



■ VALITSE KOHDE. - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

BETONIN, ASFALTIN, TIILEN JA BIOTUHKAN UUSIOKÄYTTÖ MAARAKENTAMISESSA

TEKIJÄ/T: Johanna Vartiainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Johanna Vartiainen			
Työn nimi Betonin, tiilen, asfaltin ja biotuhkan uusiokäyttö maarakentamisessa			
Päiväys	30.4.2016	Sivumäärä/Liitteet	46/2
Ohjaaja(t) Mervi Heiskanen, tuntiopettaja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Jätekuukko Oy, Leena Pulkkinen, Jani Bergström			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli antaa yleistä tietoa ja ohjeistusta uusiomateriaalien hyödyntämisestä maarakentamisessa ja osaltaan edistää materiaalien kestäväää käyttöä sekä luonnonvaroja säästävää rakennustapaa. Neitseellistä luonnonkiviainesta korvaavia uusiomateriaaleja saadaan ylijäämämaista, teollisuuden sivutuotteista ja jätteistä, lievästi pilaantuneista maista sekä vanhojen rakenteiden materiaaleista. Ylijäämäateriaaleja kierrättämällä voidaan edistää materiaalitehokkuutta sekä vähentää merkittävästi luonnonkiviaineksen käyttöä maarakentamisessa. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin betonin, tiilen, asfaltin ja biotuhkan hyötykäyttömahdollisuuksia.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin uusiomateriaalien hyötykäyttöä koskevaan lainsäädäntöön, ilmoitus- ja lupamenettelyyn sekä Suomen jätteen synnyn ehkäisy-suunnitelmaan ja kiertotalouden tulevaisuuden näkymiin. Työhön koottiin materiaalien keskeisimmät ominaisuudet sekä tekniset- ja juridiset vaatimukset, joita niiden käyttö maarakentamisessa edellyttää. Lisäksi pohdittiin ylijäämäateriaalien kierrätykseen liittyviä keskeisimpiä ongelmia sekä jäte-luokituksen vaikutusta siihen.</p> <p>Työn tuloksena laadittiin suunnittelijoiden ja asiasta kiinnostuneiden käyttöön kooste uusiomateriaalien hyödyntämiseen liittyvistä keskeisimmistä asioista. Tulosten pohjalta koottiin esimerkkejä ja rakennevaihtoehtoja maarakennuksen hyötykäyttökohteista, joissa kierrätettyä betonia, tiiltä, asfalttia ja biotuhkaa voidaan hyödyntää.</p>			
<p>Avainsanat</p> <p>Uusiomateriaalit, kiertotalous, materiaalitehokkuus, hyötykäyttö, kierrätys</p>			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Johanna Vartiainen			
Title of Thesis Utilization of Recycled Concrete, Brick, Asphalt and Bio-Ash in Earth Construction			
Date	30 April 2016	Pages/Appendices	46/2
Supervisor(s) Mrs. Mervi Heiskanen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Jätekukko Oy, Ms. Leena Pulkkinen and Mr. Jani Bergström, Fulbright Scholar, M.Sc			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to provide information and guidance for the utilization of recyclable materials in earth construction. In addition, the study aimed to advance the sustainable use of recyclable materials together with nature preserving construction methods. In many cases natural materials could be replaced by recyclable materials and therefore, decrease the CO² emissions. Recyclable materials are surplus soils, industrial by-products, mildly contaminated soils, and some materials from infrastructure demolition sites. By utilizing recyclable materials the material efficiency is promoted and the use of the nature's materials can be significantly reduced in earth construction. In this thesis the use of recyclable concrete and bricks, asphalt and bio-ash in the Savonia region was studied.</p> <p>The first step was to study the legislation and regulations concerning the utilization, as well as the waste prevention in Finland and the future of circular economy. The second step was to gather the main characteristics of the recyclable materials together with technical and juristic requirements of the materials used in earth constructions. Furthermore, the thesis scrutinized some of the key problems of utilizing recyclable materials and the negative etymological impact of the term "waste" especially in Finnish.</p> <p>The result of the thesis was a document summarizing the core elements of the utilization of recyclable materials in earth construction. Based on the results, a couple of examples and alternative structures about how the recyclable materials could be used are shown in the thesis.</p>			
<p>Keywords Utilization, recycled materials, earth construction</p>			

ESIPUHE

Haluan kiittää Jätekukko Oy:tä opinnäytetyöni aiheesta sekä mahdollisuudesta olla mukana edistämässä ylijäämämateriaalien uusiokäyttöä maarakentamisessa. Työni aikana sain tehdä yhteistyötä monien pätevien ja osaavien ihmisten kanssa, mutta erityiskiitokset haluan osoittaa Jätekukko Oy:n materiaalikoordinaattori Jani Bergströmille, jonka apu ja tietämys ovat olleet korvaamattomia opinnäytetyöni edetessä. Haluan kiittää myös ohjaajiani Mervi Heiskasta ja Leena Pulkista sekä työtäni edesauttaneita Savonia Ammattikorkeakoulun opettajia. Suurin kiitos kuuluu lähiomaisille, ystäville sekä koulutovereille, joita ilman tämä insinöörityö ei olisi koskaan valmistunut.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Taustat ja tavoitteet.....	7
1.2	Keskeiset käsitteet	8
2	TOIMEKSIANTAJA / JÄTEKUKKO OY.....	10
3	JÄTTEEN MÄÄRITTELY.....	12
3.1	Jätteeksi luokittelun päätyminen, End of Waste -kriteerit.....	13
3.2	REACH-asetus.....	14
3.3	Jäte vs. ylijäämämateriaali vs. tuote.....	14
4	UUSIOMATERIAALIEN HYÖDYNTÄMINEN MAARAKENTAMISESSA	
-	LAINSÄÄDÄNNÖN ASETTAMAT REUNAEDOT	16
4.1	Ympäristönsuojelulaki ja -asetus	17
4.1.1	Ympäristölupamenettely	17
4.1.2	Jätteen pienimuotoinen hyödyntäminen.....	17
4.2	Jätelainsäädäntö	17
4.2.1	Jätelaki.....	18
4.2.2	Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma (VALTSU)	19
4.2.3	Valtioneuvoston asetus jätteistä	19
4.2.4	Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa – MARA-asetus	20
4.2.5	Rakentamisen maa-ainesjätteiden hyödyntäminen – MASA-asetus	21
4.3	CE-merkintä	22
4.4	Uusiomateriaalin tekniset vaatimukset.....	22
5	BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ MAARAKENTAMISESSA.....	23
5.1	Betonimurskeen ominaisuuksia	23
5.2	Betonimurskeen laatuvaatimukset ja CE-merkintä	24
5.3	Betonimurskeen tekniset ominaisuudet.....	25
5.4	Betonimurskeen käyttö tierakenteissa	26
5.5	MARA-asetuksen mukainen hyödyntäminen	28
6	TIILIMURSKEEN KÄYTTÖ MAARAKENTAMISESSA.....	29
6.1	Tiilimurskeen ominaisuuksia	29
6.2	Tiilimurskeen tekniset ominaisuudet.....	30

6.3	Tiilimurskeen laatuvaatimukset ja CE-merkintä	30
6.4	Tiilimurskeen käyttökohteet	30
7	ASFALTTIROUHEEN JA -MURSKEEN KÄYTTÖ MAARAKENTAMISESSA.....	31
7.1	Asfalttirouheen ja -murskeen ominaisuuksia	31
7.2	Asfalttirouheen ja -murskeen laatuvaatimukset ja CE-merkintä	32
7.3	Asfalttirouheen ja -murskeen tekniset ominaisuudet.....	32
7.4	Asfalttirouheen ja -murskeen käyttökohteet.....	32
8	BIOTUHKA.....	34
8.1	Biotuhkan ominaisuuksia	34
8.2	Biotuhkan tekniset ominaisuudet.....	35
8.3	Biotuhkan laatuvaatimukset ja CE-merkintä	36
8.4	Biotuhkan käyttökohteet.....	36
8.5	Puu- ja turvetuhkan käyttö metsälannoitteena	38
9	YHTEENVETO.....	40
10	PÄÄTELMÄT	41
	LÄHDELUETTELO.....	42
	LIITELUETTELO.....	46

1 JOHDANTO

1.1 Taustat ja tavoitteet

Kiviainesta käytetään maa- ja talonrakentamiseen Suomessa vuosittain yli 100 miljoonaa tonnia, josta luonnonkiviaineksen osuus on noin 70–80 miljoonaa tonnia vuodessa. Rakentamiseen soveltuvia uusiomateriaaleja tuotetaan vuosittain lähes yhtä paljon. Runsas kiviainesten käyttö johtuu maamme routivuusominaisuuksista, pitkistä välimatkoista ja energiatehokkuutta tavoittelevasta rakentamistavasta. Tyypillisiä käyttökohteita ovat tie- ja rautatierakennuskohteet, talonrakennus sekä erilaiset asfaltti- ja betonituotteet. Uusiomateriaaleja hyödyntämällä pystytään edistämään materiaalitehokkuutta sekä vähentämään merkittävästi neitseellisten luonnonvarojen käyttöä sekä niiden kuljetuksesta aiheutuvaa energiankulutusta. Maarakentamisessa käytettäviä luonnonkiviaineita voidaan korvata ylijäämämaista, teollisuuden sivutuotteista ja jätteistä, lievästi pilaantuneista maista sekä vanhoista maarakenteista saatavia materiaaleja hyödyntämällä. Näitä materiaaleja voidaan käyttää joko sellaisenaan tai komponentteina korvaamaan neitseellisiä kiviaineita tai parantamaan niiden ominaisuuksia, esimerkiksi lujuutta. (Uusiomaarakentaminen.fi.)

Uusiomaarakentaminen pyrkii vähentämään uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä. Toimintaa kehitetään jatkuvasti, mutta se on toistaiseksi edennyt hitaasti. Syynä tähän on ennen kaikkea vähäinen tuotteistettujen materiaalien tarjonta sekä tiedon puute, josta johtuen kysyntä on vähäistä. Urakoitsijat olisivat valmiita käyttämään uusiomateriaaleja, jos niiden käyttö olisi yhtä helppoa, riskitöntä ja kustannustehokasta kuin perinteisten maamateriaalien käyttö. Toisaalta monet kiviainesten käyttäjät kavahtavat jäte-termiä ja valitsevat siksi ennemmin neitseellisen luonnonmateriaalin. Myös lainsäädäntö, esimerkiksi ympäristölupavelvollisuus, hankaloittaa osaltaan käytön yleistymistä. Uusiomaarakentamiselle tulisivatkin luoda edellytykset tuotteistamalla ja kaupallistamalla uusiomateriaaleja sekä lainsäädäntöä kehittämällä. (UUMA2 demonstraatio-ohjelma 2013–2017, 3.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda suunnittelijoiden sekä asiasta kiinnostuneiden käyttöön kokonaisuus uusiomateriaalien soveltuvuuksista ja käyttökohteista maarakentamisessa. Tarkasteltavina materiaaleina ovat betoni (ei lujabetoni), tiili, asfaltti ja biotuhka. Työn tavoitteena on koota uusiomateriaalien käyttöä koskevat tärkeimmät lait ja asetukset, tarkasteltavien materiaalien keskeisimmät tekniset- ja juridiset vaatimukset ja ominaisuudet sekä esimerkkejä hyötykäyttökohteista ja rakenteista. Työn tilaajan tavoitteena on kartoittaa betoniin, tiileen, asfalttiin ja biotuhkaan kohdistuvia tuotekohtaisia ominaisuuksia sekä tarjota tietoa, jotta niiden jälleenmyynti uusiokäyttöön olisi mahdollisimman helppoa ja toimivaa.

1.2 Keskeiset käsitteet

AVI	Aluehallintovirasto
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Hyötykäyttö	Jätteiden hyödyntämistä joko materiaalina (kierrätys) tai energiana
Jätehierarkia	EU:n viisiportainen jätehierarkia, jonka mukaan jätteen synnyn ehkäisy on jätehuollon kannalta ensisijainen ja jätteen vieminen loppusijoitukseen (kaatopaikalle) viimeinen toimenpide.
Jätehuolto	Jätteen keräystä, kuljetusta, hyödyntämistä ja loppukäsittelyä, mukaan lukien tällaisen toiminnan tarkkailu ja seuranta sekä loppukäsittelypaikkojen jälkihoito ja toiminta välittäjänä
Kalliokiviaines	Kiinteästä kalliosta irroitettua ainesta
Kestävä kehitys	Kehitystä, joka tyydyttää nykyisen yhteiskunnan tarpeet tekemättä myönnytyksiä tulevien sukupolvien kustannuksella. Yksi keskeinen huomioitava asia on luonnonvarojen riittävyys.
Kiertotalous	Kiertotaloudessa tuotteiden ja materiaalien arvo säilytetään mahdollisimman pitkään, jätteet ja resurssien käyttö minimoidaan ja resurssit säilytetään taloudessa silloinkin, kun tuotteen käyttöikä on päättynyt, jotta ne voidaan käyttää yhä uudelleen ja siten saavuttaa uutta lisäarvoa.
Maa-aines	Maa-aineksella tarkoitetaan kallio- tai maaperän ainesta, joka on kaivettu (= irrotettu) rakentamisen yhteydessä. Maa-aines voi olla orgaanista tai epäorgaanista tai niiden seosta.
MARA-asetus	Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (591/2006)
Materiaalitehokkuus	Materiaalitehokkuus on säästävää raaka-aineiden ja luonnonvarojen käyttöä. Hukkamateriaaleja on tarkoitus syntyä mahdollisimman vähän ja jätteeksi lopulta päätyvät tuotteet suunnitellaan siten, että ne ovat helposti kierrätettävissä. Materiaalitehokkuuden rooli on tärkeä näkökulma ympäristöystävällisessä ajattelussa luonnonvarojen ja raaka-aineiden riittävyyden tullessa maailmanlaajuisesti yhä tärkeämmäksi kysymykseksi.

Rakennus- ja purkujäte	Rakennuksen tai muun kiinteän rakennelman uudis- ja korjausrakentamisessa ja purkamisessa, maa- ja vesirakentamisessa tai muussa vastaavassa rakentamisessa syntyvää jätettä
Resurssitehokkuus	Tarkoittaa tässä työssä energian, luonnonvarojen ja materiaalin kestävää käyttöä.
Uusiokäyttö	Käytöstä poistetun aineen, esineen tai muun hyödynnettävän materiaalin käyttämistä uudelleen.
Uusiomateriaalit	Luonnonmateriaalin korvaavat uusiomateriaalit, joita saadaan ylijäämämaista, teollisuuden sivutuotteista ja jätteistä, lievästi pilaantuneista maista sekä vanhojen rakenteiden materiaaleista.
YSA	Ympäristönsuojeluasetus (713/2014)
YSL	Ympäristönsuojelulaki (527/2014)
YVA-laki	Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (468/1994)

2 TOIMEKSIANTAJA / JÄTEKUKKO OY

Opinnäytetyöni toimeksiantajana toimii vuonna 2001 perustettu Jäteukko Oy, joka on kuntien omistama jätehuolto-yhtiö. Yrityksen toiminta-ajatuksena on tuottaa kunnille lakisääteisesti kuuluvat jätehuollon palvelutehtävät osakaskuntiensa puolesta. Toisin sanoen, yritys tarjoaa osakaskuntien alueella toimiville jätteen tuottajille eli asukkaille ja yrityksille jätehuoltopalvelut. Palveluihin kuuluvat kuljetuspalvelut, paikallisesti palvelevat jäteasemat ja Kuopion jätekeskus (kuva 1). Verkostoa täydentävät kotitalouksille tarkoitetut ekopisteet, vaarallisten jätteiden keräyspisteet sekä jätehuollon palveluneuvonta. Jäteukkon toimialue kattaa 16 kuntaa ja 210 000 asukasta. (Jäteukko.fi.)



KUVA 1. Jäteukko Oy:n osakaskunnat ja jäteasemat vuonna 2016 (Jäteukko Oy)

Kuopion jätekeskuksella on jo vuosien ajan tehty investointeja ja muutettu toimintatapoja luonnonvarojen säästämiseksi. Jättemateriaalia käsitellään, välivarastoidaan ja toimitetaan edelleen hyödynnettäväksi sekä materiaalina että energiana. Vastaanotetusta jätteestä hyödynnetään noin 90 %. Jätekeskuksen alueella on monipuolinen ympäristölupa ja hyvä infrastruktuuri, jotka helpottavat alueen kehittymistä monipuoliseksi yrittäjäalueeksi. Yhteistyöllä jättemateriaalit saadaan paremmin ohjattua uudestaan yhteiskunnan hyödyksi. (Jätekukon kalenteri 2016.)

Yritys on vuonna 2016 mukana Kuopio-Joensuu-Mikkeli alueen *UUMA 2 -hankkeessa* eli *uusiomaarakentamisen kehitysohjelmassa*, jonka tavoitteena on edistää uusiomateriaalien käyttöä maarakentamisessa sekä vähentää neitseellisten luonnonvarojen käyttöä ja maarakentamisen ympäristövaikutuksia. Ohjelma pyrkii kehittämään uusiomateriaalien tuotteistamista ja tarjontaa, kehittämään uusia rakennustekniikoita ja parantamaan infrahankkeiden materiaalien käytön suunnittelua niin, että hankkeiden materiaalit tulisivat käytetyksi mahdollisimman tehokkaasti. (UUMA2 demonstraatio-ohjelma 2013–2017, 3–4.) Yritys on lisäksi mukana kahdeksan kunnallisen jäteyhtiön sekä Varkauden Aluelämpö Oy:n omistamassa Riikinvoima OY:ssä, joka parhaillaan rakentaa uutta ekovoimalaitosta. *Ekovoimalaitos -hankkeen* tavoitteena on lisätä syntypaikkalajitellun yhdyskuntajätteen hyödyntämistä uuden Ekovoimalaitoksen muodossa Leppävirralla. (Riikinvoima.fi.)

3 JÄTTEEN MÄÄRITTELY

Euroopan yhteisö (EY) määrittelee säädöksissään jätteet ja tuotteet. Tuotteistamisella pyritään ensisijaisesti saamaan erilaiset aineet ja materiaalivirrat jätelainsäädännön ulkopuolelle, jotta niiden hyötykäyttö olisi mahdollisimman helppoa ja vaivatonta. Toiminnalla voidaan käsittää myös ne toimenpiteet, joiden avulla jätteiden hyödyntämistä edesautetaan muuttamalla niiden status tuotteenomaiseksi. Hyödyntämisessä tulee kuitenkin aina noudattaa annettuja säännöksiä ja asetuksia. Tuotteistaminen voidaan erotella kahteen eri lähestymistapaan materiaalin syntyvän perusteella (Maarakentamisen uusiomateriaalit 2011, 8.):

- tuotannon sivu- ja jäännösmateriaalivirtojen muuttaminen sivutuotteiksi
- jätevirtojen jalostaminen tuotteeksi tai tuotteenomaiseksi raaka-aineeksi.

Jäte

Jätelain (646/2011) 5.1 §:n määritelmän mukaan jätteellä tarkoitetaan *“ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä”* (Jätelaki 2011, 5 §.) Euroopan unionin tuomioistuimen oikeuskäytännössä on korostettu jätteen yleisluontoista määritelmää ja sen tulkittamista ja vastaavasti määritelmän ulkopuolelle jäävien poikkeamien tulkittamista. Jäteasetuksen liitteessä 4 on esimerkkiluettelo yleisimmistä jätteistä sekä vaarallisista jätteistä. Luettelo ei siis sisällä kaikkia jätteitä, eivätkä kaikki siinä mainitut esineet ja aineet ole jätteitä kaikissa olosuhteissa. Esine tai aine voidaan luokitellaan jätteeksi vain, jos se täyttää jätelaissa tarkoitetut jätteen tunnusmerkit (Valtioneuvoston asetus jätteistä 2012, liite 4).

Sivutuote

Sivutuotteita ovat tuotantoprosessissa syntyvät niin sanotut jäännöstuotteet, jotka syntyvät prosessissa päätuotteen ohella. Sivutuotteen määritelmää ei voida soveltaa kulutuksen jäännöstuotteisiin eikä muihin jätevirtoihin, kuten yhdyskuntajätteeseen. Tuotannosta poistettu aine tai esine voidaan luokitella jätteen sijasta sivutuotteeksi, jos se täyttää kaikki seuraavat vaatimukset (Jätelaki 646/2011, 5 §.):

1. Aineen tai esineen jatkokäyttö on varmaa.
2. Ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan ilman muuta kuin tavalliseksi katsottavaa teollista lisäkäsitelyä.
3. Aine tai esine syntyy olennaisena osana tuotantoprosessia.
4. Jatkokäyttö on laillista, eikä se aiheuta kokonaisvaikutuksia ympäristölle tai ihmisten terveydelle.

Mikäli tuotannossa syntyvä jäännös täyttää kaikki jätelain 5.2 §:ssä luetellut perusteet, on se tällöin sivutuote. Sivutuote ei ole jätelaissa tarkoitettua jätettä, eikä siihen silloin voi soveltaa jätelakia tai sen nojalla annettuja säännöksiä. Sivutuote rinnastetaan mihin tahansa vastaavaan tuotteeseen ja siihen tulee soveltaa kyseistä tuotetta koskevaa tuotesääntelyä, kuten REACH-asetusta. Sen tulee myös täyttää materiaalille asetetut tekniset vaatimukset käyttötarkoituksessaan (esimerkiksi kiviaineksen tulee täyttää tienrakentamisessa sille asetetut tekniset vaatimukset). Ellei erityisiä teknisiä vaatimuksia kyseiselle materiaalille ole asetettu, sen käyttö voi olla sallittua, ellei sitä ole nimenomaisesti kielletty. Suunnitellun käyttötarkoituksen tulee olla laillinen eli sen käyttötarkoituksen tulee noudattaa EU:n kansallista lainsäädäntöä. Arviointi onko esine tai aine sivutuote, tulee tehdä tapauskohtaisesti kokonaisarviointina ottaen huomioon kaikki asiaan vaikuttavat tosiasialliset seikat ja jätelain tavoitteet. (Ympäristöministeriö jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia 2014, 6—7.)

3.1 Jätteeksi luokittelun päättyminen, End of Waste -kriteerit

Jätteeksi luokittelun päättyminen tarkoittaa, että jäte on lakannut olemasta jätettä eikä siihen näin ollen enää sovelleta jätelakia. Euroopan unionin jätedirektiivin (2008/98) 6 artikla määrittelee niin sanotut End-of-Waste kriteerit (EoW), joita käytetään apuna arvioitaessa tapauskohtaisesti onko aine tai esine enää jätettä. Tällöin aine tai esine on läpikäynyt hyödyntämistoimen, mukaan lukien kierrätyksen, sekä täyttää kaikki seuraavat ehdot (eur-lex.europa.eu.):

1. Ainetta tai esinettä käytetään yleisesti tiettyihin tarkoituksiin.
2. Aineelle tai esineelle on olemassa kysyntää tai markkinat.
3. Aine tai esine täyttää tarkoituksen mukaiset tekniset vaatimukset sekä tuote on voimassaolevien asetusten ja standardien mukainen.
4. Aineen tai esineen käyttö ei saa aiheuttaa ympäristölle tai ihmisten terveydelle haitallisia kokonaisvaikutuksia.

Näihin arviointiperusteisiin sisältyy tarvittaessa epäpuhtauksien raja-arvoja, joissa otetaan huomioon aineen tai esineen mahdolliset haitalliset vaikutukset ympäristölle. Arviointiperusteiden täyttyminen merkitsee, että materiaalilla ei enää katsota olevan jätteeseen liittyviä riskejä ja sitä voidaan käyttää raaka-aineena muissa prosesseissa. Tällöin materiaalia voidaan alkaa käsitellä tuotteena ja sen tulee täyttää kyseiselle tuotteelle asetetut muun lainsäädännön, esimerkiksi REACH-asetuksen, asettamat vaatimukset. (Ympäristöministeriö Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia 2014, 8.)

3.2 REACH-asetus

Mikäli aine tai esine tulee tuotesäätelyn piiriin eli toisin sanoen aine tai esine lakkaa olemasta jätettä, saatetaan sen valmistukseen ja/ tai käyttöön soveltaa kemikaalilainsäädäntöä, johon REACH-asetus (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) kuuluu. REACH-asetus on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (1907/2006) kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista. Asetus sitoo kaikkia jäsenmaita ja pyrkii suojelemaan ihmisten terveyttä ja ympäristöä sekä velvoittaa yrityksiä, kuten valmistajia, maahantuojaia tai jatkokäyttäjia, tunnistamaan ja hallitsemaan aineiden käytöstä aiheutuvat riskit. Aine tulee myös rekisteröidä, mikäli ainetta ei vielä ole aikaisemmin rekisteröity.

CLP-asetus (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures) 1272/2008 tuli voimaan 21.1.2009. Asetus on REACH-asetuksen kannalta oleellinen, sillä kemikaalien luokitukseen, merkintöihin ja pakkaamiseen liittyvien artiklojen lisäksi CLP-asetuksen 57 – 59 artikloilla muutetaan REACH-asetusta. REACH- ja CLP-asetuksiin liittyvissä kysymyksissä yrityksiä neuvoo Tukes (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto), joka toimii Suomessa asetusten toimivaltaisena viranomaisena. (Tukes.fi.)

3.3 Jäte vs. ylijäämämateriaali vs. tuote

Valitettavan usein kierrätysmateriaaleista tai uusiomateriaaleista käytetään sävyiltään paljon negatiivisempaa jäte-termiä. Sanan epämiellyttävän vivahteen takia monet kiviainesten käyttäjät kavahtavat ja valitsevat ennemmin neitseellisen ja puhtaan luonnonmateriaalin, vaikka oikealla tavalla jalostettu uusiomateriaali sopisikin ympäristö- ja teknisiltä ominaisuuksiltaan sen korvaamaan. Esimerkiksi betonimurske korvaa luonnonkiven sekä kustannustehokkaasti että teknisesti toimivasti, lujittumisominaisuuksiensa vuoksi jopa paremmin. Yksi keskeinen ongelma uusiomateriaalien käytölle maarakentamisessa selittyykin asenteilla ja ennakkoluuloilla, joita negatiivissävytteinen jäte-termi osaltaan ruokkii. Asiaa on vaikea yrittää perustella edes kestävän kehityksen periaattein. Jätteiden hyödyntämistä säätelevät monimutkaiset ja vaikeasti tulkittavat lait ja asetukset eivät myöskään edesauta niiden kysyntää, unohtamatta lisääntyneitä riskejä.

Lainsäädännön ongelmat näkyvät myös maa-ainesten varastointiin liittyvissä säädöksissä, joiden vuoksi materiaalien hyödynnettävyys on haasteellista ja nykyisellä aikavälillä käytännössä jopa mahdotonta. Maa-aineksella tulee ympäristösuojelulain (527/2014) mukaan olla varmuus jatkokäytöstä ja se tulee hyödyntää *vuoden sisällä*, muutoin ainekset luokitellaan jätteeksi ja niiden käyttöön sovelletaan jätelakia. Maa-ainesten pitkäaikainen varastointi ilman välitöntä tiedossa olevaa käsittelyä on rinnastettavissa maankaatopaikan toiminnaksi, johon on haettava ympäristölupa. (Ympäristöministeriö 2014, opas kaivettujen maa-ainesten luokittelusta jätteeksi ja hyödyntämiskelpoisuuden arvioinnista, 19.) Ongelman vuoksi suuret määrät käyttökelpoista materiaalia päättyy hukkaan, mikäli sille ei heti pystytä osoittamaan hyödyntämiskohdetta. Käyttökelpoisen materiaalin pois heittäminen luo kustannuksia ja jäte-status saaminen hankaloittaa sen jatkokäyttöä entisestään. Kiertotalouden kannalta uusiomateriaalien markkinoilla

kysyntä (uusiomateriaalien käyttäjät) ja tarjonta (uusiomateriaalien tuottajat) eivät ongelman myötä kohtaa eikä jätehierarkian tavoitteisiin päästä.

Materiaalien hyödyntäjien, kuten urakoitsijoiden, suunnittelijoiden, kaupunkien, kuntien ja yksityisten käyttäjien näkökulmasta asioiden yksinkertaistaminen ja selkeyttäminen sekä tarpeen mukainen lainsäädännön muuttaminen edesauttaisivat materiaalien hyödyntämistä. (KOKOEKO-seminaari, 2016.)

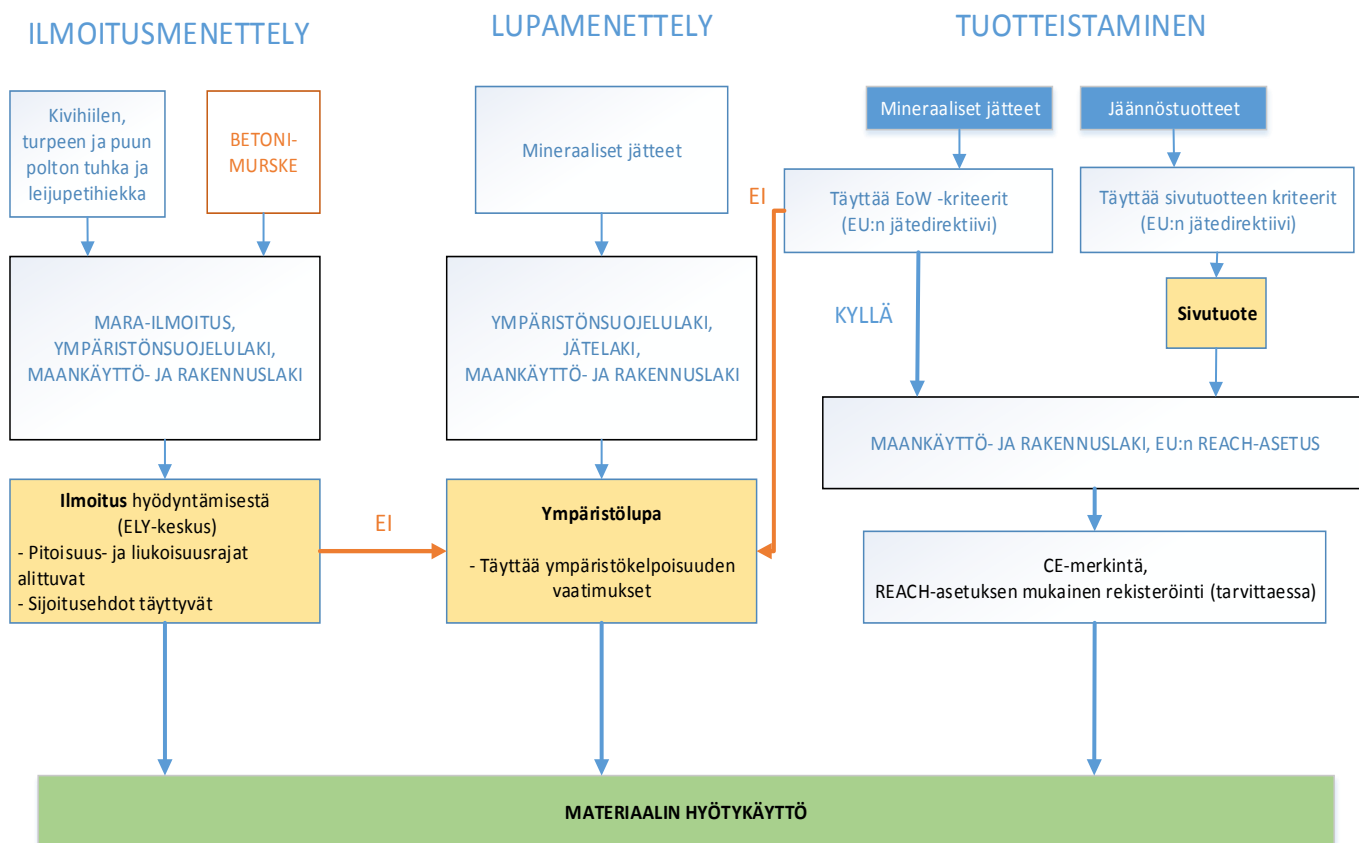
Jotta luonnonvarojen kestävää käyttöä ja EU:n jätehierarkiaa pystyttäisiin paremmin toteuttamaan, tulisi nykyisen jätteen luokittelun sijaan jäteluokitus jopa poistaa kokonaan. Jäte-termin sijaan voitaisiin käyttää paljon kaupallisempaa termiä, kuten *ylijäämämateriaali*. Tuotevaatimukset täyttävien jätteiden jalostaminen *tuotteiksi* on myös vaihtoehto, jonka todennäköisin väylä on End of Waste-menettely (EoW). Koska tuotteiden käyttö ei vaadi samanlaista viranomaisvalvontaa kuin jätteiden hyödyntäminen, tulisi jäte-luokituksen poistamisen edellytyksenä olla, ettei kyseisen materiaalin tai tuotteen käytöstä aiheudu sen suurempaa haittaa ympäristölle tai terveydelle kuin luonnonmateriaalin käytöstäkään. Joidenkin aineiden tai esineiden ominaisvaatimukset todennäköisesti edellyttävät tällöin tarkempaa sääntelyä tai niiden käyttöalan rajoittamista. Tuotteistaminen ei myöskään poista laadunvalvonnan tarvetta. *Tuotetta* tai *ylijäämämateriaalia* on helpompi markkinoida kuin *jätettä*. (www.edu.fi.)

4 UUSIOMATERIAALIEN HYÖDYNTÄMINEN MAARAKENTAMISESSA

- LAINSÄÄDÄNNÖN ASETTAMAT REUNAEDOT

Jäteperäiset uusiomateriaalit voidaan kuvion 1 mukaan jakaa kolmeen ryhmään niiden hyötykäyttömenettelyn mukaisesti:

1. Jätteet, joiden hyödyntäminen on mahdollista ympäristösuojelulain *mukaisella ilmoitusmenettelyllä*.
2. Jätteet, joiden hyödyntäminen edellyttää *ympäristölupaa*.
3. Tuotteet, joihin sovelletaan *tuotelainsäädäntöä*.



KUVIO 1. Mineraalisten jätteiden ja jäännöstuotteiden hyötykäyttöä koskeva kansallinen ja EU-lainsäädäntö sekä ympäristökelpoisuuden arviointi (Inkeröinen & Alasaarela 2010, 44)

4.1 Ympäristönsuojelulaki ja -asetus

4.1.1 Ympäristölupamenettely

Ympäristönsuojelulaki (YSL 527/2014) ja ympäristönsuojeluasetus (YSA 713/2014) tulivat voimaan syyskuussa 2014. Laki kieltää jätteen sijoittamisen maahan, jos siitä voi aiheutua maaperän tai pohjaveden pilaantumista sekä edellyttää muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta ympäristölupaa, jos jätettä hyödynnetään laitosmaiseen tai ammattimaiseen käyttöön. Luvan myöntäviä ympäristölupaviranomaisia ovat aluehallintovirasto (valtion ympäristölupaviranomainen) ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen (kunnan ympäristölupaviranomainen). Lupaa haetaan kunnan ympäristölupavirannomaiselta, jos vuosittain käsiteltävä tai hyödynnettävä jätteen määrä on alle 50 000 tonnia ja aluehallintovirannomaiselta, jos määrä on 50 000 tonnia tai sen yli.

Ympäristölupamenettely on hidas ja hallinnollisesti raskas, jonka vuoksi hakemuksen käsittely vaatii vähimmilläänkin pari kuukautta. Rakentaminen voidaan aloittaa, kun lupahakemuksesta on saatu lainvoimainen päätös. (Ympäristöministeriö 2015, Kaivetut maa-ainekset – jäteluonne ja käsittely, 14–17.)

4.1.2 Jätteen pienimuotoinen hyödyntäminen

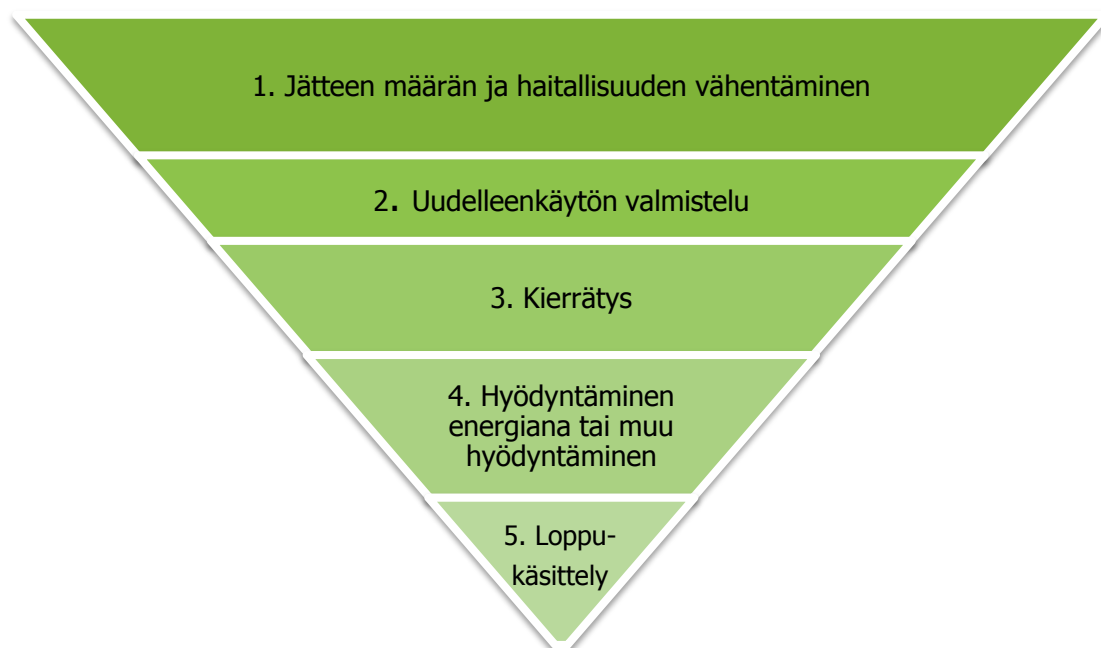
Ympäristönsuojelulaissa ei säädetä toiminnan alarajaa, joten vähäinen maa-ainesjätteen hyödyntäminen tai muu pienimuotoinen maa-ainesjätteen käsittelytoiminta ei edellytä ympäristölupaa. Pienimuotoisen hyödyntämisen osalta ympäristöturvallisuudesta huolehditaan kunnan jätehuolto- tai ympäristölupamääräysten avulla. Kunnalliset ympäristönsuojelumääräykset perustuvat ympäristönsuojelulakiin ja ne ovat aina kuntakohtaisia. Pienimuotoisen käytön ylärajana on käytännössä pidetty 1 000 tonnia jätettä. Kaikki hyödyntäminen on kuitenkin ratkaistava tapauskohtaisesti, joten pienimuotoinen määrä ei automaattisesti vapauta lupamenettelystä. (Mikkola 2013, 14.)

4.2 Jätelainsäädäntö

Lainsäädäntö asettaa reunaehdot uusiomateriaalien käytölle ja luo haasteita uuden kierrätystä hyödyntävän teknologian ja innovoinnin kehittämiseksi. Säädökset edellyttävät käytöstä poistetun materiaalin, toisin sanoen jätteen, ympäristökelpoisuuden arviointia ennen sen uudelleen käyttämistä. Jätelainsäädännössä päätetään kaikista jätteistä, josta poisluetaan vain tietyt erityisjätteet, esimerkiksi ydinjätteet. Euroopan unionin jätelainsäädäntö ja sen kehittyminen ohjaa vahvasti Suomen jätehuoltoa, mutta joiltain osin Suomen jätelainsäädäntö on EU-säädöksiä kattavampi ja jopa tiukempi. Yhteisenä tavoitteena on edistää luonnonvarojen kestävä kehitystä sekä ehkäistä jätteistä aiheutuvia haittoja. (Ympäristöministeriö.fi.)

4.2.1 Jätelaki

Suomessa nykyisessä muodossaan oleva jätelaki (646/2011) sekä siihen liittyvät tärkeimmät asetukset astuivat voimaan 1.5.2012. Laki koki tuolloin kokonaisuudistuksen, jonka tavoitteena oli ajanmukaistaa alan lainsäädäntö vastaamaan nykyisiä jäte- ja ympäristöpolitiikan painotuksia sekä EU:n lainsäädännön vaatimuksia. Uudistuksella pyrittiin myös selkeyttämään jätehuollon vastuunjako, täsmentämään eri toimijoiden velvollisuuksia sekä tehostamaan jätehuollon valvontaa. Jätelain keskeisimpiä periaatteita on etusijajärjestys (kuvio 2), jonka mukaan ensisijaisesti on pyrittävä välttämään jätteen syntymistä. Mikäli jätettä kuitenkin syntyy, on se valmistettava uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä. Viimeisimpänä vaihtoehtona etusijajärjestyksessä on jätteen sijoittaminen kaatopaikoille, jos sen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista. Etusijajärjestys perustuu EU:n jätedirektiiviin ja se sitoo kaikkia jäsenmaita. Siitä voi poiketa vain, jos jokin muu vaihtoehto on ympäristön kannalta järkevämpi. (Ympäristöministeriö.fi.)



KUVIO 2. Etusijajärjestys (kuva on muokattu lähteestä Ympäristöministeriö 2012)

4.2.2 Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma (VALTSU)

Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016 – Kohti kierrätysyhteiskuntaa sisältää Suomen kansallisen jätteen synnyn ehkäisysuunnitelman, jota jätelaki myöskin osaltaan noudattaa. Nykyinen jätesuunnitelma on voimassa vuoden 2016 loppuun tai vaihtoehtoisesti siihen asti kunnes uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma (VALTSU) on saatu valmiiksi. VALTSUn pyrkimyksenä on saada jätehuolto osaksi suomalaista kiertotaloutta. Sen pohjalla käytetään nykyisen jätesuunnitelman tunnuslukuja, tavoitteita ja päämääriä, jotka ajantasaistetaan vastaamaan EU:n velvoitteita. Se määrittää päämäärät, joita kohti jätehuollon on tarkoitus kehittyä vuoteen 2030 mennessä. Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma painottaa erityisesti muutamaa jätealan osa-aluetta, joiden kautta jätesuunnitelman tavoitteet ja toimenpiteet tullaan toteuttamaan. Nämä painotetut alan sektorit ovat (ympäristö.fi.)

1. rakennus- ja purkujäte (sisältää maarakentamisen jätteet)
2. biohajoavat jätteet ja ravinteiden kierto
3. sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
4. yhdyskuntajäte.

Tavoitteena on vakiinnuttaa syntyvän yhdyskuntajätteen määrä vastaamaan 2000-luvun alun tasoa eli noin 2,3 - 2,5 miljoonaa tonnia vuodessa. Suomen Ympäristökeskus on asettanut VALTSU:n tärkeimmäksi tavoite-ehdotukseksi rakennus- ja purkujätteen hyödyntämistason nostamisen vähintään 70 %:iin, sen nykyisen tason ollessa 26 % (KOKOEKO seminaari, 2016). Samalla maarakentamisessa käytettävää luonnonsoraa ja kalliomursketta korvataan teollisuuden ja kaivannaistuotannon jätteillä 5 % eli noin 3 - 4 miljoonaa tonnia. Rakentamisen painopiste on vuonna 2016 siirtymässä uudisrakentamisen puolelta korjausrakentamiseen, mikä osaltaan vaikuttaa syntyvän jätteen laatuun ja määrään. (Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016 – Kohti kierrätysyhteiskuntaa, 10.)

4.2.3 Valtioneuvoston asetus jätteistä

Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012) eli ns. jäteasetus valmistui yhtä aikaa uuden jätelain (646/2011) kanssa. Asetuksella täsmennetään jätelakia ja siihen on koottu jätelain toimeenpanemista varten keskeisimmät säännökset koskien jätteiden luokittelua, vaarallisia jätteitä, öljyjätehuoltoa, yhdyskuntajätevesilietettä sekä rakennus- ja purkujätteitä. Sen tarkoituksena on vähentää jätteiden määrää ja niistä aiheutuvaa ympäristökuormitusta sekä lisätä materiaalien kestävää käyttöä. Jäteasetuksessa on lisäksi määritelty jätteiden kierrätys- ja hyödyntämistavoitteet vuodelle 2016 (rakennus- ja purkujätteen osalta vuodelle 2020), sekä kerrotaan jätelain mukaisista hyväksymis- ja ilmoitusmenettelyistä sekä viranomais tehtävistä. Jätteen tuottaja on jäteasetuksen 20 §:n mukaan velvollinen kirjanpitoon toiminnassaan syntyvästä jätteestä sekä vaarallisesta jätteestä. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 2012, 1 §, 16 §, 20 §.)

4.2.4 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa – MARA-asetus

Jätteiden hyödyntämistä pyritään edistämään määrittelemällä edellytykset, joiden toteutuessa jätteiden ammatti- tai laitospäiseen käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristösuojelulain (86/2000) mukaista ympäristölupaa. Nämä edellytykset määrittelee valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli MARA-asetus (591/2006). Lupavelvollisuus ei siis toisin sanoen koske (YSL 30 § ja YSA 4 §) jätteitä, joiden käyttö on MARA-asetuksen mukaista. Hyödyntämisestä on kuitenkin aina tehtävä ilmoitus ELY:n ympäristönsuojelun tietojärjestelmään (VAHTI) merkitsemistä varten sekä saatava ELY:n hyväksymispäätös. Ilmoituksen on velvollinen tekemään hyödyntämipaikan haltija, tai jätteen tuottaja hyödyntämipaikan haltijan valtuuttamana. Hyödyntämistä ei saa aloittaa, ennen kuin ilmoitus on rekisteröity. Asetuksen soveltamisalaan kuuluvat betonimurske sekä kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineksen polton lentotuhkat, pohjatuhkat ja leijupetihiekka. Jätteiden hyödyntämistä koskevat vaatimukset on esitetty asetuksen 5 §:ssä, jossa on säädetty mm. jätteiden haitta-ainespitoisuuksien ja liukoisuuksien raja-arvoista (liite 1). MARA-asetuksen mukaisia hyödyntämiskohteita maarakentamisessa ovat (Ympäristö.fi.)

1. yleiset tiet, kadut, pyörätiet ja jalkakäytävät sekä niihin välittömästi liittyvät, tienpitoa tai liikennettä varten tarpeelliset alueet, pois lukien meluesteet
2. pysäköintialueet, kenttärakenteet ja teollisuuskentät
3. urheilukentät sekä virkistys- ja urheilualueiden reitit
4. ratapihat sekä teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikentät ja tiet.

Asetus on sovellettavissa edellä mainittuun maarakentamiseen vain, jos se toteutetaan maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) tarkoitetun katusuunnitelman, yleisen alueen toteuttamissuunnitelman, luvan tai ilmoituksen taikka yleisistä teistä annetussa laissa (243/1954) tai maantielaissa (503/2005) tarkoitetun tiesuunnitelman mukaisesti. (VNa 591/2006, 2 §.)

MARA-asetuksen soveltamisalaan voitaisiin lisätä uusia jätteitä, mikäli kyseisten jätteiden soveltuvuus maarakentamiseen osoitettaisiin niiden ympäristökelpoisuuden ja teknisten ominaisuuksiensa puolesta. Tällä hetkellä asetuksen ulkopuolelle jäävien jätemateriaalien, kuten asfaltti- ja tiilimurskeen ammattimainen tai laitospäisen hyödyntäminen maarakentamisessa edellyttää ympäristölupaa.

4.2.5 Rakentamisen maa-ainesjätteiden hyödyntäminen – MASA-asetus

Valtioneuvosto on parhaillaan laatimassa rakentamisen maa-ainesjätteiden hyödyntämistä koskevaa asetusta (MASA-asetus), jonka odotetaan valmistuvan vuonna 2016. MASA-asetuksen avulla pyritään edistämään ylijäämäaineksen, erityisesti rakentamisessa syntyvän jätteen luokitellun maa-aineksen hyödyntämistä. (Suomen ympäristökeskus 2015.)

Asetuksen laatimisen lähtökohdaksi on kirjattu seuraavaa:

Ylijäämäainesten jäteluonne ja sitä koskevat velvoitteet, kuten ympäristölupamenettely, heikentävät näiden aineiden hyödynnettävyyttä neitseellisiin maa- ja kiviaineksiin verrattuna. Ympäristölupamenettelyn laajuus sitoo viranomaisten resursseja ja tuo haasteita rakentamisen usein kiireelliseen aikatauluun. Raskaan lupaprosessin seurauksena osa rakentamisen ylijäämäaineksista saattaa nykyisin päätyä myös epätarkoituksenmukaisiin tai luvattomiin sijoituspaikkoihin.

MASA-asetuksen on tarkoitus perustua rekisteröintimenettelyyn ja sitä koskeviin edellytyksiin, joiden täyttyessä uusiomateriaalin hyödyntäminen ei vaadi ympäristölupaa. Alustavasti asetuksen on suunniteltu käsittelevän ainakin seuraavia materiaaleja (uusiomaarakentaminen.fi.)

- pilaantumaton maa-aines
- haitallisia aineita sisältävä (pilaantunut) maa-aines (tiettyihin pitoisuustasoihin asti)
- edellämainitut maa-ainekset, joissa pieni määrä (< X %) mineraalista rakennusjätettä
- puhdistettu pilaantunut maa-aines
- stabiloitu heikkolaatuinen* maa-aines, joka on kaivettu esim. putkikaivantotyömaalta (sisältää sideaineet)
- stabiloitava heikkolaatuinen* maa-aines, joka on stabiloitu rakennusmateriaaliksi (sisältää sideaineet)
- maalle nostettava vesistön pohjasedimentti
- hiekoitushiekat, raidesepeli.

*Tässä heikkolaatuisella tarkoitetaan maarakennusominaisuuksiltaan heikkolaatuista maata esimerkiksi pehmeä savea, liejua, yms.

4.3 CE-merkintä

Rakennustuotteiden CE-merkintä tuli pakolliseksi 1.7.2013. Pakollinen merkintä koskee rakennustuotteita, joille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi tai eurooppalainen tekninen arviointi. CE-merkinnällä tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja osoittaa, että tuote on testattu harmonisoidun tuotestandardin testimenetelmän mukaisesti ja tuote vastaa ilmoitettua suoritustasoa sekä täyttää direktiivin mukaiset turvallisuusvaatimukset. Merkinnän saamiseen riittää yhden ominaisuuden testaaminen, joten CE-merkintä ei ole verrattavissa laatumerkkiin eikä yksin takaa tuotteen kestävyyttä rakennuskohteessa. Merkintä on tarkoitettu helpottamaan suunnittelijoita ja kuluttajia, sillä yhdenmukaisesti ilmoitettujen tuotteiden ominaisuuksia on helpompi vertailla keskenään. Tämä helpottaa myös tuotteiden ja tavaroiden vapaata liikkumista ja kaupankäyntiä Euroopan sisämarkkinoilla. (Tukes.fi.)

4.4 Uusiomateriaalin tekniset vaatimukset

Suomessa kiviainesstandardeja ja niiden kansallisia soveltamisstandardeja on selvennetty julkaisussa InfraRYL2010, ”Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet”. Julkaisu sisältää ohjeita ja vaatimuksia esimerkiksi Suomen olosuhteissa rakennettavan sitomattoman kantavan kerroksen kiviaineksille. Kiviainesten osalta voidaan tarpeen vaatiessa laatia työkohtaisia työselityksiä ja laatuvaatimuksia. Erityisen tärkeää uusiomateriaaleja hyödynnettäessä on tunnistaa vaaralliset aineet sekä noudattaa eurooppalaisen ja kansallisen lainsäädännön asettamia raja-arvoja. Uusiomateriaalin toimittajan tulee selvittää materiaalin ominaisuudet sekä laatia hyödyntäjille ja arvioijille, esimerkiksi viranomaisille, rakennuttajille, suunnittelijoille ja urakoitsijoille, seuraavat asiat sisältävä dokumentti (Uusiomateriaaliopas 2014, 26—28.)

- uusiomateriaalin tekniset ominaisuudet
- uusiomateriaalin ympäristöominaisuudet
- käyttökohdekohtaiset suunnittelu- ja rakentamisohjeet
- todistus mahdollisesta Liikenneviraston materiaalihyväksynnästä.

Tavoitteena on saavuttaa riittävä riskienhallinta sekä käyttökohteen huomioon ottava ja laadukas rakenneratkaisu. Tämä edellyttää sekä materiaalin että rakenteen ominaisuuksien riittävää tutkimista sekä asiaan huolellista perehtymistä (Uusiomateriaaliopas 2014, 28).

5 BETONIMURSKKEEN KÄYTTÖ MAARAKENTAMISESSA

Betonijätettä syntyy Suomessa vuosittain noin 700 000–1 000 000 tonnia (Betoni 2011/2, 46), pääosin rakennus- ja purkutyömailta sekä betoniteollisuudesta. Kierrätysmurskeella voidaan korvata sora- ja kalliomurskeita esimerkiksi katu-, tie- ja kenttärakenteiden kantavissa sekä jakavissa kerroksissa (kuva 2). Murske soveltuu hyvin myös pengertäytteeksi tai parantamaan rakenteen kantavuusominaisuuksia. Perusedellytyksenä sen on oltava teknisesti käyttötarkoitukseensa sopivaa ja riittävän tasalaatuista, eikä se saa aiheuttaa maaperän tai pohjaveden pilaantumista tai vaaraa terveydelle tai ympäristölle. (Betoni 2011/2, 46.) Yleensä betonimurskeen hyödyntäminen täyttää MARA-asetuksen vaatimukset, mutta mikäli kohde ja/tai materiaali ei täytä MARA-asetuksen vaatimuksia, voidaan sitä hyödyntää myös ympäristölupamenettelyllä. Hyödyntämisestä on kuitenkin aina tehtävä ilmoitus Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. (MARA-asetus.)



KUVA 2. Kentän maarakennustyöt käynnissä Jätekkukko Oy:n pihassa. Jakava kerros rakennetaan uusiobetonimurskeesta (Vartiainen 2016).

5.1 Betonimurskeen ominaisuuksia

Ominaisuuksiltaan betonimurske soveltuu hyvin maarakentamiseen, koska sillä voidaan korvata luonnonkiviainesta sekä teknisesti että kustannustehokkaasti. Teknisiltä ominaisuuksiltaan betonimurske on osin luonnonkiveäkin parempi, sillä betoni lujittuu uudelleen murskauksena jälkeen. Lujittumisensa ansiosta sillä saavutetaan jopa parempia kantavuuksia kuin luonnonkiviaineksilla. Tutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella tien rakennekerrokset, joissa on käytetty betonimursketta kantavassa tai jakavassa kerroksessa, saavuttavat 13–15 vuoden jälkeen

rakentamisesta noin 15—25 prosenttia suuremman kantavuuden kuin tavallisella kivinaineksella rakennetut rakennekerrokset. Tämä vaatii kuitenkin huolellisen tiivistämistyön, riittävän jälkihoidon ja oikeanlaisen, lujittuvan betonimurskelajitteen. Lujittuminen on suurinta ensimmäisten vuosien jälkeen rakentamisesta ja hidastuu n. 2—5 vuoden jälkeen rakentamisesta. (Kivistä muuraamalla 2015/2, 8.)

Suurimmat kustannukset syntyvät tierakentamisessa usein kantavan ja jakavankerroksen materiaalikuluista. Kantavuusominaisuudensa ansiosta betonimursketta tarvitaan luonnonkiviainesta vähemmän, jonka vuoksi rakennekerroksia voidaan ohentaa. Tämä on selvä kustannusetu, sillä vähäisempi materiaalmäärä vähentää myös kuljetustarvetta sekä säästää energiaa ja ympäristöä. Maksimaalinen taloudellinen ja ekologinen hyöty saadaan, jos murske pystytään hyödyntämään mahdollisimman lähellä syntypaikkaansa ja ilman pitkää välivarastointia.

5.2 Betonimurskeen laatuvaatimukset ja CE-merkintä

Betonimurske määritellään MARA-asetuksessa jätteeksi, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen ja betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla enintään 150 millimetrin kappalekokoon (kuva 3). Murskattu betonijäte saa asetuksen mukaan sisältää enintään 30 painoprosenttia tiilimursketta (VNa 591/2006, liite 1). Betonimurske käy läpi laadunvalvontamenetelmän ja valvontaohjelman, jossa murskeen toimittaja teetättää sille vaadittavat tutkimukset. Määritettävät ominaisuudet ovat (Tielaitos 2000, liite 2/1)

- rakeisuus
- routivuus
- maksimi irtotiheys ja optimivesipitoisuus
- puristuslujuus
- materiaalin puhtaus
- ympäristökelpoisuus.

Betonimurske on mukana InfraRYL 2015 (infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset) päivityksessä ja sille on siellä esitetty parametreja ja laatuvaatimuksia. Betonimurskeen tulee olla CE-merkittyä maanrakennuskäyttöön käyttökohteen vaatimusten mukaan silloin, kun kyseessä olevaan käyttötarkoitukseen on olemassa harmonisoitu standardi. CE-merkintä on mahdollista, kun murskeen maksimiraekoko on alle 90 mm. Maksimiraekoon ollessa 90—150 mm, betonimurske tarvitsee erillisen tuotehyväksynnän. Merkintä on aina materiaalin valmistajan tai myyjän vastuulla. Liitteessä 1 on esitetty MARA-asetuksen mukaiset raja-arvot betonimurskeen haitta-ainespitoisuuksille ja liukoisuuksille.



KUVA 3. Betonimursketta Jätekuikko Oy:n tontilla (Vartiainen, 2016)

5.3 Betonimurskeen tekniset ominaisuudet

Betonimurskeet jaotellaan Suomessa maarakennuskäyttöä varten raaka-aineiden ja materiaaliominaisuuksien perusteella neljään eri laatuluokkaan: BeM I, BeM II, BeM III ja BeM IV. Taulukoissa 1.1 ja 1.2 on esitetty eri betonimurskelajitteiden raaka-ainelähteet, sallittujen epäpuhtauksien maksimiosuudet sekä perusominaisuudet.

TAULUKKO 1.1 Betonimurskelajitteiden laatuluokitus (Tiehallinto 2007, 35).

Ominaisuus	BeM I	BeM II	BeM III	BeM IV
Raaka-ainelähde	Betoniteollisuus (epäpuhtauksista vapaa betonijäte)	Purkutyömaa tai vastaava	Purkutyömaa tai vastaava	Purkutyömaa tai vastaava
Puristuslujuus (MPa)	$\geq 1,2$	$\geq 0,8$	-	-
Tiilen max.osuus, p-%	0	10	10	30
Muiden mater.* max.osuus, p-%	0,5	1	1	1
Kevyt orgaaninen materiaali**, p-%	Ei haitallista määrää	Ei haitallista määrää	Ei haitallista määrää	Ei haitallista määrää

*puu, muovi yms.

**esim. solumuovit, mineraalivilla

TAULUKKO 1.2 Betonimurskelajitteiden perusominaisuudet (Tielaitos 2000, 10).

Murskelaji	Rakeisuus**	Lujittuminen	E-moduuli	Liukoisuuskokeet murskausvaiheessa	Routivuus
BeM I	0—45 mm	Lujittuu	700 MPa	Ei vaadita	Routimaton
BeM II	0—45 mm	Lujittuu	500 MPa	Vaaditaan	Routimaton
BeM III	0—45 mm	Epävarmaa	280 MPa	Vaaditaan	Routimaton
BeM IV	Vaihtelee	Ei lujitu	≤ 200 MPa*	Vaaditaan	Vaihtelee

*harkittava tapauskohtaisesti ottaen huomioon mahdollinen routivuus

** tielaitoksen rakeisuusohjealue 0/45 (TYLT 1999)

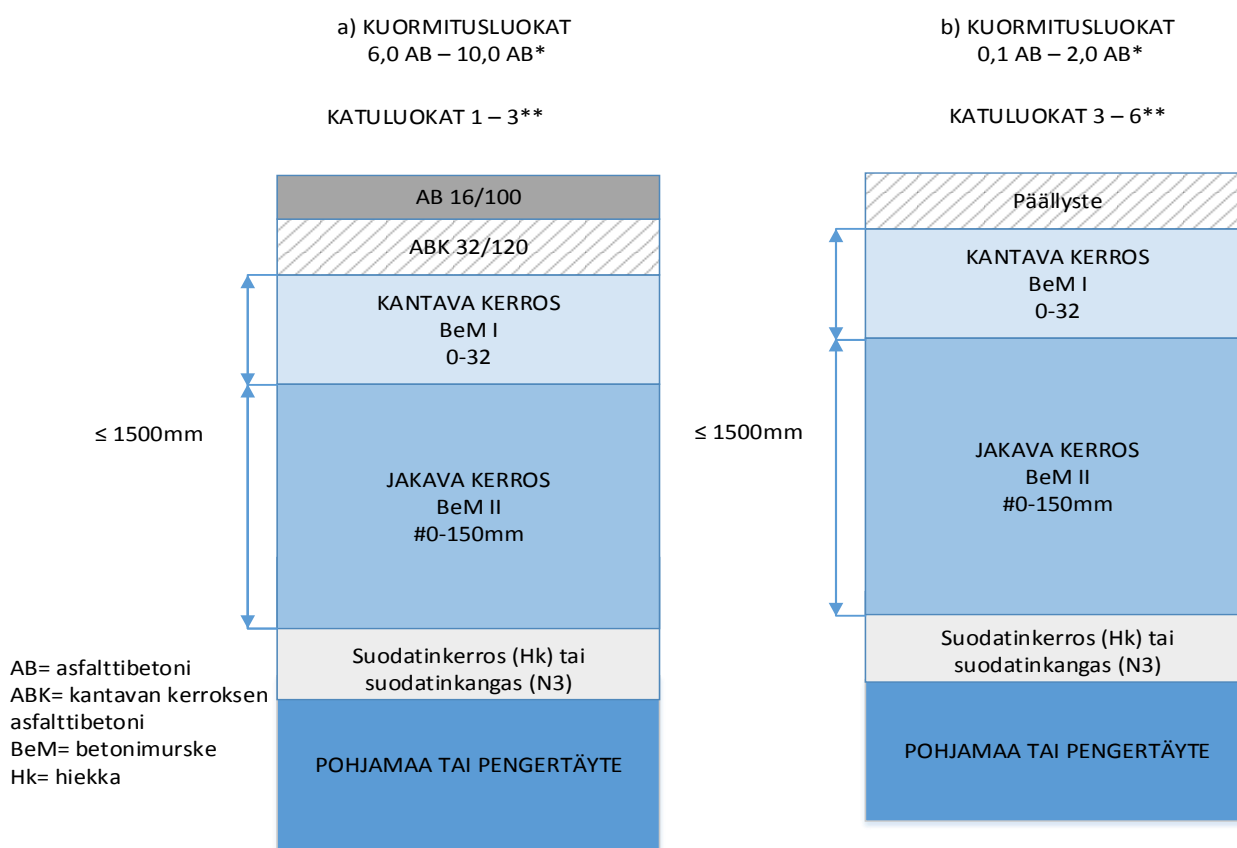
5.4 Betonimurskeen käyttö tierakenteissa

Betonimursketta on teknisesti mahdollista käyttää kaikissa päällyys- ja alusrakenteen kerroksissa pengertäytteestä ja suodatinkerroksesta kantavaan kerrokseen asti. Hyötykäyttökohde on riippuvainen betonimurskeen laatuluokasta (Taulukko 1.1). Tiehallinnon ohjeen mukaan tierakenteissa suositellaan käytettäväksi I-luokan betonimursketta, joka on suoraan peräisin betoniteollisuuden hylkytuotteista ja sisältää vähiten muita materiaaleja ja epäpuhtauksia sekä on routimatonta ja hyvin kantavaa. Kantavaan ja jakavaan kerrokseen soveltuvat BeM I- ja BeM II-luokan betonimurskeet, jos kyseessä on päällystettävä tie. BeM III-luokan betonimurskeet soveltuvat vain päällystettävän tien jakavaan kerrokseen. Luokan BeM IV betonimurskeet soveltuvat ainoastaan pengermateriaaleiksi, mutta silloinkin on syytä käyttää tapauskohtaista harkintaa. (Tiehallinto 2007, 35.) Kuviossa 3 on esitetty tien tavanomaisen päällysrakenteen rakennekerrokset sekä eri betonimurskelaatujen soveltuvuudet.



KUVIO 3. Betonimurskelajitteiden soveltuvuus tien tavanomaisessa päällysrakenteessa (kuva muokattu lähteestä Tiehallinto 2007, 14)

Taloudellisesti ja teknisesti betonimursketta on järkevintä käyttää kantavassa kerroksessa, jolloin kantavaa kerrosta ja/tai sen alapuolella olevaa jakavaa kerrosta voidaan ohentaa lujittuneen betonimurskeen kantavuusominaisuuksien vuoksi. Kantavan kerroksen päältä saavutettu kantavuus voidaan hyödyntää ohentamalla bitumilla sidottujen kerrosten (päällyste) paksuutta. Päällysrakenteen kerroksia ohennettaessa on kuitenkin huomioitava, että tierakenteen kokonaispaksuus ei ohene routamitoituksen edellyttämästä paksuudesta. Lujittumisen edellytyksenä on myös, ettei betonirakennekerrokseen pääse tunkeutumaan suolaista vettä (esim. suolatut tiet). Jätettä sisältävän rakenteen kerrospaksuus saa olla enintään 1,5 m. Kuviossa 4 on esitetty kaksi tyypillistä betonimurskerakennetta. (Tielaitos 2000, 8–9.)



KUVIO 4. Esimerkki tyypillisestä betonimurskerakenteesta eri kuormitus- ja katuluokissa. Jätettä sisältävän rakenteen kerrospaksuus saa olla enintään 1,5 m. Rakennemitoitus tulee aina tehdä tapauskohtaisesti (kuvio muokattu lähteestä Tielaitos 2000, 9).

*Vanhat päällysrakenneluokat 1-6 on nykyisin korvattu kuormitusluokilla, joita on seitsemän erilaista: 0,1 AB, 0,4 AB 0,8 SB, 2,0 AB, 6,0 AB, 10,0 AB ja 25,0 AB. Kuormitusluokan perusteella saadaan tielle tavoitekantavuudet päällysteen ja kantavan kerroksen päältä sekä tarvittava päällysteen minimipaksuus. Pienin kuormitusluokka käsittää alle 150 ajoneuvon päiväkohtaisen liikenteen, suurimmassa kuormitusluokassa määrä on yli 20000.

**Katuluokka 1: Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai päälleliikennekatu (2+2 ajokaistaa).
 Katuluokka 2: Raskaasti liikennöity moottori- tai päälleliikennekatu (2+2 ajokaistaa).
 Katuluokka 3: Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu (1 + 2 ajokaistaa).
 Katuluokka 4: Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet.
 Katuluokka 5: Pientaloalueen asuntokatu tai huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet.
 Katuluokka 6: Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet, ei ajoneuvoliikennettä

Kantavassa kerroksessa voidaan käyttää seuraavia standardin SFS-EN 13285 mukaisia rakeisuuksia (millimetriä) 0/32, 0/40, 0/45, 0/56 ja 0/63. Jakavassa kerroksessa voidaan käyttää standardin mukaisia rakeisuuksia 0/32, 0/40, 0/45, 0/56, 0/63 ja 0/80 sekä normaalia suurempia rakeisuuksia 0/90 ja 0/125. Jakavan kerroksen suurin sallittu raekoko saa olla korkeintaan puolet kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta. (InfraRYL 2010,s. 304–308.)

5.5 MARA-asetuksen mukainen hyödyntäminen

MARA-asetuksen (VNa 591/2006, 2 §) mukaisia betonimurskeen hyödyntämiskohteita ovat yleiset tiet, kadut, pyörätiet ja jalkakäytävät sekä niihin välittömästi liittyvät, tienpitoa tai liikennettä varten tarpeelliset alueet, pois lukien meluesteet. Lisäksi erilaiset pysäköintialueet, teollisuuskentät, urheilukentät, ratapihat ja virkistys- ja urheilualueiden reitit kuuluvat asetuksen piiriin. Betonimursketta voidaan käyttää päällystetyssä ja peitetyssä rakenteessa, kun rakenne on suojattu vähintään 20 cm paksuisella kerroksella luonnonkiviainesta. Ilmoitusmenettelyä voidaan käyttää, kun seuraavat MARA-asetuksessa esitetyt vaatimukset täyttyvät (Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla 2015, 3):

- betonimurskeen haitallisten aineiden pitoisuudet ja liukoisuudet täyttävät MARA-asetuksessa esitetyt vaatimukset (Liite 1),
- kohde ei ole I—II -luokan pohjavesialueella**,
 - ** I- luokan pohjavesialueilla tarkoitetaan vedenhankintaa varten tärkeitä pohjavesialueita, jonka vettä käytetään tai on jota on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin. II-luokan pohjavesialueilla tarkoitetaan muun vedenhankintakäyttöön soveltuvaa pohjavesialuetta, joka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksiensa perusteella soveltuu 1 kohdassa tarkoitettuun käyttöön. (Ympäristö.fi.)
- asfaltin tyhjätila $\leq 5 \%$ tai peittokerros* kiviaineksilla $\geq 10 \text{ cm}$
- hyödyntämispaikan haltija on hyväksynyt betonimurskeen käytön***,
 - ***Haltijan/omistajan lupa tarvitaan esim. katualueella tai katualueen sivussa oleville LPA-tonteille (autopaikkojen korttelialue)
- betonimurskekerroksen paksuus on enintään 1,50m** ja
 - **Pohjavesialueilla ja yli 1,5 m kerroksilla tarvitaan ympäristölupa.
- betonimurskeen käytöstä tehdään ilmoitus ympäristöviranomaiselle.

6 TIILIMURSKKEEN KÄYTTÖ MAARAKENTAMISESSA

Tiilijätettä syntyy vanhojen rakennusten purkutöiden sekä korjaus- ja uudisrakentamisen seurauksena vuosittain noin 40 000 tonnia (UUMA2.fi). Purkutyömailla tiilijäte lajitellaan muusta purkujätteestä mahdollisimman puhtaaksi. Useimmiten käytöstä poistettu tiili murskataan työmaalla, jonka jälkeen se kuljetetaan vastaanottoalueelle jalostettavaksi (kuva 4). Hyödynnettävä tiilimurske ei saa sisältää ympäristölle tai terveydelle haitallisia aineita ja sen tulee olla käyttötarkoitukseensa sopivaa. Sijoituspaikka ei saa sijaita tärkeillä (luokat 1 ja 2) pohjavesialueilla. Tiilimurske ei kuulu MARA-asetuksen soveltamisalaan, joten sen hyödyntäminen edellyttää ympäristölupaa. (Joidenkin uusiomateriaalien kuvaus, liite 2A.)



KUVA 4. Käytöstä poistettua tiilimursketta jätekukko Oy:n tontilla (Vartiainen 2016)

6.1 Tiilimurskeen ominaisuuksia

Tiili valmistetaan puhtaasta savesta, joten se ei itsessään sisällä haitallisia aineita. Tiilen purkujätteen tai tiilen muuraukseen käytetyssä laastissa niitä voi kuitenkin olla mukana. Oleellista on kiinnittää huomiota etenkin tiilen sulfaattipitoisuuteen ja sen liukenemiseen sekä muihin mahdollisiin haitta-ainespitoisuuksiin ja niiden liukoisuuksiin. (Tiehallinto 2007, 45.) Tiilimurskeen uusiokäyttö maarakentamisessa on toistaiseksi ollut vähäistä Suomessa. Hankalaksi murskeen hyödyntämisen tekee se, että tiili saattaa jäätyessään kosteana eikä se teknisiltä ominaisuuksiltaan sovi ainakaan teiden ylärakenteissa hyödynnettäväksi. Lisäksi vuosittain saatavat tiilimurskemäärät ovat melko pieniä ja tiilet voidaan useimmiten kierrättää uudelleen rakennustileiksi.

6.2 Tiilimurskeen tekniset ominaisuudet

Tiilijäte tulee murskata käyttötarkoitukseensa sopivaksi, enintään 150 mm kappalekokoon. Tiili murskataan normaalisti 0—50 mm:n raekokoon, mutta myös karkeampaa 0—70 mm:n tiilimursketta voidaan hyödyntää. Maarakenteissa käytettävien materiaalien tulee soveltua teknisiltä ominaisuuksiltaan käyttökohteeseensa sekä niiden tulee olla riittävän tasalaatuista. (Tiehallinto 2007, 45.)

6.3 Tiilimurskeen laatuvaatimukset ja CE-merkintä

Tiilimurskeen tulee olla käyttötarkoitukseensa sopivaa, eikä se saa sisältää ympäristölle tai terveydelle haitallisia aineita. Kiviainesstandardeja sekä niiden soveltamiseen liittyviä vaatimuksia on täsmennetty julkaisussa InfraRYL 2010, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 1: Väylät ja alueet.

6.4 Tiilimurskeen käyttökohteet

Tiiltä voidaan hyödyntää uuden tiilen valmistuksen raaka-aineena ja erilaisissa maantäytöissä sekä murskattuna esimerkiksi kenttärakenteiden pintamassana. Betonimurskeet saavat laatuluokastaan riippuen sisältää tietyn painoprosenttiosuuden tiiltä (taulukko 1.1), joten sitä voidaan hyödyntää myös betonimurskeen seassa tien eri rakennekerroksissa. Tiilimurske on hyvä materiaali myös viherrakentamisen kasvualustoihin.

7 ASFALTTIROUHEEN JA -MURSKEN KÄYTTÖ MAARAKENTAMISESSA

Asfalttijätettä syntyy tiestön ylläpidon ja korjaustoimenpiteisiin liittyvän rakentamisen yhteydessä sekä siinä suoritettavien päällysteiden jyrstöjen ja purkutöiden seurauksena. Suomessa on syntyvän asfalttijätteen määräksi arvioitu vuosittain noin 250 000—300 000 tonnia (Lämsä 2005, 18). Syntyneen jätteen muoto vaihtelee purkutoimenpiteen mukaan: rouhetta syntyy jyrstittäessä tiepäällystettä ja mursketta saadaan kun päällysteiden purussa syntyviä asfalttikappaleita murskataan pienemmiksi. Käytöstä poistettu asfaltti on Suomen lakien ja määräysten mukaan jäte, eikä se kuulu MARA-asetuksen piiriin. Asfalttijätteen hyödyntämisessä tulee aina noudattaa ympäristönsuojelulakia ja sille tulee hakea ympäristöupa, mikäli kyseessä on jätteen laitos- tai ammattimainen hyödyntäminen tai käsittely. (Lämsä 2005, 10–25.)

7.1 Asfalttirouheen ja -murskeen ominaisuuksia

Asfalttirouhe ja -murske ovat materiaaleina verrattavissa luonnonkiviainekseen. Sen hyvänä puolena on, että hienoaineksen ollessa sitoutuneena bitumiin sen vedenherkkyys pienenee. Kiviainespohjaisina ja vähän hienoainesta sisältävinä materiaaleina asfalttirouhe ja – murske ovat teknisesti hyvin käyttökelpoisia ja ongelmattomia materiaaleja, eivätkä ne aiheuta suuria riskejä ympäristölle tai terveydelle. Tehokasta hyödyntämistä varten eri asfalttilaadut tulee erotella varastoitaessa.

Jyrstytyn asfalttirouheen laatu vaihtelu on vähäistä. Päällysteen purkamisen yhteydessä asfalttikappaleiden purkukasaan saattaa joutua muita maa-aineksia, joten se tulee lajitella ennen hyödyntämistä. Sekä murskeelle että rouheelle ei suositella pitkää välivarastointia, sillä kasoilla on taipumus jähmettyä ja tällöin materiaalin sitoutuvuus huononee. Haitta-aineita esiintyy ainoastaan poikkeustapauksissa: asfaltin valmistuksessa on esimerkiksi käytetty perinteisen bitumin ja luonnonkiviaineksen sijasta muita materiaaleja tai purettu päällyste on ollut kohteessa, jossa siihen on mahdollisesti imeytynyt haitallisia aineita. Puhtaasta asfaltista ei liukene haitallisia aineita, se pikemminkin pidättää niitä, mutta bitumia korvaavat orgaaniset sideaineet voivat aiheuttaa töiden aikaista terveyshaittaa. Poiketen monista muista jätemateriaaleista asfalttirouhetta tai – mursketta ei tarvitse peittää tai päällystää ja se soveltuu käytettäväksi myös pohjavesialueilla. (Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi asfalttiasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista 2012, 2–4.)

Murskekäytössä asfalttirouhe ja -murske sitoutuvat jossain määrin tiivistyksen yhteydessä sisältämänsä bitumin ansiosta. Materiaali hylkii vettä sekä hienoaineksensa vuoksi se estää myös routimisen. Hyvin tiivistetyn asfalttirakenteen moduuli, eli kyky vastustaa sitä rasittavia voimia, ei muutu herkästi eikä sillä esiinny erityistä halkeilutaipumusta. (Tiehallinto 2007, 37.)

7.2 Asfalttirouheen ja -murskeen laatuvaatimukset ja CE-merkintä

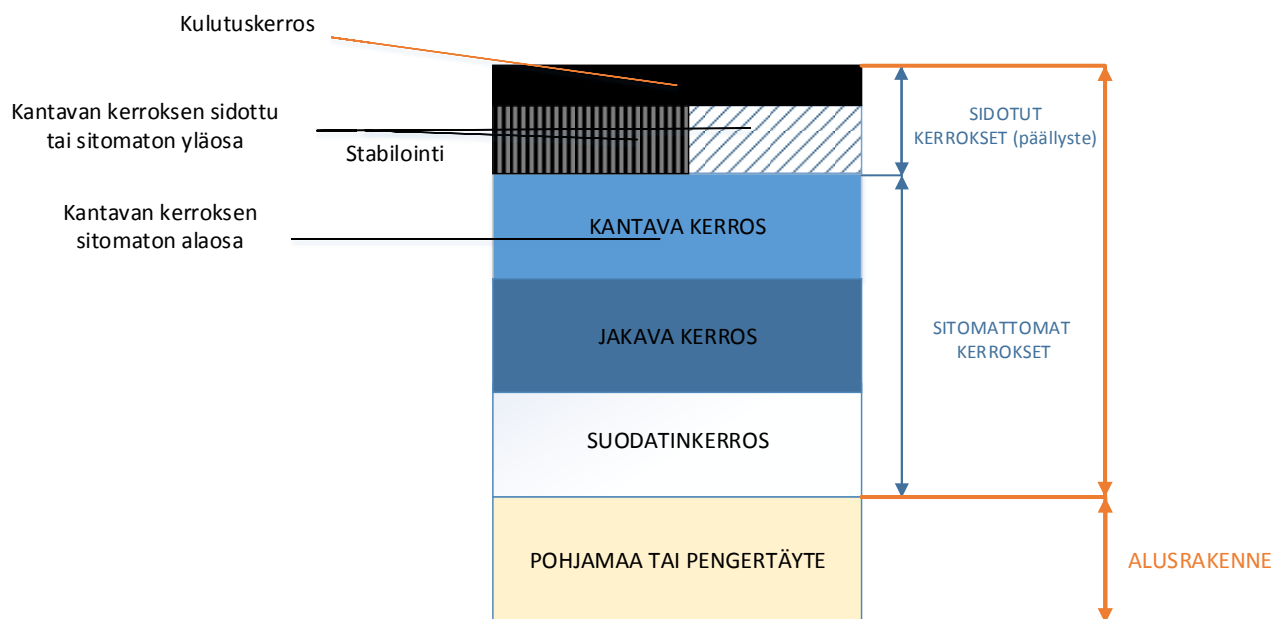
Suomessa julkaistu *Asfalttinormit 2011* määrittelee uusioasfaltin laatuvaatimukset. Asfalttinormeissa asfalttijätteestä käytetään termiä asfalttirouhe ja sen tulee olla standardin SFS-EN 13108-8 mukaista. Standardissa SFS-EN 12697-42 on määritelty epäpuhtausluokat, jotka on jaettu kahteen ryhmään. Ryhmään 1 kuuluvat betoni, tiili, metalli, sementtilaasti ja alustan materiaali, pois lukien luonnon kiviaines. Ryhmään 2 kuuluvat puu, muovi ja keinotekoiset materiaalit. Asfaltin epäpuhtausluokan tulee olla F1, jossa ryhmään 1 kuuluvia epäpuhtauksia saa olla enintään 1 % ja ryhmään 2 kuuluvia epäpuhtauksia 0,1 % asfalttirouheesta. Asfalttimurske sisältää kaikkia asfaltin raaka-aineita, joten se pystyy näin ollen korvaamaan osan sen raaka-aineista. Huomioon on kuitenkin otettava bitumin ikääntyminen ja sen ominaisuuksien muutokset sekä alkuperäisen kiviaineksen ominaisuuksien muutokset. Asfalttinormit 2011 eivät määrittele tarkkaa määrää paljonko asfalttimursketta saa uusioasfalttimassaan käyttää. Yleisesti uusioasfalttimassana on pidetty massaa, jossa on merkittävä määrä asfalttimursketta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että asfalttimurskeen määrä voi olla lähes mitä tahansa. Tärkeintä on, että massalle tai päällysteelle asetetut vaatimukset täyttyvät. Asfalttimursketta on mahdollista lisätä kaikkiin asfalttimassatyyppeihin korvaamaan neitseellisiä raaka-aineita. (Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi asfalttiasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista 2012, 3.)

7.3 Asfalttirouheen ja -murskeen tekniset ominaisuudet

Vanhaa päällystemateriaalia on tyypillisesti murskattu #40—50 mm maksimiraekokoon. Suhteellisen suurirakeisena se ei ole niin altis rakeiden tarrautumiselle kuin pienemmät rakeet. Jos asfaltin uusiokäyttökohde on tien pinnassa kulutuskerroksena, on murskaus suoritettava ainakin #20 mm raekokoon tai pienemmäksi. Kiviainesstandardeja sekä niiden soveltamiseen liittyviä vaatimuksia on täsmennetty julkaisussa InfraRYL 2010, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 1: Väylät ja alueet.

7.4 Asfalttirouheen ja -murskeen käyttökohteet

Kylmänä hyödynnettävän asfaltin uusiokäytölle on periaatteessa kaksi päälinjaa: sillä korvataan tavanomaista murskattua materiaalia tai sitä hyödynnetään *uusioasfalttimassana*, jossa osa neitseellisistä raaka-aineista on korvattu asfalttijätteestä valmistetulla asfalttimurskeella. Suositeltavin tapa on viedä kaivettu tai jyrstetty asfalttijäte asfalttiasemille, jossa se jalostetaan raaka-aineeksi uusiokäyttöä varten.



KUVIO 5. Tien päällysrakennekerrosten nimitykset (kuva muokattu lähteestä Tiehallinto 2004, 28)

Hyvän kiviaineksen ja bitumin vuoksi asfaltti on järkevintä käyttää tien uuden päällysteen raaka-aineena, mutta ominaisuuksiensa vuoksi asfalttirouhe ja – murske sopivat myös tien kantavan kerroksen raaka-aineeksi tai stabilointiin, jossa kantavan kerroksen yläosaa (kuvio 5) lujitetaan. Mursketta voidaan hyödyntää myös työnaikaisena kulutuskerroksena työmaalla tai siitä voidaan rakentaa kiertoteitä. Se soveltuu myös ehkäisemään syöpymistä esimerkiksi sorateiden pituuskaltevilla kohdilla. Suositeltava maksimi raekoko on 20 mm, sillä raekoko vaikuttaa pinnan tasaisuuteen ja kiinteyteen.

8 BIOTUHKA

Voimalaitostuhkia syntyy Suomessa vuosittain noin 1,5 miljoonaa tonnia (Energia.fi). Määrä on pieni verrattuna vuosittain Suomessa käytettävään kiviaineksen määrään, mutta paikallisesti tuhkia voidaan hyödyntää ja käyttää luonnon kiviaineksen sijaan. Energiantuotannon polttoprosessissa sivutuotteina muodostuu tuhkaa, jonka laatu määräytyy polttoprosessin sekä käytetyn polttoaineen ja tuhkanerotustekniikan mukaan. Syntyvä tuhka voi olla pohja- tai lentotuhkaa. Pohjatuhkaksi kutsutaan kattilan pohjalle kerääntyvää raskasta tuhka-ainetta, kun taas lentotuhka on hienojakoisempaa. Biotuhka on biomassan eli metsä- ja peltobiomassan, turpeen sekä niiden seosten poltossa ja biokaasutuksessa (kutsutaan usein myös jäännöshiileksi) syntyviä tuhkia. Suomessa biotuhkaa (puu-, turve- ja sekatumua) syntyy vuosittain yhteensä noin 600 000 tonnia, mutta määrä kasvaa kokoajan uusiutuvan energian käytön lisääntyessä. Tuhkat luokitellaan lähtökohtaisesti jätteeksi, joten niiden hyödyntäminen maarakentamisessa tarvitsee joko ilmoitusmenettelyn tai ympäristöluvan. Ilmoitusmenettely on mahdollista tuhille, jotka alittavat MARA-asetuksen (liite 2) mukaiset haitta-ainespitoisuuksien ja liukoisuuksien raja-arvot. (Tuhkarakentamisen käsikirja, 8.)

8.1 Biotuhkan ominaisuuksia

Maarakentaminen ja rakennusteollisuus kuluttavat runsaasti kiviaineksia, joita on mahdollista korvata tuhilla. Materiaalina tuhkat eroavat perinteisestä kiviaineksesta huokoisten rakeidensa ja sementtiä muistuttavien lujittumisominaisuuksiensa puolesta. Tuhkat ovat ns. hydraulinen sideaine eli veden kanssa reagoidessaan ne muodostavat kestävästä lopputuloksen. Ominaisuus lisää niiden hyötykäyttömahdollisuuksia etenkin sidotuissa rakenteissa ja materiaaleissa. Poikkeavien ominaisuuksiensa vuoksi käyttäjille suositellaan aiheeseen huolellista perehtymistä, jotta tuhkien hyödynnettävät ominaisuudet tulisivat parhaiten käytettäviksi. Etenkin voimalaitostuhkien ympäristö- ja tekninen kelpoisuus tulee selvittää pitkäaikaisissa käyttöolosuhteissa. Hyvin suunnitellulla tuhkarakentamisella voidaan saavuttaa etuja verrattuna tavanomaisilla materiaaleilla tehtyyn rakentamiseen. (Tuhkarakentamisen käsikirja, 3–6.)

Tuhkien stabilointi

Käsittelemätön tuhka on hyvin hienojakoista ja herkästi pölyävää. Kuljetuksen ja tuhkan levityksen helpottamiseksi sekä pölyämisestä aiheutuvien terveys- ja ympäristöhaittojen torjumiseksi tuhka on esikäsiteltävä eli *stabiloitava* ennen käyttöä. Näitä esikäsittelymenetelmiä ovat esimerkiksi *itsekovettaminen ja rakeistus*. Molemmissa menetelmissä tuhka kovetetaan kostuttamalla se ensin vedellä, jolloin kalsiumoksidi, CaO , muuttuu kalsiumhydroksidiksi, CaOH_2 ja ilman hiilidioksidin vaikutuksesta edelleen kalsiumkarbonaatiksi, CaCO_3 . Stabiloimismenetelmistä yksinkertaisin on itsekovetus, jossa tuhka jätetään kostuttamisen jälkeen kasaan kovettumaan. (Huotari, 10).

Tehokkain tuhkan stabiloimismenetelmä on *rakeistus*, jossa pölymäisestä tuhkasta saadaan raemaista kostuttamisen ja pyörivän liikkeen avulla. Prosessissa hyödynnetään tuhkan omaa lujittumisominaisuutta käyttämättä apuna esimerkiksi puristavaa voimaa, jolloin tuhkarakeet säilyttävät parhaiten kevyen ominaispainonsa ja hyvät eristysominaisuutensa. Rakeistuksen jälkeen tuhkarakeet ovat huokoisia, keveitä ja ne kestävät hyvin mekaanista rasitusta. Rakeistettua tuhkaa voidaan tarvittaessa seuloa haluttuun raekokoon ja raekokojakamaa voidaan muuttaa käyttökohteen vaatimusten mukaan. Tuhkarakeiden varastointi käyttökohteissa tapahtuu samalla tavalla kuin karkearakeisilla maamateriaaleillakin (kuva 5). (fill-R, suunnittelu- ja mitoitusohje tie-, katu- ja maarakenteissa, 4.)



KUVA 5. Käsittelemätön tuhka on hienojakoista ja herkästi pölyävää. Esikäsittelyllä helpoitetaan tuhkan kuljetusta ja levitystä sekä estetään pölyämisestä aiheutuvat terveys- ja ympäristöriskit. Kuvassa on MARA-asetuksen mukaista tuhkaa valmiina maarakennuskäyttöön Jätekuukko Oy:n tontilla (Vartiainen, 2016).

8.2 Biotuhkan tekniset ominaisuudet

Tuhkamateriaaleille voidaan määrittää geotekniset ominaisuudet vastaavilla menetelmillä kuin luonnon kiviaineksellekin. Tuhkien käyttäytyminen rakenteissa riippuu geoteknisten ominaisuuksien lisäksi niiden lujittumisominaisuuksista, jotka vaikuttavat lopullisen tuotteen tekniseen laatutasoon. Kasavarastoitaessa lentotuhkia niiden heinoainespartikkelit liittyvät yhteen, jonka seurauksena materiaalin rakeisuus muuttuu karkeammaksi. Muutos parantaa lentotuhkan routa- ja kuormituskestävyysominaisuuksia, joita voidaan käyttää hyödyksi maarakentamisessa. Eduksi muodostuvat etenkin routimattomuus, luonnomateriaaleja tehokkaampi roudan syvyyden

rajoittaminen sekä materiaalin keveys. Kantavuusominaisuuksiltaan kasavarastoitu lentotuhka on käytännössä verrattavissa suodatinkerroksen hiekkaan ja täyttää yleensä suodatinkerroksille asetetut vaatimukset tie-, katu- ja kenttärakenteissa. Hyödynnettävän tuhkamateriaalin tekninen soveltuvuus käyttökohteeseen on aina perusedellytys hyödyntämiselle.

Lentotuhkien teknistä käyttöä voi rajoittaa jossakin määrin korroosioriski, jonka voimakkuus vaihtelee eri materiaaleilla. Korroosioriski on aiheeton, mikäli käytössä on haponkestävää terästä tai betonia. Sen sijaan valurauta, ruostumaton teräs ja alumiini syöpyvät jos ne pääsevät kontaktiin tuhkan kanssa. (fill-R, suunnittelu- ja mitoitusohje tie-, katu- ja maarakenteissa, 4.)

8.3 Biotuhkan laatuvaatimukset ja CE-merkintä

Maarakentamisessa biotuhkien hyödyntämistä rajoitetaan lähinnä Mara-asetuksen mukaisten haitallisten aineiden ja liukoisuuksien osalta (liite 2, taulukko 2). Etenkin kasavarastoitu lentotuhka on yleensä ympäristön kannalta turvallinen materiaali käyttää, sillä se sisältää vain vähän haitallisia aineita ja yhdisteitä, joiden liukoisuus on vähäistä.

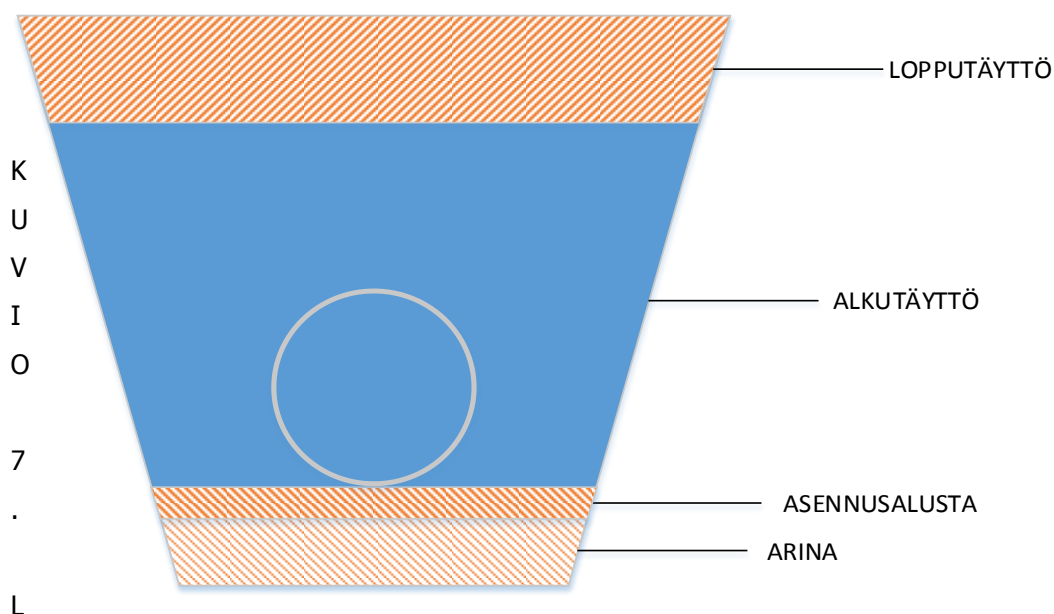
8.4 Biotuhkan käyttökohteet

Puu- ja turvetuhkat soveltuvat erilaisiin tie- ja kenttärakenteisiin sekä kaatopaikkojen pinta- ja maisemointitöihin. Tuhkia voidaan käyttää maarakentamisessa sellaisenaan, tiivistettynä, seostettuna toisen sivutuotteen kanssa tai esimerkiksi betonin tai asfaltin sideaineena. Hyvän lämmöneristyskykynsä vuoksi lentotuhka soveltuu tie- ja maarakentamisessa erityisesti suodatinkerrokseen routaeristeeksi (kuvio 6). Puu- ja turvelentotuhkien käytöllä on saatu hyviä tuloksia erilaisissa koerakenteissa, joissa tierakenteen kantavuutta on ollut tarkoitus parantaa ja/tai roudan muodostumista tiepohjassa hidastaa. Leppävirralla puuperäistä lentotuhkaa kokeiltiin kelirikkoisen soratien kunnostuksessa. Vuosi rakentamisen jälkeen tulokset olivat hyviä ja tien kantavuusominaisuudet paremmat verrattuna soramurskeesta tehtyyn vertailurakenteeseen. Kasavarastoitua lentotuhkaa voidaan käyttää ajoväylissä ja niiden liitännäisalueissa, pysäköintialueissa, ratapihoilla sekä urheilu- ja varastokenttien rakennekerroksissa. Erilaiset täyttökerrokset soveltuvat myös käyttökohteiksi. Tie-, katu ja kenttärakenteissa tulee noudattaa rakenteille tarkoitettuja yleisiä suunnittelu- ja mitoitusparametreja. (Pesonen, 55—56.)

Päällyste, AB	100 mm	Päällyste, AB
Kantava, SrM	150 mm	Kantava, SrM
Jakava, Sr	250 mm	Jakava, Sr
Suodatinkerros, Lentotuhka	700 mm	Suodatinkerros, Hiekka
Pohjamaa, Si	1050 mm	Pohjamaa, Si

t AB = Asfalttibetoni
 a Sr = Sora
 m Si = Siltti
 SrM= Soramoreeni

itoitettun katurakenteen kerrospaksuudet, kun suodatinkerroksen materiaalina on tuhka ja vertailurakenteessa hiekka. Rakenteet on mitoitettu 50 mm sallitulle routanousulle (Metsäteollisuuden lentotuhkien käyttö tie-, katu- ja kenttärakenteissa, 14).



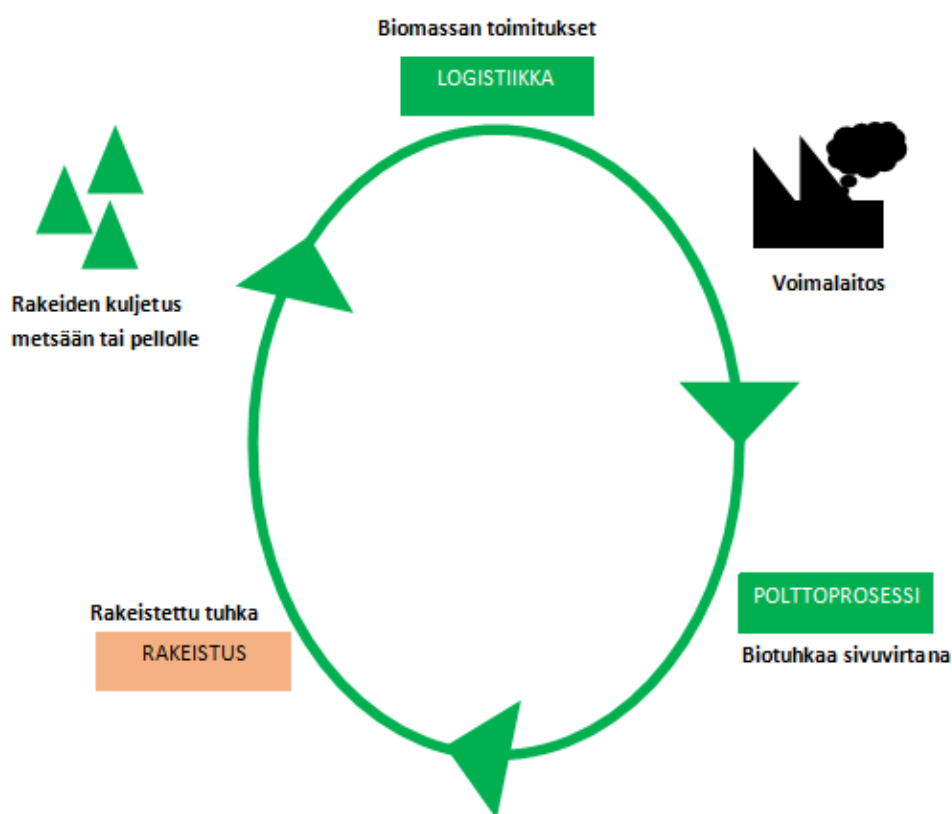
entotuhkan käyttökohteita putkijohtokaivannossa ovat esimerkiksi arina-asennuskerros sekä alku- ja lopputäyttökerros (fill-R, suunnittelu- ja mitoitusohje tie-, katu- ja maarakenteissa, 4).

Keveytensä ja routaa eristävien ominaisuuksiensa puolesta lentotuhkaa voidaan hyödyntää kunnallistekniikan putkijohtokaivantojen materiaalina eri rakennekerroksissa (kuvio 7). Putkijohtokaivannoissa arina- ja tasauskerrokselta edellytetään riittävää kantavuutta ja vähäistä kokoonpuristuvuutta. Alku- ja lopputäyttömateriaalilta edellytetään routimattomuutta, jäätymis-

sulamiskestävyyttä ja riittävää vedenläpäisevyyttä. Materiaalin tulee olla myös helposti kaivettavaa. (fill-R, suunnittelu- ja mitoitusohje tie-, katu- ja maarakenteissa, 4.)

8.5 Puu- ja turvetuhkan käyttö metsälannoitteena

Puun, turpeen tai peltobiomassan polttamisessa syntynyttä tuhkaa voidaan hyötykäyttää tuhkalannoitteena tai sen raaka-aineena. Myös lannoitekäyttöön tarkoitettu tuhka tulee esikäsitellä stabiloimalla, jotta sen pölyäminen on mahdollisimman vähäistä. Rakeistamisen yhteydessä tuhkaa voidaan ”terästä”, eli siihen lisätään ravinteita tarpeen mukaan. Lannoitevalmistelaki (539/2006) ja sen nojalla annetut tärkeimmät asetukset säätelevät tuhkan hyötykäyttöä Suomessa. Säädöksillä pyritään varmistumaan markkinoille tulevien lannoitteiden tasalaatuisuudesta, turvallisuudesta ja sopivuudesta käyttötarkoitukseensa. Laki määrittelee mm. metsien lannoitukseen käytettävien tuhkien laatuvaatimukset. Suomessa Elintarviketurvallisuusvirasto Evira huolehtii lannoitevalmisteiden valvonnasta. (Huotari, 9.)



KUVIO 8. Ravinteiden ja biopolttoaineen kierto uusiutuvan energian tuotannossa (kuva muokattu lähteestä tecwill.com)

Ympäristön kannalta eniten hyötyä saavutetaan, kun kaatopaikoille päätyviä materiaaliläjäytyksiä vähennetään ja ravinteet palautetaan sinne mistä ne ovat peräisin - luontoon. Hyödyntämällä tuhkaa metsälannoitteena toteutetaan kestävä kehitys ja materiaalitehokkuutta (kuvio 8) sekä vähennetään maaperän köyhtymistä ja edesautetaan puuston kasvua. Biotuhka sisältää valmiiksi lähes kaikki puuston kanalta tärkeät ravinteet, typpeä lukuun ottamatta. Rakeistettu tuhka on

helppo ja nopea levittää perinteisten levityslaitteiden avulla, koska se levittyy tarkasti eikä aiheuta pölyhaittoja. (tecwill.com.)

9 YHTEENVETO

Tämän insinööriyön tavoitteena oli luoda suunnittelijoiden sekä asiasta kiinnostuneiden käyttöön kooste uusiomateriaalien soveltuvuuksista ja käyttökohteista maarakentamisessa. Työn avulla lisätään yleistä tietoutta aiheesta sekä edistetään kestävämpää rakennustapaa kokoamalla uusiomateriaalien hyödyntämistä koskevat tärkeimmät juridiset- ja tekniset vaatimukset sekä ominaisuudet yhteen. Hyödyntämistä havainnollistettiin laatimalla esimerkkejä hyötykäyttökohteista sekä niiden rakenneratkaisuista. Tarkasteltavina materiaaleina olivat betoni (ei lujabetoni), tiili, asfaltti ja biotuhka. Lisäksi työssä perehdyttiin hyödyntämisen kannalta tämän päivän keskeisimpiin ongelmiin sekä kuinka materiaalien jäte-luokitus vaikuttaa uusiokäyttöön.

Uusiomateriaaleja hyödyntämällä voidaan ympäristöä säästävän näkökulman lisäksi saavuttaa erilaisia kustannus- ja rakenneteknisiä etuja maarakennuskohteissa. Esimerkiksi uusiobetonin lujittumisominaisuuksia hyödyntämällä on mahdollista rakentaa ohuempia teiden ja katujen rakennekerroksia kuin tavanomaisella kiviaineksella. Lisäksi ohuempi rakenneratkaisu vähentää murskauksen tarvetta, jolloin säästöä syntyy myös kuljetuksissa ja energiankäytössä. Mikäli käytöstä poistettua materiaalia on tarkoitus hyödyntää, on aina varmistettava, että materiaali soveltuu teknisesti käyttökohteeseensa sekä on riittävän tasalaatuista ja ympäristölleen turvallista. Rakennemitoitus on aina tehtävä tapauskohtaisesti yleisten suunnittelu- ja mitoitusparametrien mukaan, esimerkiksi voimassa olevaa InfraRYL:iä noudattamalla.

Ongelmia uusiomateriaalien hyödyntämiselle aiheuttaa etenkin monimutkainen ja vaikeasti tulkittavasta lainsäädäntö sekä käytöstä poistettuun materiaaliin, jätteeseen, kohdistuvat ennakkoluulot ja asenteet. Mikäli hyödyntäminen ei onnistu MARA-asetuksen mukaisen ilmoitusmenettelyn kautta, on uusiokäyttö luvanvaraista toimintaa ja edellyttää näin ollen ympäristölupaa. Ympäristöluvan hakeminen on hallinnollisesti raskas ja hidas menettely, joka sitoo viranomaisten resursseja ja tuo haasteita rakennushankkeiden usein kiireellisiin aikatauluihin. MARA-asetuksen tarkoituksena on helpottaa jätteen hyödyntämistä, mutta se ei kata kaikkia jätteitä eikä toisaalta kaikkia potentiaalisia uusiokäyttökohteitakaan, kuten esimerkiksi yksityisiä teitä ja meluesteita. Soveltamisalan ulkopuolelle jääviä uusiomateriaaleja ovat esimerkiksi tiili- ja asfalttijäte. Ongelmia tuottaa myös maa-ainesten varastointiin liittyvät säädökset, joiden vuoksi materiaalien hyödynnettävyys on haasteellista ja nykyisellä aikavälillä erittäin hankalaa. Maa-aineksilla tulee ympäristösuojelulain (527/2014) mukaan olla varmuus jatkokäytöstä ja ne tulee hyödyntää vuoden sisällä, muutoin ainekset luokitellaan jätteeksi ja niiden käyttöön sovelletaan tällöin jätelakia. Maa-ainesten pitkäaikainen varastointi ilman välitöntä tiedossa olevaa käsittelyä on rinnastettavissa maankaatopaikan toiminnaksi, joka tarvitsee ympäristöluvan.

10 PÄÄTELMÄT

Mielestäni uusiomateriaalien hyödyntämisen tulevaisuuden näkymät ovat suhteellisen hyvät, mikäli keskeisiin ongelmiin päästäisiin käsiksi. Yksi opinnäytetyöni tavoitteista on lisätä kiinnostusta uusiorakentamiseen sekä tarjota tietoa kierrättämiseen liittyvien ennakoasenteiden ja -luulojen vähentämiseksi. Hyödyntäminen kohtaa tänä päivänä paljon ongelmia eikä *käytöstä poistettu aine tai esine*, toisin sanoen *jäte*, pärjää markkinoilla puhtaalle ja turvalliselle luonnonkiviainekselle. Jäte-luokituksen muuttaminen markkinoivammaksi, esimerkiksi *ylijäämämateriaaliksi* tai *uusiomateriaaliksi*, lisäisi kilpailukykyä ja poistaisi epämiellyttävän mielikuvan, jonka jäte-termi osaltaan aiheuttaa.

KOKOEKO-seminaarissa 18.2.2016 nousi esille jätteiden hyödyntämistä säätelevien lakien ja asetusten monimutkaisuus sekä niiden tulkitsemisen vaikeudet. Urakoitsijat olisivat valmiita käyttämään uusiomateriaaleja, jos niiden käyttö olisi yhtä helppoa ja kustannustehokasta kuin perinteiselläkin materiaalilla rakennettaessa. Materiaalien hyödyntäjien, kuten urakoitsijoiden, suunnittelijoiden, kaupunkien, kuntien ja yksityisten käyttäjien näkökulmasta asioiden yksinkertaistaminen ja selkeyttäminen sekä tarpeen mukainen lainsäädännön muuttaminen edesauttaisivat hyödyntämistä. Apu saattaisi löytyä esimerkiksi uudesta asetuksesta, jonka avulla mm. maa-ainesten varastointiin liittyviä ongelmia voitaisiin ratkoa, jätteen syntymistä ehkäistä ja kierrätystä helpottaa.

Kustannustehokkuus ohjaa rakentamista. Materiaalivalintoja- ja hankintoja tekevien urakoitsijoiden tulisi voida tarjous- ja rakentamisvaiheessa pystyä arvioimaan eri materiaalien käyttömahdollisuudet nopeasti ja luotettavasti. Tulevaisuudessa uusiomateriaalien riittävällä tutkimisella, tuotteistamisella ja kaupallistamisella niiden käyttöä voidaan muuttaa sujuvammaksi ja vaivattomammaksi. Maarakennuskohteissa ja väylähankkeilla päätös uusiomateriaalien käytöstä tehdään yleensä rakennussuunnitteluvaiheessa. Tilaajan olisikin suunnittelu- ja hankevalmisteluvaiheessa luotava mahdollisimman hyvät edellytykset uusiomateriaalien tarjoamiselle ja käytölle.

LÄHDELUETTELO

Asfaltin uusiokäyttö tierakentamisessa. Veli Pekka Lämsä. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 27/2005. Tiehallinto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-03-04] Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/4000464-vasfaltinuusiokaytto.pdf>

Betoni 2/2011 [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-19] Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjxtJ-E3YPLAhWJ3iwKHXAZDMQQFgghMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.betoni.com%2FDownload%2F22599%2FBET1102_s46-51.pdf&usg=AFQjCNGjEdZ9rnpC28XqyQIu9TcrkOkcFA

Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla, ohje. 2015 [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-19] Saatavissa: <http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/betonimurske.pdf>

Edu.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-11] Saatavissa: http://www.edu.fi/luovasti_luonnonvaroista/suomen_luonnonvarat/jate_ja_biokaasu

Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi asfalttiasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista. Asfalttiasemat muistio 17.12.2012. Neuvotteleva virkamies Else Peuranen. Ympäristöministeriö. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-03-21] Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BD2A5C657-1171-4FB0-88E8-8C88271AECFF%7D/97695>

eur-lex.europa.eu [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-11] Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32008L0098>

Fill-R, suunnittelu- ja mitoitusohje tie-, katu- ja maarakenteissa. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-22] Saatavissa: http://www.fill-r.fi/userfiles/image/fill-R_ohje.pdf

Jatekukko.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-01-19] Saatavissa: <http://www.jatekukko.fi>

Polku: Jatekukko.fi. Yhtiö.

Jäteukko Oy kalenteri 2016

Jätelaki 2011/646, 5 § [verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646#L1P5>

Kaivetut maa-ainekset –jäteluonne ja käsittely. Ympäristöministeriö 2015. [verkkoaineisto].[viitattu 2016-03-04] Saatavissa:

https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjHzcWguKbLAhXiFJoKHWh3AMUQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ym.fi%2Fdownload%2Fname%2F%257B5E488047-B25B-45E4-AAE2-6495FBB53B5B%257D%2F110447&usq=AFQjCNHYXdbMfq2Ggj_2rAKnHMJItm5wQ&cad=rja

2015/2. Kierrätetty kiviaines on arvokasta raaka-ainetta. Kivestä muuraamalla

Kohti kierrätysyhteiskuntaa – Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016, Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 32/2008. [Verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-16]

Saatavissa:https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38363/SY_32_2008.pdf?sequence=3

Kokoeko seminaari 18.2.2016. Savonia ammattikorkeakoulu, opistotien kampus

Liikennevirasto 2014. Uusiomateriaaliopas. Uusiomateriaalien käytön kehittäminen UUMA2-ohjelman väylähankkeilla [verkkoaineisto].[viitattu 2016-04-25] Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lr_2014_uusiomateriaaliopas_luonnos_28.2.2014_web.pdf

Maarakentamisen uusiomateriaalit. Ympäristökelpoisuuden osoittaminen ja tuotteistaminen. 2011.

Toim. Pajukallio, Anna-Maija, Wahlström, Margareta ja Alasaarela, Erkki. Ympäristöministeriön raportteja 11/2011. Ympäristöministeriö.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-15] Saatavissa:

<http://www.uuma2.fi/sites/default/files/Maarakentamisen%20uusiomateriaalit%20%E2%80%93%20YMr11%20%E2%80%93%202011.pdf>

MIKKOLA, Anna 2013. Valtioneuvoston asetus (591/2006) eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa — ilmoitusmenettelyn toimivuus ja sen parantaminen. Aalto-yliopisto.

Insinööritieteiden koulutusohjelma. Diplomityö. [viitattu 2016-03-04]. Saatavissa:

http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/Mara-asetus_DIty%C3%B6_AMikkola_Korj_031213.pdf

PESONEN, Janne 2012. Oulun biotuhkien fraktiointi, kemialliset ominaisuudet ja

hyötykäyttöpotentiaali. Oulun yliopisto. Kemian laitos. Fysikaalisen kemian Pro gradu –tutkielma.

[viitattu 2016-04-22]

Riikinvoima.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2016-01-21] Saatavissa: <http://www.riikinvoima.fi>

Polku: Riikinvoima.fi. Voimalaitos.

Syke.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-16] Saatavissa: www.syke.fi

Polku: Syke.fi. Tutkimus & kehittäminen. Tutkimus- ja kehittämishankkeet. Hankkeet. Taustaselvitys rakentamisen maa-ainesjätteiden hyödyntämisestä koskevan asetuksen valmistelemiseksi (MASA)

Tiehallinto 2007. Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa. Tiehallinto.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2016-03-03] Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100041-v-07-sivutuoteohje.pdf>

Tielatos 2000, Betonimurskeen käyttö tien päällysrakennekerroksissa. Mitoitus- ja työohjeet. Tielaitoksen selvityksiä 5/2000.[verkkoaineisto].[viitattu 2016-03-01] Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/tiel_3200594_betmurskeohje.pdf

Tuhkan käyttö metsälannoitteena. Toim. Huotari, Noora.[Verkkoaineisto].[viitattu 2016-04-22] Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/isbn/978-951-40-2371-2/tuhkan-kaytto-metsalannoitteena.pdf>

Tuhkarakentamisen käsikirja. Energiatuotannon tuhkat väylä-, kenttä- ja maarakenteissa. [verkkoaineisto].[viitattu 2016-04-22] Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/tuhkarakentamisen_kasikirja.pdf

Tukes.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-16] Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Teollisuus--ja-kuluttajakemikaalit/REACH---asetus/>

Tukes.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-16] Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/toimialat/kuluttajaturvallisuus/ce-merkki/>

UUMA2 demonstraatio-ohjelma 2013 – 2017 UUMA2. Uusiomateriaalit maarakentamisessa ohjelma 2013 – 2015. 9.9.2013 Infrarakentamisen uusi materiaalitekнологia. Tuotekehitys – suunnittelu – rakennuttaminen [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-01-20] Saatavissa: http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/UUMA2%20Demonstraatio-ohjelma%202013-2017_0.pdf

Uma2.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2016-02-22] Saatavissa: <http://www.uuma2.fi/sites/default/files/liite%20A.pdf>

Uma2.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-03-21] Saatavissa: http://www.uuma2.fi/sites/default/files/Luku%20%20Materiaalit_teksti%202015_09_14.pdf

Uusiomaarakentaminen.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-01-19] Saatavissa: <http://www.uusiomaarakentaminen.fi>

Polku: uusiomaarakentaminen.fi. Mikä uuma on?

uusiomaarakentaminen.fi. 3. Ympäristö ja lupaprosessi. [verkkoaineisto].[viitattu 2016-02-25] Saatavissa: http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/Luku%203%20Ymp%C3%A4rist%C3%B6%20ja%20lupaprosessi_teksti%202015_09_16.pdf

Uusiomateriaalien käyttö maarakentamisessa. Tuloksia UUMA-ohjelmasta 2006-2010. Toim. Inkeröinen, Jouko, Alasaarela, Erkki. Ympäristöministeriön raportteja 13/2010. Uma2.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2016-03-03] Saatavissa: <http://www.uuma2.fi/sites/default/files/Uusiomateriaalin%20k%C3%A4ytt%C3%B6%20maarakentamisessa%20%E2%80%93%20YMa13%20%E2%80%93%202010.pdf>

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 2006/591, 2 § [verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060591>

Valtioneuvoston asetus jätteistä 2012/179, 1 §, 16 § ja 20 § [verkkoaineisto].
 Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179#L3P15>

Valtioneuvoston asetus jätteistä 2012/179, liite 4 [verkkoaineisto].
 Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179#L3P15>

www.tecwill.com [verkkoaineisto].[viitattu 2016-04-22] Saatavissa:
<http://www.tecwill.com/fi/granulators/ratkaisut/mets%C3%A4teollisuus/>

VÄYLÄT JA ALUEET, OSA 1. InfraRyl 2010. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2016-03-21]
 Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/infraryl/extra/haku.html.stx>

Ympäristö.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-03-21] Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Pohjaveden_suojelu/Pohjavesialueet/Pohjavesialueet%2826765%29

Ympäristö.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2016-03-04] Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistonsuojelulain_mukaiset_ilmoitukset/Jatteiden_hyodyntaminen_maarakentamisessa

Ympäristöministeriö.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2016-01-22] Saatavissa: <http://www.ym.fi>

Polku: Ympäristöministeriö.fi. Ympäristö. Lainsäädäntö ja ohjeet. Jätelainsäädäntö. Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia Muistio 19.12.2014

Ympäristö.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2016-02-12] Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteen_ja_jatehuolto/Jatesuunnittelu/Uusi_valtakunnallinen_jatesuunnitelma_VALTSU

Ympäristöministeriö.fi [verkkoaineisto].[viitattu 2016-02-15] Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-fi/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Jatelainsaadanto

LIITELUETTELO

Liite 1. Valtioneuvoston päätös eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

Liite 2. MARA-asetuksen soveltamisalaan kuuluvien jätteiden haitta-ainespitoisuuksien ja liukoisuuksien raja-arvot, taulukot 1-2.

LIITE 1. Valtioneuvoston päätös eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

Annettu Helsingissä 28.6.2006

Valtioneuvoston päätöksen mukaisesti, joka on tehty ympäristöministeriön esittelystä, säädetään 4 päivänä helmikuuta 2000 annetun ympäristönsuojelulain (86/2000) 12 §:n 4 kohdan ja 30 §:n 1 momentin sekä 3 päivänä joulukuuta 1993 annetun jätelain (1072/1993) 18 §:n 1 momentin 1–3 ja 6 kohdan ja 2 momentin nojalla:

1 § Tarkoitus

Tämän asetuksen tarkoituksena on edistää jätteiden hyödyntämistä määrittelemällä edellytykset, joiden täytyessä asetuksessa tarkoitettujen jätteiden käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristönsuojelulain (86/2000) mukaista ympäristölupaa.

2 § Soveltamisala

Tätä asetusta sovelletaan liitteessä 1 tarkoitettujen jätteiden laitos- tai ammattimaiseen hyödyntämiseen seuraavissa maarakentamiskohteissa:

- 1) yleiset tiet, kadut, pyörätiet ja jalkakäytävät sekä niihin välittömästi liittyvät tienpitoa tai liikennettä varten tarpeelliset alueet, pois lukien melusteet;
- 2) pysäköintialueet;
- 3) urheilukentät sekä virkistys- ja urheilualueiden reitit;
- 4) ratapihat sekä teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikentät ja tiet.

Asetusta sovelletaan 1 momentissa tarkoitettuun maarakentamiseen vain, jos se toteutetaan maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) tarkoitetun katusuunnitelman, yleisen alueen toteuttamissuunnitelman, luvan tai ilmoituksen mukaisesti taikka yleisistä teistä annetussa laissa (243/1954) tai maantielaissa (503/2005) tarkoitetun tiesuunnitelman mukaisesti. Asetusta ei sovelleta tärkeillä tai muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla.

3 § Määritelmät

Tässä asetuksessa tarkoitetaan:

- 1) *hyödyntämispaikan haltijalla* luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka hallitsee omistus- tai vuokraoikeuden perusteella paikkaa, jossa jätettä hyödynnetään maarakentamisessa;
- 2) *peittämisellä* jätettä sisältävän rakenteen suojaamista jätteen leviämisen estämiseksi vähintään 10 cm paksuisella kerroksella luonnon kiviainesta;
- 3) *päällystämällä* jätettä sisältävän rakenteen suojaamista sadeveden suotautumisen vähentämiseksi asfaltilla, jonka tyhjätila on enintään 5 prosenttia, tai muulla materiaalilla, jolla saavutetaan vastaava suojaustaso.

4 § Poikkeus ympäristöluvanvaraisuudesta

Jätteen saa hyödyntää ilman ympäristönsuojelulain 28 §:n 2 momentin 4 kohdassa tarkoitettua ympäristölupaa, jos jätteen laadunhallinta ja hyödyntäminen järjestetään ja toiminnasta ilmoitetaan ympäristönsuojelun tietojärjestelmään merkitsemistä varten tämän asetuksen mukaisesti.

5 § Jätteen hyödyntämistä koskevat vaatimukset

Jätteen hyödyntämisessä on sen lisäksi, mitä ympäristönsuojelulaissa ja jätelaissa (1072/1993) sekä niiden nojalla säädetään, huolehdittava siitä, että:

- 1) jätteen haitallisten aineiden pitoisuus ja liukoisuus määritettynä liitteen 2 mukaisesti eivät ylitä liitteessä 1 säädettyjä raja-arvoja eikä jäte sisällä epäpuhtauksina muitakaan haitallisia aineita siten, että sen hyödyntämisestä voi aiheutua vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle;
- 2) sekoitettaessa teknisten ominaisuuksien parantamiseksi liitteessä 1 tarkoitettuja jätteitä keskenään tai lisättäessä jätteeseen kalkkia, sementtiä tai vastaavia sideaineita haitallisten aineiden liukeneminen ja muut ympäristölle tai terveydelle haitalliset päästöt jätteestä eivät sekoittamisen seurauksena lisäänty;
- 3) käytetään vain maarakenteen tasauksen, kantavuuden ja kestävyuden kannalta tarpeellinen määrä jätettä kuitenkin niin, että jätettä sisältävän rakenteen paksuus on enintään 150 cm;
- 4) jätettä sisältävä rakenne ei joudu kosketuksiin vesilain (264/1961) 1 luvun 4 §:ssä tarkoitetun pohjaveden kanssa;
- 5) jätettä sisältävän rakenteen etäisyys talousvesikäyttöön tarkoitetusta kaivosta tai lähteestä on vähintään 30 m;
- 6) jätettä sisältävä rakenne peitetään tai päällystetään;
- 7) jätteen väliaikainen varastointi ja muu toiminta hyödyntämispaikalla järjestetään siten, että jätteen joutuminen ympäristöön estyy eikä toiminnasta aiheudu muitakaan vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle;
- 8) jätteen varastointi hyödyntämispaikalla aloitetaan aikaisintaan neljä viikkoa tai, jos jäte varastoidaan suojattuna, kymmenen kuukautta ennen hyödyntämistä.

VesiL 264/1961 on kumottu L:lla 587/2011, joka on voimassa 1.1.2012 alkaen. Ks. pohjaveden määritelmästä VesiL 587/2011 1 luku 3 § 1 mom. 7 k.

6 § Ilmoitus ympäristönsuojelun tietojärjestelmään

Hyödyntämispaikan haltijan on tehtävä ympäristönsuojelulain 65 §:n 1 momentissa tarkoitettu ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle toiminnan merkitsemiseksi ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Ilmoituksessa on oltava: [\(29.12.2009/1825\)](#)

- 1) hyödyntämispaikan haltijan nimi ja yhteystiedot;
- 2) tiedot hyödyntämispaikan sijainnista sekä sen läheisyydessä sijaitsevista pohjavesialueista ja niiden luokista sekä vedenottoaikoista ja vesistöistä;
- 3) tiedot maarakentamista koskevasta maankäyttö- ja rakennuslain, yleisistä teistä annetun lain tai maantielain mukaisesta suunnitelmasta, ilmoituksesta tai luvasta;
- 4) jätteen luovuttajan nimi ja yhteystiedot;
- 5) jätteen nimike ja selvitys siitä, että liitteessä 1 säädetyt raja-arvot alittuvat;
- 6) jätteen määrä;
- 7) selvitys jätettä sisältävästä rakenteesta, peittämiseen tai päällystämiseen käytettävästä materiaalista, varastoinnista ja muusta toiminnasta hyödyntämispaikalla sekä näihin liittyvistä tarpeellisista suojaustoimista;
- 8) ajankohta, jolloin hyödyntäminen maarakentamisen aikana alkaa ja päättyy.

7 § Jätteen luovuttaminen ja hyödyntämisen aloittaminen

Jätelain 15 §:n 1 momentin 3 kohdan mukaan jätteen saa luovuttaa hyödyntämispaikan haltijalle, kun toiminta on merkitty ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.

8 § Valvonta

Tässä asetuksessa tarkoitetun toiminnan valvontaviranomaisia ovat elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. [\(29.12.2009/1825\)](#)

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen on viivytyksettä tarkastettava ympäristönsuojelun tietojärjestelmään merkitsemistä varten tehty ilmoitus ja lähetettävä tieto merkitsemisestä hyödyntämispaikan haltijalle, jätteen luovuttajalle ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. [\(29.12.2009/1825\)](#)

Valvontaviranomainen voi ympäristönsuojelulain 13 luvun säännösten nojalla kieltää jätteen hyödyntämisen, jos ilmoitettu toiminta ei täytä jätelaissa tai ympäristönsuojelulaissa taikka niiden nojalla säädettyjä vaatimuksia tai jos hyödyntäminen aloitetaan ennen toiminnan merkitsemistä ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.

9 § Voimaantulo

Tämä asetus tulee voimaan 15 päivänä heinäkuuta 2006.

Ennen tämän asetuksen voimaantuloa voidaan ryhtyä sen täytäntöönpanon edellyttämiin toimiin.

LIITE 2. Mara-asetuksen soveltamisalaan kuuluvien jätteiden haitta-ainespitoisuuksien ja liukoisuuksien raja-arvot

Taulukko 1. Mara-asetuksen mukaiset haitta-ainespitoisuuksien ja -liukoisuuksien raja-arvot betonimurskeelle. (VNA 591/2006, liite 1.)

Haitallinen aine	Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta	Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta				
	Perustutkimukset ¹	Laadunvalvontatutkimukset ¹				
	Pitoisuus	Liukoisuus	Liukoisuus	Pitoisuus	Liukoisuus	Liukoisuus
		(L/S = 10 l/kg)	(L/S = 10 l/kg)		(L/S = 10 l/kg)	(L/S = 10 l/kg)
		Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne		Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne
PCB ²	1,0			1,0		
PAH ³	20					
Mineraaliöljyt ⁴	500					
DOC ⁵		500	500			
Antimoni (Sb)		0,06	0,06			
Arseeni (As)	50	0,5	0,5	50		
Barium (Ba)		20	20			
Kadmium (Cd)	10	0,02	0,02	10	0,02	0,02
Kromi (Cr)	400	0,5	0,5	400	0,5	0,5
Kupari (Cu)	400	2,0	2,0	400	2,0	2,0
Elohopea (Hg)		0,01	0,01			
Lyijy (Pb)	300	0,5	0,5	300	0,5	0,5
Molybdeeni (Mo)		0,5	0,5			

Nikkeli (Ni)		0,4	0,4			
Vanadiini (V)		2,0	2,0			
Sinkki (Zn)	700	4,0	4,0	700		
Seleeni (Se)		0,1	0,1			
Fluoridi (F ⁻)		10	50			
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)		1 000	6 000		1 000	6 000
Kloridi (Cl ⁻)		800	800			

¹ Katso liitteessä 2 oleva kohta 2.

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

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

⁴ Peitetty rakenne/päällystetty rakenne.

⁵ Liuennut orgaaninen hiili

LIITE 2. Mara-asetuksen soveltamisalaan kuuluvien jätteiden haitta-ainespitoisuuksien ja liukoisuuksien raja-arvot

Taulukko 2. Mara-asetuksen mukaiset haitta-ainespitoisuuksien ja -liukoisuuksien raja-arvot kivihiilelle, turpeelle ja puuperäisen aineksen polton lentotuhkille, pohjatuhkille ja leijupetihiekalle. (VNa 591/2006, liite 2.)

Haitallinen aine	Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta	Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta				
	Perustutkimukset ¹	Laadunvalvontatutkimukset ¹				
	Pitoisuus	Liukoisuus	Liukoisuus	Pitoisuus	Liukoisuus	Liukoisuus
		(L/S = 10 l/kg)	(L/S = 10 l/kg)		(L/S = 10 l/kg)	(L/S = 10 l/kg)
		Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne		Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne
PCB ²	1,0					
PAH ³	20/40 ⁴					
DOC ⁵		500	500			
Antimoni (Sb)		0,06	0,18			
Arseeni (As)	50	0,5	1,5	50		
Barium (Ba)	3 000	20	60	3 000		
Kadmium (Cd)	15	0,04	0,04	15		
Kromi (Cr)	400	0,5	3,0	400	0,5	3,0
Kupari (Cu)	400	2,0	6,0	400		
Elohopea (Hg)		0,01	0,01			
Lyijy (Pb)	300	0,5	1,5	300	0,5	1,5
Molybdee	50	0,5	6,0	50	0,5	6,0

ni (Mo)						
Nikkeli (Ni)		0,4	1,2			
Vanadiini (V)	400	2,0	3,0	400	2,0	3,0
Sinkki (Zn)	2 000	4,0	12	2 000		
Seleeni (Se)		0,1	0,5		0,1	0,5
Fluoridi (F ⁻)		10	50		10	50
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)		1 000	10 000		1 000	10 000
Kloridi (Cl ⁻)		800	2 400		800	2 400

¹ Katso liitteessä 2 oleva kohta 2.

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

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

⁴ Peitetty rakenne/päällystetty rakenne.

⁵ Liuennut orgaaninen hiili.