraseeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,17 mg/kg ka
Kryseeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,21 mg/kg ka
Bentso(b)fluoranteeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,12 mg/kg ka
Bentso(k)fluoranteeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,09 mg/kg ka
Bentso(a)pyreeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,12 mg/kg ka
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,06 mg/kg ka
Dibentso(ah)antraseeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	<0,05 mg/kg ka
Bentso(ghi)peryleeni	< 0,05 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,06 mg/kg ka
Summa 16 EPA-PAH	- mg/kg ka	- mg/kg	2,23 mg/kg ka
Metallit kuningasvesiuutolla			
Arseni (As)	4,4 mg/kg ka	1,4 mg/kg ka	1,9 mg/kg ka
Lyijy (Pb)	9 mg/kg ka	7 mg/kg ka	17 mg/kg ka
Kadmium (Cd)	< 0,2 mg/kg ka	< 0,2 mg/kg ka	< 0,2 mg/kg
Kromi (Cr)	35 mg/kg ka	24 mg/kg ka	32 mg/kg ka

Kupari (Cu)	36 mg/kg ka	19 mg/kg ka	28 mg/kg ka
Sinkki (Zn)	110 mg/kg ka	50 mg/kg ka	94 mg/kg ka
Liukoiset pitoisuudet			
Liuennut org. hiili (DOC), L/S=10	120 mg/kg ka	57 mg/kg ka	66 mg/kg ka
Kloridi (Cl), L/S=10	< 10 mg/kg ka	< 10 mg/kg ka	40 mg/kg ka
Sulfaatti (SO ₄), L/S=10	150 mg/kg ka	110 mg/kg ka	120 mg/kg ka
Fluoridi (F), L/S=10	< 5,0 mg/kg ka	< 5,0 mg/kg ka	< 5 mg/kg ka
Arseeni (As), L/S=10	< 0,01 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka
Lyijy (Pb), L/S=10	< 0,01 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka
Kadmium (Cd), L/S=10	< 0,003 mg/kg ka	< 0,003 mg/kg ka	<0,003 mg/kg ka
Kromi (Cr), L/S=10	0,34 mg/kg ka	0,24 mg/kg ka	0,26 mg/kg ka
Kupari (Cu), L/S=10	0,41 mg/kg ka	< 0,05 mg/kg ka	0,20 mg/kg ka
Nikkeli (Ni), L/S=10	0,06 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka	0,02 mg/kg ka
Elohopea (Hg), L/S=10	< 0,002 mg/kg ka	< 0,002 mg/kg ka	< 0,002 mg/kg ka
Sinkki (Zn), L/S=10	< 0,1 mg/kg ka	< 0,1 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka
Antimoni (Sb), L/S=10	< 0,01 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka
Barium (Ba), L/S=10	1,8 mg/kg ka	0,17 mg/kg ka	1,5 mg/kg ka
Molybdeeni (Mo), L/S=10	0,08 mg/kg ka	0,04 mg/kg ka	0,08 mg/kg ka
Seleeni (Se), L/S=10	< 0,01 mg/kg ka	< 0,01 mg/kg ka	0,01 mg/kg ka
Vanadiini (V), L/S=10	< 0,1 mg/kg ka	< 0,1 mg/kg ka	< 0,1 mg/kg ka

Kaikki betonista saadut tulokset ovat Jättekukon henkilökunnan mukaan Mara arvojen sisäpuolella, joten betonia voidaan käyttää haluttuihin kohteisiin maarakennuksessa. Öljyhiilivetyjä C10- C21 on työssä otetussa näytteessä ja aikaisemmissa näytteissä alle 40 mg/kg, mutta muita öljyhiilivetyjä C21-C40 on aikaisemmissa otetuissa näytteissä molemmissa enemmän, kuin tässä työssä otetussa näytteessä. Maaliskuun näytteessä kaikkia öljyhiilivetyjä on alle 40 mg/kg.

Arseenia tässä työssä otetussa näytteessä on kuningasvesiuutolla analysoituna enemmän kuin molemmissa aikaisemmin otetuissa näytteissä. Liuennutta orgaanista hiiltä on näytteessä enemmän kuin molemmissa aikaisemmissa näytteissä. Kuningasvesiuutolla mitattuna ja liukoisena pitoisuutena kromia, kuparia, sulfaattia ja nikkeliä on enemmän tämän työn näytteessä kuin kahdessa aikaisemmassa samalla menetelmällä mitatussa näytteessä. Bariumia on tämän työn näytteessä enemmän kuin kahdessa aikaisemmassa.

Taulukko 9. Otetun betonimurskenäytteen ja aikaisempien ilmoitettujen betonimurskenäytteiden tuloksien lasketun keskiarvon $\frac{a+b}{n}$ ja Excel keskihajonnan p sekä Excel keskihajonnan vertailu.

Analyysi	Otettu näyte	Keskiarvo (otetun ja aikaisempien näytteiden keskiarvo)	Keskihajonta (p): Aikaisemmat näytteiden tulokset	Keskihajonta (p): Aikaisemmat ja otetun näytteen tulokset	Keskihajonta: Aikaisemmat näytteiden tulokset	Keskihajonta: Aikaisemmat ja otetun näytteen tulokset
Öljyhiilivedyt >C10-C21 mg/kg	40	40	0	0	0	0
Öljyhiilivedyt >C21-C40 mg/kg	40	58,67	10	15,521	14,142	19,009
Öljyhiilivedyt >C10-C40 mg/kg	40	58,67	10	15,521	14,142	19,009
Naftaleeni mg/kg	0,05	0,06	0,01	0,009	0,014	0,012
Fenantreeni mg/kg	0,05	0,18	0,2	0,189	0,283	0,231
Antraseeni mg/kg	0,05	0,05	0,005	0,0047	0,0071	0,0058
Fluoranteeni mg/kg	0,05	0,19	0,21	0,198	0,297	0,242
Pyreeni mg/kg	0,05	0,15	0,15	0,141	0,212	0,173
Bentso(a)ant-raseeni mg/kg	0,05	0,09	0,06	0,057	0,085	0,069
Kryseeni mg/kg	0,05	0,1	0,08	0,075	0,113	0,092
Bentso(b)fluoranteeni mg/kg	0,05	0,07	0,035	0,033	0,049	0,040
Bentso(k)fluoranteeni mg/kg	0,05	0,06	0,02	0,019	0,028	0,023
Bentso(a)pyreeni mg/kg	0,05	0,07	0,035	0,033	0,049	0,04
Indeno(1,2,3-cd) pyreeni mg/kg	0,05	0,05	0,005	0,0047	0,0071	0,0058
Bentso(ghi)peryleeni mg/kg	0,05	0,05	0,005	0,0047	0,0071	0,0058

Arseeni (As) mg/kg	4,4	2,57	0,25	1,312	0,354	1,607
Lyijy (Pb) mg/kg	9	11	5	4,32	7,071	5,292
Kromi (Cr) mg/kg	35	30,33	4	4,643	5,657	5,686
Kupari (Cu) mg/kg	36	27,67	4,5	6,944	6,364	8,505
Sinkki (Zn) mg/kg	110	84,67	22	25,368	31,113	31,07
Liuenut org. hiili (DOC), L/S=10 mg/kg	120	81	4,5	27,821	6,364	34,073
Kloridi (Cl), L/S=10 mg/kg	10	20	15	14,142	21,213	17,321
Sulfaatti (SO ₄), L/S=10 mg/kg	150	126,67	5	16,997	7,071	20,817
Kromi (Cr), L/S=10 mg/kg	0,34	0,28	0,01	0,043	0,014	0,053
Kupari (Cu), L/S=10 mg/kg	0,41	0,22	0,075	0,148	0,106	0,181
Nikkeli (Ni), L/S=10 mg/kg	0,06	0,03	0,005	0,022	0,007	0,026
Barium (Ba), L/S=10 mg/kg	1,8	1,16	0,665	0,708	0,94	0,868
Molybdeeni (Mo), L/S=10 mg/kg	0,08	0,07	0,02	0,019	0,028	0,023

Esimerkiksi naftaleenin, fenantreeni, antraseeni ja fluoranteenin molemmat lasketut keskihajonnat ovat alhaisemmat, kun työn näyte lisätään keskihajontaan. Kuningasvesiuuton arseenin tuloksien ainearvojen keskiarvo on 2,57 mg/kg ja tässä työssä otetun näytteen tulos on 4,4 mg/kg. Molemmat lasketut keskihajonnat ovat otetun näytteen lisäämisen jälkeen korkeampia. Kromin kuningasvesiuuton tuloksien keskiarvo on 30,33 mg/kg ja tässä työssä otetun näytteen tulos on 35 mg/kg. Molemmat lasketut keskihajonnat ovat korkeampi, kun otettu näyte lisätään tuloksiin. Kromin liukoisten pitouksien keskiarvo on 0,28 mg/kg ja tämän työn näytteen tulos on 0,34 mg/kg. Lasketut

keskihajonnat ovat korkeammat, kun työssä otettu näyte lisätään tuloksiin. Lyijyn aine määrän keskiarvo on 11 mg/kg ja tässä työssä otetun näytteen tulos 9 mg/kg osuu lähimmäksi keskiarvoa. Lyijyn määrän molemmat keskihajonnat ovat pienempi, jos otettu näyte lisätään tuloksiin. Bariumin kaikkien tuloksien keskiarvo on 1,16 mg/kg ja tämän työn näytteen tulos on 1,8 mg/kg. Bariumin määrä vastaa työn näytteessä melko hyvin keskiarvoa, kuitenkin aikaisemmin otetun näytteen 1,5 mg/kg tulos osuu enemmän keskiarvo lähetyville. Bariumin kohdalla kuitenkin aikaisemmat tulokset 0,17mg/kg ja 1,5mg/kg eroavat selvästi keskenään toisistaan verrattuna tässä työssä otetun näytteen 1,8mg/kg tulokseen. Kuitenkin bariumin keskihajonta p on suurempi työn näytteen lisäämisen jälkeen tuloksiin, mutta laskettu peruskeskihajonta on kuitenkin pienempi.

Kaiken kaikkiaan lasketuista pitoisuuksista tässä työssä otettu näyte pienensi keskihajontaa p 14 analyysin kohdalla ja nosti 12 analyysin kohdalla. Työn näyte pienensi peruskeskihajontaa 17 analyysin kohdalla ja nosti 11 analyysin kohdalla. Suurimmassa osassa tässä työssä otettu näyte kuvasi paremmin tuloksien keskiarvoa.

Betoninäytteen ottaminen suoraan kasasta, kuten aikaisemmin on tehty, ei ole käytännöllistä ja se on hyvin vaikeaa ottaa puolueettomasti (Petersen 2015). Näytteet tulisi ottaa jätevirrasta aina kun se on mahdollista (Valtioneuvoston asetus 403/2009). Lisäksi Jätekuolla ei ole betonimurskeen ottamiseen suoraan kasasta siihen soveltuvaa putkimaista näytteenottovälinettä, joten lapiolla kasasta otettu näyte ei ole koskaan edustava. (Finas 2014, liite 7). Yksi suoraan murskevirrasta otettu kauhallinen voi sisältää yksinomaan betonia, mutta seuraava kauhallinen voi sisältää myös enemmän tiiltä jolloin tiiltäkin päätyy näytteeseen. Tällöin näytteenottoaikkaa ei ole valittu siten, että paikassa olisi vain betonia eikä näyte ole tällöin puolueellinen

Betonimurskeen luotettava näytteenotto toimii samalla tavalla kuin puumurskeenkin. Näyte otetaan suoraan jätevirrasta kauhakuormaajan avulla useana ajanhetkillä samaan kokomaan. (Valtioneuvoston asetus 403/2009). Betonin kokoomaan näytteenottamisen ajankohdat voidaan määrittää sopivaan väliin omien työasioiden kannalta.

Betonin palat ovat useamman kokoisia, tämä kannattaa huomioida, kun näyte otetaan kauhasta ja ottaa pienempiäkin paloja näytteeseen. Pienempien betoninpalojen ottaminen tulee olla kuitenkin mahdollisimman satunnaista ja ottaa pienempiä paloja näytteeseen satunnaisista kohdin kauhaa.

Mitä pitempi ajanjakso näytteenottamiseen sisällytetään, kuten esimerkiksi kaksi päivää, sitä tarkemmin näyte kuvaa todellista keskiarvoa. Useampana päivänä otettuna, yhden päivän näytteenottoaika ei tarvitse olla niin pitkä kuin silloin jos näytteeseen sisällytettäisiin vain yksi päivä. Betonin näytteenottotapaa voitaisiin kutsua systemaattisen satunnaiseksi kuten alitteen ja ylitteenkin näytteenottotapaa (Finas 2014, liite 7).

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Otettujen näytteiden tavoite mahdollisimman tarkan keskiarvon saavuttamiseksi onnistui näytteiden kohdalla. Tässä työssä uudella menetelmällä otettujen näytteiden analysoiduista tuloksista moni ainepitoisuus vastasi parhaiten aikaisempien ja nykyisten näytteiden ainepitoisuuksien välistä laskettua keskiarvoa. Suurimassa osassa analysoiduista tuloksista laskettu keskihajonta oli alhaisempi silloin, kun työssä otettu näyte lisättiin keskihajonnan laskemiseen. Aikaisempien näytteiden keskihajonta oli yleensä korkeampi. Vain puumurskeen tuloksista kaiken kaikkiaan aikaisempien tuloksien keskihajonta oli pienempi, mutta ei kuitenkaan merkittävästi. Tässä työssä puumurskenäytettä ei kuitenkaan otettu kokonaisuudessaan puumurskevirrasta, vaan näyte otettiin osittain puumurskevirrasta mikä voi olla syy suurempaan keskihajontaan. Tämän työn näytteenoton menetelmä ei ollut puumurskenäytteen kohdalla yhtä edustava kuin muiden jätteiden kohdalla.

Aikaisempien näytteiden tulokset ovat vaihdelleet sisältävien aineiden pitoisuudelta merkittävästi toisistaan, eivätkä ne ole olleet tasaisia. Työssä käytetyllä uudella näytteenottomenetelmällä tullaan saamaan hyvin keskiarvoa kuvaava näyte, koska nyt ja aikaisemmin otettujen näytteiden välinen laskettu keskiarvo on usein lähes sama, kun tässä työssä otetun näytteen arvo ja näytteiden keskihajonnat pienenevät työn näytteen avulla. Työssä otettuun näytteeseen saadaan helpommin jätteen sisältämiä kaikkia par-

tikkeleita käyttäen lapiota, kun aikaisemmalla menetelmällä, koska näyte ei ole niin lajittunutta kuten kasasta otettu näyte (Petersen 2015; Finas 2014, liite 7). Työssä otettu näyte ei ole myöskään niin helposti puolueellinen kuin aikaisemmin, vaan näyte on satunnaisempi ja siksi myös enemmän keskiarvoa kuvaava (Finas 2014, liite 7).

Näytteenoton edustavuutta voidaan aina parantaa analysoimalla laadunvarmennusnäyte ja rinnakkaisnäyte päänäytteen lisäksi. Kuitenkin näytteiden määrän nostaminen nostaa siitä syntyviä kustannuksia. Otettaessa laadunvarmennusnäyte se tulee ottaa samalla menetelmällä kuin päänäytekin. Useamman näytteen tulos kuvaa parhaiten ainemäärien vaihtelua jätteen sisällä. (Finas 2014, liite 7).

Jäteveden näytteenottoa ei tehty, sillä jo käytetty menetelmä on valmiiksi melko edustava. Jätevedestä voidaan suositella näytteenottamista suoraan virtaavasta tippuvasta jätevedestä (Ahma). Tulee kiinnittää huomiota kuitenkin siihen, mitä näytteellä halutaan kuvata. Halutaanko näytteellä kuvata virtaavaa jätevettä ennen veden siirtymistä kaivon vai halutaanko näytteellä kuvata veden laatua juuri ennen, kun jätevesi siirtyy kaivosta eteenpäin. Suoraan kaivon tippuvasta virtaavasta jätevedestä otettu näyte kuvaa veden laatua ennen kaivon siirtymistä, mutta kaivosta otettuna näyte kuvaa vettä, mikä siirtyy kaivosta eteenpäin. Suoraan kaivosta otettuun näytteeseen ei tule ottaa pinnan lietettä (Ahma). Jotta kaivosta saadaan otettua jätevettä pinnan alapuolelta, vaati näytteen ottaminen siihen tarkoitettua näytteenotto välinettä.

Vesinäytteet tulisi saada mahdollisimman nopeasti laboratorioon mieluiten saman päivän aikana, jotta analyysi on mahdollisimman luotettava. Jätevettä tulee ottaa näytteeseen usealta ajankohdalta päivän aikana, jotta näyte kuvaa koko jätevettä eikä sen hetkellistä laatua, sillä jäteveden laatu vaihtelee merkittävästi. (Ahma.)

LÄHTEET

Ahma, Ohjeita jätevesien näytteenottoon, pdf-teksti, ei päivitystietoja. Viitattu 10.1.2017

Saatavilla: http://ahmagroup.com/application/files/7514/5682/9461/Ahma_Naytteenotto-ohje_Jatevedet.pdf

Asrocks-hanke, Ohjeistus näytteenottosuunnitelma ja laadunvarmistus, internet-teksti, ei päivitystietoja. Viitattu 18.10.2016

Saatavilla: http://projects.gtk.fi/ASROCKS/ohjeistus/suosituksia/Edustava_naytteenotto/Naytteenottosuunnitelma_ja_laadunvarmistus/

Petersen Claus, Essonanawe Edjabou Maklawe, Götze Ramona, Jensen Morten Bang, Kostyantyn Pivnenko, Scheutz Charlotte, Fruergaard Astrup Thomas, Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. 2015 Waste management artikkeli, sivut 13-36. Viitattu 5.4.2017

Euroopan komissio Verotus ja tulliliitto, Näytteenottovälineet: yleiset tiedot ja vaatimukset 2017a, päivitetty 31.1.2017. Viitattu 7.1.2017

Saatavilla: http://general.net/SAMANCTA/FI/SamplingEquipment/SelectionOfSamplingEquipment_FI.htm

Euroopan komissio Verotus ja tulliliitto 2017b, Näyteastiat: yleiset tiedot ja vaatimukset 2017b, päivitetty 31.1.2017. Viitattu 7.1.2017

Saatavilla: http://general.net/SAMANCTA/FI/GeneralProcedures/SampleContainers_FI.htm

Finas, Opas akkreditointi vaatimuksien soveltamiseen ympäristönäytteenotossa 2014, pdf- dokumentti. Viitattu 20.12.2016

Saatavilla: https://www.finas.fi/Tiedostot%201/Julkaisut/finas_opas_2_2014_Opas_akkreditointivaatimusten_soveltamiseksi.pdf

Finas, Opas akkreditointi vaatimuksien soveltamiseen ympäristönäytteenotossa 2014, liite 7, pdf- dokumentti. Viitattu 20.12.2016

Saatavilla: https://www.finas.fi/Tiedostot%201/Julkaisut/finas_opas_2_2014_Opas_akkreditointivaatimusten_soveltamiseksi.pdf

Joutti, Anneli, Laine-Ylijoki, Jutta, Wahlström, Margareta, Vestola, Elina, Vaajasaari, Kati, Jätteiden kaatopaikkakelpoisuuden toteaminen 2006. Pdf- teksti. Ympäristöhallinnon ohjeita 2 / 2006, sivut 1-84. Viitattu 8.3.2017

Jätekkukko, Kierrätyspolttoainelaatuluokat, taulukko. ei päivytystietoja. Viitattu 3.1.2017

Jätekkukko 2016, Laadunhallintaohje betoni -, tiili ja asfalttimurske, päivitetty 17.6.2016. Viitattu 15.11.2016

Jätekkukko 2017a, Pikkukukko lajitteluasemat, internet teksti, ei päivytystietoja. Viitattu 3.4.2017

Jätekkukko 2017b, yhtiö, Jätekkukko internet teksti, ei päivytystietoja. Viitattu 3.4.2017
Saatavilla: <http://www.jatekkukko.fi/yhtio.html>

Jätekkukko, Puujätteestä tehtävät analyysit, taulukko, ei päivytystietoja. Viitattu 4.12.2016

Jätekkukko 2015a, Työohje, näytteenotto, päivitetty 20.11.2015. Viitattu 20.11.2016

Jätekkukko, vuosikertomus 2015b, Jätevesineuvonta, internet teksti, ei päivytystietoja. Viitattu 7.4.2017

Saatavilla: <http://vuosikertomus.jatekkukko.fi/viestinta-ja-vuorovaikutus/jatevesineuvonta.html>

Jätekkukko, vuosikertomus 2015c, Kampanjat biojätteen lajittelun edistämiseksi, internet teksti, ei päivytystietoja. Viitattu 7.4.2017

Saatavilla: <http://vuosikertomus.jatekkukko.fi/viestinta-ja-vuorovaikutus/kampanjat-biojätteen-lajittelun-edistamiseksi.html>

Jätekukko, vuosikertomus 2015d, Vuorovaikutus, ei päivitystietoja. Viitattu 7.4.2017
Saatavilla: [http://vuosikertomus.jatekukko.fi/viestinta-ja-vuorovaikutus.html](http://vuosikertomus.jatekukko.fi/viestinta-ja-vuorovaikutus/vuorovaikutus.html)

Kaartinen Tommi, Rintala Jukka, Sormunen Kai, Case study on sampling, processing and characterization of landfilled municipal solid waste in the view of landfill mining. 2013 Journal of cleaner production, artikkeli, sivut 56-66. Viitattu 8.4.2017

Reijola, Hanna, Virkanen, Juhani, Vaahtojärvi, Tuija, 21.10.2014 Geotieteiden ja maatiiteenlaitoksen ympäristölaboratorion toiminta asiakirja. Viitattu 18.11.2016
Saatavilla: http://www.helsinki.fi/geo/laitos/toimintakasikirja_labrat.pdf

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013. Viitattu 20.11.2016

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa annetun valtioneuvoston asetuksen liitteiden muuttamisesta 403/2009. Viitattu 3.5.2017

