

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

BH10A0300 Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari

RAKENNUSJÄTTEEN KÄSITTELY SUOMESSA

Processing of construction waste in Finland

Työn tarkastaja: Professori, TkT Mika Horttanainen

Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, DI Mari Hupponen

Lappeenrannassa 15.5.2012

Sofia Mattila

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNE- JA TERMILUETTELO	2
1 JOHDANTO	3
1.1 Työn tausta	3
1.2 Työn tavoitteet	4
1.3 Työn toteutus.....	4
2 RAKENNUSJÄTETTÄ KOSKEVAT SÄÄDÖKSET JA TAVOITTEET	5
2.1 Jätelaki 1072/1993 ja jäteasetus 1390/1993	6
2.2 Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä 295/1997	6
2.3 Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997	6
2.4 Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 sekä maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999	7
2.5 Jäteverolaki 1126/2010	7
2.6 Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016	7
2.7 Keväällä 2012 voimaan tullut uusi jätelainsäädäntö	8
3 RAKENNUSJÄTTEEN MÄÄRÄ JA KOOSTUMUS SUOMESSA	9
4 RAKENNUSJÄTTEEN KÄSITTELY	13
4.1 Syntypaikkalajittelu.....	14
4.2 Koneellinen käsittely.....	16
4.2.1 Magneettierotin	17
4.2.2 Pyörrevirtaerotin	18
4.2.3 Tähtiseula.....	19
4.2.4 Tuuliseula.....	20
4.2.5 Ilmaohjain	21
4.2.6 Kuivalla raskaalla väliaineella tapahtuva käsittely	22
4.2.7 Märkäerottelu	23
4.2.8 Värikäsittely.....	24
4.2.9 Röntgensäteilykäsittely	25
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	27
6 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	31
Virallislähteet.....	37

LYHENNE- JA TERMILUETTELO

Lyhenteet

EU	European Union, Euroopan unioni
LOI	loss on ignition, hehkutushäviö
REF	recovered fuel, kierrätyspolttoaine
TOC	total organic carbon, orgaanisen hiilen kokonaismäärä kiinteässä aineessa
XRT	X-ray transmission, röntgensäteilyn siirtoon perustuva tekniikka

Termit

absorboida	sitoo, imeä itseensä
biohajoava	aerobisesti ja anaerobisesti hajoava
emittoida	päästää lävitseen, säteillä
heterogeeninen	sekakoosteinen, koostuu erilaisista komponenteista
orgaaninen	aerobisesti, anaerobisesti ja termisesti hajoava
suspensio	hienojakoisen kiinteän aineen ja nesteen muodostama heterogeeninen seos, joka saostuu hitaasti

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Suomessa rakennetaan koko ajan. Rakentamisella tarkoitetaan kaikkea maan päällä ja alla sekä vesistöissä tapahtuvaa rakennustoimintaa, kuten rakennelmien uudis- ja korjausrakentamista sekä maa- ja vesirakentamista (VNp 3.4.1997/295, 3 §). Rakentamisen yhteydessä syntyy aina myös huomattava määrä rakennusjätettä. Rakennusjäte on määritelty aineeksi tai esineeksi, jonka sen haltija on poistanut käytöstä ja joka ei ole tavanomaista asumisesta syntyvää jätettä (VNp 3.4.1997/295, 3 §). Rakennusjätettä ovat esimerkiksi mineraalijätteet eli maa- ja kiviainekset, sekalainen puutavara, muovit ja styrokso, kipsilevyt, pahvi ja kartonki, betoni ja tiili, lämmöneristeet, lasi sekä metalli ja kaapeli. Aina rakennusjäte ei kuitenkaan ole tällä tavoin selkeästi eroteltavissa eri jätelajeihin, vaan se voi olla myös hyvin sekalaista rakennus- ja purkujätettä. (Sita_a.) Vuonna 2012 helposti eroteltavat jätelajit joko käytetään uudelleen, kierrätetään tai hyödynnetään energiana, mutta sekalainen rakennusjäte sijoitetaan useimmiten kaatopaikalle (Ympäristöyritysten Liitto_a).

Toiminnassa olevalla kaatopaikalla on monia haittoja. Kaatopaikat aiheuttavat esimerkiksi melu- ja maisemahaittoja sekä kaasumaisia ja nestemäisiä päästöjä. Myös kiinteitä päästöjä syntyy kun tuuli ja jätepenkereellä liikkuva eläimistö levittävät roskaa ja pölyä. Nämä kaikki puolestaan vaikuttavat välillisesti ihmisen terveyteen sekä kasvien ja eläinten hyvinvointiin. (Suomen ympäristökeskus 2008, 12–13.) Jätteiden kaatopaikkasijoituksella hukataan lisäksi luonnonvaroja ja jätteiden sisältämä energia. Jätepenkereelle päätyvällä jätteellä voitaisiin tehokkaammalla käytöllä korvata neitseellisiä luonnonvaroja ja siten vähentää luonnonvarojen kulutusta. (Suomen ympäristökeskus 2007, 10, 17.) Lisäksi jätteiden kaatopaikkasijoituksesta aiheutuu jätteen tuojalle rahallista haittaa, sillä jätteiden kaatopaikkasijoittaminen on useimmiten kalliimpaa kuin niiden vieminen hyötykäyttöön (Ympäristöyritysten Liitto_b).

Merkittävimpana kaatopaikoista syntyvänä haittana voidaan pitää orgaanisen aineen hajotessa syntyviä metaanipäästöjä, joita yksinään jätteenkäsittelystä aiheutui vuonna 2010 noin 96 400 tonnia. Tämä määrä vastaa noin puolta kaikista Suomen metaanipäästöistä. (Suomen virallinen tilasto 2011a.) Metaani on hiilidioksidin ohella merkittävä kasvihuone-

kaasu, jolla on ilmastomuutosta kiihdyttävä vaikutus (U.S. Environmental Protection Agency 2010). Metaanin kerääminen kaatopaikoilta on mahdollista, mutta ainakaan nykyisellä hyödyntämijärjestelmällä sitä ei saada riittävän hyvin talteen (Saarinen 2010, 9).

Kaatopaikoista aiheutuvien ympäristö- ja muiden haittojen vähentämiseksi kaatopaikoille sijoitettavan jätteen määrää tulisi vähentää. Jätteiden määrän vähentämisen tueksi Suomen jätelainsäädäntö uudistui keväällä 2012. Jätelainsäädännön kokonaisuudistuksen mukana Suomeen tulee myös uusi orgaanisen jätteen kaatopaikkakieltoa koskeva asetus, sillä erityisesti orgaanisten aineiden sijoittamista kaatopaikalle tulisi vähentää. (Seppänen 2011, 3.) Tämä asetus aiheuttaa myös osaltaan haasteita orgaanista ainesta sisältävän rakennusjätteen käsittelylle.

1.2 Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on tutustua rakennusjätteen määrään ja koostumukseen Suomessa sekä selvittää miten rakennusjätettä voidaan käsitellä tänä päivänä ja tulevaisuudessa, kun uusi jätelainsäädäntö ja orgaanisen jätteen kaatopaikkakieltoa koskeva asetus astuvat voimaan. Työssä siis vastataan kysymyksiin kuinka orgaaninen aines saadaan pois jätteestä ja minkälaisia lopputuotteita jää tällöin jäljelle. Työssä vastataan myös kysymykseen, kuinka lopputuotteita on mahdollista käyttää hyödyksi.

1.3 Työn toteutus

Työssä tutustutaan ensin rakennusjätteen määrään ja koostumukseen Suomessa sekä rakennusjätettä koskeviin säädöksiin ja tavoitteisiin. Näiden pohjatietojen varassa selvitetään rakennusjätteen käsittelyvaihtoehtoja. Kaikki tiedot perustuvat kirjallisuudesta saatuihin tietoihin.

Työssä käsitellään Suomessa tapahtuvasta ammattimaisesta rakentamisesta syntyviä rakennusjätteitä. Työn pääpaino pidetään kuitenkin talonrakennustoiminnassa syntyvissä rakennusjätteissä.

2 RAKENNUSJÄTETTÄ KOSKEVAT SÄÄDÖKSET JA TAVOITTEET

EU:n ympäristö- ja jätepolitiikka linjaa jäsenmaidensa jätepolitiikan päätavoitteita. Vuonna 2008 EU:n puolelta ilmestyi uusi jätedirektiivi 2008/98/EY, jonka pyrkimyksenä on edistää jätteen synnyn ehkäisyä, uudelleenkäyttöä ja kierrätystä sekä yksinkertaistaa jo olemassa olevaa EU:n jätesäätelyä. Uusi jätedirektiivi velvoittaa jäsenmaat myös käyttämään uudelleen, kierrättämään tai muulla tavoin käyttämään hyödyksi syntyvästä rakennus- ja purkujätteestä vähintään 70 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. (Parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY, 4 artikla, 11 artikla.)

EU:n jätedirektiivin 2008/98/EY artiklassa 40 säädetään direktiivin saattamisesta osaksi kansallista lainsäädäntöä. Sen mukaan EU:n jäsenvaltioiden on saatettava kyseisen direktiivin noudattamisen edellyttämät lait, asetukset ja hallinnolliset määräykset voimaan viimeistään 12. joulukuuta 2010. (Parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY, 40 artikla.) Tämän artiklan seurauksena myös Suomen on pitänyt uudistaa jätelainsäädäntöään, sillä aiemmat jätelainsäädännöt eivät ole lisänneet jätteen hyötykäyttöä ja kierrätystä eikä jätteen määrä ole vähentynyt toivotulla tavalla (Ympäristöministeriö 2012b). Suomen uusi jätelainsäädäntö koostuu useista erilaisista laeista, asetuksista ja päätöksistä. Keskeisimmät asetukset astuivat voimaan vuoden 2012 keväällä uuden jätelain kanssa. Kokonaisuudessaan jätelainsäädännön uudistus kestää vuoteen 2015 saakka. (Ympäristöministeriö 2012a.)

Aiemmin rakennusjätteistä ja niiden käsittelystä on säädetty vuonna 1993 annetuissa jätelaisissa ja -asetuksessa, vuonna 1997 annetuissa valtioneuvoston rakennusjätteitä koskevassa päätöksessä ja valtioneuvoston kaatopaikkoja koskevassa päätöksessä, vuonna 1999 annetuissa maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä -asetuksessa ja vuonna 2010 annetussa jätevero-laissa. Lisäksi rakennusjätteiden käsittelyä koskevana ohjeena toimii valtakunnallinen jätesuunnitelma, jolla ei kuitenkaan ole velvoittavia vaikutuksia.

2.1 Jätelaki 1072/1993 ja jäteasetus 1390/1993

Jätelain ja -asetuksen tavoitteena on tukea kestävästä kehityksestä edistämällä luonnonvarojen järkevää käyttöä sekä ehkäisemällä ja torjumalla jätteistä aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle. Näihin tavoitteisiin päästään, kun kaikessa toiminnassa pyritään käyttämään raaka-aineita säästeliäästi ja suosimaan jätteiden uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. Jätelain 40 §:ssä myös kehoitetaan ympäristöministeriötä sekä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusta laatimaan jätteitä ja jätehuoltoa koskeva suunnitelma eli valtakunnallinen jätesuunnitelma hoitamaan ja kehittämään jätelaissa säädettyjä tehtäviä. (L 3.12.1993/1072, 1 §, 4 §, 40 §; A 22.12.1993/1390, 8 §.)

2.2 Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä 295/1997

Valtioneuvoston rakennusjätteitä koskevan päätöksen tarkoituksena on rakennusjätteiden määrän ja haitallisuuden vähentäminen sekä hyötykäytön lisääminen. Suuntaa antavana tavoitteena oli rakennusjätteen, maa-aines-, kiviaines- ja ruoppausjätettä lukuun ottamatta, hyödyntäminen vähintään 50 prosenttisesti vuoteen 2000 mennessä. Tavoitteiden saavuttamiseksi rakentaminen olisi suunniteltava ja toteutettava niin, että jätettä syntyisi mahdollisimman vähän ja, että kaikki käyttökelpoinen tavara otettaisiin talteen ja käytettäisiin mahdollisuuksien mukaan uudelleen. Valtioneuvoston rakennusjätteitä koskevan päätöksen mukaan ainakin betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka- ja kipsijätteet, kyllästämättömät puujätteet, metallijätteet sekä maa-aines-, kiviaines- ja ruoppausjätteet on pidettävä erillään tai lajiteltava erilleen toisistaan ja muista rakennusjätteistä niiden hyötykäyttöä varten. Lisäksi olisi pyrittävä siihen, ettei jätteistä aiheutuisi vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. (VNp 3.4.1997/295, 1 §, 4 §, 5 §.)

2.3 Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997

Valtioneuvoston kaatopaikkoja koskevan päätöksen tarkoituksena on muun muassa ohjata kaatopaikkojen suunnittelua, käyttöä ja jätteiden turvallista sijoittamista. Päätöksen mukaan biohajoavan jätteen sijoittamista kaatopaikalle olisi rajoitettava metaanipäästöjen ja ympäristökuormituksen vähentämiseksi. Biohajoavalla jätteellä tarkoitetaan aerobisesti ja

anaerobisesti hajoavaa jätettä. Biohajoavan jätteen rajoitusta koskevat raja-arvot ja muut perusteet jätteiden hyväksymiseksi kulloisenkin luokituksen mukaiselle kaatopaikalle on myös esitetty kyseisessä päätöksessä yksityiskohtaisesti. (VNp 4.9.1997/861, 1 §, 4 §.)

2.4 Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 sekä maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999

Maankäyttö- ja rakennuslain sekä maankäyttö- ja rakennusasetuksen tavoitteena on edistää kestävästä kehitystä sekä vaikuttaa siihen, ettei rakentaminen aiheuta merkittäviä haitallisia ympäristö- ja muita vaikutuksia. Näiden takia esimerkiksi rakennusta purettaessa tulee huolehtia syntyvän rakennusjätteen käsittelystä ja käyttökelpoisten rakennusosien hyväksi käyttämisestä. (L 5.2.1999/132, 1 §, 137 §, 139 §; A 10.9.1999/895, 55 §.)

2.5 Jäteverolaki 1126/2010

Jäteverolaissa säädetään kaatopaikalle toimitetun jätteen valtiolle suoritettavasta verotuksesta. Lain mukaan veroa on suoritettava 40 euroa tonnilta jätettä, joka toimitetaan kaatopaikalle ennen 1. päivää tammikuuta 2013. Kyseisenä päivänä tai sen jälkeen kaatopaikalle toimitetusta jätteestä veroa on puolestaan suoritettava 50 euroa tonnilta jätettä. (L 17.12.2010/1126, 1 §, 5 §.) Säätelemällä tällä tavoin kaatopaikalle toimitetun jätteen verotusta, pyritään osaltaan vaikuttamaan jätteen määrän vähentämiseen ja jätteen hyötykäytön lisäämiseen.

2.6 Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016

Suomen jätelain 1072/1993 40 §:n ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2006/12/EY artiklan 7 mukaan Suomen on laadittava valtakunnallinen jätesuunnitelma (L 1072/1993; Parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/12/EY). Vuonna 2008 ympäristöministeriö laatikin uuden jätesuunnitelman aiemman vuoteen 2005 ulottuvan jätesuunnitelman tilalle. Uusi jätesuunnitelma on nimeltään ”Kohti kierrätysyhteiskuntaa”, ja se on valtioneuvoston hyväksymä strateginen suunnitelma, jossa käsitellään jätehuollon ja jätteiden synnyn ehkäisyn periaatteita sekä päämääriä vuoteen 2016. Näiden lisäksi siinä käsitellään

toimia, joilla päämäärät ja tavoitteet ovat saavutettavissa sekä toimien toteuttamisesta vastuussa olevia tahoja. Suunnitelman tarkoituksena on ohjata toimijoita ja päättäjiä kierrätysyhteiskunnan tavoitteiden saavuttamiseksi. (Ympäristöministeriö 2008, 7, 29.)

Rakennusjätteiden osalta valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteena on, että rakentamisen jätteistä hyödynnettäisiin vähintään 70 % materiaalina ja energiana vuoteen 2016 mennessä (Ympäristöministeriö 2008, 10). Valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoite on siis ajallisesti hieman tiukempi kuin mitä EU:n jätedirektiivissä oli määritelty.

2.7 Keväällä 2012 voimaan tullut uusi jätelainsäädäntö

Suomen uusi jätelainsäädäntö perustuu jätelakiin 646/2011. Uudistuksella on kuitenkin muutosvaikutuksia myös 19 muuhun lakiin. Lisäksi jätelainsäädännön kokonaisuudistuksen seurauksena lähes 30 asetusta tai valtioneuvoston päätöstä tulee voimaan. Jätelainsäädännön keskeiset asetukset astuivat voimaan yhdessä jätelain kanssa 1.5.2012. (Ympäristöministeriö 2012b, 2.)

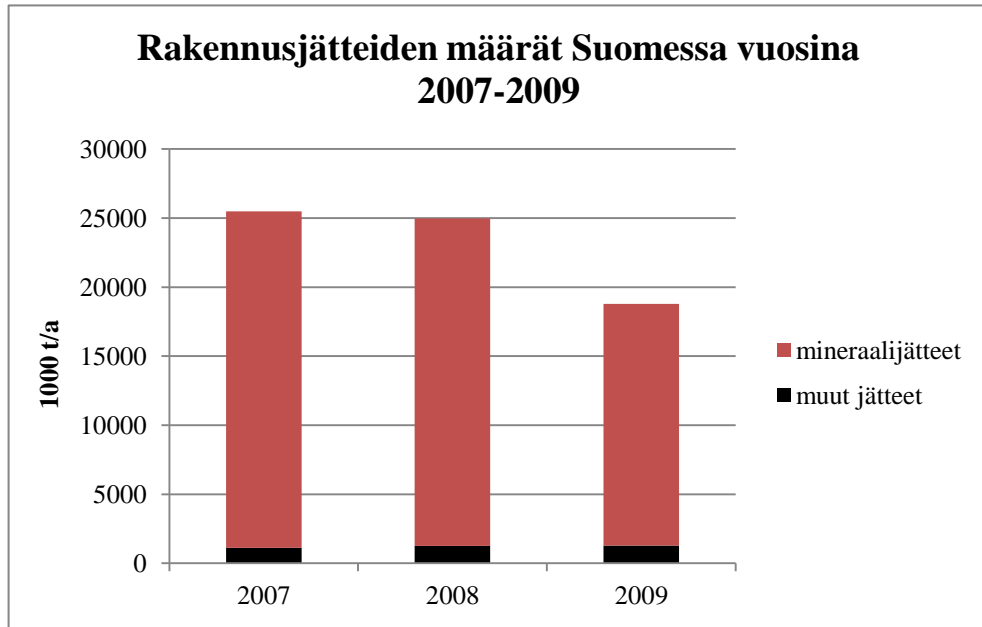
Suomen uudessa jätelainsäädännössä rakennusjätteiden hyötykäyttötavoitteita tiukennetaan ja jätteen käsittelyä kaatopaikalla pyritään rajoittamaan entisestään materiaalihokkuuden parantamiseksi sekä jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseksi. Kaikessa toiminnassa tulee noudattaa etusijajärjestystä, jonka mukaan syntyvä jäte tulee ensisijaisesti käyttää uudelleen ja toissijaisesti kierrättää. Jos kumpikaan näistä vaihtoehdoista ei ole toteuttamiskelpoisia, on jäte käsiteltävä muilla tavoin, kuten energiana. Vasta viimeisenä vaihtoehtona on jätteen sijoittaminen kaatopaikalle. (Ympäristöministeriö 2012b, 4–6.)

Uudessa jätelainsäädännössä myös orgaanisen jätteen sijoittamista kaatopaikalle rajoitetaan metaanipäästöjen ja kaatopaikan ympäristökuormituksen vähentämiseksi, kun uusi valtioneuvoston asetus kaatopaikoista korvaa nykyisen valtioneuvoston päätöksen. Orgaanisella jätteellä tarkoitetaan aerobisesti, anaerobisesti ja termisesti hajoavaa jätettä. Orgaanista jätettä ovat esimerkiksi pahvi, muovi, kumi ja puu. Orgaanisen jätteen kaatopaikkakieltoa koskevan asetuksen on tarkoitus astua voimaan vuonna 2016. Kielto koskisi jätettä, jonka orgaanisen aineksen pitoisuus ylittäisi annetun 10 prosentin raja-arvon. Orgaanisen aineksen pitoisuutta arvioitaisiin joko aistinvaraisesti tai kuormakohtaisen näyt-

teenoton ja satunnaistutkimuksen TOC- tai LOI-pitoisuuksien avulla. (Seppänen 2011, 3–4, 5, 7.) TOC (engl. total organic carbon) kertoo orgaanisen hiilen kokonaismäärän kiinteässä aineessa (Ympäristöministeriö 2006). TOC-pitoisuuden määrittämisessä näyte hapetetaan ja vapautunut hiilidioksidi mitataan (Kilpimaa et al. 2009, 1). LOI (engl. loss on ignition) puolestaan tarkoittaa hehkutushäviötä (Ympäristöministeriö 2006). Hehkutushäviössä näytettä hehkutetaan yön yli 550 °C:ssa orgaanisen materiaalin selvittämiseksi (Kilpimaa et al. 2009, 1). Kielto ei koskisi puhtaita maamassoja, kaivannaisjätettä eikä pilaantumaton ruoppausjätettä (Seppänen 2011, 3).

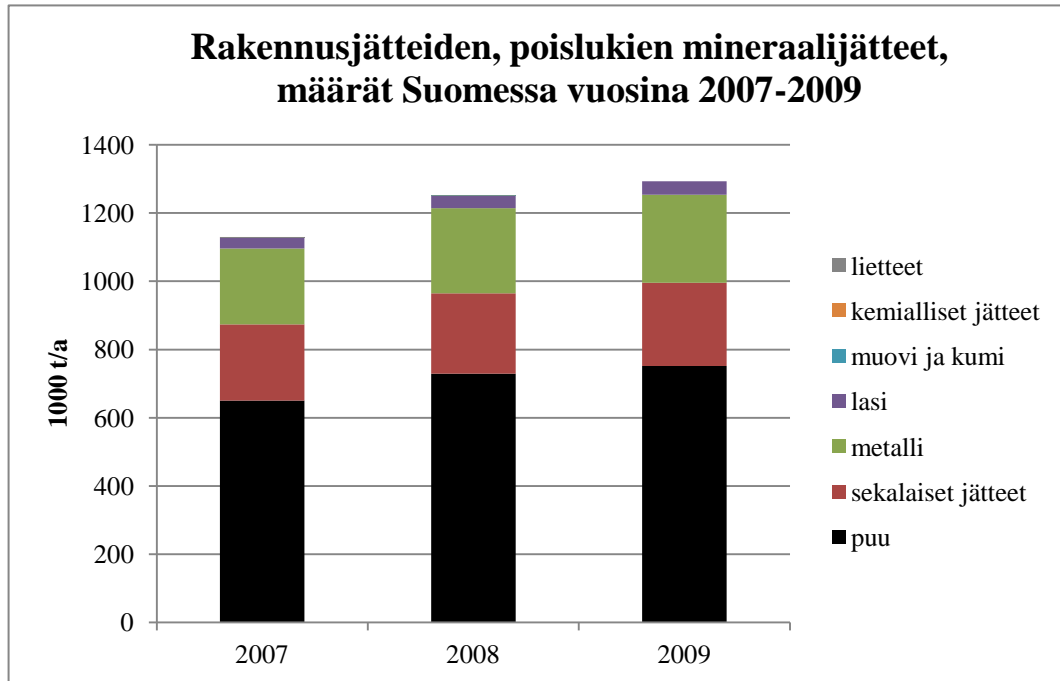
3 RAKENNUSJÄTTEEN MÄÄRÄ JA KOOSTUMUS SUOMESSA

Vuonna 2009 rakennusjätettä syntyi Suomessa yhteensä noin 18,8 miljoonaa tonnia. Tämä määrä vastaa noin 20 prosenttia kaikesta Suomessa syntyvästä jättemäärästä. Massamääräisesti suurin osa eli yli 90 prosenttia rakennusjätteestä oli mineraalijätettä. Sitä syntyi siis huomattavasti enemmän kuin muita jätelajeja. (Suomen virallinen tilasto 2011b.) Alla olevassa kuvassa 1 on esitetty Suomen rakennusjätteiden määrät vuosina 2007–2009. Kuvassa on selkeästi havaittavissa mineraalijätteiden suuri määrä verrattuna muihin rakennustoi-minnassa syntyviin jätteisiin. Mineraalijätteitä syntyi vuosina 2007–2009 noin 17–24 miljoonaa tonnia. Lisäksi kuvasta 1 huomataan, että kokonaisuudessaan rakennusjätteen määrä on lähtenyt laskuun vuodesta 2007. Lasku johtuu mineraalijätteen määrän pienentymisestä, joka puolestaan todennäköisesti on seurausta rakennusmarkkinoiden hiljenemisestä (Rakennusalan suhdanneryhmä 2008, 3).



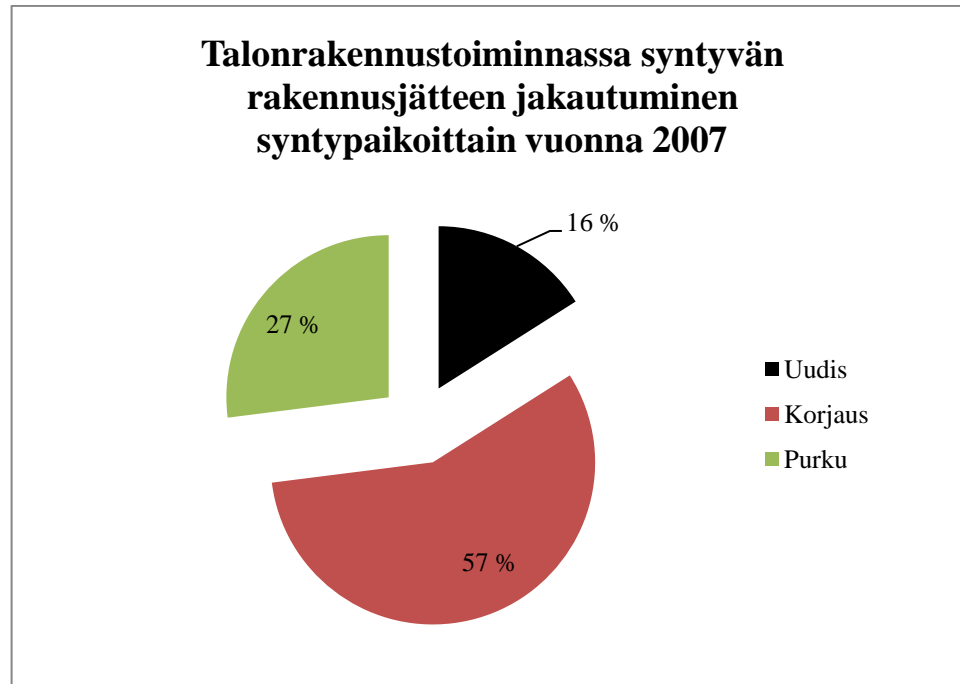
Kuva 1. Rakennusjätteiden määrät ja jakaantuminen jätelajeittain Suomessa (Suomen virallinen tilasto 2009; Suomen virallinen tilasto 2010; Suomen virallinen tilasto 2011b).

Vuosina 2007–2009 rakennusjätteiden, pois lukien mineraalijätteet, määrät vaihtelivat välillä 1,1–1,3 miljoonaa tonnia (Suomen virallinen tilasto 2009; Suomen virallinen tilasto 2010; Suomen virallinen tilasto 2011b). Kuvassa 2 on esitetty tarkemmin näiden rakennusjätteiden jakautuminen eri jätejakeisiin. Kuvasta 2 huomataan, että vastoin kuin mineraalijätteen määrä, muun rakennusjätteen määrä on hieman kasvanut vuodesta 2007 vuoteen 2009. Tämä johtunee pääasiassa talonrakennustoiminnan siirtymisestä uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen (Rakennusalan suhdanneryhmä 2008, 5). Lisäksi kuvasta huomataan, että talonrakennustoiminnasta syntyvä rakennusjäte koostuu yli 50 prosenttisesti puupohjaisesta jätteestä. Myös metallijätettä ja sekalaista lajittelematonta jätettä syntyy huomattavan paljon. Muita lajiteltuja jätejakeita, kuten lasia ja muovio, syntyy sen sijaan vähemmän.



Kuva 2. Rakennusjätteiden, pois lukien mineraalijätteet, määrät ja jakaantuminen jätelajeittain Suomessa (Suomen virallinen tilasto 2009; Suomen virallinen tilasto 2010; Suomen virallinen tilasto 2011b).

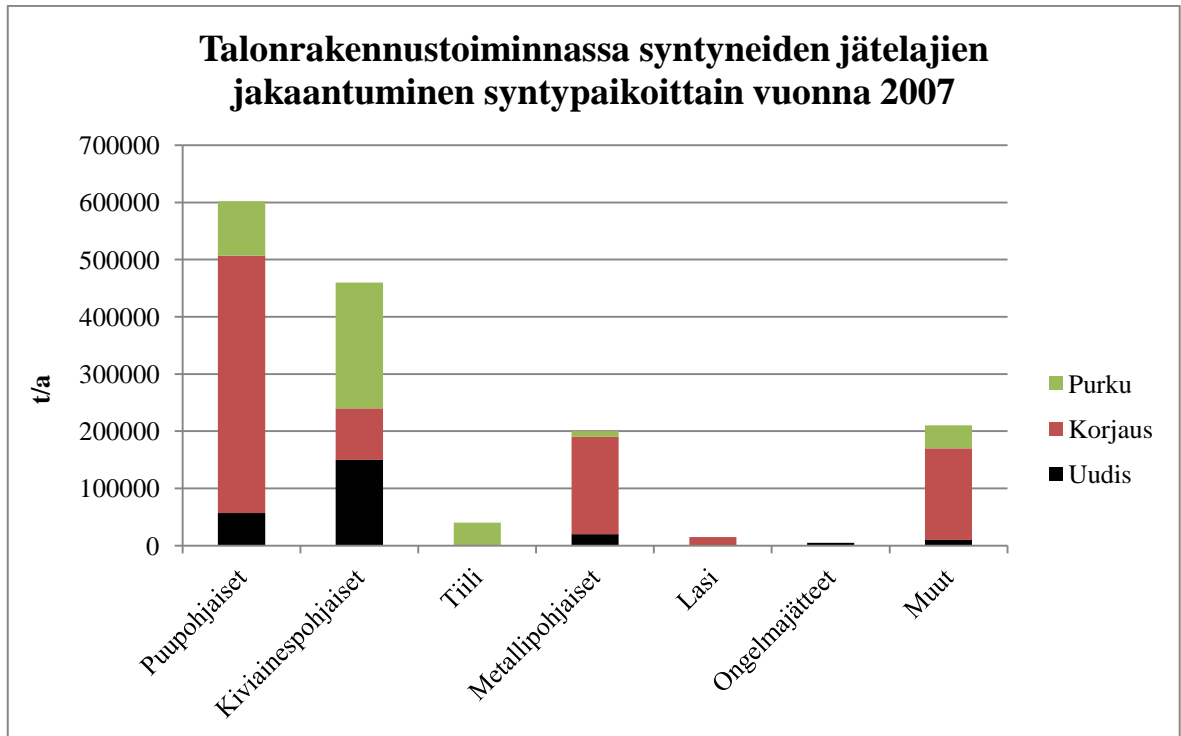
Talonrakennustoimintaa tarkasteltaessa on käytettävissä vuoden 2007 tiedot. Talonrakennustoiminnassa, johon kuuluu uudis- ja korjausrakentaminen sekä purkaminen, rakennusjätettä syntyi Suomessa vuonna 2007 yhteensä noin 1,6 miljoonaa tonnia. (Suomen ympäristökeskus 2009.) Kuvassa 3 on esitetty talonrakennustoiminnasta syntyvän rakennusjätteen jakautuminen syntypaikoittain vuonna 2007. Kuvasta nähdään, että yli puolet jätteistä syntyy korjausrakentamisesta. Koska korjausrakentaminen tuottaa valtaosan talonrakennustoiminnassa syntyvistä jätteistä nyt ja tulevaisuudessa, tulee siitä aiheutuvien jätemäärien pienentämiseen kiinnittää erityisesti huomiota kehittämällä säästäviä korjausmenetelmiä (Ympäristöministeriö 2011, 3, 25).



Kuva 3. Talonrakennustoiminnassa syntyvän rakennusjätteen jakautuminen syntypaikoittain (Ympäristöministeriö 2011, 22).

Vuonna 2007 talonrakennustoiminnassa syntyvästä 1,6 miljoonasta tonnista rakennusjätettä noin 30 prosenttia eli noin 460 000 tonnia oli mineraalijätettä (Ympäristöministeriö 2011, 24). Tällöin muun rakennusjätteen osuudeksi jää yhteensä noin 1,1 miljoonaa tonnia. Näin ollen lähes kaikki kuvassa 2 esitetyistä rakennusjätteistä tulee talonrakennustoiminnasta.

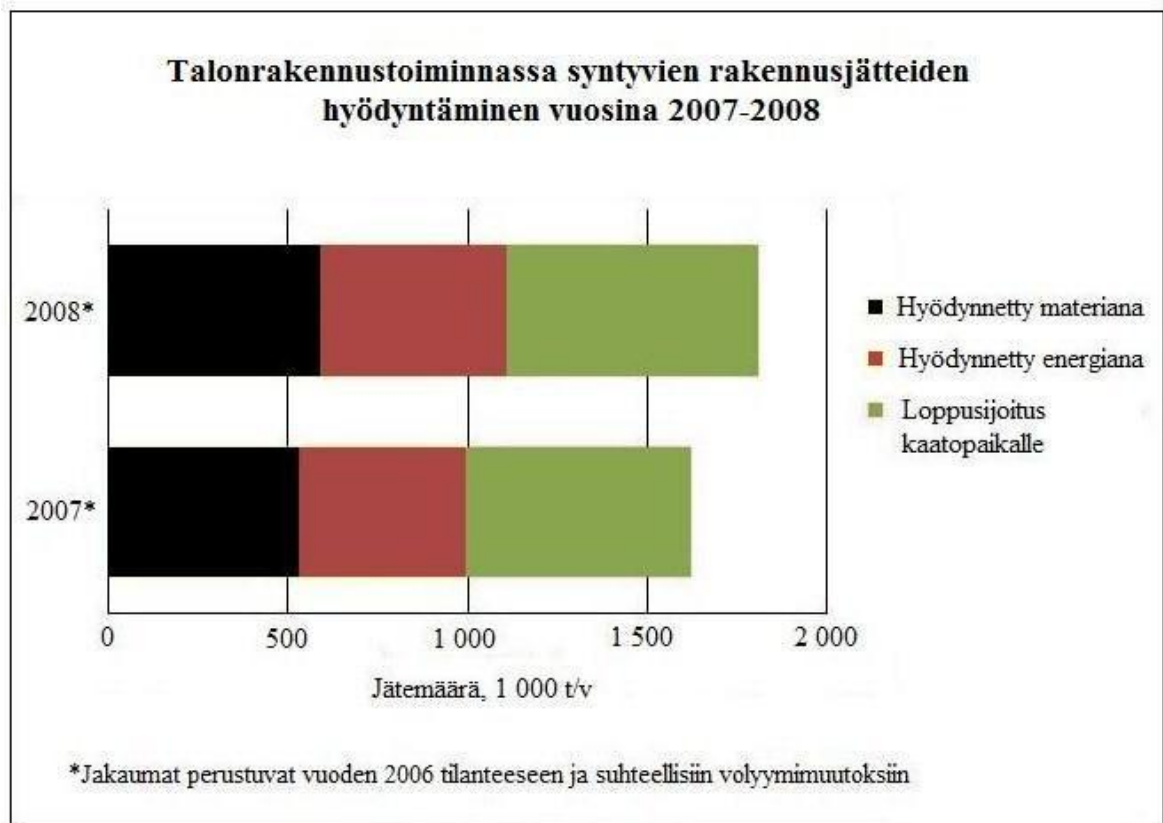
Talonrakennustoiminnassa syntyneiden jätelajien jakaantuminen syntypaikoittain vuonna 2007 on esitetty kuvassa 4. Kuvasta 4 on erityisen tärkeää tarkastella korjausrakentamisesta syntyviä jättejakeita sen suuren jätteidentuoton vuoksi. Kuvasta huomataankin, että suurin osa puupohjaisesta ja sekalaisesta rakennusjätteestä tulee korjausrakentamisesta. Sekalainen rakennusjäte voi sisältää mitä tahansa jättejakeita. Karkeasti se voidaan kuitenkin jakaa orgaaniseen ja ei-orgaaniseen aineeseen. Orgaaninen aines on kevyempää kuin ei-orgaaninen aines. Jatkossa sekalaisen jätteen sisältämästä orgaanisesta aineesta käytetäänkin nimitystä kevyt aines ja ei-orgaanisesta aineesta raskas aines.



Kuva 4. Talonrakennustoiminnassa syntyvien rakennusjätteiden määrät ja jakaantuminen syntypaikoittain Suomessa vuonna 2007 (Ympäristöministeriö 2011, 24).

4 RAKENNUSJÄTTEEN KÄSITTELY

Vuosina 2007–2008 talonrakennustoiminnassa syntyvistä rakennusjätteistä noin 32 % hyödynnettiin materiaana, noin 29 % energiana ja loput eli noin 39 % vietiin kaatopaikalle loppusijoitukseen (Ympäristöministeriö 2012c, 27). Asia on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Talonrakennustoiminnassa syntyvien rakennusjätteiden hyödyntäminen vuosina 2007–2008 (Ympäristöministeriö 2012c, 27).

Kuten kuvasta 5 huomataan, on rakennusjätteen sijoittamisella kaatopaikalle ollut vuosina 2007–2008 edelleen huomattava osuus. Suomen jätelainsäädännön uudistuksen myötä kuitenkin kaatopaikalle suoritettavaa loppusijoitusta tulisi nyt vähentää. Tavoitteisiin päästään nykyisiä jätteen käsittelymenetelmiä, syntypaikkalajittelua ja koneellista käsittelyä, parantamalla.

4.1 Syntypaikkalajittelu

Syntypaikkalajittelulla tarkoitetaan jätteiden välitöntä lajittelua ja erillään pitämistä niiden syntypaikalla (Ajanko et al. 2005, 9). Se on osoittautunut usein halvimmaksi keinoksi erottaa rakennusjätteen sisältämät eri jättejakeet toisistaan (Ympäristöyritysten Liitto_b). Kun jättejakeet on asianmukaisesti lajiteltu jo syntypaikalla, on niiden hyötykäyttö helpompaa.

Taulukkoon 1 on koottu esimerkkejä syntypaikkalajittelun seurauksena saatavien jätejakeista ja niiden hyötykäyttömahdollisuuksista. Taulukkoa 1 tarkasteltaessa on kuitenkin huomioitava, että jokaisella rakennustyömaalla ei suoriteta syntypaikkalajittelua yhtä tehokkaasti. Tällöin taulukon lopussa olevan sekalaisen rakennusjätteen osuus kasvaa. Jos sekajätteen käsittelyä ei jatketa edelleen, menee se kaatopaikalle. Koska kaatopaikalla orgaanista ainesta sisältävä sekalainen jäte aiheuttaa hajotessaan kasvihuonekaasupäästöjä, tulisi sen määrää vähentää ja jatkokäsittelyä kehittää.

Taulukko 1. Esimerkkejä rakennusjätteiden syntypaikkalajittelun seurauksena saatavista jätejakeista ja niiden hyötykäyttömahdollisuuksista (Ympäristöyritysten Liitto_a; Ympäristöyritysten Liitto_c; Ympäristöyritysten Liitto_d; Ympäristöyritysten Liitto_e; Ympäristöyritysten Liitto_f; Ympäristöyritysten Liitto_g; Sitab).

Jätejake	Hyötykäyttö
Mineraalijätteet	Käytetään täyttömaana
Puutavara	Puhdas puu haketuksen jälkeen – kuivikkeeksi kompostointiin parantamaan mullan tuotantoa – polttolaitoksen energialähteeksi Käsitelty puu haketuksen jälkeen polttolaitoksen energialähteeksi
Muovit ja styroksi	Puhdas muovi uuden muovin raaka-aineeksi Likainen muovi polttolaitoksen energialähteeksi Puhdas styroksi uuden styroksin raaka-aineeksi Likainen styroksi polttolaitoksen energialähteeksi
Kipsilevyt	Hienontamisen jälkeen raaka-aineeksi – uusien kipsilevyjen valmistukseen – maarakentamiseen sopivaksi materiaaliksi – maanparannusaineen raaka-aineeksi – lannoitteeksi
Pahvi ja kartonki	Uudelleenkäyttö Pahvi uusiopahvin valmistukseen Kartonki uusiokartongin valmistukseen Likainen tavara polttolaitoksen energialähteeksi
Betoni ja tiili	Betoni murskauksen ja raudoituksen poiston jälkeen – maarakentamiseen – uusiobetonin valmistukseen (runkoaineeksi) Tiili murskauksen jälkeen maarakentamiseen
Lämmöneristeet	Uudelleenkäyttö Purueriste voidaan käyttää polttolaitoksen energialähteenä

	Mineraalivilloista hienontamisen jälkeen puhallusvillaa
Lasi	Ehjät ikkunalasit käytetään uudelleen Murskauksen jälkeen raaka-aineena – lasivillan valmistukseen – uusiolasin valmistukseen
Metalli ja kaapeli	Murskauksen ja jalostuksen jälkeen teollisuuden raaka-aineeksi
Sekalainen rakennusjäte	Kaatopaikalle Jatkokäsittelyyn

Syntypaikkalajittelun tehostaminen on yksinkertainen, mutta tehokas tapa parantaa rakennusjätteiden käsittelyä. Sen avulla jätejakeet saadaan hyötykäyttöön etusijajärjestyksen osoittamalla tavalla. Syntypaikkalajittelua tehostamalla säästetään myös mekaaniseen lajitteluun kuluva energiaa.

Syntypaikkalajittelun tehostamiseksi rakennuttajien ja rakentajien jätetietoutta tulee lisätä. Myös rakennusten purkuteknikoihin tulee kiinnittää huomiota ja niitä tulee kehittää. Elementtipurkaminen on Saksassa yleisesti käytetty purkumuoto, jossa rakennus puretaan niin, että elementit saadaan ehjinä ja kokonaisina irti. Näin ne voidaan käyttää uudelleen jossain muualla. Tällöin myös sekalaista purkujätettä syntyy vähemmän. Myös Suomessa, Raahessa, on kokeiltu betonin elementtipurkamista hyvin kokemuksiin. (Vakkuri 2011, 48–49.)

4.2 Koneellinen käsittely

Syntypaikkalajittelun seurauksena jäänyttä sekalaista rakennusjätettä voidaan käsitellä erilaisin koneellisin käsittelymenetelmin jätteen hyötykäytön lisäämiseksi. Käsittelymenetelmien toiminta perustuu eroteltavien komponenttien perusominaisuuksiin, kuten kokoon, tiheyteen tai magneettisuuteen (Xing & Hendriks 2005, 749).

Rakennusjätteelle soveltuvia koneellisia käsittelymenetelmiä ovat magneettinen käsittely, kuivakäsittely, märkäkäsittely ja automaattinen käsittely, jotka kaikki voidaan jakaa vielä erilaisiin sovelluksiin. Tässä työssä esiteltävät ja rakennusjätteelle soveltuvat käsittelymenetelmät on koottu alla olevaan taulukkoon 2. Huomioitavaa on, että taulukko 2 ei ole kaikenkattava.

Taulukko 2. Rakennusjätteelle soveltuvia käsittelymenetelmiä.

Käsittelymenetelmä	Rakennusjätteen käsittelylle sopivat sovellukset
Magneettinen käsittely	Magneettierotin Pyörrevirtaerotin
Kuivakäsittely	Tähtiseula Tuuliseula Ilmaohjain Kuivalla raskaalla väliaineella tapahtuva käsittely
Märkäkäsittely	Märkäerottelu
Automaattinen käsittely	Värikäsittely Röntgensäteilykäsittely

Kutakin käsittelymenetelmää yhdistää se, että ne vaativat rakennusjätteen esikäsittelyä. Esikäsittelyssä jäte murskataan pienempään partikkelikokoon ja siitä seulotaan suurimmat hyödyntämiskelvottomat jätteet pois jatkokäsittelyn tehostamiseksi (Schachermayer et al. 2000, 17–18).

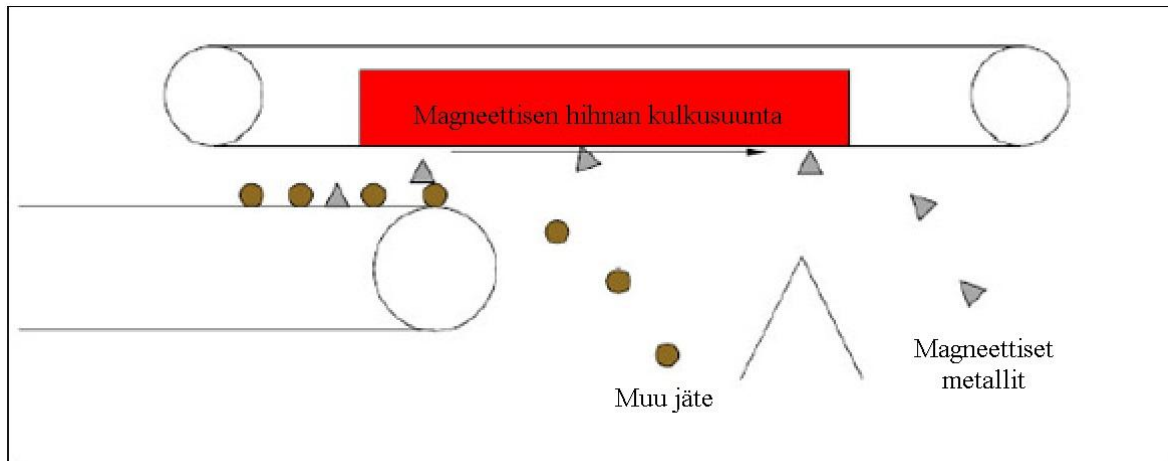
Erialaisten käsittelymenetelmien avulla kevyt orgaaninen aines saadaan eroteltua muusta jätteestä, ja se voidaan hyödyntää kierrätyspolttoaineena voimalaitoksissa. Käsittelyn seurauksena syntynyt raskaampi aines sen sijaan laadusta riippuen voidaan käyttää joko maa- rakentamisessa, rakennusteollisuuden raaka-aineena tai sitten se vain sijoitetaan kaatopaikalle. Magneettisella käsittelyllä erotetut metallit puolestaan hyödynnetään taulukon 1 mukaisesti teollisuuden raaka-aineena. (Schachermayer et al. 2000, 17–18.)

Suomessa rakennusjätteen käsittely tuntuu perustuvan vielä pitkälti hyvin yksinkertaisiin koneellisiin käsittelymenetelmiin, kuten magneettiseen käsittelyyn sekä kuivakäsittelyn osalta tähti- ja tuuliseuloihin. Muualla Euroopassa sen sijaan rakennusjätteen käsittelyssä ollaan pidemmällä. Esimerkiksi Itävallassa on käytössä märkäkäsittelyyn perustuva jätteen käsittelylaitos (Schachermayer et al. 2000, 17).

4.2.1 Magneettierotin

Magneettiset metallit saadaan eroteltua muista jätteistä magneettierottimella, joita on erilaisia. Yleisimmässä magneettierotintyyppissä kuitenkin magneettihihna pyörii jäteliuku-

hihnan yläpuolella. Magneettihihnan synnyttää ympärilleen magneettikentän, joka vetää magneettisia kappaleita puoleensa. Näin ollen magneettiset metallit tarttuvat magneettihihnaan ja siirtyvät sen pyörimissuunnassa liukuhihnalta pois muun jätteen jatkaessa matkaansa suoraan. (Magna Power_a.) Magneettierottimen toiminta on esitetty kuvassa 6.



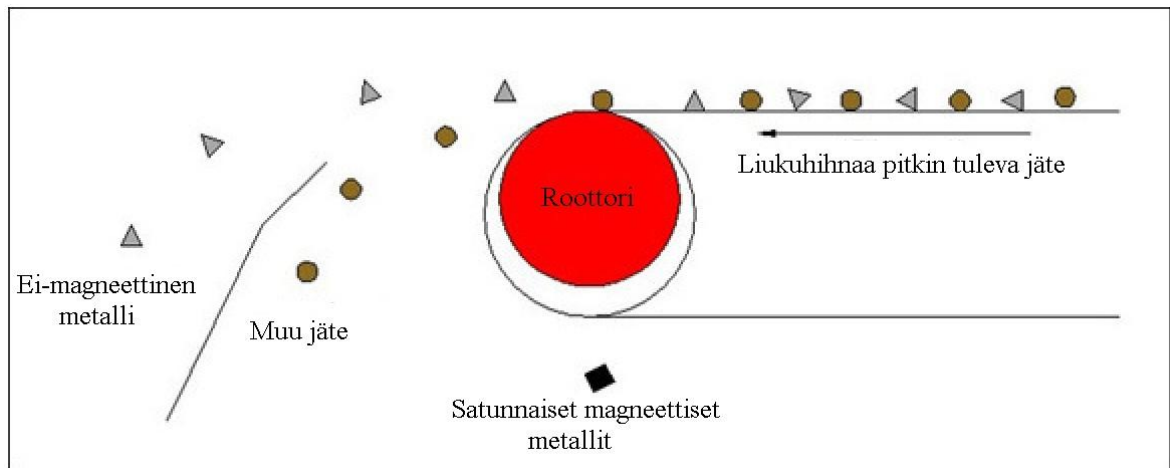
Kuva 6. Magneettierotin (Magna Power_a).

Magneettierottimen avulla metallit saadaan yleensä eroteltua muista jätteistä melko tehokkaasti. Jos eroteltava jäte on kuitenkin hyvin sekalaista, voi metallikappaleiden mukaan päätyä muutakin jätettä, kuten muoviriepuja, jotka takertuvat helposti teräviin metallipaloihin. Näin ollen magneettierottimien puhtausaste ei välttämättä ole aina paras mahdollinen.

4.2.2 Pyörrevirtaerotin

Pyörrevirtaerottimella (engl. eddy current separator) saadaan poistettua ei-magneettiset metallit pois muusta jätteestä. Pyörrevirtaerotin koostuu nopeasti pyörivästä ja korkean intensiteetin omaavasta magneettisesta roottorista, jonka ympärillä on hitaammin pyörivä ei-metallinen rumpu. (Magna Power_b.) Systemi synnyttää ympärilleen voimakkaan muuttuvan magneettikentän, joka saa kenttään kulkeutuvien metallien elektronit pyöremäiseen liikkeeseen, eli aikaansaa sähkövirran. Syntynyt sähkövirta indusoi ympärilleen oman magneettikentän, joka on erivaiheinen alkuperäisen roottorin magneettikentän kanssa. Tämän seurauksena ei-magneettiset metallit hylkivät roottoria kun taas magneettisissa metalleissa vaikuttaa puoleensavetävä voima. (Vimelco_a.) Näin ollen liukuhihnaa pitkin

lähestyvät ei-magneettiset metallit (esimerkiksi alumiini) nousevat roottorin kohdalla hie-
man ilmaan ja lentävät pidemmälle kuin muu jäte, joka vain putoaa vapaasti alas hihnalta.
Liukuhihnalla olevat magneettiset metallit puolestaan kulkeutuvat liukuhihnaa pitkin, kun-
nes hihna poistuu roottorin vaikutuksesta, jolloin ne tippuvat kyydistä pois. (Magna Po-
wer_b.) Pyörrevirtaerotin toimintaperiaate on esitetty vielä alla olevassa kuvassa 7.



Kuva 7. Pyörrevirtaerotin (Magna Power_b).

4.2.3 Tähtiseula

Tähtiseula on hyvin yksinkertainen jätteen kuivakäsittelymuoto, jossa jäte syötetään tähti-
rattaista koostuvalle seulalle eli niin sanotulle tähtiseulalle. Kuvassa 8 on esitetty tähtiseula
kokonaisuudessaan. Kuvassa 9 on puolestaan esitetty tähtiseulan tarkempi rakenne. Tähti-
seulassa jätepartikkelit puhdistavat itse itseään pomppimalla ja hankaamalla toisiaan vas-
ten, jolloin esimerkiksi savi irtoaa partikkeleiden pinnoilta. Hankauksen seurauksena saatu
hienoaines, joka on pääosin mineraaliainesta, seuloutuu tähtirattaiden välisistä aukoista
tähtiseulan alapuolella kulkevalle liukuhihnalle ja siitä edelleen niille tarkoitettuun pistee-
seen. Suuremmat partikkelit puolestaan jatkavat matkaansa seulalla ylöspäin päätyen lopul-
ta omaan kasaansa. (Neuenhauser, 2.)



Kuva 8. Tähtiseulan rakenne (Neuenhauser, 4).



Kuva 9. Tähtiseula kokonaisuudessaan (HS Tekniikka).

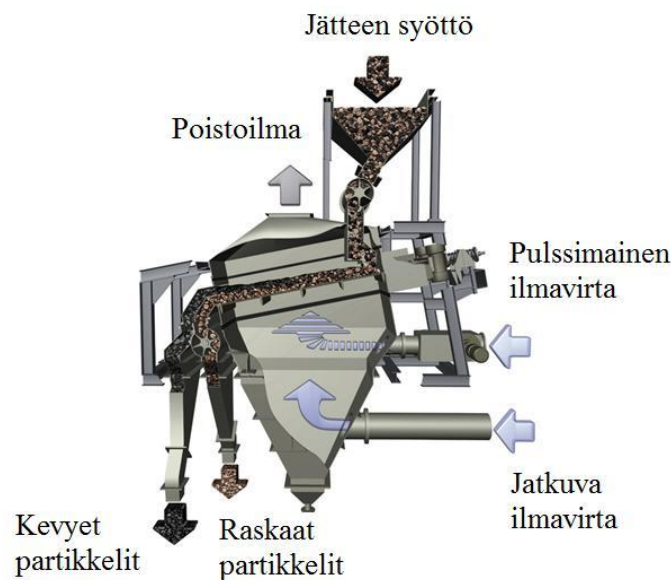
Tähtiseulalla saatavien partikkeleiden hiukkaskokoa ja täten erotustarkkuutta voidaan helposti muuttaa lisäämällä tai vähentämällä seulan nopeutta. Myös tähtirattaiden tyypin valinnalla on vaikutusta saatuun lopputulokseen. Muuttamalla puolestaan tähtiseulan leveyttä ja pituutta sen kapasiteettia saadaan parannettua. Neuenhauserin standardimallissa, jossa seulan leveys on 1 250 mm ja pituus 6 900 mm, kapasiteetti voi olla jopa 350 t/h. (Neuenhauser, 2, 4–5.)

4.2.4 Tuuliseula

Tuuliseula on ilmakäsittelyä, jossa jätejakeet erotellaan toisistaan ilmavirtausten avulla. Tuuliseula muistuttaa ulkonäöltään tähtiseulaa. Tuuliseulassa jäte syötetään tasaisena syöttönä liukuhihnalle, jossa on ilmasuuttimia. Ilmasuuttimien puhalluksen voimakkuutta säädellään ja täten eri painoiset ja kokoiset partikkelit saadaan eroteltua omiin osoitteisiinsa. Hihnan etäisyys rummista säädetään riippuen syötteen laadusta, paino eroista ja kosteudesta. (Vimelco_b.)

4.2.5 Ilmaohjain

Ilmaohjain (engl. air jig) on tuuliseulan tavoin ilmavirtauksiin perustuvaa jättejakeiden erotelua. Ilmaohjaimessa rakennusjätteen kevyempi aines erotellaan raskaammasta aineesta syöttämällä jätte niin sanottuun ilmapetiin. Ilmapedissä ilmaa puhalletaan ylhäältä alaspäin sekä jatkuvana että pulssimaisena virtana. Ilmavirtauksen ansiosta kevyempi aines nousee korkeammalle kuin raskaampi aines ja näin ne ajautuvat eri reiteille. (De Jong et al. 2005, 3.) Ilmapedin toiminta on esitetty kuvassa 10.

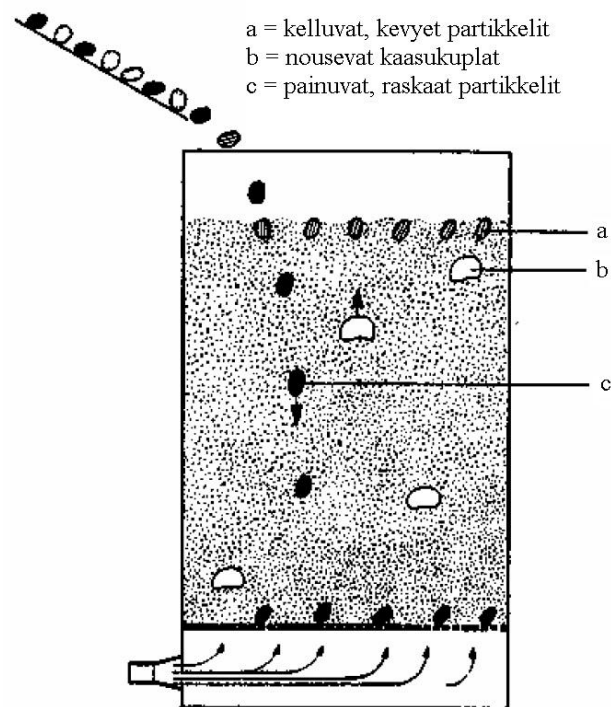


Kuva 10. Ilmaohjaimen toimintaperiaate (Allmineral_a).

Ilmaohjaimen avulla saatu kevyt aines voi sisältää jonkin verran myös muuta kuin itse orgaanista ainesta, kuten huokoista muurauslaastia ja kipsiä (De Jong et al. 2005, 3). Täten sen erotustarkkuudessa on vielä parantamisen varaa. Parhaiten ilmaohjain soveltuu jätteelle, joka on esikäsitelty partikkelikokoon 1–50 mm (De Jong et al. 2005, 3) ja joka koostuu suurimmaksi osaksi kevyistä partikkeleista (Allmineral_b). Ilmaohjain on kapasiteetiltaan hyvä, sen maksimikapasiteetti on noin 50 t/h (De Jong et al. 2005, 3).

4.2.6 Kuivalla raskaalla väliaineella tapahtuva käsittely

Kuivalla raskaalla väliaineella tapahtuva käsittelymenetelmä (engl. dry heavy medium separation) koostuu kuivasta hiekkapedistä, jonka alapuolelta ohjataan kaasuvirtaus hiekkapedin läpi. Hiekkapedin yläpuolelta syötetään käsiteltävä jäte. Kun kaasukuplat ja jätepartikkelit sitten kohtaavat hiekkapedissä, kaasukuplien vastus nostaa ominaispainoltaan kevyemmät partikkelit ylös, kun taas raskaat partikkelit painuvat pedin pohjalle. (De Jong et al. 2005, 4.) Kuvassa 11 on esitetty tarkemmin kuivalla raskaalla väliaineella tapahtuvan käsittelyn toimintaperiaate.

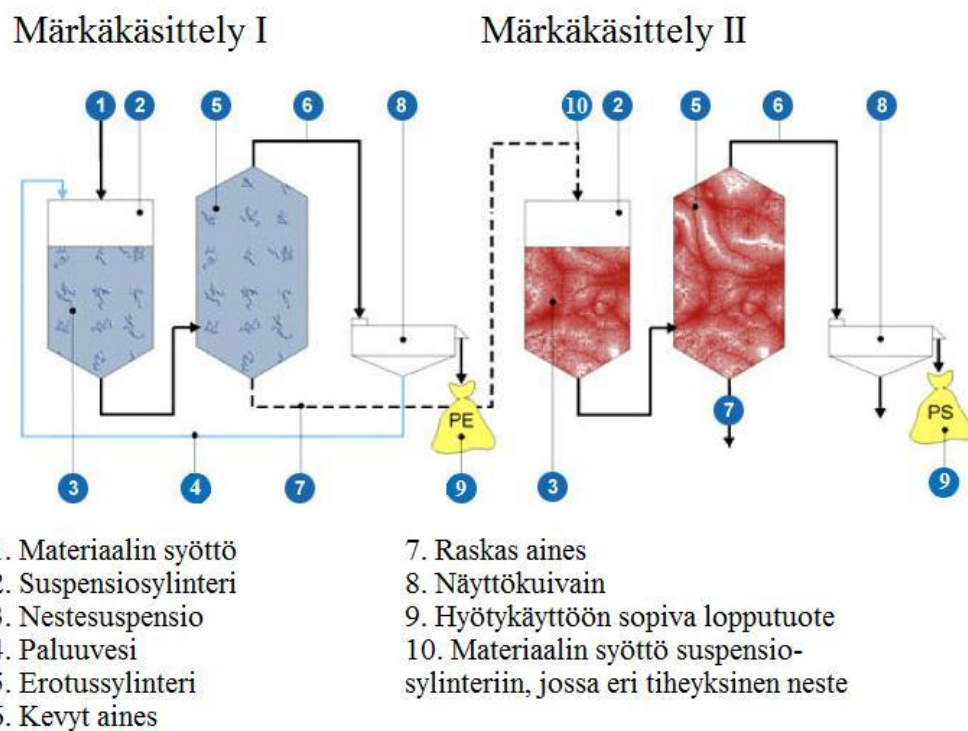


Kuva 11. Kuivalla raskaalla väliaineella tapahtuva käsittely (De Jong et al. 2005, 5).

Kuivalla raskaalla väliaineella tapahtuva käsittely soveltuu parhaiten jätteelle, joka on partikkelikoossa 20–50 mm. Sinne voi kuitenkin syöttää myös kooltaan suurempia jätepartikkeleita, sillä ylärajaa ei periaatteessa ole. Käsittelymenetelmän haittana on, että eroteltujen jätepartikkeleiden mukaan voi joutua myös yli 1 % väliaineena käytettyä hiekkaa. Rakennusjätteen tapauksessa tällä ei kuitenkaan ole suurta haittaa. (De Jong et al. 2005, 4.)

4.2.7 Märkäerottelu

Märkäerottelussa (engl. wet separation) jätejakeet erotellaan toisistaan tiheyseroihin perustuen. Märkäerottelun tarkka toimintaperiaate on esitetty kuvassa 12. Märkäerottelussa partikkelikoossa 0–32 mm olevat jätejakeet sekoitetaan veteen tai muuhun nesteeseen, jonka tiheys tunnetaan. Sekoittaminen tapahtuu niin sanotussa suspensiosylinterissä. Sekoitustekniikan ja suspensiosylinterin oikeanlaisten mittojen vaikutuksesta tapahtuu jätejakeiden harventuminen. (TLT Kunststoff-Recycling Anlagenbau GmbH 2004a.) Harventumisen jälkeen nestesuspensio, eli hienojakoisen kiinteän aineen ja nesteen muodostama heterogeeninen seos (Opetushallitus), pumpataan erotussylinteriin (TLT Kunststoff-Recycling Anlagenbau GmbH 2004a). Erotussylinterin lievitysvyöhykkeellä jätejakeet erotetaan niiden ominaispainoon ja erotusväliaineen tiheyteen perustuen. Kevyempi aines nousee sylinterin yläosaan ja raskaampi aines sylinterin alaosaan. Kevyempi aines kuljetetaan sylinterin yläosasta näyttökuivaimen, jossa siitä erotetaan neste. Neste pumpataan tämän jälkeen uudelleen suspensiosylinteriin ja kevyt aines kerätään talteen hyötykäyttöä varten. (TLT Kunststoff-Recycling Anlagenbau GmbH 2004a.)

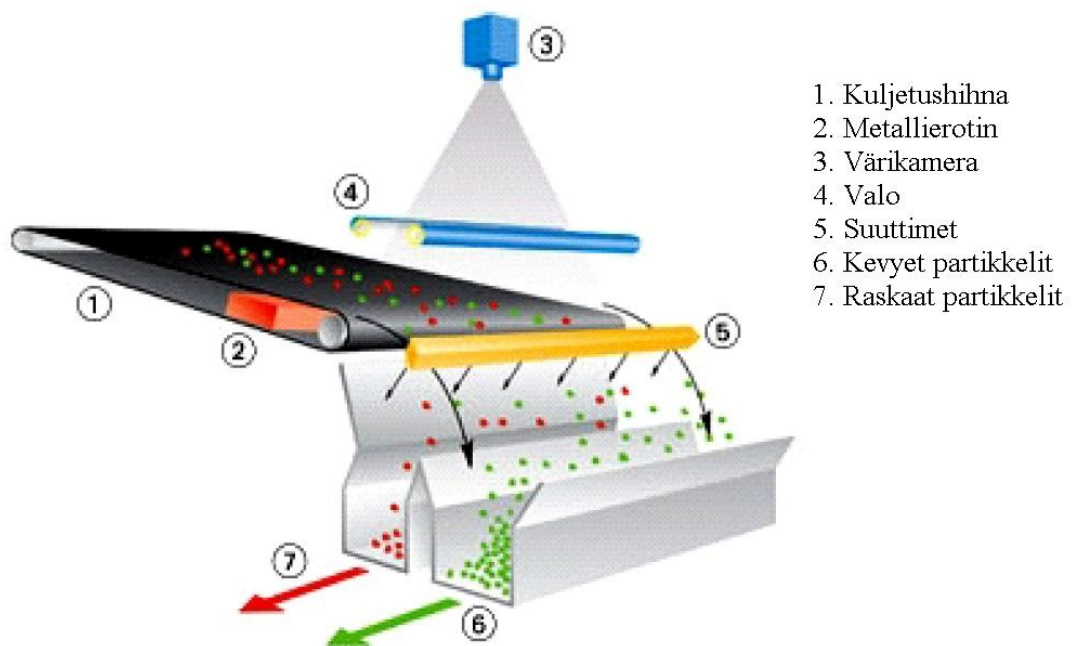


Kuva 12. Kaaviokuva märkäerottelun toimintaperiaatteesta (TLT Kunststoff-Recycling Anlagenbau GmbH 2004a).

Paremmen erotustehokkuuden saamiseksi märkäsäilyä voidaan jatkaa lisäämällä erotte-
luyksiköitä, kuten kuvassa 12 on tehty. Tällöin ensimmäisestä erotussylinteristä jäänyt ras-
kas aines johdetaan uuteen suspensiosylinteriin, jossa erotusväliaineena käytetään toista
hieman tiheämpää erotusnestettä, esimerkiksi suolavettä, jonka tiheys on 1,25 g/cm³. Toi-
nen märkäsäily toimii samalla periaatteella kuin ensimmäinen eli lopputuotteena tulee
sekä kevyempää että raskaampaa ainesta. (TLT Kunststoff-Recycling Anlagenbau GmbH
2004b.)

4.2.8 Värikäsittely

Värikäsittely (engl. colour sorting) perustuu jätepartikkelien väriominaisuuksiin ja siihen
kuinka ne heijastavat valoa. Värikäsittelyn optinen järjestelmä sisältää nopean kameran,
joka tunnistaa miljardi väriä, ja erityisen johtokykynturin metallien tunnistamiseksi. Ka-
mera analysoi sen läpi kulkevalla jätehihnalla etenevien partikkeleiden kokoa, muotoa,
väriä ja asentoa. Näihin tietoihin perustuen hihnan päässä olevia suuttimia ohjataan tuotta-
maan impulsseja niin, että kevyet partikkelit puhalletaan pidemmälle keräilyastiaan ja ras-
kaampien partikkelien annetaan pudota lähempään astiaan. (De Jong et al. 2005, 6.) Väri-
käsittelyn toimintaperiaate on esitetty myös kuvassa 13.

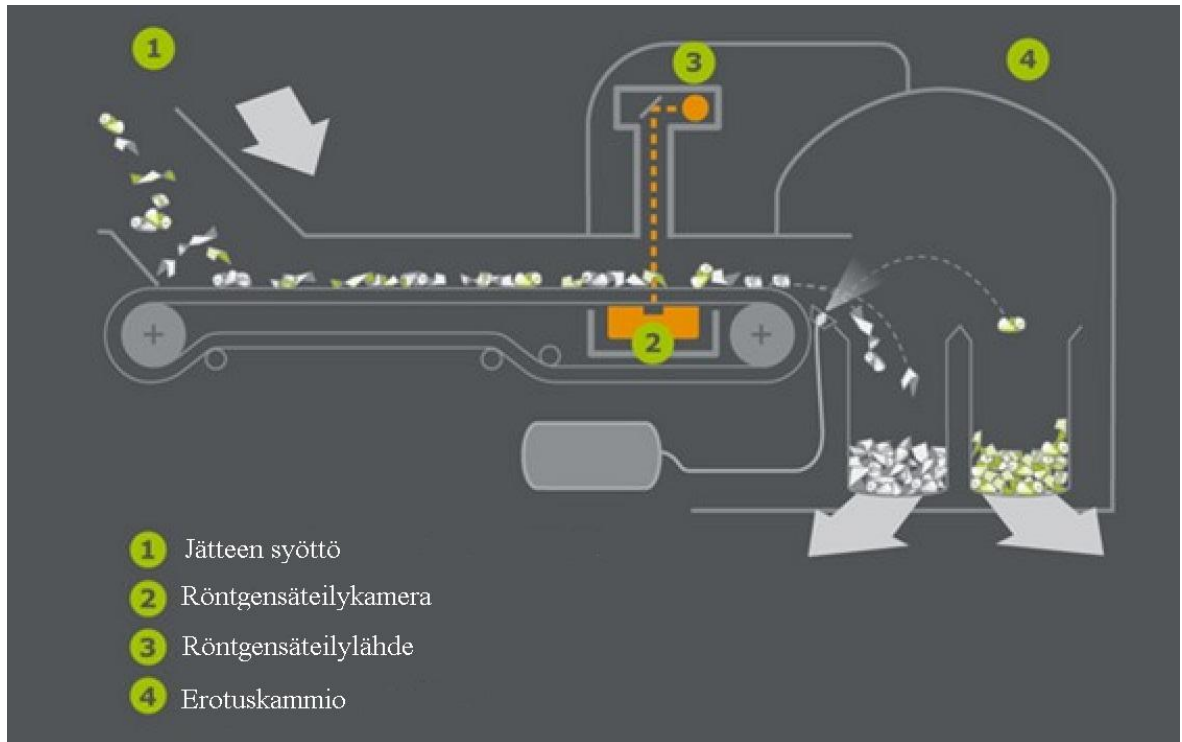


Kuva 13. Värierottimen toimintaperiaate (De Jong et al. 2005, 7).

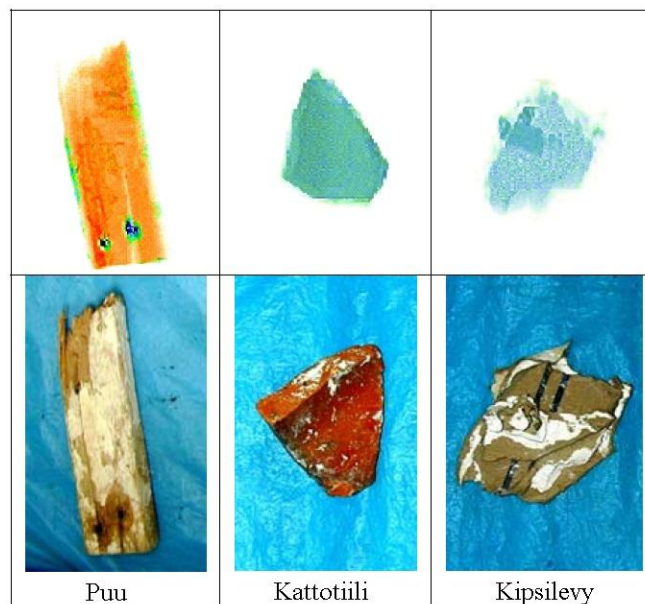
Hollantilaisen Kringbow-hankkeen tutkimuksen mukaan värikäsittelyn erotustarkkuus ja puhtausaste ovat hyviä. Tutkimuksessa käytetty rakennusjäte koostui pääasiassa kivistä, tiilestä, lasista sekä puusta ja paperista. Tutkimuksen mukaan rakennusjätteessä olevasta puuaineksesta saatiin talteen 83 %. Saadusta kevyestä aineksesta puun osuus oli puolestaan 92 %. Kevyen aineksen joukkoon joutui vain noin 3 % kiveä ja tiiltä. Tehostamalla erotustarkkuutta suurin osa tästä raskaasta aineesta saataisiin pois ja puun osuus voisi nousta jopa 95 %:iin. Tutkimusten perusteella voidaankin sanoa, että värikäsittely sopii erityisesti puun poistamiseen sekalaisesta rakennusjätteestä. Kapasiteetti värikäsittelyssä on 10 t/h. (De Jong et al. 2005, 6–7.)

4.2.9 Röntgensäteilykäsittely

XRT-teknologiaa eli röntgensäteilyn siirto -teknologiaa hyödyntävä röntgensäteilykäsittely (engl. X-ray sorting) perustuu jätepartikkelien atomitiheyksiin. Tämä röntgensäteilykäsittely koostuu röntgensäteilylähteestä, suoraan sen alapuolella olevasta röntgensäteilyä vastaanottavasta kamerasta, niiden välissä kulkevasta jäteliukuhihnasta sekä erotuskammioista. Röntgensäteilykäsittelyn toimintaperiaate on esitetty kuvassa 14. Menetelmä toimii niin, että röntgensäteilylähteestä syötetään laajakaistaista röntgensäteilyä alapuolella liikkuvaan jätevirtaan. Kun tämä säteily kohtaa jätepartikkelin, se ensin absorboituu materiaaliin ja sitten lyhyen ajan kuluessa emittoituu siitä vaimentuneena. Suoraan röntgensäteilylähteen alapuolella oleva kamera vastaanottaa tämän jätepartikkeleista vapautuneen vaimentuneen säteilyn ja kirjaa sen ylös. Kuvassa 15 on havainnollistettu röntgensäteilykameran synnyttämät värisävykuvat jätepartikkelien tunnistamiseksi. Kuvasta 15 havaitaan, että orgaaniset aineet, kuten puu, ovat värisävyltään lämpimämpiä kuin raskaammat aineet, kuten tiili ja kipsi. Saatujen säteilytietojen perusteella jätepartikkelien atomitiheys voidaan siis tunnistaa, ja jätepartikkelien erottelu voidaan suorittaa liukuhihnan loppupäässä olevassa erottelukammiossa suuttimien avulla. (Titech 2012.)



Kuva 14. Röntgensäteilykäsittelyn toimintaperiaate (Titech 2012).



Kuva 15. Eräiden rakennusjätteiden röntgensäteilykameralla (yllä) ja normaalilla kameralla (alla) saadut kuvat (De Jong et al. 2005, 9).

Röntgensäteilykäsittelyn avulla yhä useampi jätejake saadaan eroteltua toisistaan. Myös saadun materian puhtausaste on parempi kuin monissa muissa käsittelymenetelmissä. Ka-

pasiteetti röntgensäteilykäsittelyssä on värikäsittelyn luokkaa eli noin 10 t/h. (De Jong et al. 2005, 8.)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jos rakennusjätteen käsittelyä halutaan parantaa orgaanisen aineen kaatopaikalle joutumisen estämiseksi, olisi syntypaikkalajittelun tehostaminen siltä osin paras vaihtoehto, että sen avulla jätteiden hyötykäyttö saataisiin mahdollisimman monipuoliseksi ja tehokkaaksi. Syntypaikkalajittelun tehostaminen voi olla kuitenkin vaikeaa, sillä rakentamisen painopiste siirtyy koko ajan enemmän uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen. Tällöin myös rakennusjätteen laatu muuttuu enemmän sekalaiseksi, ellei purku- ja korjaustekniikoihin kiinnitetä riittävästi huomiota. Talonrakennustoiminnan painopisteen muutoksen takia syntypaikkalajittelun tehostamisen lisäksi tuleekin keskittyä myös rakennusjätteen koneellisiin käsittelymenetelmiin.

Rakennusjätteen koneellisista käsittelymenetelmistä yksinkertaisimmilla, eli tuuli- ja tähtiseulalla, ovat parhaimmat kapasiteetit. Tähtiseulan kapasiteetti voi olla jopa 350 t/h. Ne pystyvät siis käsittelemään suuria määriä jätettä lyhyessä ajassa. Myös ilmaohjaimen, kuivalla raskaalla väliaineella tapahtuvan käsittelyn ja märkäerottelun kapasiteetit ovat hyvää luokkaa, kuitenkin huomattavasti alemmat kuin kahdella edellisellä. Sen sijaan röntgensäteily- ja värikäsittelyn kapasiteetit ovat matalammat, noin 10 t/h. Näiden käsittelymenetelmien avulla kuitenkin jätejakeiden erottelu on huomattavasti tarkempaa, ja useampia jätejakeita saadaan eroteltua toisistaan muutakin kuin energiahyötykäyttöä varten. Edellä mainittuja käsittelymuotoja pitäisi kuitenkin vielä kehittää huomattavasti, jos niistä halutaan kilpailijoita yksinkertaisempaan tekniikkaan perustuville käsittelymenetelmille. Toisaalta, jos syntypaikkalajittelulla sekalaisen jätteen määrää saadaan vähennettyä huomattavasti, ovat nämäkin käsittelymenetelmät varteenotettavia tulevaisuudessa.

Sopivimman käsittelyvaihtoehdon valintaan vaikuttavat lopulta monet tekijät, kuten kapasiteettivaatimukset, tilantarve, kustannukset tai esimerkiksi tarve liittää uusi käsittelylaite nykyisiin käsittelylaitteisiin. Usein parhaan lopputuloksen saa erilaisia käsittelymenetelmiä yhdistämällä. Suomen esimerkkinä olkoon Turun Seudun Jätehuolto Oy:n tytäryhtiö TSJ Yrityspalvelut Oy, jolla on Topinojan jätekeskuksessaan erilaisista koneellisista erotinlait-

teista koottu käsittelylinja, joka on kapasiteetiltaan 25 t/h. Käsittelylinja koostuu jätteenrepijästä, tähtiseulan ja tuuliseulan yhdistelmäseulasta, magneettierottimesta sekä pyörrevirtaerottimesta. Käsittelylinjan avulla sekalaisen rakennusjätteen sisältämät metallit, kevyt aines sekä mineraali- ja muu raskas aines saadaan eroteltua toisistaan paremmalla erotustarkkuudella kuin mitä pelkästään yhtä erotinlaitetta käytettäessä saataisiin. Erottelun seurauksena metallit voidaan kierrättää, kevyt aines voidaan käyttää REF- eli kierrätyspolttoaineena (engl. recovered fuel) voimalaitoksessa ja mineraaliaines voidaan hyödyntää maa-rakentamisessa. Muu jäljelle jäävä raskas aines sijoitetaan kaatopaikalle. (Europörssi 2010.)

Tulevaisuudessa yhä parempia erotinlaitteita tullaan liittämään toisiinsa, jolloin saadaan myös entistä parempia erotus- ja puhtausasteita. Esimerkiksi yhdistämällä ilmaohjain sekä väri- ja röntgensäteilykäsittelyt voidaan ensin ilmaohjaimella erotella kevyt ja raskas aines toisistaan, jonka jälkeen raskas aines jatkaa värikäsittelyyn, jossa siitä voidaan erotella lasi sekä betoni ja tiili muusta. Kevyt aines puolestaan jatkaa ilmakäsittelystä röntgensäteilykäsittelyyn, jossa kierrätyspolttoaineesta saadaan eroteltua vielä pienimmätkin polttoon kelpaamattomat partikkelit pois. (De Jong et al. 2005, 10.)

6 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli tutustua rakennusjätteen määrään ja koostumukseen Suomessa sekä selvittää ratkaisuvaihtoehtoja rakennusjätteen käsittelylle Suomen jätelainsäädännön tiukentuessa. Työn alussa tutustutaan rakennusjätettä koskevaan lainsäädäntöön ja tavoitteisiin, jotta taustat rakennusjätteen käsittelyn tarpeellisuudelle tulevat ilmi. Myös rakennusjätteen määrään ja koostumukseen tutustutaan heti alussa. Näiden pohjalta rakennusjätteen käsittelymenetelmien tarkastelu on helpompaa. Työ on tehty kirjallisuustyönä. Työssä käsiteltiin pääasiassa talonrakennustoiminnasta syntyviä rakennusjätteitä, sillä lähes kaikki rakennusjätteet, pois lukien mineraalijätteet, syntyvät talonrakennustoiminnasta.

Rakennusjätteistä ja niiden käsittelystä säädetään Suomen lainsäädännössä. Suomen lainsäädäntö puolestaan saa velvoitteita Euroopan unionilta. Vuonna 2008 EU:n puolelta ilmestyi uusi jätedirektiivi, jonka mukaan jäsenmaiden tulisi käyttää hyödyksi syntyvästä rakennus- ja purkujätteestä vähintään 70 % vuoteen 2020 mennessä. Kyseisen asetuksen ja

Suomen aiempien jätelainsäädäntöjen heikkojen tulosten seurauksena Suomi aloittikin jätelainsäädäntönsä uudistamisen.

Suomen uusi jätelainsäädäntö astui voimaan 1.5.2012 ja se perustuu uuteen jätelakiin 646/2011. Jätelain ohella uusi jätelainsäädäntö aiheuttaa muutoksia myös moneen muuhun asetukseen tai valtioneuvoston päätökseen. Rakennusjätteiden osalta yksi tärkeimmistä muutoksista on orgaanisen jätteen kaatopaikkakieltoa koskeva asetus. Tämä asetus astuu voimaan vuonna 2016 ja sen mukaan siis jätettä, jonka orgaanisen aineksen pitoisuus ylittää annetun raja-arvon, ei saa viedä enää kaatopaikalle ympäristöhaittojen torjumiseksi. Näin ollen rakennusjätteen orgaaninen aines, kuten puu, muovi, kumi ja pahvi, täytyy erottaa muusta rakennusjätteestä.

Vuonna 2007 rakennusjätettä syntyi yhteensä noin 25,0 miljoonaa tonnia. Suurin osa rakennusjätteestä oli mineraalijätettä, jolloin muun jätteen osuudeksi jäi vain alle 10 prosenttia eli noin 1,1 miljoonaa tonnia. Tästä muusta jätteestä suurin osa oli puujätettä, mutta myös metallijätettä ja sekalaista jätettä syntyi suhteellisen paljon. Tulevaisuudessa rakentaminen siirtyy yhä enemmän uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen, jolloin jätejakeiden jakautuminen tulee muuttumaan. Tällöin myös sekalaisen jätteen määrä hyvin todennäköisesti kasvaa, jolloin sen käsittelyyn on kiinnitettävä enemmän huomiota.

Rakennusjätteen sisältämät eri jätejakeet voidaan erotella toisistaan syntypaikkalajittelun ja koneellisen käsittelyn avulla. Syntypaikkalajittelu on hyvä käsittelymenetelmä, koska sen avulla jätejakeet saadaan eroteltua monipuolisesti ja näin jätteiden hyötykäyttömahdollisuudet ovat laajat. Kaikkea rakennustoiminnasta syntyvää jätettä ei kuitenkaan ole aina helppo suoraan lajitella, jonka vuoksi hyvin sekalaisakin jätettä syntyy. Tämän sekalaisen rakennusjätteen käsittelyä voidaan kuitenkin jatkaa koneellisesti kevyen orgaanisen ja raskaamman ei-orgaanisen aineen erottamiseksi toisistaan. Erottelun seurauksena saatu kevyt aines käytetään hyödyksi kierrätyspolttoaineena voimalaitoksessa. Raskaampi aines puolestaan laadusta riippuen voidaan käyttää joko maarakentamisessa, rakennusteollisuuden raaka-aineena tai sitten se vain sijoitetaan kaatopaikalle.

Työssä esiteltyjä rakennusjätteelle soveltuvia koneellisia käsittelymenetelmiä olivat magneettierotin, pyörrevirtaerotin, tähtiseula, tuuliseula, ilmaohjain, kuivalla raskaalla väli-

neella tapahtuva käsittely, märkäerottelu, värikäsittely sekä röntgensäteilykäsittely. Teknisiltä ominaisuuksiltaan yksinkertaisimmat käsittelymenetelmät, kuten tähti- ja tuuliseula, ovat kapasiteetiltaan parhaimpia, mutta niiden erotustarkkuudessa on parantamisen varaa. Sen sijaan esimerkiksi röntgensäteilykäsittelyssä tilanne on toinen: sen erotustarkkuus on hyvä, mutta kapasiteetti heikompi. Kapasiteettinsa heikkouden vuoksi röntgensäteilykäsittely ei olekaan vielä kilpailukykyinen suurempikapasiteettisemmille laitteille. Jos tulevaisuudessa kuitenkin sekalaisen rakennusjätteen määrää saadaan vähennettyä, on tämä käsittelymenetelmä hyvin varteenotettava. Onpa käsittelymenetelmä lopulta sitten mikä tahansa, parhaan lopputuloksen saa usein erilaisia käsittelymenetelmiä yhdistelemällä.

LÄHTEET

Ajanko, Sirke, Moilanen, Antero & Juvonen, Juhani. 2005. Jätteiden syntypaikkalajittelujärjestelmän ja käsittelytekniikan vaikutus kierrätyspolttoaineen laatuun. [verkkojulkaisu]. Espoo: VTT. Joulukuu 2005. [viitattu 6.4.2012] 83 s. + liitt. 21 s. VTT tiedotteita 2317. ISBN 951-38-6754-4. ISSN 1455-0865. Saatavissa:
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2317.pdf>

Allmineral_a. Allair – Economical, efficient and environmentally friendly. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa: http://www.allmineral.com/gb/allair_base.php

Allmineral_b. Recycling. [verkkojulkaisu]. [viitattu 13.5.2012] Saatavissa:
<http://www.allmineral.com/gb/recycling.php>

De Jong, T.P.R, Fabrizi, L & Kuilman, W. 2005. Dry density separation of mixed construction and demolition waste. [verkkojulkaisu]. Delft University of Technology, The Netherlands. 4.10.2005. [viitattu 6.4.2012] 10 s. Saatavissa:
http://www.kringbouw.nl/kringbouw/data/publiek/nieuws/bestand_CDWRecSortierKollBerlin05.pdf

Europörssi. 2010. HS Tekniikalta tehokas ”Sortteri” Turun Seudun Jätehuollolle. [verkkojulkaisu]. 25.08.2010. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa:
http://www.konetori.com/tiedote.php?tiedote=920&asiakas_id=544

HS Tekniikka. Seulonta. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa:
<http://www.hstekniikka.com/seulonta.html>

Kilpimaa, Sari, Kuokkanen, Toivo & Lassi, Ulla. 2009. Highbio-interreg pohjoinen 2008–2009. Projekti INFO. [verkkojulkaisu]. Oulu yliopisto. 23.11.2009. [viitattu 11.5.2012] 2 s. Saatavissa:
https://ciweb.chydenius.fi/project_files/HighBio%20projekti%20INFO/INFO%20HighBio%20F43.pdf

Magna Power_a. Operation Overband Magnets. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa: <http://www.magnapower.co.uk/Operation-Overband-Magnets.asp>

Magna Power_b. Eddy Current Separator Operation. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa: <http://www.magnapower.co.uk/Eddy-Current-Separator-Operation.asp>

Neuenhauser. 2009. Superscreener. [verkkojulkaisu]. 6.7.2009. [viitattu 6.4.2012] 16 s. Saatavissa: http://www.hstekniikka.com/images/pdf/s_superscreener_prospekt_eng.pdf

Opetushallitus. Kemia - Kurssi 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia. Seokset. [verkkojulkaisu]. [viitattu 15.5.2012] Saatavissa: <http://www2.edu.fi/etalukio/kursseja/kemia1/page.php?Seokset>

Rakennusalan suhdanneryhmä. 2008. Rakentaminen 2008–2009, talonrakentaminen palautumassa normaalilukemiin, infrarakentaminen yhä vilkasta. [verkkojulkaisu]. 14.8.2008. [viitattu 5.4.2012] 13 s. Saatavissa: http://www.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/01_julkaisut/02_taloudelliset_katsaukset/20080814Rakent/Raksu-14082008.pdf

Saarinen, Risto. 2010. Biohajoavien (Orgaanisten) jätteiden tuleva kaatopaikkakielto ja sen vaikutukset. [verkkojulkaisu]. Suomen ympäristökeskus. Orgaanisen jätteen hyödyntämisen vaihtoehdot materiaana ja energiana, Jokioinen, 16.11.2010. [viitattu 8.3.2012] 18 s. Saatavissa: <http://kotisivukone.fi/files/biolaitosyhdistys.palvelee.fi/tiedostot/saarinen2.pdf>

Schachermayer, Elisabeth, Lahner, Theresia & Brunner, Paul Hans. 2000. Assessment of two different separation techniques for building wastes. *Waste Management & Research*, 18. S. 16–24. ISSN 0734-242X. [verkkojulkaisu]. [viitattu 3.4.2012] Saatavissa: <http://wmr.sagepub.com/content/18/1/16.full.pdf+html>

Seppänen, Ari. 2011. Orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto. [verkkojulkaisu]. Ympäristöministeriö. Valtakunnalliset jätteen hyötykäyttöpäivät, Lappeenranta, 15.-16.11.2011. [viitattu 6.3.2012] 8 s. Saatavissa: http://www.lut.fi/fi/jatepaivat/program/Documents/A_Sepp%C3%A4nen.pdf

Sita_a. Rakennusjäte. [verkkajulkaisu]. [viitattu 8.3.2012] Saatavissa:

<http://www.sita.fi/rakennusjate#A1>. Linkki 1. Rakennusjäte.

Sita_b. Pahvi. [verkkajulkaisu]. [viitattu 2.5.2012] Saatavissa:

<http://www.hyotykeskus.fi/pahvi#A6>

Linkki 6. Käsittely kartonkitehtaassa.

Suomen virallinen tilasto. 2009. Jätteiden kertymät toimialoittain ja jätelajeittain vuonna 2007, 1 000 tonnia vuodessa. [verkkajulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. 4.6.2009. [viitattu 19.2.2012] Saatavissa:

http://www.stat.fi/til/jate/2007/jate_2007_2009-06-04_tau_001_fi.html

Suomen virallinen tilasto. 2010. Jätteiden kertymät sektoreittain ja jätelajeittain vuonna 2008, 1 000 tonnia vuodessa. [verkkajulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. 26.5.2010. [viitattu 19.2.2012] Saatavissa:

http://www.stat.fi/til/jate/2008/jate_2008_2010-05-26_tau_002_fi.html

Suomen virallinen tilasto. 2011a. Liitetaulukko 3. Metaanipäästöt Suomessa 1990–2010. [verkkajulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. 13.12.2011. [viitattu 28.2.2012] Saatavissa:

http://www.stat.fi/til/khki/2010/khki_2010_2011-12-13_tau_003_fi.html

Suomen virallinen tilasto. 2011b. Liitetaulukko 2. Jätteiden kertymät sektoreittain ja jätelajeittain vuonna 2009, 1 000 tonnia vuodessa. [verkkajulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. 20.5.2011. [viitattu 19.2.2012] Saatavissa:

http://www.stat.fi/til/jate/2009/jate_2009_2011-05-20_tau_002_fi.html

Suomen ympäristökeskus. 2007. Kaatopaikalle sijoitettujen teollisuuden jätteiden ympäristövaikutusten tunnistaminen ja arviointi. [verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Tammikuu 2007. [viitattu 19.3.2012] 51 s. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 2/2007. ISBN 978-952-11-2560-7 (PDF). ISSN 1796-1726 (verkkoj.). Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=63697>

Suomen ympäristökeskus. 2008. Kaatopaikkojen käytöstä poistaminen ja jälkihoito. [verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus SYKE. Heinäkuu 2008. [viitattu 28.2.2012] 155 s. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2008. ISBN (PDF) 978-952-11-3151-6. ISSN (verkkok.) 1796-1653. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=90466>

Suomen ympäristökeskus. 2009. Rakentamisen jätteet. [verkkojulkaisu]. 16.11.2009. [viitattu 19.2.2012] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=171851&lan=fi>

Tana Oy. Jätteenrepijät. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa:

<http://www.tana.fi/fi/tuotteet/jatteenrepijat/>

Titech. 2012. TITECH x-tract. [verkkojulkaisu]. [viitattu 7.4.2012] Saatavissa:

<http://www.titech.com/sorting-equipment/titech-x-tract-10718>

TLT Kunststoff-Recycling Anlagenbau GmbH. 2004a. TLT-separation technology! [verkkojulkaisu]. [viitattu 3.4.2012] Saatavissa:

<http://www.tlt-recycling-eng1.de/-wet-technology-separation.html>

Valitse ensin kieli (englanti) ja paina sitten oikeasta laidasta linkkiä Technical center.

TLT Kunststoff-Recycling Anlagenbau GmbH. 2004b. TLT-separation technology! [verkkojulkaisu]. [viitattu 3.4.2012] Saatavissa:

<http://www.tlt-recycling-eng1.de/-wet-technology-separation.html>

Valitse ensin kieli (englanti) ja paina sitten oikeasta laidasta linkkiä Separation Technology.

U.S. Environmental Protection Agency. 2010. Methane. Greenhouse Gas Properties. [verkkojulkaisu]. 23.6.2010. [viitattu 19.3.2012] Saatavissa:

<http://www.epa.gov/methane/scientific.html>

Vakkuri, Riikka. 2011. Purkubetoni hyödynnetään, mutta vielä yksipuolisesti. *Betoni*, 2. S. 46–51. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa:

<http://www.betoni.com/default.aspx?intObjectID=11250>

Linkki s. 46 Purkubetonia hyödynnetään, mutta vielä yksipuolisesti.

Vimelco_a. Mastermag - Pyörrevirtaerotin. [verkkajulkaisu]. [viitattu 13.5.2012] Saatavissa: <http://www.vimelco.fi/tuotteemme/66-mastermag-pyorerrevirtaerotin>

Vimelco_b. 2009. AirMaster/AirCrawler 1600: “Arvon lisääminen, luonnon suojeleminen sekä tuottavuus.” [verkkajulkaisu]. 8.4.2009. [viitattu 7.4.2012] 2 s. Saatavissa: http://www.vimelco.fi/images/stories/esitteet/aircrawler1600mk_fin.pdf

Xing, Weihong & Hendriks, Charles. 2005. Decontamination of granular wastes by mining separation techniques. *Journal of Cleaner Production*, 14:8. S. 748–753. ISSN 0959-6526. [verkkajulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0959652605000661/1-s2.0-S0959652605000661-main.pdf?_tid=95cdd9c2e9471d6aa877e87d02826fcc&acdnat=1334038954_2addc0b296773f801f0e01f6259eb836

Ympäristöministeriö. 2006. Jätteiden kaatopaikkakelpoisuuden toteaminen. [verkkajulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. Syyskuu 2006. [viitattu 19.2.2012] 82 s. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2006. ISBN 952-11-2335-4 (PDF). ISSN 1796-1653 (verkkoj.). Saatavissa: <http://www.edilex.fi/ekokem/fi/lainsaadanto/pdf/OH22006.pdf>

Ympäristöministeriö. 2008. Kohti kierrätysyhteiskuntaa. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. [verkkajulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. Syyskuu 2008. [viitattu 24.3.2012] 54 s. Suomen ympäristö 32. ISBN 978-952-11-3216-2 (PDF). ISSN 1796-1637 (verkkoj.). Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=91466>

Ympäristöministeriö. 2011. Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen. [verkkajulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. Kesäkuu 2011. [viitattu 28.3.2012] 99 s. Ympäristöministeriön raportteja 21/2011. ISBN 978-952-11-3905-5 (PDF). ISSN 1796-170X (verkkoj.). Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=128219&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2012a. Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus. [verkkajulkaisu]. 11.5.2012. [viitattu 24.3.2012] Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=379258&lan=fi&clan=fi>

Ympäristöministeriö. 2012b. Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus. [verkkojulkaisu]. 11.5.2012. [viitattu 5.3.2012] 17 s. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=406973&lan=FI#a0>

Linkki Jätealan lainsäädännön uudistus pähkinänkuoressa.

Ympäristöministeriö. 2012c. Valtakunnallisen jätesuunnitelman seuranta. 1. väliraportti. [verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. Maaliskuu 2012. [viitattu 28.3.2012] 189 s. Ympäristöministeriön raportteja 3/2012. ISBN 978-952-11-3970-3 (PDF). ISSN 1796-170X (verkkoj.). Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135371&lan=fi>

Ympäristöyritysten Liitto_a. Muita kierrätyskelpoisia rakennusjätteitä. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa: <http://www.ymparistoyritykset.fi/rakennusjatteet-muut>

Ympäristöyritysten Liitto_b. Rakennusjätteet. [verkkojulkaisu]. [viitattu 19.3.2012] Saatavissa: <http://www.ymparistoyritykset.fi/rakennusjatteet>

Ympäristöyritysten Liitto_c. Puu. Hyötykäyttö ja lopputuotteet. [verkkojulkaisu]. [viitattu 3.4.2012] Saatavissa: <http://www.ymparistoyritykset.fi/hytykyttjaloppu-2>

Ympäristöyritysten Liitto_d. Metallit. Hyötykäyttö. [verkkojulkaisu]. [viitattu 3.4.2012] Saatavissa: <http://www.ymparistoyritykset.fi/hytykyttjaloppu-3>

Ympäristöyritysten Liitto_e. Betoni. Hyötykäyttö ja lopputuotteet. [verkkojulkaisu]. [viitattu 3.4.2012] Saatavissa: <http://www.ymparistoyritykset.fi/hytykyttjaloppu-4>

Ympäristöyritysten Liitto_f. Tiili. Hyötykäyttö ja lopputuotteet. [verkkojulkaisu]. [viitattu 3.4.2012] Saatavissa: <http://www.ymparistoyritykset.fi/tiili>

Ympäristöyritysten Liitto_g. Lasi. Hyötykäyttö ja lopputuotteet. [verkkojulkaisu]. [viitattu 6.4.2012] Saatavissa: <http://www.ymparistoyritykset.fi/hytykyttjaloppu>

Virallislähteet

2006/12/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 5.4.2006 jätteistä. EYVL N:o L 114, 27.4.2006.

2008/98/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 19.11.2008 jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta. EYVL N:o L 312, 22.11.2008.

A 22.12.1993/1390. Jäteasetus.

A 10.9.1999/895. Maankäyttö- ja rakennusasetus.

L 3.12.1993/1072. Jätelaki.

L 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki.

L 17.12.2010/1126. Jäteverolaki.

VNp 3.4.1997/295. Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä.

VNp 4.9.1997/861. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista.