

BETONIJÄTTEEN KÄYTTÖ MAARAKENNUKSESSA

Lohja Rudus Oy

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2010
Joni Vainio

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekniikan laitos
Ympäristötekniikka

VAINIO JONI:

Betonijätteen käyttö maarakennuksessa

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 27 sivua, 7 liitesivua

Syksy 2010

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön on tarkoitus ohjeistaa toimenpiteissä, joita vaaditaan betonijätteen kierrätykseen. Työ on rajattu erityisesti koskemaan murskatun betonijätteen hyödyntämistä maarakentamista varten, tällaista jätettä syntyy betoniteollisuudessa sekä rakennus- ja purkutyökohteissa. Pääosin opinnäytetyö keskittyy lainsaadännöllisiin asioihin niin betonimurskeen, kuin ympäristövaikutustenkin osalta.

Vuonna 2006 säädettiin valtioneuvoston asetus koskien eräitä jätteitä maarakennuksessa. Tämä asetus on keskeisimmässä osassa kehitettäessä laadunvalvontajärjestelmää, joka mahdollistaa betonimurskeen hyödyntämisen maarakennuksessa ilman erillistä ympäristölupakäsittelyä. Asetus helpottaa, nopeuttaa sekä kannustaa näin merkittävästi jätteen saamista hyötykäyttöön. Asetuksen määrittämät soveltamisalat betonimurskeelle ovat yleiset tiet, pysäköintialueet, virkistys- ja urheilualueet ratapihat sekä teollisuusalueet.

Betonimurskeen kierrätys on teknisesti varsin helposti toteutettavissa ja Lohja Rudus on kehittänyt betonin uusiokäyttöä maarakentamisessa vuodesta 1992, nykyään heidän valmistama Betoroc-murske onkin pääkaupunkiseudulla jo merkittävässä osassa korvaamassa uusiutumattomia maa- ja kiviaineksia.

Avainsanat: Maarakennus, valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden käytöstä maarakennuksessa, Betoroc-murske, ympäristölupa

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology
Degree Programme in Environmental Technology

VAINIO, JONI:

Utilisation of Recycled Concrete Wastes
in Earth Construction.

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, 27 pages, 7 appendices

Autumn 2010

ABSTRACT

This thesis aims at giving instructions in those operations that it takes to recycle concrete waste. Thesis deals particularly with how to use crushed concrete waste in earth construction. Mainly this thesis focuses on legislation of crushed concrete and environmental influence.

In the year 2006 council of state gave a new commandment about a particular type of waste in earth construction. This commandment plays a central part when it comes to develop a quality control system that makes possible to benefit crushed concrete in construction without a separate environmental authorisation. This commandment facilitates and speeds up the process of recycling and benefitting construction waste. The commandment considers common roads, parking areas, sport regions, railway yards, refreshment areas and industrial areas.

To recycle concrete waste is easily executable. Lohja Rudus has developing the process of re-using concrete waste in the field of earth construction since 1992. Nowadays company's product Betoroc –crushed concrete –is a significant factor, when it comes to replacing non-renewable soil- and stone material.

Key words: earth construction, Betoroc –crushed concrete, environmental licence, commandment about a particular type of waste in earth construction

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Yleistä betonijätteen hyötykäytöstä	1
1.2	Tavoitteet ja toteutus	2
2	LAINSÄÄDÄNTÖ JA JÄTEPOLITIikka	4
2.1	Jätepolitiikka Suomessa	4
2.2	Jätelaki	4
2.3	Jäteasetus	6
2.4	Jäteverolaki	6
2.5	Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä	7
3	VALTIONEUVOSTON ASETUS ERÄIDEN JÄTTEIDEN HYÖDYNTÄMISESTÄ MAARAKENTAMISESSA	9
3.1	Asetuksen tarkoitus	9
3.2	Hyödyntämiskohteet	10
4	LAADUNHALLINTA	12
4.1	Vaatimukset	12
4.2	Laadunvarmistusjärjestelmä	13
4.2.1	Tutkimukset	14
4.2.2	Näytteenotto	14
5	YMPÄRISTÖLUPA	16
5.1	Ympäristöluvan hakeminen	16
5.2	Lupaan tarvittavat tiedot	17
5.3	Lomakkeeseen vaadittavat tiedot	18
6	BETOROC	20
6.1	Johdanto	20
6.2	Murskaus	21
6.3	Betoroc-murske maarakentamisessa	22
6.3.1	Toimitus ja vastaanotto	22
6.3.2	Käyttöohjeita	23
6.3.3	Valtioneuvoston asetuksen (VNa 591/2006) vaatimuksia	24
6.3.4	Teknisiä rajoitteita	26
6.4	Ilmoitusmenettely	26
7	YHTEENVETO	27

LÄHTEET

28

LIITTEET

30

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä betonijätteen hyötykäytöstä

Viimeisten vuosikymmenten aikana rakennusteollisuus on kehittynyt ja kasvanut merkittävästi. Luonnonvaroja on käytetty säästelemättä eikä niiden loppumisesta ole murehdittu. Päästöt ja ja teollisuudesta syntyneet jätteet on nähty vain osana tuotantoa, eikä niiden vähentämiseen ole ollut tarvetta ja halua panostaa, ja pääasiassa on keskitytty ainoastaan tehostamaan tuotantoa. Nykyään kierrätys ja uusiokäyttö on jo olennainen osa teollisuuden tuotantoprosesseissa, ja lainsäädäntö velvoittaa ehkäisemään toiminnan ympäristöhaittoja.

Lohja Ruduksen Mukkulan valmisbetonitehtaalla syntyy tuotannon yhteydessä jätteeksi luokiteltavaa kuivaa betonilietettä arviolta noin 2500 tonnia vuodessa. Lietettä syntyy pääosin tehtaan betonimyllyjen pesusta sekä betoninkuljetuskalustoon jääneestä ylimääräisestä betonista. Lieite kertyy talteen tehtaan pihassa sijaitsevasta lietealtaasta, ja tämän jälkeen se siirretään varastoitavaksi odottamaan kaatopaikkasijoitusta parempaa loppusijoitusvaihtoehtoa.

Syntyneestä betonilietteestä pieni osa saadaan hyödynnettyä satunnaisissa, usein ulkopuolisten tahojen järjestämissä kokeiluluontoisissa rakennustöissä, mutta silti suurin osa jää välivarastoitavaksi tehtaan pihalle. Tällä hetkellä vallitsevista tekniikoista maarakennus on parhaita tapoja hyödyntää betoniteollisuuden jätettä. Mukkulan tehtaalla syntyvän jätteen määrä on kuitenkin pieni, vain noin neljännes siitä määrästä joka vaadittaisiin, että lietteen jalostamista maarakennusmateriaaliksi kannattaisi edes harkita.

Rakentamisen toimialalla syntyy suuria määriä jätettä ja määrä on kasvussa, tilastokeskuksen mukaan vuonna 2007 määrä oli noin 25,5 miljoonaa tonnia ja tästä valtaosa oli mineraalijätettä. Kasvua edelliseen vuoteen verrattuna oli noin 2,4 miljoonaa tonnia. Rakennusjätteeksi tässä on luokiteltu kaikki rakentamisessa, korjaamisessa ja purkamisessa syntyvä jättemateriaali. (Ympäristö 2010.)

1.2 Tavoitteet ja toteutus

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa mahdollisuutta Mukkulan betonitehtaalla kertyvän lietteen hyödyntämistä maarakennuksessa sekä selvittää mahdollisesti vaadittavia toimenpiteitä ja lupa-asioita, jotta jäte saadaan hyötykäyttöön. Syntyvän lietteen pienen määrän johdosta, jalostettavan materiaalin lisäämiseksi on tarkoitus etsiä ratkaisua muista betonijätettä tuottavista toimialoista, joita ovat pääasiassa purkutyökohteet ja rakennustyömaat. Yhdessä suuressa purkukohteessa syntyvä jätemäärä voikin olla jopa kymmeniä tuhansia tonneja.

Betonijätteen kierrätyksellä saavutetaan lukuisia etuja kaatopaikkasijoittamiseen verrattuna. Sillä pystytään säästämällä neitseellisiä soravaroja ja samalla materiaalin kuljetusmatkat lyhenevät, syntyvän jätteen määrä vähenee, mikä vähentää suoraan kaatopaikkakustannuksia ja jäteveroa. Vastaanotetusta betonijätteestä saadaan käsittelyn yhteydessä eroteltua myös betoniteräksen kaltaisia kierrätettäväksi kelpaavia materiaaleja. Taloudellista hyötyä saadaan myös, jos jalostettua materiaalia myytyä maarakennustarpeisiin.

Tuotteistamiseen on erinomaiset lähtökohdat, ja tästä esimerkkinä Lohja Rudus on kehittänyt betonin uusiokäyttöä maarakentamisessa pääkaupunkiseudulla vuodesta 1992, ja betonijätteestä valmistettua betoroc-mursketta on käytetty kymmenissä kohteissa hyvällä menestyksellä. Betonin ja tiilen kierrätys on ollut Suomessa koko ajan voimakkaassa kasvussa ja vuonna 2004 Lohja Ruduksen kierrättämä määrä oli jo yli 250 000 tonnia (Rudus, 2010). Ruduksella on Lahdessa mahdollisuus itse murskata purkujäte sopivaan raekokoon, jalostaa siitä käyttöön kelpavaa mursketta ja säilyttää sitä varastoalueillaan. Opinnäytetyö käsitteleekin pääasiassa lainsäädännöllisiä asioita hankkeen toteuttamisen mahdollistamiseksi sillä betonijäte on teknisesti melko helposti jalostettavissa maarakennusmurskeeksi. Jotta betoniteollisuuden hukkatuotannon hyötykäyttö olisi mahdollista, on materiaalista ehdottomasti eroteltava muut epäpuhtaudet uudelleenkäytettäväksi, ja suurimman huomion prosessissa vaatii materiaalin laadun seuranta.

Työ on rajattu koskemaan ainoastaan murskattua ja edelleen jalostettua betonijätettä ja jättää ulkopuolelle käsittelemättömän betonijätteen uusiokäytön. Lietteessä oleva pesuvesi kierrätetään takaisin prosessiin öljynerotusseinämän kautta,

eikä sitä näin joudu viemäriverkoston tai maastoon, joten senkään ympäristövai-
kutuksia ei tarvitse miettiä.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA JÄTEPOLITIikka

2.1 Jätepolitiikka Suomessa

Nyky päivänä teollisuusmaissa pyritään kaikin mahdollisin keinoin vähentämään syntyvän jätteen määrää ja lisäämään kierrätystä sekä estämään luonnon roskaantumista ja saastumista. Taulukossa 1 näkyy tilastokeskuksen vuoden 2008 tilasto käsitellyistä jätteistä Suomessa. Suomen ja EU:n jätepolitiikan tavoite on edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä ehkäistä ja torjua jätteistä terveydelle ja ympäristölle aiheutuvaa haittaa. Suomessa jätepolitiikan keskeisimmät tavoitteet on määritelty jätestrategian ja jätteen synnyn ehkäisyn ja kierrätyksen strategian mukaan seuraavasti (Ympäristö, 2010):

- Jätteen tuottamista ja haitallisuutta vähennetään sekä mahdollisuuksien mukaan ehkäistään.
- Jätteen tuottaja vastaa kaikista jätehuoltokustannuksista.
- Eräissä tuotteissa valmistaja ja maahantuojä vastaa tuotteen jätehuoltokustannuksista jätteen tuottajan sijaan.
- Jätteestä aiheutuvia vaaroja ennakoidaan.
- Jätteet pyritään käsittelemään mahdollisimman lähellä syntypaikkaa.

Rakennustoimintaa keskeisimmin koskevat lainsäädännöt on esitetty jätelaissa, jäteasetuksessa, jäteverolaissa sekä valtioneuvoston päätöksessä rakennusjätteistä.

2.2 Jätelaki

Tärkein rakennusjätteen jätehuoltoa säätelevä laki on jätelaki (JäteL 1072/9), joka säätelee vaativasti velvoitteet jätteen tuottajalle ja haltijalle. Tuottajan on jätelain säädösten mukaisesti huolehdittava, että raaka-aineita käytetään säästeliäästi ja että perinteisiä raaka-aineita korvataan jätteillä. Tuotteen valmistajan ja maahantuojan on myös huolehdittava, että tuote on kestävä, korjattavissa, käytettävissä uudestaan tai hyödynnettävissä jätteenä.

TAULUKKO 1. Jätteiden käsittely vuonna 2008, 1000 tonnia vuodessa (Tilasto-

	Käsittelytapa				
	Käsittely yhteensä	Aineskäyttö	Energiaikäyttö	Muu poltto	Kaatopaikka
Kemialliset jätteet	1 061	132	247	87	595
- josta ongelmajätettä	317	64	19	85	149
Metallijätteet	1 514	1 514	0	0	0
Lasijätteet	53	52	0	0	1
Paperi ja pahvijätteet	778	724	37	0	17
Muovi ja kumijätteet	79	28	50	0	1
Puujätteet	12 065	3 490	8 510	51	14
- josta ongelmajätettä	7	0	7	0	0
Romujoneuvot	46	46	0	0	0
- josta ongelmajätettä	30	30	0	0	0
Sähkö- ja elektroniikkaromu	54	45	2	0	7
- josta ongelmajätettä	20	20	0	0	0
Eläin- ja kasvijätteet	782	591	131	4	56
Kotitalous ja muut sekalaiset jätteet	2 273	187	428	128	1 530
- josta ongelmajätettä	73	0	13	2	58
Lietteet	871	180	437	12	242
- josta ongelmajätettä	107	2	1	12	92
Mineraalijätteet	54 689	15 663	0	0	39 026
- josta ongelmajätettä	1 693	202	0	0	1 491
Muut jätteet	9	0	0	0	9
- josta ongelmajätettä	1	0	0	0	1
Yhteensä	74 275	22 653	9 842	282	41 498
- josta ongelmajätettä	2 248	318	40	99	1 791

Koska nykyinen jätelaki aiheuttaa eri tahoille kustannuksia ja asettaa velvoitteita, syntyy helposti ristiriitoja vastuualueista ja käsitteistä. Jätelain 1 luvun 3 §:n mukaan on esitetty oleellimmat käsitteet rakennusteollisuuden jätehuollon vastuualueiden epäselvyyksien helpottamiseksi.

Jäte:

Aine tai esine, jonka sen haltija on poistanut käytöstä, aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä.

Jätteen haltija:

Jätteen tuottaja, kiinteistön haltija tai toiminnan järjestäjä tai muu luonnollinen tai oikeushenkilö, jonka hallinnassa jäte on.

Hyödyntäminen:

Toiminta, jonka tarkoituksena on ottaa talteen ja käyttöön jätteen sisältämä aine tai energia. (JäteL 1072/9.)

2.3 Jäteasetus

Jäteasetus (JäteA, 1390/93) on laadittu jätelakia tukemaan ja se sisältää erilaisia tarkennuksia jätelakiin. Tärkeimmät kohdat asetuksessa rakennustoiminnan kannalta ovat tarkemmat säännökset jätelain soveltamisesta sekä hyväksymismenettelyosiossa oleva lista jätelupaa edellyttävistä toiminnoista. Näitä osioita on muokattu niin että jäteluvan piiristä saadaan rajattua pois eräitä maa- ja kiviainesten ottamisessa sekä maarakennustoiminnassa syntyviä vaarattomia maa- ja kiviainejätteitä. Maarakennus- ja kaivostoiminnassa syntyy suuria määriä ylijäämämassoja ja sivukiveä, jotka vaatisivat jäteluvan mikäli ne tulkittaisiin jätteeksi. Jos muutoksia ei olisi tehty, syntyisi jätteen loppusijoituksessa jäteverolain perusteella kohtuuttomia kustannuksia erityisesti kaivosteollisuudessa.

2.4 Jäteverolaki

Jäteverolaki (JäteVL, 495/96) velvoittaa suorittamaan valtiolle 4 § 2 kohdan mukaan veroa 30 euroa tonnilta kaatopaikalle toimitetusta jätteestä. Jätteen jäteveroton välivarastointiaika jäteverolain mukaan on kolme vuotta. Rakennustoiminnan kannalta merkittävin säädös on jätteen verottomuutta koskeva lain 5 §. Pykälän mukaan veroa ei ole maksettava muista jätteistä eroteltuna toimitettavasta:

- saastuneesta maa-aineksesta, joka voidaan sijoittaa kyseiselle kaatopaikalle
- keräyspaperin puhdistuksessa syntyvästä siistausjätteestä

- voimalaitoksen rikinpoistojätteestä ja lentotuhkasta
- jätteestä joka hyödynnetään sen perustamisen, käytön, käytöstä poistamisen tai jälkihoidon kannalta välttämättömissä rakenteissa tai rakennuksissa.

Tällaisena verottomana jätteenä ei kuitenkaan pidetä lasijätettä, eikä halkaisijaltaan yli 150 mm:n kokoisista kappaleista koostuvaa betonijätettä.

Laki mahdollistaa tiettyjen materiaalien, kuten tiilen sekä murskatun betonin hyötykäytön kaatopaikkarakenteissa. Säädöksen tarkoitus on kuitenkin estää näennäinen hyötykäyttö. Lasi olisi vaadituilta ominaisuuksiltaan kelvollista kaatopaikan maarakenteisiin, mutta sen käyttö olisi enemmän jätteen loppusijoitusta kuin todellista hyödyntämistä.

2.5 Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä

Valtioneuvoston päätöksen (VNp 295/97) tavoitteena on vähentää rakennusjätteen määrää ja haitallisuutta sekä lisätä sen hyödyntämistä. Sen toivotaan vähentävän rakennusaineiden käyttöä ja suosia uusiokäyttöä. Päätös koskee kaikkea rakentamista, mutta on tarkoitettu sovellettavaksi erityisesti suurissa rakennuskohteissa, joissa syntyvän jätteen määräkin on suuri. Päätöksen mukaan rakennusjätettä on rakennuskohteessa syntyvä jätelain 3 § 1 momentin kohdassa 1 tarkoitettu jäte, joka ei ole tavanomaista asumisessa syntynyttä jätettä.

Päätöksessä on asetettu hankkeen päätoteuttajalle velvoitteita jätelain mukaisten tavoitteiden täyttämiseksi. Päätoteuttajan on huolehdittava ja suunniteltava, että rakennustyö toteutetaan yhdessä muiden osapuolien kanssa jätelain yleisten periaatteiden 4 § mukaisesti, joihin kuuluvat rakennusmateriaalien säästeliäs käyttäminen sekä syntyvän jätteen minimoiminen. Päätöksen tavoitteeksi on määritelty, että kaikesta rakennusjätteestä tulisi hyödyntää vähintään 50 prosenttia.

Keskeisin osa päätöksestä on talteenoton ja hyödyntämisen järjestäminen, jossa määrätään, että rakentaminen on suunniteltava ja toteutettava, ja rakennusjätteet

on kerättävä ja kuljetettava niin, että hyödynnettävät jätelajit eivät sekoitu muihin rakennusjätteisiin.

3 VALTIONEUVOSTON ASETUS ERÄIDEN JÄTTEIDEN HYÖDYNTÄMISESTÄ MAARAKENTAMISESSA

3.1 Asetuksen tarkoitus

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (VNa 591/06) on säädös, joka mahdollistaa ja helpottaa huomattavasti betonimurskeen hyödyntämistä ja uudelleenkäyttöä ja joka ohjeistaa lainsäädännöllisesti tuotteen käyttöä maarakentamisessa. Säädös astui voimaan 15. heinäkuuta 2006, ja sen sovellusalaan kuuluu betonimurske, joka asetuksessa on määritelty seuraavasti:

”Betonimurskeella tarkoitetaan jätettä, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen ja betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla enintään 150 millimetrin kappalekokoon. Murskattu betonijäte saa sisältää enintään 30 painoprosenttia tiilimursketta.”

Betonimurskeen maarakennuskelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat materiaalin ominaisuudet, käyttötapa ja sijoituskohteen ominaisuudet. Murskeen kelpoisuutta arvioitaessa tulee huomioida kyseiset seikat itsessään sekä niiden yhteisvaikutukset. Vaikutukset ja käyttökelpoisuus tulee osoittaa sekä perustutkimuksilla että laadunvalvonnalla. (Mroueh, Mäkelä, Wahlström, Kauppila, Sorvari, Heikkinen, Salminen, Juvankoski, Tammirinne, 2000, 15.)

Säädöksen tarkoitus on edistää jätteiden hyödyntämistä määrittelemällä vaatimukset, joiden täytyessä asetuksessa tarkoitettujen jätteiden käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristönsuojelulain mukaista ympäristölupaa. Se asettaa ehdot jätteen hyödyntämisen sovetamisaloille ja materiaalin ympäristökelpoisuudelle sekä rakenteen ominaisuuksille. Sen lisäksi, että asetuksen vaatimat kriteerit hyödynnettävälle jätteelle toteutuu, on hyödyntämispaikan haltijan ennen murskeen käyttöä kuitenkin tehtävä ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. Ilmoituksessa tulee ilmetä:

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 2 esitetyt 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.

Betonimurskeen hyödyntäminen voidaan aloittaa vasta, kun jätteen laadunhallinta on kunnossa ja ilmoitus jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa on merkitty ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.

3.2 Hyödyntämiskohteet

VNa:n vaatimukset täyttävää jätettä voidaan käyttää seuraavissa kohdissa ilman erillistä ympäristölupaa:

- yleiset tiet, kadut, pyörätiet ja jalkakäytävät sekä niihin välittömästi liittyvät tienpitoa tai liikennettä varten tarpeelliset alueet, pois lukien melues-teet
- pysäköintialueet
- urheilukentät sekä virkistys- ja urheilualueiden reitit
- ratapihat sekä teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikentät ja tiet.

Asetusta tulee soveltaa maarakennustöissä vain, mikäli se perustuu maankäyttö- ja rakennuslain määritelmiin yleisistä teistä annettuun lakiin tai maantielakiin. Tällä

pyritään varmistamaan, että jätteiden hyödyntäminen toteutetaan tarkoituksenmukaisesti, eikä loppusijoittamiseksi tarkoitettussa toiminnassa.

Merkittävimpinä ympäristö- ja terveysuhkina voidaan pitää haitallisten aineiden kulkeutumista maaperään ja sen kautta pohjaveteen. VNa 591/2006 soveltamisalan ulkopuolelle on kuitenkin rajattu jätteet, jotka aiheuttavat maaperän pilaantumista, pohjaveden pilaantumisen vaaran tai jotka muilla tavoilla voivat olla haitaksi terveydelle ja ympäristölle. Mikäli kuitenkin jätteen laadunvalvonta on toiminut vaaditulla tavalla, ei tällaista pääse tapahtumaan. Pohjavesien pilaantumisen riski on epätodennäköinen myös siksi, että asetusta ei sovelleta ollenkaan I-II –luokan pohjavesialueilla.

4 LAADUNHALLINTA

4.1 Vaatimukset

Laadunhallintajärjestelmässä määritetään vaatimukset ja menettelytavat, joita käyttämällä varmistetaan, että rakennustyömaiden sekä betoniteollisuuden betoni-jätteestä jalostettava betonimurske täyttää valtioneuvoston asetuksen eräiden jät-teiden hyödyntämisestä maarakentamissa (VNa 591/06) olevassa liitteessä 1 aset-tamat ympäristökelpoisuutta koskevat vaatimukset sekä maarakennuskäytön aset-tamat tekniset vaatimukset.

Betonijätteen jalostusprosessin vaiheet ovat betonijätteen talteenotto, kuljetus, vastaanotto ja välivarastointi sekä betonimurskeen valmistus, välivarastointi, laa-dunvarmistus, toimitus käyttäjille ja toiminnan dokumentointi.

Jätteen puhtautta tulee tarkkailla säännöllisesti. Vastaanottotarkastuksessa saapu-van materiaalin puhtaus varmistetaan aistinvaraisesti mahdollisia apuvälineitä käyttäen. Tämän lisäksi materiaalin puhtaus tarkistetaan varastointi- sekä murs-kausvaiheessa. Epäpuhtauksien poisto toteutetaan tilanteen mukaan joko koneelli-sesti tai käsin ja materiaalin puhtautta seurataan lisäksi jatkuvasti tarkkailemalla silmämääräisesti.

Laadunhallintajärjestelmän tulisi kattaa toimintavaiheet jätteen vastaanotosta toi-minnan dokumentointiin. Betonimurskeen jalostaja on vastuussa siitä, että vas-taanotettu raaka-aine on vaatimusten mukaista ja betonimurskeen käyttäjä vastaa, että tuotetta käytetään ohjeiden mukaisesti.

4.2 Laadunvarmistusjärjestelmä

Laadunhallintajärjestelmän tarkoitus on valvoa, varmistaa ja todentaa, että jättees-tä valmistetun uusiotuotteen vastaanotto ja tuotanto sekä valmis tuote täyttävät niille asetetut vaatimukset. Yrityksen jätteen käsittelyn varalle luodussa laadun-hallintajärjestelmässä on oltava mukana asetuksen mukaisen hyödyntämisen edel-lyttämän jätteen laadunhallinan yleisperiaatteet ja sisällytettävä ainakin seuraavat kohdat:

- vaadittavien näytteiden näytteenottosuunnitelma ja arvio niiden edusta-vuudesta sekä ohjeet näytteenotosta, näytteiden valmistuksesta ja näytteiden toimittamisesta analysoitavaksi
- tutkimus- ja määrittämissuunnitelmat ja niiden seurantaohjeet sekä seuratta-vat haitalliset aineet ja näiden ominaisuudet
- tutkittavista haitallisista aineista on ilmentävä niiden raja-arvot sekä se, kuinka laatuvaatimuksia käsitellään ja kuinka suurina ovat hyväksyttävät poikkeamat
- laadunvalvonnan seurantaan varten on oltava asiakirjat ja raportointia var-ten ohje.

Näkyvässä tulee olla tiedot vastuuhenkilöistä ja näiden pätevyys sekä erikseen arviointi- tai auditointisuunnitelma

Jätteen osalta täytyy olla ohjeistus sen vastaanotosta, varastoinnista, käsittelystä ja toimittamisesta hyödyntämispaikkaan. Tarvittaessa myös puhtausvaatimukset esimerkiksi jätteeseen kuulumattoman materiaalin osalta

Jätteen laatu on tutkittava perus- ja laadunvalvontatutkimuksin. Selvitykset ja tut-kimukset on tehtävä luotettavasti ympäristönsuojelulain (YSL 86/00) 108 §:n mu-kaisesti. Seurannan ja raportoinnin osalta tulee laatia jokaiselta näytteenotto- ja tutkimuskerralta laadunvalvontapöytäkirja, joissa näkyvät laatuvaatimukset ja niis-tä aiheutuneet toimenpiteet ja hyödynnettäväksi toimitettavan jätteen määrä ja laatu sekä niiden toimituskohdet.

4.2.1 Tutkimukset

Ympäristönsuojelulaki määrittää 108 §:ssä vaadittavat mittaukset, testaukset, selvitykset ja tutkimukset, jotka on tehtävä luotettavasti ja tarkoituksenmukaisin menetelmin. Perustutkimuksissa on selvitettävä vähintään jätteen koostumus ja haitallisten aineiden liukoisuus, ja näillä tutkimuksilla on tarkoitus osoittaa se, että jäte kuuluu asetuksen sovellusalaan. Mikäli jätettä tuottavassa toiminnassa tapahtuu laatuun vaikuttavia muutoksia, vaaditaan lisätutkimuksia, joilla varmistetaan, että jäte vastaa perustutkimuksia. Ilman erityisiä muutoksia sama toimenpide tulee tehdä viiden vuoden välein. Samassa yhteydessä tarkistetaan laadunvarmistusjärjestelmän paikkaansapitävyys.

Jätteen laadun seuranta tulee laadunvalvontatutkimusten mukaisesti toteuttaa säännöllisesti pidemmällä aikavälillä. Minimivaatimuksena voidaan pitää viittä vaatimukset täyttävää tutkimuskertaa. Mikäli jätteen laadun seurantamenetelmät eivät täytä asetusten vaatimuksia, voidaan jätteen hyväksyttävyyttä varten suorittaa perustutkimuksia erillisille jäte-erille.

Jätteen sisältämien ja siitä liukenevien haitta-aineiden määrityksissä on käytettävä ensisijaisesti standardoituja ja toissijaisesti muita määritysmenetelmiltään, tarkkuudeltaan ja toistettavuudeltaan riittäväksi todettuja menetelmiä.

4.2.2 Näytteenotto

Valmistettavien tuotteiden laatua seurataan ottamalla säännöllisin väliajoin näytteitä tuotteen teknisen laadun ja ympäristökelpoisuuden määrittämistä varten, käyttäen kriteerinä standardeita SFS-EN 932-1 ja SFS-EN 932-2 sekä standardiluonnosta prEN 14899. Näytteet tulee ottaa jatkuvasta jätevirrasta, ja työn toteuttajalla on oltava tehtävän edellyttämä riittävä pätevyys. Standardin mukaisesta näytteenottovaatimuksista voidaan poiketa, jos sen mukainen näytteenotto ei materiaalin laadun tai tuotantoprosessin johdosta ole teknillisesti tai taloudellisesti kohtuullisesti toteutettavissa.

Valtioneuvoston asetuksessa on määritelty tutkittavat haitalliset aineet sekä standardit, joiden mukaisin keinoin haitta-aineet määritetään.

5 YMPÄRISTÖLUPA

5.1 Ympäristöluvan hakeminen

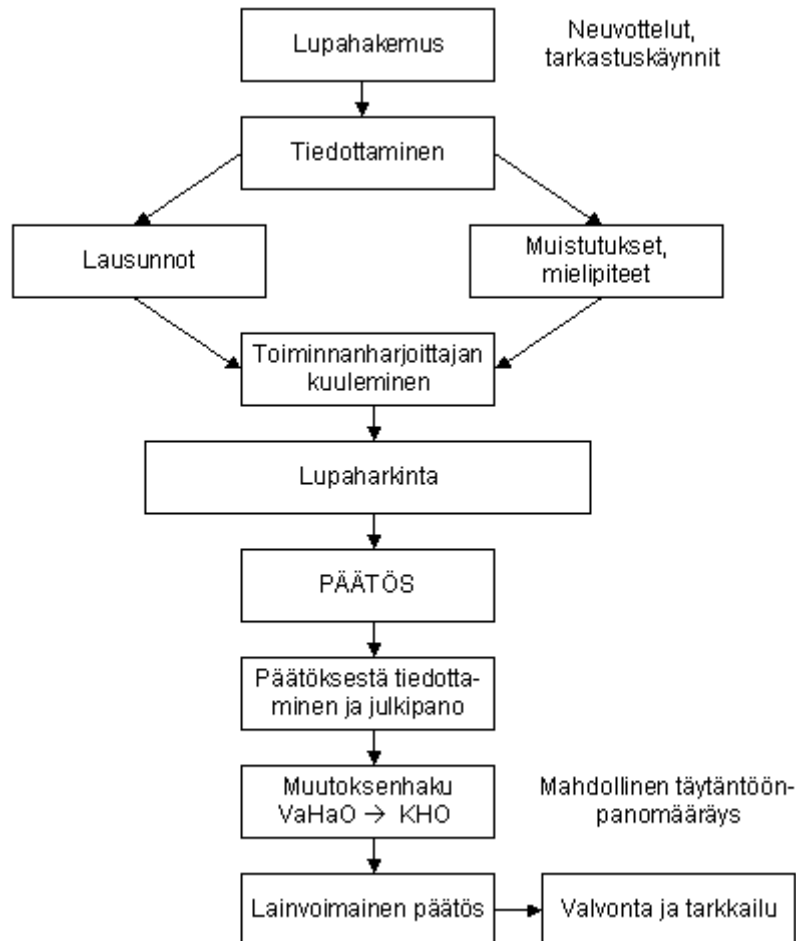
Mikäli on tapauksia tai kohteita, joissa valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyötykäytöstä maarakennuksessa määräämät kriteerit ei toteudu, tulee maarakennustyölle hakea erikseen ympäristölupaa alueelliselta elinkeino-, liikenne- ja ympäristövirastolta. Maanrakennuskäytön ympäristölupavelvollisuus perustuu ympäristönsuojelulain (YSL 86/00) 28.2 §:n kohtaan 4, jonka mukaan ympäristölupa on oltava jätteen laitos- tai ammattimaiseen hyödyntämiseen tai käsittelyyn.

Lupaviranomaisen on tiedotettava lupahakemuksesta yleisesti ja lisäksi erikseen ympäristönsuojelulaissa määriteltyjen lähimpien kiinteistöjen omistajille tai haltijoille (YSL 38 §). Kaikille asianosaisille on varattava aikaa ennen asian ratkaisemista, jotta heillä on tilaisuus ilmaista mielipiteensä (YSL § 37). Aluehallintoviraston on pyydettävä lausunto kunnalta, jota hakemus koskee ja siltä ympäristökeskukselta, jonka toimialueella ympäristövaikutuksia saattaa ilmetä (YSL 36).

Tiedottamis- ja kuulemisvelvollisuuden takia lupakäsittelyiden kestot venyvät usein monen kuukauden mittaisiksi; teoreettinen minimiaika on kolme kuukautta. Lupahakemuksen käsittelyä kuitenkin edistävät lupaneuvottelut viranomaisen kanssa: hyvissä ajoin ennen toiminnan aloittamista jätetty hakemus sekä selkeä ja mahdollisimman täydellinen hakemus liitteineen. Lupahakemuksen käsitteelyjärjestys on kuvattu kuvion 1 kaaviossa.

Ympäristölupaa haetaan Suomen ympäristökeskuksen lomakkeella, jonka voi noutaa lupaviranomaiselta tai hakea itse ympäristöhallinnon verkkosivuilta, mutta hakemus on kuitenkin palautettava kirjallisena. Sivutuotteen hyödyntämiselle haettavan luvan yhteydessä on palautettava myös ympäristölupalomekkeen liite sekä laadittava muut vaadittavat liitteet. Hakemukseen on liitettävä tarpeellinen selvitys toiminnasta, sen vaikutuksista, asianosaisista ja muista merkityksellisistä seikoista (YSL § 35). Tarkemmin hakemuksen sisältö ja siihen vaadittavat liitteet on määritelty ympäristönsuojeluasetuksen (YSA 169/00) 9 ja 10 §:ssä. Jätteiden hyödyn-

tämisen ja käsittelyn osalta on määrätty erikseen vaadittavista selvityksistä asetuksen 12 §:ssä. Asetuksen säännökset hakemuksen sisällöstä ja sen liitteistä koskevat jätteiden maarakennuskäyttöä soveltuvin osin.



KUVIO 1. Ympäristölupahakemuksen käsittely (Ympäristöministeriö 2010)

5.2 Lupaan tarvittavat tiedot

Ympäristöluvan hakemista varten on:

1. oltava riittävät tiedot sijoitettavan materiaalin fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista
2. tutkittava sen tekninen- ja ympäristökelpoisuus, selvitettävä sijoituskohteen ja sen ympäristön ominaisuudet ja laadittava rakennekuvat ja suunnitelmat sijoituskohteesta

3. laadittava suunnitelmat mahdollisten ympäristö- ja työterveyshaittojen ehkäisemiseksi sekä työnaikaisen laadunvalvonnan toteuttamiseksi.

Mikäli materiaalista on jo aikaisemmin tehty perustutkimukset, ympäristökelpoisuuden osoittamiseksi voidaan käyttää perustutkimusraporttia laadunvalvontatiedoilla täydennettynä. Tällaisessa tapauksessa ympäristöviranomaisen arvioi tutkimusten riittävyyden ja mahdollisten lisätutkimusten tarpeen. Jos materiaalista taas ei ole riittäviä perustietoja, tutkimukset ja suunnittelu on hyvä käynnistää jo hyvissä ajoin ennen luvan hakemista.

5.3 Lomakkeeseen vaadittavat tiedot

Ympäristölupahakemukseen vaadittavat tiedot on määritelty tarkasti YSA 9 §:ssä. Siinä tulee ilmetä ainakin seuraavat asiat.

1. hakijan yhteystiedot ja toimiala sekä sijoituskohteen tiedot
2. yleiskuvaus toiminnasta, tämän tulee sisältää sijoitustapa ja – paikka, materiaalien määrät, jätteen tuottaja sekä prosessit joista se on peräisin
3. lupaharkinnan kannalta oleelliset tiedot kiinteistöllä tapahtuvasta toiminnasta, sijaintipaikasta ja ympäristöolosuhteista
4. tiedot toiminnan päästöistä veteen, ilmaan ja maaperään sekä tiedot aiheutuvasta melusta ja tärinästä.

Sen lisäksi että lupahakulomakkeen täyttää, on suositeltavaa ottaa huomioon YSL 12 § ja liittää mukaan sivutuotteesta ja sijoituskohteesta ainakin seuraavat tiedot:

1. ympäristönsuojeluasetuksen 12 § 1 kohdan mukaisesti hyödynnettävän tuotteen määrää ja laatua koskevat tiedot, kuten koostumus, materiaalin sisältämät haitta-aineet ja niiden pitoisuudet
2. kuvaus sijoituspaikan sijainnista ja laajuudesta, kiinteistöistä joita prosessi koskee, kuuluuko alue pohjavesiluokittuun kuuluville alueille, maaperätiedot

3. lyhyt kuvaus rakenteesta ja rakennekerrosten materiaaleista. Suunniteltu rakentamisaikataulu ja työn päävaiheet, työn aikana aiheutuvat ympäristöhaitat sekä keinot niiden rajoittamiseksi
4. selvitys käytettävän materiaalin ympäristökelpoisuudesta dokumentteineen
5. Tapauksissa jossa rakennuskohde sijaitsee tärkeällä tai muulla vedenhankintaan soveltuvuusalueella, vaaditaan selvitykset YSL 13 § mukaan:
 - maaperän laadusta
 - pohjaveden muodostumisesta; pohjaveden korkeudesta ja virtauksista
 - vedenottamoista ja kaivoista
 - suojatoimenpiteistä
 - vesilain (VesiL 264/1961) nojalla annetuista suoja-alue määräyksistä.

Mikäli materiaali on yleisemmin käytettyä, voidaan materiaalien ympäristökelpoisuuteen vaadittavat selvitykset tavallisimmissa kohteissa ilmoittaa kohdan 5 perustutkimusraportista tehdyllä lyhennelmällä ja yhteenvedolla laadunvalvontatiedoista.

Lupapäätöksissä edellytetään, että hakija toimittaa työn valmistuttua lupaviranomaisille tiedot rakennukseen käytetyistä materiaaleista, niiden todellisista määristä ja teknisestä toteutuksesta. Materiaalin hyödyntäjän on pidettävä kirjaa jätteiden laadusta, määrästä, synty- ja sijoituspaikoista sekä sen käsittelytavasta.

Jälkiseurantaa kohteissa ei ole tapana edellyttää, sillä lupaa hakiessa hakijan olisi kyettävä esittämään, että rakentaminen ei aiheuta ympäristöhaittoja ja näin jälkiseurannalle ei ole tarvetta. Poikkeuksina ovat kuitenkin koerakentamiskohteet ja poikkeuksellisen suuret kohteet.

6 BETOROC

6.1 Johdanto

Betoroc-murske on Ruduksen valmistama, tuotteistettu betonimurske, jota käytetään luonnon maa- ja kiviainesten tapaan pääkaupunkiseudulla. Se valmistetaan niin, että sen ominaisuudet ja laatu vastaavat valtioneuvoston asetus eräiden jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa (Vna 591/06) vaatimuksia.

Betoroc-murskeet ovat murskaamalla, seulomalla tai muulla mekaanisella käsitellyllä kivipohjaisista materiaaleista valmistettuja tuotteita. Raaka-aineet ovat peräisin rakennustyömailta, purkutyömailta tai betoniteollisuudesta. Niiden pääasialliset käyttökohteet ovat katu-, tie ja kenttärakenteiden jakavat ja kantavat kerrokset. Niitä voidaan käyttää myös esimerkiksi erilaisissa täyttötöissä ja putkijohtokaivantojen täyteenä ja muissa asetuksen soveltamisalassa mainituissa kohteissa. Vastaanottovaiheessa betonijäte luokitellaan kuvion 2 mukaan neljään ryhmään niiden raaka-aineiden perusteella (Mäkelä, Höynälä, 2000, 33, 34).

Lajite	Raaka-aine
Betonimurske I	Epäpuhtauksista vapaa betonijäte, joka on peräisin esim. betonituoteteollisuudesta
Betonimurske II	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte
Betonimurske III	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte, jonka uudellenlujittuminen rakenteessa on epävarmaa
Betonimurske IV	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte, joka ei lujitu rakenteeseen tiivistettynä ja voi olla routivaa

KUVIO 2. Betonimurskelajitteiden raaka-aineiden kuvaus (Mäkelä, Höynälä, 2000, 34)

Betonimurskeita on Suomessa käytetty maarakenteiden kantavassa kerroksessa vuodesta 1994. Näissä kohteissa mitatut kantavuudet ovat olleet parempia kuin tavanomaisilla kiviainesrakenteilla (Mäkelä, Höynälä, 2000, 37). Betonimurskeen

lujittumisominaisuus perustuu sitoutumattoman sementin murskauksessa syntyvien reaktiopintojen sitoutumiseen. Käytännössä suurin osa betonimurskeesta voidaan käyttää lujittumattoman luonnon maa- ja kiviaineksen tavoin.

Jotta betoniteollisuuden hukkatuotannon hyötykäyttö olisi mahdollista, on materiaalista ehdottomasti eroteltava muut epäpuhtaudet. Betonin sisältämiä betoniteräksiä ja tiilen seassa olevaa laastia ei lasketa epäpuhtauksiksi. Betoniteollisuudesta tuleva hukkatuotanto on yleensä helposti hyödynnettävää, mutta purkutyössä purkaminen on tehtävä lajittelevalla tekniikalla, jotta eri materiaalit saadaan pidettyä erillään.

6.2 Murskaus

Normaalitilanteessa betonijäte tuodaan käsiteltäväksi erilaisina paloina riippuen syntypaikasta ja tavasta. Vastaanottovaiheessa täytyy jätteelle suorittaa vastaanototarkastus, jossa varmistetaan, ettei jäte sisällä haitallisia materiaaleja. Ennen murskausta betoni- ja tiilijäte on paloitetava noin metrin kokoiseihin paloihin, ja tässä vaiheessa on helppo eritellä suurimmat rautaosat ja saadaan pois muita selkeitä epäpuhtauksia. Esikäsitellyt palat murskataan entistä pienempään muotoon ja samalla edelleen puhdistetaan epäpuhtauksista. Esimerkki Helsingin yksikön vastaanotettavan materiaalin luokittelusta:

1. betonijäte, maksimisivunmitta 0,5 metriä
2. betonijäte, sivunmitta 0,5 – 1 metriä
3. betonijäte, sivunmitta 1 – 5 metriä
4. betonijäte, erikoiskappaleet
5. betonijäte, sisältää tiiltä
6. tiilijäte. (Rudus 2010.)

Betoniteräksset voi eritellä murskaimen jäljessä olevalla magneettierottimella, ja loput mahdolliset epäpuhtaudet siivotaan käsin liukuhihnalta. Teräksset toimitetaan uudelleenkäyttöön terästehtaalle, ja valmis Betoroc-murske kuljetetaan varastokasaan. Mikäli kyseessä on suuri purkukohde, jossa syntyy arviolta yli 5000 tonnia betonijätettä, tulisi jo harkita murskauskaluston viemistä purkukohteeseen.

Tekniikoita eri vaiheisiin tulee soveltaa sen mukaan, millaista jätemateriaali on ja minkä laatuista lopputuotteen halutaan olevan. Muutenkin kaikki toteutus tulee soveltaa parhaiten tilanteeseen sopivan tekniikan mukaisesti.

6.3 Betoroc-murske maarakentamisessa

Betoroc-mursketta käytetään yleensä samalla tavalla kuin luonnon maa- ja kiviainesta.

- Vna:n vaatimukset täyttävää betonimursketta voidaan käyttää seuraavissa maarakentamiskohteissa ilman ympäristölupaa: yleiset tiet, kadut, pyörätiet ja jalkakäytävät sekä niihin välittömästi liittyvät tienpiitoa tai liikennettä varten tarpeelliset alueet, pois lukien meluseet, pysäköintialueet, urheilukentät sekä virkistys- ja urheilualueiden reitti, ratapihat sekä teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikentät ja tiet.
- Betoroc-murskeen käytöstä maarakentamisessa on tehtävä ilmoitus VNa:n mukaisesti.
- Betoroc-mursketta on teknisesti mahdollista käyttää kaikissa alus- ja päällysrakenteen kerroksissa, pengertäyhteestä ja suodatinkerroksesta kantavaan kerrokseen saakka. (Betoroc-murskeohje, 2008, 7.)

6.3.1 Toimitus ja vastaanotto

Asiakas voi noutaa Betoroc-murskeen, tai tuottaja toimittaa sen työmaalle tilauksen ja kierrätystuotteiden toimitusehtojen mukaisesti (Betoroc-murskeohje, 2008, 8). Murskeen toimittajan tulee vastata siitä, että materiaalin laatuvaatimukset täyttyvät toimitettaessa ja betonimurskeen on oltava tuoteselosteen mukaista. Rahtikirjaan on merkittävät tiedot toimitetusta erästä:

- tuottajan nimi
- tilaaja/toimituskohde
- toimituspäivä

- määrä
- kuormaajan sarjanumero

Materiaalin tuottajan tulee raportoida toiminnastaan ympäristöviranomaisille. Seuranta ja raportointia varten tarvittavia tietoja on raaka-aineeksi kelpaavan betonijätteen syntypaikka ja tuottaja, toimitusaika sekä vastaanotetun jätteen määrä ja laatu. Hylätystä betonijätteestä tulee raportoida sen syntypaikka, tuottaja, toimitusaika hylkäysperuste. Kaikesta vastaanotetusta jätteestä kerätään tiedot epäpuhtuuksien määrästä, käsittelyyn vaaditut toimenpiteet ja toimituskohde.

Laadunvalvontaan liittyviin asiakirjoihin merkitään

- näytteenottoaika ja – aika sekä näytteenottaja
- näytteen määrä ja laatu
- näytteenotossa havaittu t poikkeamat
- näytteiden esikäsittely
- tutkimuksen tekijä ja tutkimusmenetelmä
- tutkimusten tulokset.

Tuotetusta betonimurskeesta tulisi pitää kirjaa määrästä, laadusta sekä toimituskohteesta. Mikäli havaitaan laatu poikkeamia, kirjataan sekä ne, että niiden johdosta suoritettavat toimenpiteet ylös.

6.3.2 Käyttöohjeita

Betoroc-mursketta voidaan käsitellä kuljetuksen, levityksen ja tiivistyksen osalta vastaavalla tavalla kuin luonnon maa- tai kiviainesta käytettäessä. Jokaisessa työvaiheessa on pyrittävä estämään Betroc-murskeen lajittumista. Siinä tapauksessa että näin kuitenkin käy, on materiaalia sekoitettava työmaalla riittävästi tai korvattava lajittunut materiaali uudella. (Betoroc-murskeohje, 2008, 8.)

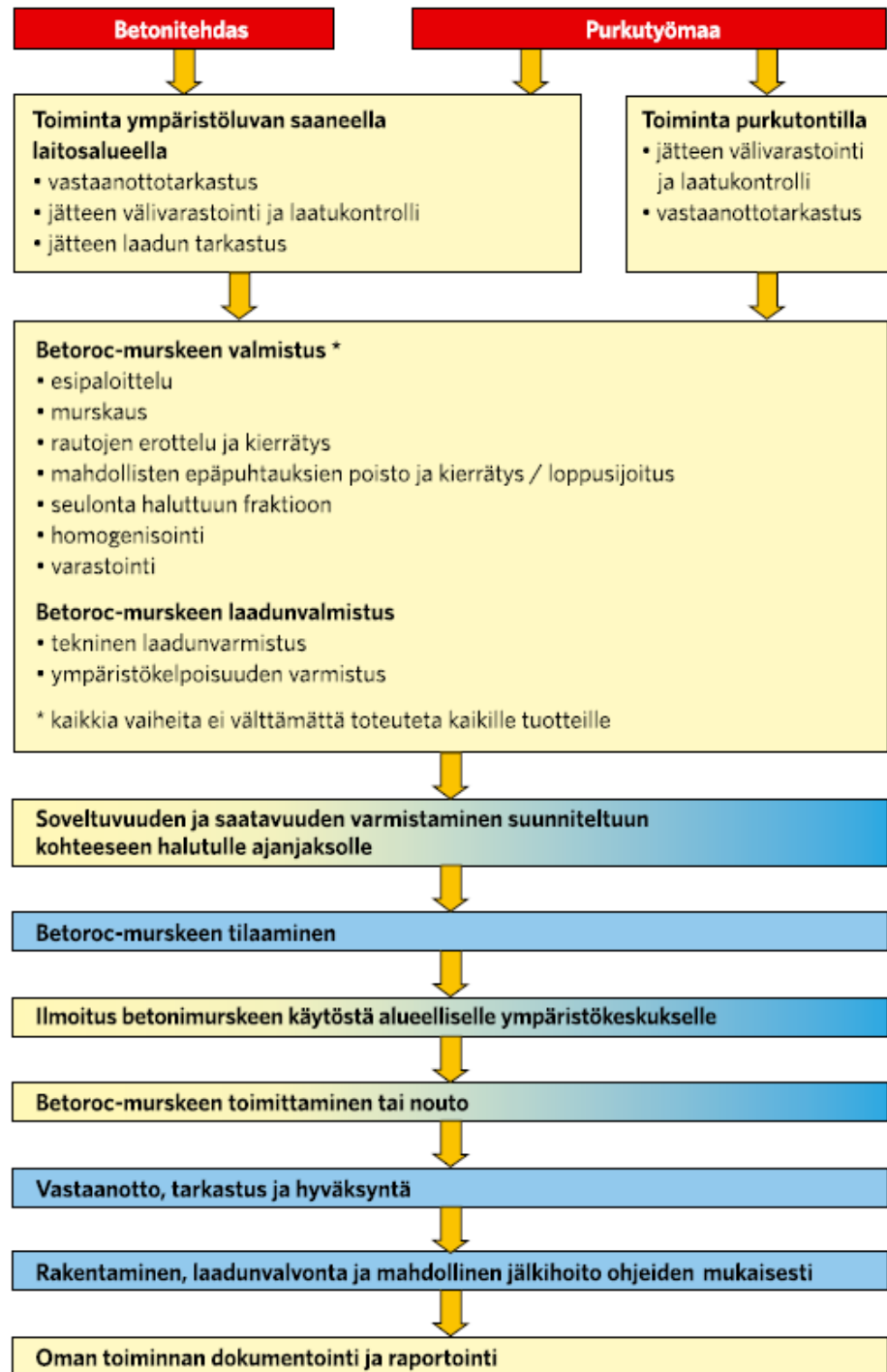
Tiivistystyö Betroc-murskeelle tehdään samoin kuin luonnon maa- ja kiviaineksille. Rakenteen tiiviys varmennetaan laadunvalvonnalla. Tiivistystyö on tehtävä optimisvesipitoisuudessa, jotta saavutetaan vaadittu tiivisysaste. Mikäli Betroc-

murskeen lujittuminen hyödynnetään rakenteessa, on jälkihoitona huolehdittava Betoroc-kerroksen riittävän kosteuden ylläpitämisestä Kuntaliiton tai Tiehallinnon betonimurskeohjeiden mukaisesti. Ennen liikenteelle avaamista tai ennen raskasta työmaaliikennettä tulee Betoroc-kerros peittää kalliomurskeella tai asfalttipäällysteellä. Betoroc-murskeen toimintaketju on kuvattu kuviossa 3.

Betoroc-murskeesta tehdyn rakenteen laadunvalvonnassa käytetään pääsääntöisesti samoja menetelmiä ja laatuvaatimuksia kuin käytettäessä luonnon maa- ja kiviaineksia. (Betoroc-murskeohje, 2008, 8.)

6.3.3 Valtioneuvoston asetuksen (VNa 591/2006) vaatimuksia

- Betonimursketta ei saa käyttää tärkeillä tai muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla.
- Betonimurskerakenne tulee peittää vähintään 10 cm paksuisella kerroksella luonnon kiviainesta tai päällystää sadeveden suotautumisen vähentämiseksi asfaltilla, jonka tyhjätila on enintään 5 prosenttia, tai muulla materiaalilla, jolla saavutetaan vastaava suojaustaso.
- Käytetään vain maarakenteen tasauksen, kantavuuden ja kestävyyyden kannalta tarpeellinen määrä betonimursketta niin, että kerrospaksuus on enimmillään 1,50 m.
- Hyödyntämispaikan haltijan on hyväksyttävä betonimurskeen käyttö.
- Betonimurskeen käyttö edellyttää ilmoituksen tekemistä.



KUVIO 3. Betoroc-murskeella rakentamisen toimintaketju. Sinisellä on merkitty tilaajan toimenpiteet ja keltaisella materiaalin tuottajan. (Rudus, 2010)

6.3.4 Teknisiä rajoitteita

- Betoroc-murske ei sovellu käytettäväksi vedenpinnan alaisissa täyttötöissä, koska hienoaines saattaa liettyä ja kulkeutua veden mukana, lujittuvaa Betoroc-mursketta ei voi käyttää putkikaivantojen alkutäytössä,
- Joustavalle alustalle kuten turpeelle rakennettaessa, on huolehdittava riittävästä Betoroc-murskeen kerrospaksuudesta,
- Kuivalle alusrakenteelle rakennettaessa (louhe, kevytsora, yms.) on rakentamis- ja jälkihoitovaiheessa huolehdittava riittävästä kerroksen kastelusta, koska päällystyksen jälkeen Betoroc-murske ei saa kapillaarisesti vettä pohjamaasta,
- Tiivistystyötä voidaan nopeuttaa ja tehostaa kastelemalla Betoroc-murske lähelle optimivesipitoisuuttaan ja antamalla veden imeytyä murskeeseen jonkin aikaa ennen tiivistämistä. (Betoroc-murskeohje, 2008, 9.)

6.4 Ilmoitusmenettely

Betoroc-murskeen käytöstä on tehtävä ilmoitus alueelliselle elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskukselle Vna:n mukaisesti. Ilmoituksen voi tehdä joko materiaalin tuottaja tai asiakas itse. Asiakas vastaa ilmoittamiensa tietojen oikeellisuudesta. (Betoroc-murskeohje, 2008, 9.)

7 YHTEENVETO

Kesällä 2006 voimaan astunut valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa pyrki yhtenä tavoitteena lisäämään betonimurskeen hyödyntämistä maarakentamisessa. Se mahdollistaa ympäristöluvasta vapaan, yksikertaisemman ilmoitusmenettelyn selkeiden lainsäädännöllisten ohjeiden avulla. Betoni- ja tiilijätteen hyötykäyttö onkin lisääntynyt vuosi vuodelta merkittävästi, ja soveltamisala rajaa jyrkästi sen, että jätteen hyödyntäminen on tarkoituksen mukaista. VNa 591/2006 soveltamisalaan kuuluvat yleiset tiet ja kadut, pysäköintialueet, urheilukentät ja kevyenliikenteen reitit sekä teollisuusalueiden varastointikentät ja tiet. Vuonna 2004 Lohja Ruduksen kierrättämä määrä oli jo yli 250 000 tonnia (Rudus, 2010).

Lähtökohdat Betonin kierrätykselle on erinomaiset verrattuna moniin muihin materiaaleihin. Se on muista aineista ja materiaaleista vapaa eikä se aiheuta ympäristöriskejä uudellenkäytettynä tai murskattuna. Kierrätetystä betonista tekee paremman useisiin materiaaleihin verrattuna myös se, että sillä voi korvata arvokkaita luonnonmateriaaleja, sillä se ei menetä ympäristöllisiä ja teknisiä ominaisuuksia.

Selkeitä uusiokäytöllä saavutettuja etuja on paljon, kaikkein näkyvimmit ympäristön kannalta positiiviset vaikutukset ovat uusiutumattomien luonnonvarojen säästyminen, lyhentyneiden kuljetusmatkojen takia vähentyneet päästöt ilmaan sekä kaatopaikkatilan säästyminen. Kaikki edellä mainitut edut ovat myös talouden kannalta edullisia, jätteen kaatopaikkasijoittamisen tilalta materiaali voidaan myydä urakoitsijalle ja samalla välttyään jäteveron maksulta. Kuljetuksissa säästetään kaikissa siihen liittyvissä kustannuksissa, ja kalliita luonnonvaroja voidaan korvata kierrätysmateriaalilla. Kierrätetty betoni on ominaisuuksiltaan erinomaista rakennusainetta ja sen merkitys ekologisesti on tärkeä.

LÄHTEET

Jäteasetus 1390/1993. Annettu Helsingissä 22.12.1993.

Jätelaki 1072/1993. Annettu Helsingissä 3.12.1993.

Jäteverolaki 495/1996. Annettu Helsingissä 4.7.1996.

Mroueh, Mäkelä, Wahlström, Kauppila, Sorvari, Heikkinen, Salminen, Juvankoski, Tammirinne, 2000. Sivutuotteet maarakenteissa, käyttökelpoisuuden osoittaminen. Helsinki: Teknologikeskus

Mäkelä, Höynälä. 2000. Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa, materiaalit ja käyttökohteet. Helsinki: Teknologikeskus.

Hakari. 2007. Betoroc-ohje. Lohja Rudus Oy.

Rudus. 2010. Laadunhallinta. [viitattu 16.5.2010]. Saatavissa <http://www.rudus.fi/fi/tuotteet/kierratys/betorocmurskeet/laadunhallinta>.

Tilastokeskus. 2010. Jätetilasto 2008. [viitattu 14.9.2010]. Saatavissa http://www.stat.fi/til/jate/2008/jate_2008_2010-05-26_fi.pdf.

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntäminen maarakentamisessa 591/2006. Annettu Helsingissä 28.6.2006.

Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä 295/1997. Annettu Helsingissä 3.4.1997.

Vesilaki 264/1961. Annettu Helsingissä 19.5.1961.

Ympäristö. 2010. Ympäristölupa. [viitattu 20.3.2010]. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=300&lan=fi>.

Ympäristö. 2010. Ympäristöpolitiikka Suomessa ja EU:ssa. [viitattu 24.9.2010].

Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=608&lan=fi>.

Ympäristö. 2010. Rakentamisen jätteet. [viitattu 8.6.2010]. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=171851>.

Ympäristönsuojeluasetus 169/2000. Annettu Helsingissä 18.2.2000.

Ympäristönsuojelulaki 86/2000. Annettu Helsingissä 4.2.2000.

LIITTEET

LIITE 1. Valtioneuvoston päätös eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

LIITE 2. Valtioneuvoston päätös eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa soveltamisalaan kuuluvat jätteet sekä niiden sisältämien haitallisten aineiden pitoisuuden ja liukoisuuden raja-arvot

LIITE 1. Valtioneuvoston päätös eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

Valtioneuvoston asetus
eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

Annettu Helsingissä 28 päivänä kesäkuuta 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 meluesteet;
- 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 maantielaisissa (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) *päällystämisellä* 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 muutakaan vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle;

8) jätteen varastointi hyödyntämispaikalla aloitetaan aikaisintaan neljä viikkoa tai, jos jäte varastoidaan suojattuna, kymmenen kuukautta ennen hyödyntämistä.

6 § Ilmoitus ympäristönsuojelun tietojärjestelmään

Hyödyntämispaikan haltijan on tehtävä ympäristönsuojelulain 65 §:n 1 momentissa tarkoitettu ilmoitus alueelliselle ympäristökeskukselle toiminnan merkitsemiseksi ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Ilmoituksessa on oltava:

- 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, peittämisestä 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 alueellinen ympäristökeskus ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen.

Alueellisen ympäristökeskuksen on viivytyksettä tarkastettava ympäristönsuojelun tietojärjestelmään merkitsemistä varten tehty ilmoitus ja lähetettävä tieto merkitsemisestä hyödyntämispaikan haltijalle, jätteen luovuttajalle ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.

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 voimaantumia voidaan ryhtyä sen täytäntöönpanon edellyttämiin toimiin.

JÄTTEEN LAADUNHALLINTA

Tässä liitteessä määritellään asetuksen mukaisen hyödyntämisen edellyttämän jätteen laadunhallinnan yleisperiaatteet.

1. Laadunvarmistusjärjestelmä

Jätteen luovuttajalla on oltava laadunvalmistusjärjestelmä, joka sisältää ainakin seuraavat kohdat:

1) laadunvalvontatutkimukset

- näytteenottosuunnitelma ja arvio näytteenoton edustavuudesta sekä ohjeet näytteenotosta, näytteiden valmistuksesta ja näytteiden toimittamisesta analysoitaviksi
- tutkimus- ja määrittämenetelmät, seurattavat haitalliset aineet ja muut seurattavat ominaisuudet sekä seurantatiheydet
- tutkittavien haitallisten aineiden raja-arvot
- laatu poikkeamien käsittely ja hyväksyttävät poikkeamat
- näytteenoton ja tutkimusten laadunvarmistus
- laadunvalvonnan seuranta-asiakirjat ja raportointiohje

2) vastuuhenkilöt ja näiden pätevyys

3) ohjeet jätteen vastaanotosta (erityisesti, jos kysymys on useista kohteista toimittavan jätteen käsittelystä hyödyntämiskelpoiseksi), varastoinnista, käsittelystä ja toimittamisesta hyödyntämispaikkaan

4) laadunvarmistusjärjestelmän arviointi- tai auditointisuunnitelma

5) tarvittaessa erityiset puhtausvaatimukset, kuten jätteeseen kuulumattoman aineksen osuus

6) seuranta ja raportointi

- laadunvalvontapöytäkirja kultakin näytteenotto- ja tutkimuskerralta
- havaitut laatu-poikkeamat ja niiden johdosta tehdyt toimenpiteet
- hyödynnettäväksi toimitettavan jätteen määrä ja laatu sekä toimituskohdet.

2. Tutkimukset

Jätteen laatu on selvitettävä perus- ja laadunvalvontatutkimuksin. Mittaukset, testaukset, selvitykset ja tutkimukset on tehtävä ympäristönsuojelulain 108 §:n mukaisesti pätevästi, luotettavasti ja tarkoituksenmukaisin menetelmin.

Perustutkimuksilla osoitetaan jätteen kuuluvan asetuksen soveltamisalaan. Perustutkimuksissa on vakioiduin analyysi- ja testausmenetelmin selvitettävä ainakin jätteen koostumus ja haitallisten aineiden liukoisuus. Vähintään viiden vuoden väliajoin tai, jos jätettä tuottavassa toiminnassa tapahtuu muutoksia, jotka voivat olennaisesti vaikuttaa jätteen laatuun, on tehtävä riittävät lisätutkimukset sen varmistamiseksi, että jäte edelleen vastaa perustutkimuksia. Samalla on tarkistettava ja tarvittaessa uusittava laadunvarmistusjärjestelmä.

Jätteen laatua on seurattava laadunvalvontatutkimuksin riittävän pitkän ajan laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti. Vähimmäisvaatimuksena pidetään viittä peräkkäistä näytteenottosuunnitelman mukaista tutkimuskertaa. Jos jätteen laatua ei ole seurattu riittävän pitkältä ajalta, voidaan jätteen hyväksyvyyttä asetuksen mukaiseen käyttöön arvioida jäte-erittäin tehtävien perustutkimusten perusteella.

Laadunvalvonnan tuloksissa voidaan hyväksyä enintään 30 prosentin raja-arvon ylitys, jos viimeisten kahden vuoden aikana tehtyjen määritysten keskiarvo ei ylitä asetettua raja-arvoa. Jos jätteestä ei ole käytettävissä laadunvalvonnan tuloksia viimeisten kahden vuoden ajalta, lasketaan keskiarvo laadunvalvonnan kestoajalta, kuitenkin vähintään viideltä peräkkäiseltä tutkimuskerralta.

Näytteenotto on tehtävä 2.1 kohdan ja haitallisten aineiden määritykset 2.2 kohdan mukaisesti. Vastavuoroisen tunnustamisen periaatteen mukaisesti voidaan myös käyttää menetelmiä, jotka perustuvat Euroopan unionin toisessa jäsenvaltiossa, Turkissa tai ETA-sopimuksen osapuolena olevassa EFTA-valtiossa käytettyihin standardeihin tai teknisiin eritelmiin, jotka täyttävät 2.1 ja 2.2 kohdassa tarkoitettujen menetelmien keskeiset vaatimukset.

2.1 Näytteenotto

Näytteenotto ja näytteiden valmistus on tehtävä standardien SFS-EN 932-1 ja SFS-EN 932-2 sekä standardiluonnoksen prEN 14899 mukaisesti. Näytteet on otettava ensisijaisesti jatkuvasta jätevirrasta. Näytteenottajalla tulee olla tehtävän edellyttämä riittävä pätevyys. Standardin ja standardiluonnoksen mukaisista näytteenottovaatimuksista voidaan poiketa, jos niiden mukainen näytteenotto ei jätteen laadun vuoksi ole teknisesti tai taloudellisesti kohtuullisesti toteutettavissa.

2.2 Määrittäminen

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

Haitallisten aineiden pitoisuus jätteessä

Näytteen esikäsittelyssä metallien määrittämistä varten on käytettävä standardin SFS-EN 13656 mukaista happouuttoa ja mikroaaltohajoitusta tai standardin SFS-EN 13657 mukaista *aqua regia* uuttoa.

Metallien määrittämisessä on käytettävä standardoituja menetelmiä (ICP-MS, ICP-AES tai AAS). Niiden sijasta voidaan käyttää muita menetelmiä, jos tulosten vastaavuus mainittujen menetelmien tulosten kanssa tunnetaan.

Orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) määrittämisessä on käytettävä standardin SFS-EN 13137 mukaista menetelmää.

Polykloorattujen bifenyyliden (PCB) määrittämisessä on käytettävä standardiluonnoksen prEN 15308 mukaista menetelmää.

Haitallisten aineiden liukoisuus jätteestä

Haitallisten aineiden liukoisuuden määrittämisessä on käytettävä standardiluonnoksen prCEN/TS 14405 mukaista läpivirtaustestiä. Laadunvalvonnassa voidaan myös käyttää standardin SFS-EN 12457-3 mukaista kaksivaiheista ravistelutestiä.

Haitallisten aineiden pitoisuus uuttoliuksissa on määritettävä standardien SFS-EN 12506 (pH, As, Ba, Cd, Cl⁻, Co, Cr, CrVI, Cu, Mo, Ni, NO₂⁻, Pb, kokonais-S, SO₄²⁻, V ja Zn) ja SFS-EN 13370 (ammonium, AOX, sähkön johtavuus, Hg, fenoli-indeksi, TOC, helposti vapautuva CN ja F⁻) mukaisesti.

LIITE 2. Valtioneuvoston päätös eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa soveltamisalaan kuuluvat jätteet sekä niiden sisältämien haitallisten aineiden pitoisuuden ja liukoisuuden raja-arvot

1. Betonimurske (jätteenimikkeet 10 13 14, 17 01 01 ja 19 12 12)

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

Haitallinen aine	Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta Perustutkimukset			Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta Laadunvalvontatutkimukset		
	Pitoisuus	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Peitetty rakenne	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Päällystetty rakenne	Pitoisuus	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Peitetty rakenne	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Päällystetty rakenne
PCB ²	1,0			1,0		
PAH ³	20					
TOC ⁴	30 000					
DOC ⁵		500	500			
Antimoni (Sb)		0,06	0,06			
Arseeni (As)	50	0,5	0,5	50		
Barium (Ba)		20	20			
Kadium (Cd)	10	0,02	0,02	10	0,2	0,2
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 (Z)	700	4,0	4,0	700		
Seleeni (Se)		0,1	0,1			
Fluoridi (F ⁻)		10	10			
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)		1 000	3 000		1 000	3 000
Kloridi (Cl ⁻)		800	800			

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

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

⁴ Orgaanisen hiilen kokonaismäärä.

⁵ Liennut orgaaninen hiili.