

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
24.05.2016 LOPPURAPORTTI

UUMA 2

SELVITYS JOIDENKIN UUMA- MATERIAALIEN TEKNISEN KELPOI- SUUDEN ARVIOINTIIN LIITTYVISTÄ TESTAUSSTANDARDEISTA JA -MENETELMISTÄ

Ominaisuus		Luonnonkiviaines		Betonimurske	
		Vaatus	Testausmenetelmä	Vaatus	Testausmenetelmä
KANTAVA KERROS - SITOMATON		Vaatus sama kuin luonnonkiviainekselle tai primäärimateriaalille			
		Vaatuksen taso on syytä harkita			
		Vaatus eri kuin luonnonkiviainekselle tai muulle primäärimateriaalille			
		Vaatus perustuu ulkomaiseen lähteeseen			
		Vaatus puuttuu, mutta olisi tarpeen			
		Vaatus oleellinen vain uusiomateriaalille			
		Suositus / vaadittaessa			
		Ei vaatimusta			
Tuhkan käyttöluokka					
Betonimurskeen luokka				BeM I, BeM II ^{h)}	SFS 5884 ^{A)}
Raekoko				0-45mm ^{A)}	SFS 5884 ^{A)}
Rakeisuusvaatimukset	CE-merkinnässä G _A 85 ^{B)} tai G _A ^{D)}	InfraRYL G ₀	SFS-EN 933-1 ^{C)}	Rakeisuuden ohjealue, esitetty standardissa SFS 5884 liitteessä C ^{A)} Vastaa luokkaa InfraRYL G ₀ ^{D)}	SFS-EN 933-1 ^{A)}
Hienoainespitoisuus	KaM luokka f ₇ tai parempi ^{B)} SrM luokka f ₉ tai parempi ^{B)}		SFS-EN 933-1 ^{C)}	f ₇ ^{B)A)}	SFS-EN 933-1 ^{A)}
Litteysluku	Fl ₅₀ tai parempi ^{B)}		SFS-EN 933-3 ^{C)}	Fl ₅₀ tai parempi ^{B)}	SFS-EN 933-3 ^{C)}
Muotoarvo			SFS-EN 933-4 ^{C)}		
Murtopintaiset rakeet	Soramurske: luokka C _{50/10} ^{B)}		SFS-EN 933-5 ^{C)}		
Valumiskerroin					
Hiekkaekvivalenttiarvo	Ehdot esitetty standardissa SFS-EN 13242 + A1:2008 Liite A		SFS-EN 933-8 ^{C)1)}		
Metyleenisinitesti	Ehdot esitetty standardissa SFS-EN 13242 + A1:2008 Liite A		SFS-EN 933-9 ^{C)1)}		



UUMA2

Päivämäärä 24.05.2016
Laatija Maria Sjöberg, Pauli Kolisoja, Pirjo Kuula, Minna Lep-
pänen, Terhi Ketola / TTY
Kirsi Koivisto, Juha Forsman, Marjo Ronkainen, Taavi
Dettenborn, Harri Jyrävä / Ramboll
Kommentoijat UUMA2-hanke: Ohjausryhmä, Työvaliokunta, Tekni-
nen kelpoisuus ja ohjeet -ryhmä
Kuvaus Tämä raportti sisältää Standardiselvityksen 1. ja 2. vaiheet

Viite 82143951

UUMA2-hanke, Tekninen kelpoisuus ja ohjeet -ryhmän toimintaan osallistuneet:

- Leena Korkiala-Tanttu, Aalto yo
- Pauli Kolisoja, TTY
- Pirjo Kuula, TTY
- Laura Pennanen, Liikennevirasto
- Harri Mäkelä, Innogeo
- Aarno Valkeisenmäki, Destia
- Katja Lehtonen, Rudus
- Olli Lehtovaara / Sanna Pulkkinen, Metsä Group
- Anniina Määttänen / Ville Niutanen, Lemminkäinen
- Pentti Lahtinen, Ramboll
- Marjo Ronkainen, Ramboll
- Juha Forsman, Ramboll
- Kirsi Koivisto, Ramboll



SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Standardien asema Suomessa	2
3.	Käsiteltävät materiaalit ja rakennusosat	6
4.	Selvityksen rakenne	11
5.	Rakennusosakohtaisia huomioita	13
6.	Muut ominaisuudet	19
7.	Johtopäätökset ja jatkotutkimussuositukset	19
	Kirjallisuus	24

LIITTEET

LIITE 1	Taulukoiden lähdeluettelo
LIITE 2	Testausstandardit/-menetelmät, joihin on viitattu taulukoissa
LIITE 3	Stabiloitu maarakenne
LIITE 4	Stabiloitu maa
LIITE 5	Kaatopaikan pohjan rakennettu mineraalinen tiivistyskerros
LIITE 6	Kaatopaikan pohjarakenteen kuivatuskerros
LIITE 7	Kaatopaikan pohjarakenteen suodatinkerros
LIITE 8	Keinotekoisien eristeen suojakerros (kaatopaikan pohja)
LIITE 9	Esipeittokerros (kaatopaikan pintarakenne)
LIITE 10	Kaasunkeräyskerros (kaatopaikan pintarakenne)
LIITE 11	Pintarakenteen tiivistyskerros (kaatopaikan pintakerros)
LIITE 12	Kaatopaikan pintarakenteen kuivatuskerros
LIITE 13	Kaatopaikan pintarakenteen pintakerros
LIITE 14	Kaatopaikan pintarakenteen kasvukerros
LIITE 15	Maapenkereet (liikennöity)
LIITE 16	Meluvallit
LIITE 17	Suodatinkerros
LIITE 18	Jakava kerros
LIITE 19	Kantava kerros (sitomaton)
LIITE 20	Kantava kerros (sidottu)
LIITE 21	Yhteenvedo tarkastelluista ominaisuuksista
LIITE 22	Materiaalien muita ominaisuuksia

1. JOHDANTO

Selvityksen tarkoituksena on koota tietoa UUMA-materiaalien teknisen kelpoisuuden arviointiin käytettävistä standardeista. Erilaisten UUMA-materiaalien mahdollisista käyttökohteista ja materiaalmääristä on laadittu Ramboll Finland Oy:n ja Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) yhteistyönä yhteenvetotaulukko keväällä 2014. Taulukon pohjalta valittiin priorisoitavat materiaalit ja rakennusosat, joiden teknisen kelpoisuuden arviointiin liittyviä testausmenetelmiä ja käyttökelppoisuuden kriteerejä tarkastellaan tässä UUMA2-hankkeen osatehtävässä "Selvitys UUMA-materiaalien teknisen kelpoisuuden arviointiin liittyvistä testausstandardeista/-menetelmistä". Selvitys on toteutettu kahdessa vaiheessa, joista ensimmäinen toteutettiin 2014 ja toinen 2015-2016.

Selvityksessä ei ole käsitelty ympäristökelpoisuutta. Rajanveto ympäristökelpoisuuden ja teknisen kelpoisuuden välillä on ollut hankalaa, sillä usea ympäristökelpoisuuden arviointivaiheessa selvitetty tekijä voi vaikuttaa rakenteen toimintaan ja etenkin sen ominaisuuksien säilymiseen ja yhteensopivuuteen muiden materiaalien kanssa. Esimerkiksi maarakenteissa käytettävien geosynteettisten tuotteiden pitkäaikaiskestävyys voi heikentyä happamissa (pH < 4) tai emäksisissä (pH > 9) ympäristöissä. Lisäksi neutraalista poikkeava pH tai korkea sähkönjohtavuus ilmentävät tavanomaista korkeampaa korroosioriskiä. Lisäksi monia ympäristökelpoisuusvaiheessa tutkittuja tekijöitä, esimerkiksi pH:ta ja sähkönjohtavuutta, voidaan hyödyntää materiaalin tasalaatuisuuden mittarina.

Tämä selvityksen loppuraportti ei ole ohje. Siihen on kerätty olemassa olevaa tietoa hyödynnettäväksi mm. uusiomateriaalien tuotteistamisessa sekä keskeisten aukko kohtien ja jatkotutkimustarpeen selvittämiseksi. Selvitystä tehdessä havaittiin, että useille vaihtoehdoille materiaaleille ja käyttökohteille oli asetettu vaatimuksia. Toisaalta oli myös joukko vaihtoehdoisia materiaaleja tai käyttökohteita, joille ei ollut asetettu juurikaan vaatimuksia.

Selvitystä tehdessä havaittiin, että kaikki vaihtoehdoille materiaaleille asetetut vaatimukset eivät ole mielekkäitä. Toisaalta on ilmeistä, että joillekin vaihtoehdoille materiaaleille on tarpeen asettaa luonnonkiviaineksesta poikkeavia vaatimuksia. Lähtökohtana voidaan pitää, että

- uusiomateriaalille asetetun vaatimuksen pitäisi olla sama kuin luonnonkiviainekselle, ellei tutkittua/perusteltua tietoa suuntaan tai toiseen ole,
- asetettujen vaatimusten tulisi ensisijaisesti pohjautua pitkäaikaiskestävyyteen, ympäristökelpoisuuteen ja kemialliseen yhteensopivuuteen, joita ei luonnonkiviaineksesta rutiinimaisesti tutkita,
- uuden uusiomateriaalin käyttö pitää aloittaa koerakentamisella,
- uusiomateriaaleilla voi olla ominaisuuksia, joita luonnonmateriaalilta ei tarvitse tutkia, esimerkiksi kaasunmuodostus ja biohajoavuus.

Nykyisten vaatimusten muuttamista tulevaisuudessa ei pitäisi pelätä, jos uusi tutkimustieto osoittaa vaatimuksen tai testausmenetelmän epätarkoituksenmukaiseksi. Toteutetuista koerakenteista kerättyä tutkimustietoa voidaan käyttää asetetun vaatimustason muuttamiseksi. Koerakentamisessa pitäisi materiaalin ominaisuuksia tutkia edellytettyä laajemmin, dokumentoida koerakentaminen ja seurata rakenteen toimintaa seurantamittauksilla. Seurantamittausten tavoitteena on tunnistaa rakenteen toimivuuden kannalta materiaalin kriittiset ominaisuudet. Tavoitteena on jatkossa keskittää uusiomateriaalista tehtävät tutkimukset rakenteen toimivuuden kannalta kriittisiin ominaisuuksiin ja/tai kehittää ja ottaa käyttöön materiaalin käyttäytymistä paremmin kuvaavia testausmenetelmiä.

Uusiomateriaalit voivat olla (mutta eivät välttämättä) koostumukseltaan epähomogeenisempiä kuin luonnonmateriaalit, joten näytteenottoon, näytteenottotiheyteen ja laboratoriotutkimusten suunnitteluun tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Oman haasteensa tutkimuksiin tuovat eräissä standardeissa esitetyt erittäin pienet näytemäärät. Standardeissa tutkimus on myös usein kohdennettu tiettyyn kapeaan fraktioon, jolloin mahdollinen ominaisuuksien vaihtelu eri fraktioissa

jää huomioimatta. Lisäksi joidenkin uusiomateriaalin kohdalla laboratoriotestauksessa on huomioitava materiaalin kemialliset sidokset, kidevesi tai materiaalin reagointi veden kanssa.

Tässä selvityksessä on koottu tietoa taulukoihin lukuisista standardeista, ohjeista yms. Taulukot on pyritty tarkastamaan huolellisesti, mutta on todennäköistä, että niihin on jäänyt virheitä. Selvityksen tekijät toivovat, että mahdollisista virheistä laitetaan viestiä tekijöille, jolloin taulukot on mahdollista korjata, eivätkä virheet jää taulukoihin pysyväksi riesaksi.

Taulukot on tarkoitettu apuvälineeksi, joiden pohjalta voi lähteä etsimään tietoa. Taulukot pyrkivät edustamaan selvitystyön laatimisen ajanhetken mukaista tilannetta. Standardit päivittyvät ja tässä esitetty tieto vanhenee, joten selvitystä hyödynnettäessä on tarkistettava, että tieto on ajan tasalla (mm. varmistettava, että käyttää kunkin standardin viimeisintä versiota). Lisäksi on aiheellista tarkistaa taulukoiden oikeellisuus niitä hyödynnettäessä.

Selvitystyön 1. vaiheessa työryhmä oli Maria Sjöberg, Terhi Ketola, Pirjo Kuula, Pauli Kolisoja, Kirsi Koivisto, Juha Forsman, Marjo Ronkainen, Harri Jyrävä ja Taavi Dettenborn. Työn 2. vaiheessa työryhmä oli Maria Sjöberg, Minna Leppänen, Pauli Kolisoja, Kirsi Koivisto, Juha Forsman, ja Marjo Ronkainen.

Selvitystyötä kommentoi UUMA2-hankkeen ”Tekninen kelpoisuus ja ohjeet -työryhmä” (TKO-ryhmä).

Tämän selvityksen rinnalla on tehty uusiomateriaalien maarakennuskäyttöön tuotteistamisohje. Tämä loppuraportti ja ohje täydentävät toisiaan.

2. STANDARDIEN ASEMA SUOMESSA

Standardi on toistuvaan tapaukseen tarkoitettu yhdenmukainen menettely. Standardin noudattaminen takaa esimerkiksi, että testaus tehdään aina samalla tavalla ja tulokset ovat vertailukelpoisia, mikä helpottaa myös laatuvaatimusten asettamista. Standardit ovat luonteeltaan aina suosituksia, mutta niistä voi tulla velvoittavia esimerkiksi tilaajien, viranomaisten tai lainsäädännön edellyttäessä niiden käyttöä. Standardityyppinä on useita, mutta tässä raportissa keskitytään ensisijaisesti kansallisiin SFS-standardeihin ja Suomessa vahvistettuihin eurooppalaisiin SFS-EN tuote- ja testausmenetelmästandardeihin. Taulukkoon 1 on koottu lyhyt kuvaus raportissa käytetyistä standardityypeistä ja standardien nykytilasta.

Eurooppalainen standardisointi perustuu eurooppalaiseen lainsäädäntöön siten, että joko direktiivin tai asetuksen perusteella EU-komissio tilaa (antaa mandaatin) tiettyä tuoteryhmää tai tekemistä koskevasta standardista eurooppalaiselta standardisointijärjestöltä CEN:ltä. Direktiivi vaatii usein myös kansallisen lainsäädännön muuttamista, mutta EU-asetukset, kuten 1.7.2013 voimaan tullut Rakennustuoteasetus (CPR), ovat suoraan jäsenmaiden lainsäädäntöä ja näin ollen velvoittavia. CEN:n 33:n jäsenmaan standardisointijärjestöt ovat velvoitettuja kumoamaan ristiriitaiset kansalliset standardit, ja näin ollen standardeja on jäsenmaassa myös sovellettava. Standardit ovat velvoittavuudeltaan kuitenkin erilaisia: osa standardeista kuvaa testaus- tai suunnittelumenetelmiä tai määrittelee jostakin tuoteryhmästä, esimerkiksi kiviaineksesta, määritettävät ja ilmoitettavat ominaisuudet tietyssä käyttökohteessa. Lisäksi julkaistaan teknisiä spesifikaatioita, jotka ovat standardien esiasteita. Eurooppalaiset standardit hyväksytään äänestysmenettelyllä ja ne ovat aina jonkinasteinen kompromissi erilaisista kansallisista menettelytavoista.

Standardeja laaditaan CEN:n komiteoissa (TC), joilla on useita erilaisia standardeja valmistelevia työryhmiä. Suomessa toimii useita kansallisia tukiryhmiä, jotka seuraavat standardisointityötä ja laativat Suomen kannanotot standardeihin. Useat tuotestandardit ovat olleet voimassa yli kymmenen vuotta, ja osaa on jo ainakin yhden kerran korjattu. Myös uusia standardeja valmistellaan koko ajan, esimerkiksi melko uusi standardisointikomitea CEN TC 396 valmisteleekin maarakentami-

seen liittyviä harmonisoimattomia standardeja, joissa kuvataan työmenetelmiä ja valmiin rakenteen laatuvaatimuksia. Tällä hetkellä komitea valmistelee muun muassa laadunvalvontastandardia ja maarakenteen tiivistämisen työstandardia.

Eurooppalainen tuotehyväksyntämenettely eli CE-merkintä perustuu harmonisoituihin tuotestandardeihin, joita on yli 400 kpl. Harmonisoitu standardi viittaa testausmenetelmiin, joita ominaisuuksien osoittamisessa käytetään. Harmonisoidussa standardissa kuvataan kaikki ne ominaisuudet, joille on mahdollista asettaa vaatimuksia, mutta CE-merkinnässä ilmoitetaan vain tuotestandardien liitteessä ZA esitetyt niin kutsutut harmonisoidut ominaisuudet. Jäsenmaat voivat kansallisesti valita, mitä ominaisuuksia pitää ilmoittaa ja mitkä ovat ominaisuuden raja-arvot. Suomessa valinta on tehty joko kansallisessa soveltamisstandardissa tai muussa ohjeessa.

Harmonisoitujen standardien lisäksi on suuri joukko harmonisoimattomia standardeja tai teknisiä spesifikaatioita, joita voidaan käyttää. Jos standardissa ei ole liitettä ZA, se ei ole harmonisoitu. Esimerkiksi harmonisoitu standardi SFS-EN 13242 käsittelee rakentamisessa käytettäviä sitomattomia ja hydraulisesti sidottuja kiviaineksia ja johtaa näin ollen CE-merkintään, mutta tierakentamisessa käytettäviä kiviaineseoksia koskeva standardi SFS-EN 13285 on vielä toistaiseksi harmonisoimaton. Näitä molempia standardeja on käytetty, kun on laadittu esimerkiksi suomalaisia kantavan ja jakavan kerroksen vaatimuksia InfraRYL:iin.

Standardisointi on jatkuva prosessi; standardeja tarkastetaan viiden vuoden välein ja jopa mandaatteja muutetaan, joten nykyinen harmonisoimaton standardi voi olla muutaman vuoden kuluttua harmonisoitu ja johtaa CE-merkintään. Standardisointityö on myös edunvalvontaa: esimerkiksi teollisuuden ala, joka haluaa tietyn tuotteen CE-merkinnän piiriin, voi osallistua standardisointityöhön ja saada standardiin tarvittavia ominaisuuksia ja testausmenetelmiä.

Suomessa rakenteissa käytettävien tuotteiden laatuvaatimukset on esitetty kansallisesti yhdessä alakohtaisesti sovitussa julkaisuissa, kuten Asfalttinormit tai InfraRYL, tai tilaajan vaatimusasiakirjoissa. Lisäksi vaatimuksia asetetaan tekemiselle ja valmiille rakenteelle. Suomessa kansalliset asiakirjat on laadittu pääosin eurooppalaisten standardien perusteella ja niissä on pyritty soveltamaan standardeja suomalaisiin olosuhteisiin.

Standardien soveltamisalan määrittely on merkittävä osa standardia, koska siinä kuvataan yksityiskohtaisesti, mitä tuotteita tai rakenteita standardi käsittelee. Esimerkiksi standardi SFS-EN 13282-1 (Tienrakennuksen hydrauliset sideaineet. Osa 1: Nopeasti kovettuvat tienrakennuksen hydrauliset sideaineet. Koostumus, laatuvaatimukset ja vaatimustenmukaisuus) on harmonisoitu standardi, jonka perusteella sidotuissa tierakenteissa käytettävät sideaineet voidaan CE-merkitä. Standardin soveltamisalaan kuuluvat muun muassa portland-sementti, masuunikuona ja kivihiilenpolton lentotuhka.

Uusiomateriaaleja käsitellään muun muassa eurooppalaisissa kiviainesstandardeissa ja tietyt uusiomateriaalit voidaan myös CE-merkitä. Useissa harmonisoiduissa standardeissa on esitetty tietyille uusiomateriaaleille luonnonmateriaaleista poikkeavia erityisvaatimuksia, kuten esimerkiksi kivihiililentotuhkan hehkutushäviö tai masuunikuonan tilavuuden pysyvyys. Tiettyjen uusiomateriaalien käyttö stabiloinnin sideaineena tai sementin osa-aineena on myös harmonisoitu. CE-merkintä tulee tulevaisuudessa sisältämään entistä enemmän ilmoittamisvelvollisuuksia myös tietyn tuotteen aiheuttamista päästöistä. CE-merkintä on pakollista, jos tuotteelle on olemassa harmonisoitu tuotestandardi. Uusiomateriaalien CE-merkintäkäytännöt eivät ole vielä kaikilta osin vakiintuneet, mutta jatkossa on syytä varautua CE-merkintään niiden rakentamisessa käytettävien tuotteiden osalta, jotka kuuluvat harmonisoitujen tuotestandardien soveltamisalaan.

Taulukko 1. Raportissa käytetyt standardityypit.

Kansalliset SFS-standardit		
SFS 7000 sarja	Kansallinen harmonisoidun tuotestandardin soveltamisstandardi	Suositukset siitä, mitä harmonisoidun tuotestandardin luokkia Suomessa käytetään. Esimerkiksi SFS 7005 on standardin SFS-EN 13242 kansallinen soveltamisstandardi
SFS 5884	Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä.	Kansallinen standardi
Sideaineet (Standardisointikomitea CEN TC 51)		
SFS-EN 13282 osat 1-3	Tierakentamisen sideaineseokset	Harmonisoitu tuotestandardi (AVCP 2+ ^{*)})
SFS-EN 459-1	Kalkki	Harmonisoitu tuotestandardi (AVCP 2+ ^{*)})
SFS-EN 197-1	Sementti	Harmonisoitu tuotestandardi (AVCP 1+ ^{*)})
Kiviainekset (Standardisointikomitea CEN TC 154)		
SFS-EN 13242	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset	Harmonisoitu tuotestandardi (AVCP 4 ^{*)}) Kattaa käytännössä lähes kaikki rakentamisessa käytettävät kiviainekset, joiden D≤90 mm mukaan lukien kieräty- ja keinokiviainekset
SFS-EN 932-; 933-; 1097-, 1367- ja 1744- sarjat	Kiviaineksen testausmenetelmät	Testausmenetelmät joihin tuotestandardit viittaavat
Tien rakennusmateriaalit (Standardisointikomitea CEN TC 227)		
SFS-EN 14227 osat 1- 5	Hydraulisesti sidotut seokset	Harmonisoimaton tuotestandardi. Sideaineena voi olla esim. lentotuhka, kuona, kipsi, sementti, kalkki. Kiviaines on aina SFS-EN 13242 mukaista.
SFS-EN 14227 osat 10- 15	Hydraulisesti sidottu maa. Valmisteilla uusi yhdistetty standardiversio.	Harmonisoimaton tuotestandardi. Sideaineet kuten yllä. Maa voi olla luonnollista, kierrätettyä tai mitä tahansa.
SFS-EN 13286 osat 1-53	Sidottujen ja sitomattomien seosten testausmenetelmät. Valmisteilla myös osa 54 Jäädytys-sulatustesti.	Testausmenetelmät joihin tuotestandardit viittaavat.
SFS-EN 13285	Sitomattomat seokset	Harmonisoimaton tuotestandardi, joka on harmonisointiprosessissa ja tulee olemaan AVCP 4 ^{*)} .
SFS-EN 13108 osat 1-8	Asfalttimassojen tuotestandardit	Osat 1-7 harmonisoituja tuotestandardeja (AVCP 2+ ^{*)}), osa 8 Asfalttirouhe ei ole harmonisoitu
SFS-EN 12697 osat 1-49	Asfalttimassojen testausmenetelmät	Testausmenetelmät joihin tuotestandardit viittaavat
CEN/ISO standardit (Standardisointikomitea CEN TC 341)		
SFS-EN ISO 14688- osat 1 ja 2	Geotekninen tutkimus ja koestus. Maan luokittelu	Eurokoodi SFS-EN 1997-2 viittaa näihin menetelmiin.
CEN/ISO tekninen spesifikaatio (Standardisointikomitea CEN TC 341)		
CEN ISO/TS 17892 osat 1- 12	Geotekninen tutkimus ja koestus. Testausmenetelmät	Osa menetelmistä on muuttumassa standardeiksi. Eurokoodi SFS-EN 1997-2 viittaa näihin menetelmiin.

CEN/ISO tekninen spesifikaatio (Standardisointikomitea CEN TC 341)

CEN/TS 14405 Characterization of waste. Leaching behaviour tests.

CEN/ISO standardit (standardisointikomitea CEN TC 341)

SFS-EN 12457-3 Jätteiden karakterisointi. Liukoisuus

SFS-EN 14039 Jätteiden karakterisointi. Hiilivetyjen (C10-C40) pitoisuuden kaasukromatografinen määrittäminen

SFS-EN 15308 Characterization of waste. Determination of selected polychlorinated biphenyls (PCB) in solid waste by using capillary gas chromatography with electron capture or mass spectrometric detection

SFS-EN 15527 Characterization of waste. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in waste using gas chromatography mass spectrometry (GC/MS)

SFS-EN 14429 Characterization of waste. Leaching behaviour test.

SFS-EN 14997 Characterization of waste. Leaching behaviour test.

SFS-EN 13137 Characterization of waste. Determination of total organic carbon (TOC) in waste, sludges and sediments.

SFS-EN 15169 Characterization of waste. Determination of loss on ignition in waste, sludge and sediments.

^{*)} AVCP luokka määrittelee, tarvitaanko ilmoitettua laitosta CE-merkintäprosessissa. AVCP-luokissa 1+ ja 2 + tarvitaan ilmoitetun laitoksen tarkastus ja hyväksyntä, AVCP luokassa 4 ilmoitettua laitosta ei tarvita.

3. KÄSITELTÄVÄT MATERIAALIT JA RAKENNUSOSAT

Tässä selvityksessä käsitellään UUMA-materiaaleista betonimurske, tiilimurske, asfalttimurske, lentotuhka, pohjatuhka, leijupetihiekka, stabiloidut ylijäämämaat, jätteenpolton pohjakuona, valimohiekka sekä metsäteollisuuden prosessijätteet (soodasakka (viherlipeäsakka), kuitusavi ja meesa).

Maarakennusmateriaalit voidaan karkeasti jakaa rakeisiin ja kontinuumimateriaaleihin niiden käyttäytymisen ja ominaisuuksien perusteella. Rakeiset materiaalit koostuvat yksittäisistä partikkeleista, joiden välinen huokostila on ilmalla, vedellä tai osittain molemmilla täyttynyt. Kontinuumimateriaalin ajatellaan koostuvan äärettömän tiheästi sijaitsevista ainepisteistä, jolloin niitä voidaan pitää jatkuvana ja ne voidaan mallintaa jatkuvana massarakenteena. Kontinuumimateriaalit vaativat yleensä lujittumisaikaa alkaakseen toimimaan kontinuumimateriaalina.

Materiaalityyppien jaottelu (taulukko 2) on tehty TTY:n ja Rambollin toimesta maaliskuussa 2014 ja jaottelu on käsitelty Tekninen kelpoisuus ja ohjeet -ryhmän palaverissa 6.5.2014. Materiaalityyppien jaottelu on tehty sillä ajatuksella, että jaottelua voitaisiin hyödyntää arvioitaessa millaisia standardeja eri materiaalityypeille on olemassa ja millaisia standardeja eri materiaalityypeille tulisi olla. Selvityksessä käsiteltävät materiaalit on luokiteltu viiteen erilaiseen materiaalityyppiin:

1. Rakeinen
2. Rakeinen sitoutuva
3. Massiivinen lujittunut, stabiloitu (lisäaine + runkoaine)
4. Joustava (liikennekuormitettu)
5. Tiivistysmateriaali

Osa uusiomateriaaleista on sellaisia, että ne kuuluvat useampaan materiaalityyppiin.

Materiaaliluokka 1 on käyttäytymisen ja ominaisuuksien perusteella rakeinen. Materiaaliluokka 2 on ennen lujittumistaan rakeinen, mutta lujittumisen jälkeen sen ominaisuudet muuttuvat heikosti lujittuvilla materiaaleilla hieman ja voimakkaasti lujittuvilla materiaaleilla selkeämmin kohden kontinuumisti käyttäytyvää materiaalia. Luokkien 3 ja 5 materiaalit ovat kontinuumimateriaalia. Luokassa 4 materiaali voi olla rakeista (esim. rengasrouhe), lähestyä ominaisuuksiltaan kontinuumimateriaalia (esim. stabiloitu kantava kerros tai kuitutuhka). Luokan 5 materiaaleilla on tiivistetyssä rakenteessa alhainen vedenläpäisevyys ($k < 10^{-8}$ m/s) ja haitta-aineiden pidätyskapasiteettia.

Eri materiaaliluokissa mm. materiaalien raekoko, lujittumisominaisuudet, jäykkyys, vedenläpäisevyys yms. ovat erilaisia.

Taulukko 2. UUMA-materiaalien jaottelu materiaaliluokkiin materiaalien teknisten ominaisuuksien perusteella. a) Päälysrakenne- ja/tai pengermateriaaliksi ja b) tiivistysrakenteeseen soveltuva. Tässä selvitetyksessä on käsitelty värillisellä tekstillä merkityjä materiaaleja, **vaihe I** / **vaihe II**. Materiaalien soveltuvuus esim. tiivistysmateriaaliksi on tässä esitetty alustavasti ja materiaalien esittäminen tässä taulukossa ei automaattisesti tarkoita, että materiaali olisi ko. tarkoitukseen soveltuva (tarkistettava materiaali- ja rakennusosakohtaisesti).

a)

1. Rakeinen:	2. Rakeinen sitou- tuva	3. Massiivinen lujittunut, stabiloitu Täyteaine * + runkoaine	4. Joustava	
<ul style="list-style-type: none"> • Asfalttimurske • Betonimurske (III, IV) • Tiillimurske • Jätteenpolton pohjakuona • Pohjatuhka, • Pohjahiekka (leijupetihiekka petihiekka) • Kappalekuona, Masuuni(kuona)murske • Teräskuona • Ferrokromikuona • Valimohiekka • Sivukivi • Rikastushiekka • Rikastushiekka • Lasimurske 	<ul style="list-style-type: none"> • Asfalttimurske • Betonimurske (I, II) • Masuunihiekka 	<ul style="list-style-type: none"> • Lentotuhka (energiantuotanto) • Sementti aktivoitu lentotuhka • Tuhkaseokset • Granuloitu masuunikuona • Rikinpoiston lopputuote 	<ul style="list-style-type: none"> • Heikkolaatuiset kaivumaat (ylijäämämaa) • Kasatuhka (kos-tea) • Ruoppausmassat • Kuituliete *** • Siistausliete *** • Meesa • Olemassa olevat rakennekerrokset kerrosstabiloinnissa (= päälyyste + kantavan yläosa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuitutuhka ** • Rengasrouhe (kevenne) • Kuituliete *** • Siistausliete ***

b)

5. Tiivistysmateriaali
<ul style="list-style-type: none"> • Heikkolaatuiset kaivumaat (savi) • Stabiloitu savi • Kuituliete *** • Siistausliete *** • Soodasakka (viherlipeäsakka, sekoitettuna tuhkan tms. kanssa)

* Täyteaine = runkoaineen ja/tai seoksen ominaisuuksia jalostava "lisäaine", uusiomateriaali voi toimia myös sideaineena, esim. masuunihiekka (masuunihiekkastabilointi MHST, InfraRYL 2015)

** kuitulietteen / siistauslietteen ja lentotuhkan seos

*** kuitusavi on kuitulietteen ja siistauslietteen yhteisnimitys

Taulukossa 3 on arvioitu UUMA-materiaalien soveltuvuutta rakennusosiin taulukossa 3.1 esitettyjen materiaaliluokkien mukaan jaoteltuna ("+" = soveltunee, "-" = ei soveltune). Tässä esitetty soveltuvuusarviointi on tämän selvityksen laatijoiden alustava arviointi palvelemaan tätä selvitystä. Arviointi ei ole minkään rakennuttajaorganisaation ja/tai viranomaistahon hyväksymä. Materiaalien soveltuvuus eri rakennusosiin on aina arvioitava ja hyväksyttävä erikseen materiaali- ja rakennusosakohtaisesti materiaaleja tuotteistettaessa ja määritettäessä yhdessä asiantuntijoiden ja rakennuttajien kanssa missä rakennusosissa niitä voidaan käyttää.

Rakennusosat ovat taulukossa InfraRYL:n mukaisilla litteroilla litteranumeroiden mukaisessa järjestyksessä. Tämän tarkoituksena on helpottaa lukijaa etsimään tarvittaessa lisätietoja rakennusosan teknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista, vaikka tarkasteltavana oleva materiaali ei toistaiseksi täyttäisikään InfraRYL:issä esitettyjä vaatimuksia.

Ne taulukossa esitetyt rakennusosat, jotka eivät vielä ole InfraRYLissä, löytyvät Infra ohjekorteista. Taulukkoon on koottu InfraRYL:n mukaiset rakennusosat, joissa UUMA-materiaalien hyödyntäminen on katsottu alustavasti teknisesti mahdolliseksi. Kaikki käyttökohteet eivät ole nykyisin (tai koskaan) ympäristötekniisesti tai teknisesti kaikille ko. materiaaliluokkaan kuuluville materiaaleille mahdollisia kohteita. Käyttökohteita arvioitaessa ei ole myöskään arvioitu kohteiden taloudellista mielekkyyttä – osassa rakennusosista materiaalien tekniset vaatimukset ovat alhaiset, joten niissä materiaalin hinta on myös alhainen ja UUMA-materiaalin jalostaminen ko. rakennusosassa käytettäväksi ei ole välttämättä taloudellisesti mielekästä.

Kaikkia rakennusosia, joissa UUMA-materiaalit saattavat olla mahdollisia, ei löydy omana rakennusosana InfraRYL:stä. Useat tällaiset rakennusosat on kuitenkin mahdollista rakentaa InfraRYL:ssä olevien rakennusosien mukaisesti. Esimerkkejä tällaisista ovat esimerkiksi tulvapenger, meluvalli, ampumaradan taustavalli, yms., joiden rakentamisessa voidaan soveltaa osaa rakennusosan 18110 mukaisista materiaaleista.

InfraRYL:n litterat voivat sisältää hyvinkin laajasti erilaisia rakenteita, kuten esimerkiksi liikunta- ja virkistyspaikkojen rakenteisiin kuuluvat ulkoliikuntapaikat (litterat 45310 ja 45340). Ulkoliikuntapaikkoja, joissa UUMA-materiaalien käyttäminen voi tulla kyseeseen, ovat mm:

- Ulkokentät (mm. urheilukentät, pallokentät, pesäpallokentät, tenniskentät),
- Maastoliikuntapaikat (mm. laskettelurinteet, kuntopolut ja -radat, luontopolut ja retkeilyreitit)
- Erityisurheilualueet (mm. ampumaurheilupaikat, golfkentät)
- Eläinurheilualueet (hevosurheilupaikat, koiraurheilualueet)

Taulukossa 3 on lisäksi muutama rivi, jotka eivät edusta rakennusosia, vaan materiaaleja, joita voidaan hyödyntää erilaisissa rakennusosissa. Tällaisia rivejä ovat "Stabiloitu maa" ja "Paluuvirtausliete (sideaineen ja maan seos)". Rakennusmateriaalina hyödynnettävää stabiloitua savea voidaan tuottaa tarkoituksellisesti esim. pehmeästä ylijäämäsavesta tai stabiloitua savea voi muodostua "jätteenä" esim. stabiloinnilla pohjanvahvistetun alueen putkikaivantojen kaivumaisista. Suihkuinjektointin paluuvirtausliete on "jätettä", jota muodostuu suihkuinjektointia tehtäessä.

Taulukko 3. Infra-RYL:n rakennusosat sekä muita rakennusosia tai rakenteita, joissa UUMA-materiaalien hyödyntäminen on arvioitu alustavasti mahdolliseksi. Selvityksen 1. ja 2. vaiheessa käsitellyt rakennusosat on korostettu vihreällä. Valkosella pohjalla olevia rakennusosia ei tässä selvityksessä ole käsitelty. Materiaalien soveltuvuus esim. tiivistysmateriaaliksi on tässä esitetty alustavasti ja materiaalien esittäminen tässä taulukossa ei automaattisesti tarkoita, että materiaali olisi ko. tarkoitukseen soveltuva (tarkistettava materiaali- ja rakennusosakohtaisesti).

Infra-RYL littera	Rakennusosa	Materiaaliluokka				
		Rakeinen	Rakeinen sitoutuva	Lujittunut, stabiloitu	Joustava	Tiivistysmateriaali
12200	Eristerakenteet					
14130	Stabiloidut maarakenteet (pilaristab. 14131 ja massastab. 14132)			+		
1)	Stabiloitu maa			+		+
14142	Suihkuinjektoidut maarakenteet,			(+)		
2)	Suihkuinjektoinnin paluuvirtausliete (sideaineen ja maan seos)	+		+		+
14210	Roudaneristykset ³⁾	+	+	+	+	
14220	Lämmöneristykset ⁴⁾	+	+	+	+	
14233	Maatiivisterakenteet					(+) ⁹⁾
142512	Kaatopaikan pohjan rakennettu mineraalinen tiivistyskerros					
142515	Kaatopaikan pohjan kuivatuskerros	+				
142521	Kaatopaikan pohjan suodatinkerros	+	+		+	
14514	Kaatopaikan pohjan keinotekoisesti eristeen suojakerros	+			+	
14521	Kaatopaikan pintarakenteen, esipeitinkerros	+	+		+	
14522	Kaatopaikan pintarakenteen, kaasu-eristyskerros	+			+	
14523	Kaatopaikan pintarakenteen tiivistyskerros	(+) ¹⁰⁾	±		±	+
14525	Kaatopaikan pintarakenteen kuivatuskerros	+			+	
14526	Kaatopaikan pintarakenteen pintakerros	+			+	
14527	Kaatopaikan pintarakenteen kasvukerros	+				
18110	Maapenkereet (tie, katu, tms. pengert - "liikennekuormitettu" ⁵⁾)	+	+	+	+	
18110	Maapenkereet (liikuntapaikat, meluvallit, ... - "ei liikennekuormitettu" ⁶⁾)	+	+	+	+	
18140	Kevennytyt penkereet ⁷⁾				+	
18150	Vastapenkereet	+	+	+		
18330	Kaivantojen lopputäytöt (esim. kadulla - "liikennekuor." ⁵⁾)	+	+	+		
18330	Kaivantojen lopputäytöt (esim. puistossa - "ei liikennekuor." ⁶⁾)	+	+	+	+	
18360	Massanvaihtoon kuuluvat täytöt	+	+	+		
18370	Johtokaivantojen virtaussulut			(+)	(+)	+

Infra- RYL littera	Rakennusosa	Materiaaliluokka				
		Rakeinen	Rakeinen sitoutuva	Lujittunut, stabiloitu	Joustava	Tiivistys- materiaali
	("savirakenteinen")					
21110	Suodatinkerrokset	+	+			
21210	Jakavat kerrokset	+	+	+	+	
21220	Eristyskerrokset ratarakenteissa	+	+	+		
21300	Kantavat kerrokset	+	+	+		
21322	Stabiloidut kantavat kerrokset			+		
8)	purettu stabiloitu kerros	+		+		
23113	Kantavat kasvualustat	+				
Infra 66- 710136	Maavallikatsomot	+	+	+	+	

Taulukko 3, selitteet

1)	"stabiloitu maa" tarkoittaa rakennusmateriaalina käytettävää pehmeää maata (esim. savea), jonka jäykkyyttä on lisätty sekoittamalla siihen sideainetta, "stabiloidun maan" littera on sen käyttötarkoituksen mukainen, jossa materiaalia hyödynnetään rakennusmateriaalina – esim. 18110 Maapenkereet silloin, kun stabiloitua savea käytetään esim. meluvallin penkereessä hankekohtaisissa suunnitelmissa esitetyillä materiaalivaatimuksilla
2)	paluuvirtausliete hyödynnetään hankekohtaisissa suunnitelmissa esitetyillä materiaalivaatimuksilla hyödyntämiskohteen litteralla
3)	InfraRYL:ssä on 14211 Roudaneristys solumuovista, joka sisältää materiaalit EPS ja XPS. UUMA-materiaalien käyttäminen roudaneristeenä on tehtävä hankekohtaisissa suunnitelmissa esitetyillä materiaalivaatimuksilla
4)	InfraRYL:ssä on 14220 Lämmöneristykset, joka sisältää vain materiaalit EPS, XPS ja kevytsora), UUMA-materiaalien käyttäminen lämmöneristeenä on tehtävä hankekohtaisissa suunnitelmissa esitetyillä materiaalivaatimuksilla
5)	rakennusosan UUMA-materiaalin kokoonpuristumisesta ei saa aiheutua sallittujen painumien ylityksiä tai sallittuja poikkeamia ylittäviä epätasaisuuksia (kriteerit esim. InfraRYL 2006 toimivuusvaatimuksissa)
6)	rakennusosan UUMA-materiaali saa kokoonpuristua hallitusti, mutta kokoonpuristuma ei saa olla haitallisen epätasaista (kriteerit hankekohtaisessa suunnitelmassa)
7)	InfraRYL:ssä on 18140 Kevennetyt penkereet, joka sisältää materiaalit kevytsora, kevytsorabetoni, EPS, XPS, renkaat, rengasrouhe, vaahtolasimurske. Muiden UUMA-materiaalien käyttäminen lämmöneristeenä on tehtävä hankekohtaisissa suunnitelmissa esitetyillä materiaalivaatimuksilla
8)	rakeinen materiaali, jota muodostuu vanhaa stabiloitua päällysrakennetta purettaessa, materiaali hyödynnetään hankekohtaisissa suunnitelmissa esitetyillä materiaalivaatimuksilla sellaisenaan, seulottuna (tai muutoin) käsiteltynä tai uudelleen stabiloituna hyödyntämiskohteen litteralla
9)	Ei sovellu käytettäväksi pohjavesialueella
10)	Maabentoniitin runkoaineena

4. SELVITYKSEN RAKENNE

Standardeihin ja testimenetelmiin liittyvät tiedot on koottu taulukossa 4 esitetyn periaatteen mukaisesti Excel-taulukoihin siten, että taulukon yhdellä lehdellä käsitellään aina yksi rakennusosa (liitteet 3-20).

Rakennusosakohtaisesti taulukoihin on koottu rakennekerroksessa mahdollisesti kyseeseen tulevat materiaalit ja materiaalien ominaisuudet. Kullekin ominaisuudelle esitetään materiaalin ensimmäisessä sarakkeessa materiaalille kirjallisuudesta mahdollisesti löydetyt vaatimukset ja toisessa sarakkeessa viittaus standardiin tai muuhun lähteeseen, jossa ominaisuuden testausmenetelmä on selostettu.

Niiltä osin kuin lähdekirjallisuudessa on viitattu kumottuihin testausstandardeihin tai muuten vanhentuneeseen kirjallisuuteen testimenetelmien osalta, on taulukossa ko. viite korjattu voimassa olevaa standardia tai nykyisin käytössä olevaa kirjallisuutta koskevaksi. Yhteenveto kaikista eri rakennusosilla tarkastelluista ominaisuuksista on esitetty liitteessä 21.

Tämä selvitys sisältää myös rakennusosia, joissa käytettävien materiaalien on täytettävä sanallisesti määriteltyjä "toiminnallisia" vaatimuksia, joille ei ole vielä olemassa tarkkoja yksiselitteisiä mitattavia vaatimuksia eikä siten myöskään standardeja tai yhteisesti sovittuja koemenetelmiä, joilla ko. ominaisuuksia voisi tutkia (esim. aukikaivettavuus, vaikutus muihin materiaaleihin, reagointi yhdessä muiden materiaalien kanssa, yms.). Arvioinnissa käytettävät testausmenetelmät valitaan materiaali- ja rakennekohtaisesti.

Liitetaulukoidessa on esitetty joitakin uusiomateriaaleja, joiden tekninen kelpoisuus tarkasteltavana olevaan rakennusosaan on kyseenalainen (esim. tiilimurske kantavassa kerroksessa). Se, että ko. materiaali on liitetaulukossa esitetty, ei tarkoita että materiaali olisi kyseiseen rakennusosaan teknisesti kelvollinen. Periaatteessa on kuitenkin esimerkiksi mahdollista, että jossakin hankekohtaisesti määriteltävässä rakenteessa kantavan kerroksen vaatimukset ovat sellaiset, että luja tiilimurske voisi siihen soveltua. Tästä johtuen soveltuvuus rakennusosaan on selvitettävä ja varmistettava materiaali-kohtaisesti. Taulukkoon 7 on koottu tekijöiden mielestä realistiset rakennusosa/materiaali -yhdistelmät.

Taulukoissa on keskitytty vain materiaaliominaisuuksiin. Muilta osin rakentamisessa on noudatettava InfraRyl:iä tai suunnitelma-asiakirjoja.

Taulukko 4. Esimerkki standardien ja testimenetelmien koontilomakkeesta (rakennusosa kantava kerros – sitomaton). Lähdeviitteet on esitetty yliviitteinä: isoilla kirjaimilla esitetyt viitteet ovat standardeja (punaisella ympyrällä korostettu), ja pienillä kirjaimilla on esitetty muut viitteet (sinisellä ympyrällä korostettu).









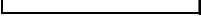
	Ominaisuus	Luonnonkiviaines		Betonimurske	
		Vaatus	Testausmenetelmä	Vaatus	Testausmenetelmä
	Tuhkan käyttöluokka				
	Betonimurskeen luokka			BeM I, BeM II ^{h)}	SFS 5884 ^{A)}
Geometriset ominaisuudet	Raekoko			0-45mm ^{A)}	SFS 5884 ^{A)}
	Rakeisuusvaatimukset	CE-merkinnässä G _A 85 ^{B)} tai G _A ^{D)}	InfraRYL G ₀	SFS-EN 933-1 ^{C)}	Rakeisuuden ohjealue, esitetty standardissa SFS 5884 liitteessä C ^{A)} Vastaa luokkaa InfraRYL G ₀ ^{D)}
	Hienoainespitoisuus	KaM luokka f ₇ tai parempi ^{B)} SrM luokka f ₉ tai parempi ^{B)}		SFS-EN 933-1 ^{C)}	f ₇ ^{B)A)}
	Liiteysluku	Fl ₅₀ tai parempi ^{B)}		SFS-EN 933-3 ^{C)}	Fl ₅₀ tai parempi ^{B)}
	Muotoarvo			SFS-EN 933-4 ^{C)}	
	Murtopintaiset rakeet	Soramurske: luokka C _{50/10} ^{B)}		SFS-EN 933-5 ^{C)}	
	Valumiskerroin				
	Hiekkaekvivalenttiarvo	Ehdot esitetty standardissa SFS-EN 13242 + A1:2008 Liite A		SFS-EN 933-8 ^{C)1)}	
	Metyleenisinitesti	Ehdot esitetty standardissa SFS-EN 13242 + A1:2008 Liite A		SFS-EN 933-9 ^{C)1)}	
	Karkeiden uusiokiviainesten osa-aineden pitoisuudet				BEM I: Ei tiiltä, muita materiaaleja korkeintaan 0,5 m-% ^{A)} BEM II: Tiiltä maksimissaan 10 m-%, muita materiaaleja korkeintaan 1% ^{A)} Kevyttä orgaanista materiaalia ei saa olla haittaavasti kummassakaan laatuluokassa. ^{A)}







Taulukkoon kootut vaatimukset ja testimenetelmät on luokiteltu taulukossa 5 esitetyn värikoodin avulla. Värikoodi kuvaa tämän selvityksen työryhmän käsitystä kunkin ominaisuuden ja testimenetelmän tilanteesta. Värikoodit helpottavat eri UUMA-materiaaleja koskevien standardien ja testimenetelmien tilanteen/valmiuden hahmottamista sekä mahdollisen lisäselvitystarpeen arvioimista ja kohdentamista.

Taulukkojen alle on koottu vaatimuksiin ja testimenetelmiin kohdistuvia täsmennyksiä, huomautuksia, yms. taulukossa 6 esitetyn esimerkin mukaisesti. Näihin viitataan taulukossa numeroiduilla yliviitteillä. Lisäksi taulukkojen alla on selitetty taulukossa käytetyt termit ja lyhenteet.

Lähdeviitteet on myös esitetty yliviitteinä siten, että isoilla kirjaimilla esitetyt viitteet ovat standardeja ja pienillä kirjaimilla esitetään muut kuin standardiviitteet. Lähdeviitteet on listattu erillisessä liitteessä 1. Samoin taulukoissa lueteltavat testausstandardit on listattu erillisessä liitteessä 2.

Taulukko 5. Standardeihin ja testimenetelmiin liittyvien tietojen luokittelu värikoodien avulla.

Vaatimuksen tilanne	
Vaatus sama kuin luonnonkiviainekselle tai muulle primäärimateriaalille	
Vaatimuksen tasoa on syytä harkita	
Vaatus eri kuin luonnonkiviainekselle tai muulle primäärimateriaalille	
Suositus, perustuu ulkomaiseen lähteeseen	
Vaatus puuttuu, mutta olisi tarpeen	
Vaatus oleellinen vain uusiomateriaalille	
Suositus / vaadittaessa	
Vaatus perustuu InfraRYL:in toimivuusvaatimukseen/teknisiin vaatimukseen	
Ei vaatimusta	

Tutkimusmenetelmän tilanne	
	Testimenetelmä sama kuin luonnonkiviainekselle tai muulle primäärimateriaalille
	Testimenetelmä soveltuu, mutta myös muita vaihtoehtoja on harkittava
	Testimenetelmä eri kuin luonnonkiviainekselle tai muulle primäärimateriaalille
	Testimenetelmä käytössä muualla kuin Suomessa
	Testimenetelmää ei ole, mutta tulisi kehittää
	Ominaisuuden testaus ei käyttökohteen kannalta oleellinen

Taulukko 6. Esimerkki rakennusosakohtaisen taulukon alaosaan kootuista vaatimuksiin ja testimenetelmiin kohdistuvista täsmennyksistä, huomautuksista, yms.

- 1) Kiviaineksen hienoaineksen haitallisuus tulee arvioida, kun hienoainespitoisuus ylittää 3%.
- 2) Rapautumiskestävyyden arviointi tehdään petrografisen kuvauksen ja vedenimukyvyn avulla.
- 3) Kokonaisrikki määritetään, jos petrografisen kuvauksen perusteella esiintyy sulfidimineraaleja.
- 4) Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää IC-testeriä, työpaine 4,0 bar ja kierrosluku 160.

5. RAKENNUSOSAKOHTAISIA HUOMIOITA

Stabiloitu maa / maarakenne

Stabiloidun maarakenteen tiedot on esitetty liitteessä 3 ja stabiloidun maan liitteessä 4.

InfraRYL:ssä rakennusosa "Stabiloitu maarakenne" tarkoittaa lähinnä koheesiomaalle tehtävää in situ –syvästabilointia (pilari- tai massastabilointi), jossa stabiloitu maa toimii pohjanvahvistuksena. Stabiloitu pohjanvahvistus on UUMA-rakenne silloin, kun pilari- tai massastabiloinnin sideaineena on käytetty esim. lentotuhkaa tms. sivutuotetta/jättemateriaalia. Ylijäämämaa, joka on stabiloitu kaupallisella sideaineella "stabiloiduksi maaksi" käytettäväksi korvaamaan primääristä materiaalia, on UUMA-materiaali.

In situ tai ex situ –stabiloitu maa voi toimia jonkin muun rakennusosan rakennusmateriaalina esim. täytössä, jakavan kerroksen alaosassa tai tiivistyskerroksessa. Tällöin ko. rakennusmateriaalia kutsutaan "stabiloiduksi maaksi" erotukseksi pohjanvahvistuksena toimivasta "stabiloidusta maarakenteesta".

Stabiloitu maarakenne / stabiloitu maa –jakoon on tässä selvityksessä päädytty siksi, että esimerkiksi "stabiloitua maata" koskevia standardeja on melko paljon, mutta niissä esitetyt vaatimukset eivät tyypillisesti sovellu käytettäväksi koheesiomaalle tai stabiloidulle maarakenteelle.

"Stabiloitua maata" toisen rakennusosan rakennusmateriaaliksi voidaan valmistaa esimerkiksi:

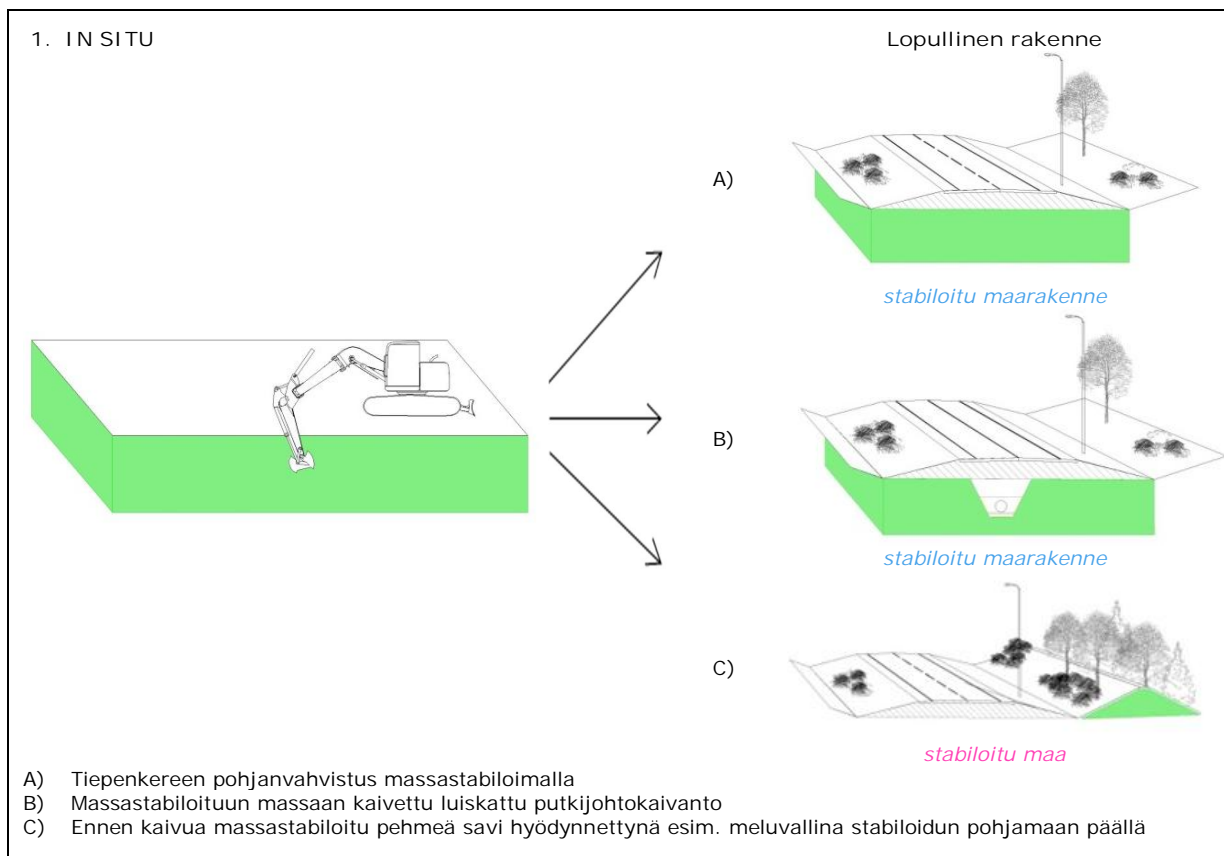
- massa- tai pilaristabiloimalla in situ
- massastabiloimalla stabilointialtaissa ex situ tai
- prosessistabiloimalla siirrettävässä laitoksessa ex situ.

Nyt kootuissa taulukoissa Excel-taulukon välilehdillä "Stabiloitu maarakenne" ja "Stabiloitu maa" esitetään sideaineisiin ja stabiloinnin toteutukseen liittyviä vaatimuksia ja testimenetelmiä. Muissa rakennusosissa rakennusmateriaalina käytettävän "stabiloidun maan" vaatimukset ja testimenetelmät esitellään rakennettavan rakennusosan sivulla kuten esim. "jakava kerros", "kantava kerros".

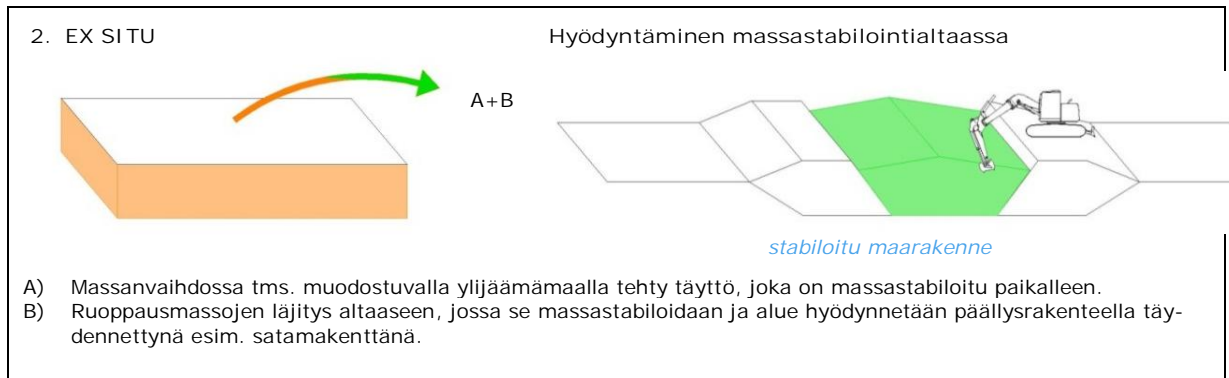
Kuvissa 1-3 on esitetty esimerkkejä tapauksista, joissa stabiloitu koheesiomaa (ja turve) on stabiloitu maarakenne, joka toimii pohjavahvistuksena tai stabiloitu koheesiomaa on "stabiloitu maa", joka toimii toisen rakennusosan rakennusmateriaalina.

"Stabiloidun maan" ja "stabiloidun maarakenteen" osalta vaihtoehtoisille materiaaleille löydettyjä vaatimuksia on verrattu sementillä tehdyille stabiloinnille esitettyyn vaatimukseen vastaavasti kuin esim. sitomattomassa kantavassa kerroksessa materiaaleja on verrattu luonnonkiviainekseen. Lisäksi taulukoissa on vertailun vuoksi esitetty myös sideaineena toimivalle kalkille esitetyt vaatimukset.

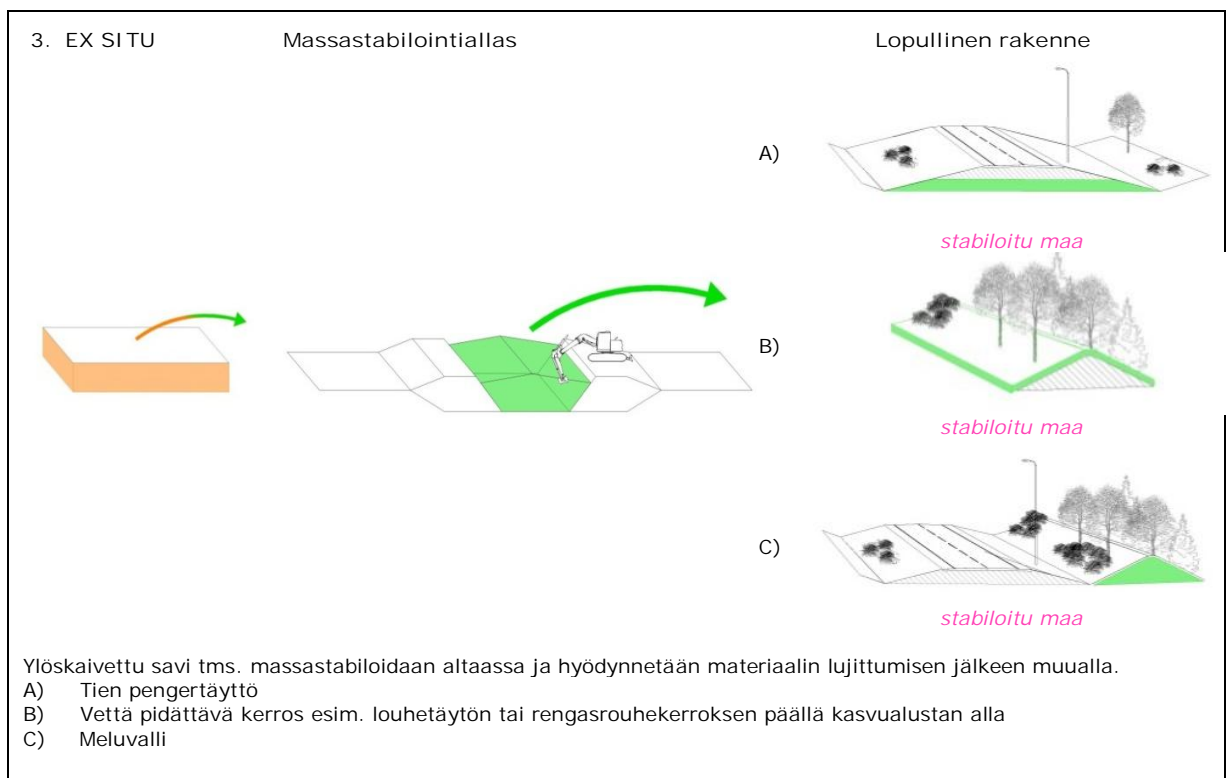
Taulukoissa on esitetty erikseen vaatimukset sideaineelle, vaatimukset stabiloidun seoksen laboriotutkimuksille ja vaatimukset stabiloidun maan ja stabiloidun maarakenteen laadunvalvonnalle. Taulukossa on myös esitetty erilliset vaatimukset UUMA-materiaalille sen mukaan, toimiiko se sideaineena, lisäaineena vai runkoaineena.



Kuva 1. In situ massastabilointi pohjavahvistuksena (= stabiloitu maarakenne) ja maarakennusmateriaalina (= stabiloitu maa). (Ramboll 2014)



Kuva 2. Ex-situ stabilointi, jossa stabiloitu massa hyödynnetään stabilointialtaassa täyttömateriaalina ja tulevien rakenteiden pohjarakenteena (= stabiloitu maarakenne). (Ramboll 2014)



Kuva 3. Ex-situ stabilointi, jossa stabilointialtaassa stabiloitu massa hyödynnetään muualla (= stabiloitu maa). (Ramboll 2014)

Kaatopaikkarakenteet

Kaatopaikkarakenteiden tiedot on esitetty liitteissä 5-14

Kaatopaikkarakenteissa hyötykäytettävistä materiaaleista määritetään kaatopaikkakelpoisuus. Kaatopaikkakelpoisuudelle esitettävät raja-arvot riippuvat kaatopaikkaluokasta tai rakenneosasta. Kaatopaikkarakentamisessa rakenneosille ja materiaaleille asetettavat vaatimukset määräytyvät osin suoraan lainsäädännöstä ja ympäristölupehdoista ja osin valitaan tapauskohtaisesti riskinarvioinnin ja asetettujen tavoitteiden perusteella.

Kaatopaikkarakenteiden osalta on tapauskohtaisesti arvioitava uusiomateriaalin vaikutusta kaatopaikkaprosesseihin sekä kaatopaikkaveden ja kaatopaikkakaasun muodostumiseen ja laatuun. Esimerkiksi kaatopaikkavesien käsittelyprosessi voi rajoittaa suotoveden laatuun vaikuttavien uusiomateriaalien käyttöä tai materiaalista liukeneva DOC voi kiihdyttää metallien liukenemistä. Pintarakenteessa on tarkasteltava materiaalien vaikutusta pintavalunta- ja kuivatusvesien laa-

tuun sekä käsittelytarpeeseen. Uusiomateriaalit voivat vaikuttaa myös rakenteissa käytettävien muiden materiaalien ja rakenteiden toimintaan ja pitkäaikaiskestävyyteen. Esimerkiksi betonimurskeesta ja tuhkasta liukeneva kalsium ja magnesium heikentävät tiivistyskerroksissa käytettävän bentoniitin paisumiskykyä sekä aiheuttavat saostumia kuivatusrakenteisiin. Myös geosyn-teettisten materiaalien kestävyys voi heikentyä poikkeavien kemiallisten olosuhteiden takia.

Selvityksessä ei ole käsitelty seosmateriaaleja, mutta tiivistyskerroksen osalta on tarkasteltu materiaalin käyttöä maabentoniittiseoksen runkoaineena ja kasvukerroksen osalta tuotu esiin lentotuhkan ja kuitusaven käyttöpotentiaalia seosaineena.

Tämän selvityksen liitetaulukoissa on esitetty standardeja myös sellaisille materiaali + rakennus-osa -yhdistelmille, joihin ko. materiaali ei välttämättä sovellu. Taulukkoon 7 on koottu tämän selvityksen tekijöiden alustava arvio siitä mihin rakennusosiin tässä selvityksessä käsitellyt materiaalit saattavat olla soveliaita. Tämä arvio on alustava ja materiaalien soveltuvuus on tarkistettava.

Maapenger (liikennekuormitettu)

Liikennekuormitetun maapenkereen tiedot on esitetty liitteessä 15.

Liikennekuormitettuun maapenkereeseen kohdistuu mekaanisia rasituksia, jotka voivat muodostua joidenkin UUMA-materiaalien kannalta käyttöä rajoittavaksi tekijöiksi. Maapenkereeseen kohdistuvat mekaaniset rajoitukset ovat kuitenkin pienempiä kuin ylemmissä kerroksissa, minkä takia vaatimuksen taso pitäisi harkita tarkkaan. Lisäksi on muistettava, että esimerkiksi alempi-luokkaisilla teillä tai kevyenliikenteen väylillä rakenteeseen kohdistuvat mekaaniset rasitukset ovat pienempiä kuin pääväylillä.

Maapenger (ei liikennekuormitettu)

Liikennekuormittamattoman maapenkereen osalta käsiteltiin meluvallit. Meluvallin tiedot on esitetty liitteessä 16. Liikennekuormittamattoman maapenkereen osalta tutkittavat ominaisuudet painottuvat materiaalin käyttäytymiseen ja pitkäaikaiskäilyvyyteen.

InfraRyl:in litteroista käsittelemättä jäivät louhepenkereet, kevennetyt penkereet, vastapenkeereet ja esikuormitusrakenteet. Niihin voidaan soveltaa maapenkereiden osalta esitettyjä vaatimuksia, mikäli materiaali täyttää muuten ko. kohdan vaatimukset.

Suodatinkerros

Suodatinkerroksen tiedot on esitetty liitteessä 17.

Suodatinkerroksessa käytettävälle luonnonkiviainekselle asetetut tekniset vaatimukset koskevat maksimiraekokoa ja rakeisuutta, kiviaineksen puhtautta sekä routimattomuutta. UUMA-materiaaleilta vaadittavia ominaisuuksia on teknisten vaatimusten lisäksi mietitty erityisesti toiminnallisten vaatimusten kautta.

Jakava kerros

Jakavan kerroksen tiedot on esitetty liitteessä 18.

Jakavassa kerroksessa käytettävä materiaali altistuu mekaaniselle rasitukselle. Joidenkin UUMA-materiaalien mekaanisen rasituksen kestävyys on todennäköisesti määräävä ominaisuus ajatellen materiaalin hyötykäyttöä. Tämän takia UUMA-materiaaleilta on ehdotettu vaadittavaksi lujuuden testausta (LA-luku). Raja-arvon asettaminen tulee olemaan haastavaa, koska referenssitietoa luonnonkiviaineksesta ja sen käyttäytymisestä jakavassa kerroksessa ei toistaiseksi ole saatavilla.

Kantava kerros (sitomaton)

Sitomattoman kerroksen tiedot on esitetty liitteessä 19.

Sitomattoman kantavan kerroksen osalta vaihtoehtoisille materiaaleille löydettyjä vaatimuksia on verrattu luonnonkiviainekselle esitettyihin vaatimuksiin. Vertailussa on otettu huomioon luonnonkiviainekselle asetetun kriteerin ja testausmenetelmän soveltuvuus uusiomateriaalille. Lisäksi on mietitty, edellyttääkö vaihtoehtoisen materiaalin käyttö jotain testejä, jotka eivät luonnonkiviainekselle ole tarpeellisia.

Kantava kerros (sidottu)

Sidotun kantavan kerroksen tiedot on esitetty liitteessä 20.

Sidotussa kantavassa kerroksessa on erityisesti käsitelty stabiloitavalta massalta vaadittuja ominaisuuksia. Kuitenkin luonnonkiviaineksen kohdalla on esitetty myös runkoaineelle esitettyjä vaatimuksia, koska on haluttu tuoda esille sitomattomaan ja sidottuun kerrokseen käytettävien kiviainesten eroja. Standardissa SFS-EN 14227-3 käsitellään tierakenteissa ja muilla liikennöidyillä alueilla käytettäviä hydraulisesti sidottuja lentotuhkaseoksia. Standardissa ei ole määritelty, mihin rakenneosaan materiaalia käytetään, mutta koska Suomessa ei tunneta kuin hydraulisesti sidottu kantava kerros, on standardin vaatimukset esitetty "Kantava kerros – sidottu" -välilehdellä. Seoksissa käytettävän lentotuhkan ja muiden sideaineiden vaatimukset on esitetty standardissa SFS-EN 14227-4. Liitteen 20 taulukossa on esitetty lentotuhkaseosten sideainekäytön vaatimukset.

Taulukko 7. Infra-RYL:n rakennusosat sekä muita rakennusosia, joissa tässä selvityksessä käsiteltyjen materiaalien hyödyntäminen on arvioitu alustavasti teknisesti mahdolliseksi. Liitetaulukoissa on esitetty ko. rakennusosien kohdalla myös muille materiaaleille standardeja, mutta se ei tarkoita sitä, että ko. materiaali olisi välttämättä sovelias käytettäväksi ko. rakennusosassa.

InfraRYL littera	Rakennusosa	
14130	Stabiloidut maarakenteet (pilaristab. 14131 ja massastab. 14132)	Ylijäämämaat, Lentotuhka, Rikinpoiston lopputuote, Pohjatuhka, Kuitusavi, Meesa
1)	Stabiloitu maa	Lentotuhka, Rikinpoiston lopputuote, Pohjatuhka, Ylijäämämaa, Kuitusavi, Meesa
142512	Kaatopaikan pohjan rakennettu mineraalinen tiivistyskerros	Hienorakeiset ylijäämämaat, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi
142515	Kuivatuskerros (kaatopaikan pohja)	Karkearakeiset ylijäämämaat, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi, Metsäteollisuuden prosessijätteet
142521	Suodatinkerros (kaatopaikan pohja)	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Metsäteollisuuden prosessijätteet
14514	Keinotekoisien eristeen suoja-kerros (kaatopaikan pohja)	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi, Metsäteollisuuden prosessijätteet
14521	Esipeittokerros (kaatopaikan pintarak.)	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Metsäteollisuuden prosessijätteet
14522	Kaasunkeräyskerros (kaatopaikan pintarak.)	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Metsäteollisuuden prosessijätteet
14523	Pintarakenteen tiivistyskerros (kaatopaikan pintarak.)	Hienorakeiset ylijäämämaat, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi
14525	Kaatopaikan pintarakenteen kuivatuskerros	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Metsäteollisuuden prosessijätteet
14526	Kaatopaikan pintarakenteen pintakerros	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Metsäteollisuuden prosessijätteet
14527	Kaatopaikan pintarakenteen kasvukerros	Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi, Metsäteollisuuden prosessijätteet
18110	Maapenkereet (tie, katu, tms. pengeri - "liikennekuormitettu" ⁵⁾)	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi, Metsäteollisuuden prosessijätteet
18110	Maapenkereet (liikuntapaikat, meluvallit, ... - "ei liikennekuormitettu" ⁶⁾)	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi, Metsäteollisuuden prosessijätteet
18150	Vastapenkereet	Betonimurske, Asfalttirouhe, Ylijäämämaat, Pohjatuhka, Tiilimurske, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi
21110	Suodatinkerrokset	Betonimurske, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Metsäteollisuuden prosessijätteet
21210	Jakavat kerrokset	Betonimurske, Asfalttimurske, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona, Kuitusavi, Metsäteollisuuden prosessijätteet
21300	Kantavat kerrokset	Betonimurske, Asfalttimurske, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona
21322	Stabiloidut kantavat kerrokset	Betonimurske, Asfalttimurske, Ylijäämämaat, Lentotuhka, Pohjatuhka, Tiilimurske, Leijupetihiekka, Valimohiekka, Jätteenpolton pohjakuona

6. MUUT OMINAISUUDET

Liitteiden 3-20 taulukoita laadittaessa kirjattiin ylös myös UUMA-materiaalien muita ominaisuuksia niiltä osin kuin läpikäydyssä aineistossa niitä esiintyi. Nämä taulukot on esitetty liitteessä 22.

Aineistossa ilmoitettujen mitoitusparametrien luotettavuutta ei ole arvioitu tai analysoitu tässä selvityksessä. UUMA-materiaalien mitoitusparametreja käsittelevä esiselvitys on työn alla (2016).

Lisäksi on olemassa tilaajien (esim. HSY) esittämiä vaatimuksia, joilla ei ole merkitystä CE-merkinnän tai rakennusosan toiminnallisuuden kannalta, mutta jotka on otettava huomioon käytettäessä materiaalia esim. katurakenteissa. Tällaisia vaatimuksia voivat olla esimerkiksi:

- kaivettavuus sulana ja jäätyneenä
- läpäisy ponteilla
- metallinilmaisimien ja kaapelinhakulaitteiden toimivuus
- korroosio (vaikutus muihin rakenteisiin)
- työturvallisuus
- uudelleen käyttö ja kierrätettävyys
- käytöstä poistaminen

Myös näitä tietoja on lisätty taulukkoon silloin, kun niitä aineistoa läpikäydyssä on tullut vastaan.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUSSUOSITUKSET

Selvityksessä löydettiin useita uusiomateriaalien testaamisen ja luokitteluun soveltuvia standardeja. Selvityksessä havaittiin sekä yleisemmän tason että yksittäisten uusiomateriaalien vaatimusten kehittämiseen liittyviä jatkotutkimussuosituksia. Taulukossa 8 on esitetty yleisemmällä tasolla kehittämistä vaativat asiat sekä liitteiden 3-20 taulukoissa toistuvat kansallista päätöstä vaativat asiat.

Taulukossa 8 uusiomateriaalien kannalta kriittisimmät perusominaisuudet ovat rakeisuus, karkeiden uusiokiviainesten luokittelu ja hehkutushäviö. On mietittävä, onko uusiomateriaalilta lähtökohtaisesti järkevää vaatia samaa rakeisuutta kuin luonnonkiviainekselta ja miten vaatimukseen vaikuttaa rakeisuuden muuttuminen (murskaantuminen). Uusiomateriaalin testausmenetelmäksi soveltuu useimmiten SFS-EN 933-1, mutta uusiomateriaalit saattavat reagoida veden kanssa, joten pesuseulonta ei sovellu. Lentotuhkan ominaisuuksiin saattaa vaikuttaa ratkaisevasti hienoaineksen (< 0,063 mm) rakeisuus, joten hienoaineksen rakeisuuden selvittäminen voi olla tarpeen. Areometrikoe soveltuu lentotuhkalle huonosti, joten menetelmäksi voi soveltua röntgensedimentaatio käyttäen jotain muuta ajoliuosta kuin vettä.

Taulukossa 8 lujuutta käsittelevä osio perustuu standardiin SFS-EN 14227-3. Standardin mukaan lujuudentestaus laboratorioissa voidaan tehdä joko puristuslujuutena tai vetolujuutena. Standardin puitteissa vetolujuuden määrittäminen voidaan tehdä kolmella eri tavalla. Tällä hetkellä kaikkia käytettäviä testausmenetelmiä ei ole standardisoitu, dokumentoitu tai standardisoituja menetelmiä ei ole käytetty, jonka takia tulokset eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Nyt olisikin tärkeää valita kansallisesti uusiomateriaalien luokitteluun käytettävien koekappaleiden valmistus- ja testaustapa, sillä mm. koekappaleiden alkuvesipitoisuus, tilavuuspaino, koko, muoto ja ikä vaikuttavat testin tulokseen. Valinnassa on otettava huomioon stabiloidun maan tai maarakenteen testauksessa käytettävät mahdollisesti erilaiset menetelmät ja valittava testausmenetelmät mahdollisuuksien mukaan vertailukelpoisiksi.

Liikennevirasto on käynnistänyt pehmeiden maa-ainesten stabiloitavuuskokeiden kansallisen laboratoriotutkimusohjeen laatimisen. Tavoitteena on, että ohje valmistuisi vuoden 2016 aikana. Ohje on tarkoitus toteuttaa vastaavalla periaatteella kuin on toteutettu Ruotsissa käytössä oleva kansallinen ohje.

Taulukossa 8 pitkäaikaiskestävyyttä käsittelevässä osiossa on vielä paljon pohdittavaa. Todennäköistä on, että luonnonkiviainekselle tarkoitettu testi ei sovellu suoraan useimmille uusiomateriaaleille. Lisäksi erityisesti routivuuden ja jäädytys-sulatuskestävyyden kriteerejä on kehitettävä.

Taulukko 8. Selvityksessä löydettyä välitöntä päätöstä vaativat asiat.

	Tutkittava ominaisuus	Kriteeri	Testimenetelmä	Huom.
Perusominaisuudet	Rakeisuus	Valitaan käyttökohteen perusteella.	SFS-EN 933-1, SFS-EN 933-10 / röntgen sedimentaatio	veden kanssa reagoiville ei aina soveltu pe-suseulonta taikka areometrikoe, mm. asfalttimurskeille kuiva-seulonta soveltuu paremmin
	Karkeiden uusio-kiviainesten luokittelu	Valitaan käyttökohteen perusteella.	SFS-EN 933-11	Soveltuu vain karkeille uusiokiviaineksille.
	Hehkutus-häviö	Valitaan käyttökohteen perusteella.	SFS-EN 1744-1, kohta 17	Testattava erityisesti tuhkilta.
Lujuus*	Puristuslujuus	Valitaan käyttökohteen perusteella.	SFS-EN 13286-41	Menetelmäksi valitaan jokin seuraavista: SFS-EN 13286-50; -51; -52; -53
	Direct tensile testing (R_t , E)	Valitaan käyttökohteen perusteella.	R_t : SFS-EN 13286-40 E: SFS-EN 13286-43	SFS-EN 13286-52
	Indirect tensile testing (R_t , E)	Valitaan käyttökohteen perusteella.	R_t ($R_t = 0,8R_{it}$): SFS-EN 13286-42 E ($E = E_{it}$): SFS-EN 13286-43	Menetelmäksi valitaan jokin seuraavista: SFS-EN 13286-50; -51; -52; -53
	Indirect tensile and compression testing (R_t , E)	Valitaan käyttökohteen perusteella.	R_t ($R_t = 0,8R_{it}$): SFS-EN 13286-42 E ($E = E_c$): SFS-EN 13286-43	Menetelmäksi valitaan jokin seuraavista: SFS-EN 13286-50; -51; -52; -53
Pitkäaikaiskestävyys	Rapautumisherkkyys (materiaalin ominaisuus)	Valitaan käyttökohteen perusteella.	Mietittävä soveltuuko luonnonkiviainekselle tarkoitettu menetelmä UUMA-materiaaleille.	
	Routivuus (materiaalin ominaisuus)	Valitaan käyttökohteen perusteella.	Menetelmää ei ole standardisoitu, käytössä on eri menetelmiä. Kuvaisiko jokin ominaisuus (esim. rakeisuus tai lujuus) routivuutta?	Koekappaleiden valmistustavat vaihtelevat laboratorioittain. Missä olosuhteissa lujittuvia kap-paleita säilytetään ja minkä ikäisinä ne testataan?
	Jäädytys-sulatus-kestävyys (koekappaleen ominaisuus)	Valitaan käyttökohteen perusteella.	Sopiiko PANK-4305 käytettäväksi UUMA-materiaaleille?	Koekappaleen koko, muoto, määrä ja tiiviys menetelmän PANK-4305 mukaisesti.
	vedenkestävyys (eng. strength after immersion, koekappaleen ominaisuus)	Valitaan käyttökohteen perusteella.	Testaako samaa ominaisuutta kuin lentotuhkan luokittelussa käytetty yksiaksiaalisen puristuslujuuden muutos jäädytys-sulatuskokeen jälkeen?	Valittava koekappaleiden valmistustapa, testausikä ja aika, jonka kap-paleet ovat vedessä ennen puristusta.

* Valitaan joko puristuslujuus tai vetolujuus (määritetään R_t , E yhdistelmästä). Soveltuva menetelmä riippuu tutkittavasta materiaalista (vrt. Betonin lujuutena käytetään puristuslujuutta ja asfaltin lujuusominaisuuksia kuvataan tarvittaessa halkaisuvetolujuudella). Lisäksi on valittava vetolujuuden määrittäytapa.

Alla on esitetty rakennekohteittain selvityksen perusteella tehtyjä yksityiskohtaisempia havaintoja.

Suoraan tien rakennekerrokseen kohdennettavia huomioita

- Asfalttimurskeen käytölle sitomattomana esimerkiksi kantavassa kerroksessa tulisi laatia laatuvaatimuskriteerit.
- Kantavassa kerroksessa käytettävän betonimurskeen mekaanisen kestävyuden raja-arvot ja sopivat testausmenetelmät tulisi selvittää.
- Tuhkille ja stabiloiduille tuhkille on Tuhkarakentamishojeessa ehdotettu laatu luokitus. Ehdotetun laatu luokituksen mukaan kantavassa kerroksessa voi käyttää luokan L1 lentotuhkaa, jakavassa kerroksessa laatu luokkien L1 ja L2 lentotuhkaa ja suodatinkerroksessa laatu luokkien L2 ja L3 lentotuhkaa. Luokitusperusteena on routimattomuus, puristuslujuus ja muutos puristuslujuudessa jäädytyskulatuskokeen jälkeen. Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi nähtiin tarpeelliseksi pohtia myös raekokojakauman määrittämistä, mekaanisten ominaisuuksien tutkimista soveltuvin osin, vedenimeytymiskorkeuden määrittämistä ja kokonaisrikin määrää.
- Liitteissä 3-20 esiintyy paljon standardeissa esitettyjä luokkia. Suomessa kansallisesti käytettävien luokkien arvot on valittava käyttökohteen perusteella.

Tutkimusta UUMA-materiaalien hyödyntämiseksi tien rakennusmateriaalina

- Tiilimurskeen käytöstä tien rakennekerroksessa (liikennöity) ei löytynyt tietoa. Tiilimurskeen käyttö onkin vakiintuneempaa viher- ja liikunta-alueilla. Kuitenkin taulukossa on pohdittu myös tiilimurskeesta tutkittavia ominaisuuksia, jos käyttöä suunnitellaan tienrakennekerroksessa. Eryitystä huomiota on kiinnitettävä tiilimurskeen murskautuvuuteen, hienontumiseen ja vedenimeytymiseen sekä kykyyn nostaa vettä kapillaarisesti.
- Betonimurskeen luokkien BeM I ja BeM II käyttöä on lujittumisominaisuutensa vuoksi tarkasteltu sitomattomassa kantavassa kerroksessa luonnonkiviainekseen verrattavana materiaalina. Sen sijaan on tarpeellista miettiä, voitaisiinko luokkien BeM III ja BeM IV materiaalia hyödyntää kattavammin tienrakennusmateriaalina.
- Osittain lujittuvien materiaalien raekokojakautuman vaikutus routivuuteen tulisi selvittää.
- On tutkittava se mahdollisuus, että LA-luku tehtäisiin isommasta raekokolajitteesta testattaessa betonimursketta

Stabiloitu maa/ stabiloitu maarakenne

- Uusiomateriaaleille löytyi hyvin vähän kriteerejä tilanteessa, jossa niitä käytetään koheesiomaahan tehtävään stabiloituun maarakenteeseen. Kriteerien kehittäminen kotimaassa olisi tärkeää, sillä koheesiomaahan kuivastabilointimenetelmällä tehtävät stabiloidut maarakenteet ovat Euroopassa Suomen lisäksi tyypillisiä vain Ruotsissa ja Norjassa. Lisäksi keskieuropalainen geologia poikkeaa pohjoismaisesta, joten eurooppalaisen standardisoinnin ulottuminen lähiaikoina tälle geotekniikan osa-alueelle ei ole kovin todennäköistä.
- Stabiloidun maan osalta kriteerejä lentotuhkalle ja lentotuhkalla tehdylle stabilointiseokselle on eurooppalaisessa standardisoinnissa esitetty runsaasti. Nämä standardit käsittelevät lähinnä stabiloidun maan käyttämistä teiden, kenttien yms. rakennekerroksissa. Onkin tarpeen miettiä, mitkä näistä kriteereistä ovat oikeasti merkityksellisiä siten, että niiden noudattamista voidaan vaatia. Kuitenkaan myöskään maa-aineksen stabilointiin käytetyille uusiomateriaaleille ei juuri löydy kriteerejä lentotuhkaa ja masuunikuonaa lukuun ottamatta.
- Kiviaineksen tuotestandardien uudet versiot ilmestynevät vuonna 2016 ja viimeistään silloin on syytä tarkastaa liitetaulukoiden vaatimusluokat, koska uusissa standardeissa tulee olemaan joitakin uusiomateriaaleja koskevia lisävaatimuksia.

Uusiomateriaaleja käsitellään useissa eurooppalaisissa standardisointiryhmissä. Osallistumalla standardisointityöhön voidaan vaikuttaa Suomen olosuhteiden kannalta tärkeiden ominaisuuksien valintakriteereiden arvoihin. Nähtävästi vuonna 2016 ilmestyvät kiviaineksen tuotestandardien uudet versiot. Uusissa standardeissa tulee olemaan joitakin uusiomateriaaleja koskevia lisävaatimuksia.

Käytännössä selvitystä pitäisi jatkaa, jotta voidaan määrittää ja valita oikeat testausmenetelmät ja vaatimusluokat eri ominaisuuksille. Jatkossa olisi syytä käydä läpi myös ASTM- ja ISO-standardeja niiden ominaisuuksien osalta, joille eurooppalaista testausmenetelmää ei vielä löydy.

Kaatopaikkarakentamisen problematiikkaa

- kuka määrittelee ja missä vaiheessa vaatimustason uusiomateriaalien poikkeavan kemiallisen koostumuksen aiheuttamille vaikutuksille esim. miten uusiomateriaali saa vaikuttaa kaatopaikkakaasuun – tilaaja / suunnittelija / materiaalitoimittaja?
- miten määritellään ja osoitetaan kestävyys? Rajoittaa uusiomateriaalien käyttöä ainakin pohjarakenteissa.

KIRJALLISUUS

InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto.

InfraRYL 2016 luonnos

PANK-4305. Kerrostabilointimassan jäädytys-sulatuskestävyys. 6.11.2008.

Ramboll 2014. Massastabilointikäsikirja. 61 s. + liitteet 1 s.

Ramboll 2012. Tuhkarakentamisen käsikirja. Energiatuotannon tuhkat väylä-, kenttä- ja maarakenteissa. 67 s. + liitteet 20 s.

SFS-EN 933-1. Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 1: Rakeisuuden määrittäminen. Seulontamenetelmä. 13.8.2012.

SFS-EN 933-10. Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 10: Hienoainesten määrittäminen. Fillerin rakeisuus (ilmasuihkuseulonta). 15.2.2010.

SFS-EN 933-11+ AC. Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 11: Karkean uusiokiviaineksen osa-aineiden luokittelutesti. 2.11.2009.

SFS-EN 1774-1+ A1:en. Kiviainesten kemiallisten ominaisuuksien testaus. Osa 1: Kemiallinen analyysi. 17.6.2013.

SFS-EN 13286-40:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 40: Hydraulisesti sidottujen seosten suoran vetolujuuden määrittäminen. 8.9.2003.

SFS-EN 13286-41:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 41: Hydraulisesti sidottujen seosten puristuslujuuden määrittäminen. 8.9.2003.

SFS-EN 13286-42:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 42: Koekappaleiden epäsuoran vetolujuuden määrittäminen. 8.9.2003.

SFS-EN 13286-43:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 43: Hydraulisesti sidottujen seosten E-moduulin määrittäminen. 8.9.2003.

SFS-EN 13286-50:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 50: Koekappaleiden valmistus hydraulisesti sidotuista seoksista käyttäen tiivistykseen Proctor-laitetta tai tärypöytää. 27.6.2005.

SFS-EN 13286-51:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 51: Koekappaleiden valmistus hydraulisesti sidotuista seoksista käyttäen tiivistykseen täryvasaraa. 27.6.2005.

SFS-EN 13286-52:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 52: Koekappaleiden valmistus tärypuristuksella. 27.6.2005.

SFS-EN 13286-53:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 53: Koekappaleiden valmistus aksiaalilla puristuksella. 27.6.2005.

SFS-EN 14227-3:en. Hydraulisesti sidotut seokset. Osa 3: Lentotuhkalla sidotut rakeiset seokset. 17.6.2013.

TAULUKOIDEN LÄHDELUETTELO

<u>Tunnus</u>	<u>Standardit*</u>
A)	SFS 5884. Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä. 22.10.2001
B)	SFS 7005. Sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin käytettäviltä kiviaineksilta maa- ja vesirakenteissa sekä tierakenteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot. 15.5.2007
C)	SFS-EN 13242+A1. Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset. 12.5.2008 (ko. standardi on päivitetty 28.10.2013, mutta päivitystä ei ole vahvistettu)
D)	SFS-EN 13285:en. Sitomattomat seokset. Vaatimukset. 24.1.2011
E)	SFS-EN 14227-3:en. Hydraulisesti sidotut seokset. Osa 3: Lentotuhkalla sidotut rakeiset seokset. 17.6.2013
F)	SFS-EN 14227-4:en. Hydraulisesti sidotut seokset. Osa 4: Sidottuihin seoksiin käytettävä lentotuhka. 17.6.2013
G)	SFS-EN 14227-14:en. Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Laatuvaatimukset. Osa 14: Lentotuhkalla käsitelty maa. 25.9.2006
H)	SFS-prEN 14227-15:en. Hydraulically bound mixtures. Specifications. Part 15: Hydraulically stabilized soils. 1.2.2014
L)	SFS-EN 13108-8: Asfalttimassat. Materiaalivaatimukset. Osa 8: Uusioasfaltti 28.11.2005
M)	SFS 5188. Poltettu kalkki ja sammutettu kalkki. Aktiivinen kalkki (CaO ja CA(OH)2). 24.3.1986
N)	SFS-EN 197-1. Sementti. Osa 1: Tavallisten sementtien koostumus, laatuvaatimukset ja vaatimustenmukaisuus. 23.1.2012

* Standardin numeron perässä oleva merkintä ":en" tarkoittaa, että ko. standardia ei ole käännetty suomeksi, vaan se on saatavissa ainoastaan englanniksi.

Muut lähteet:

- Dettenborn, T. 2013. Betonimurskeiden pitkäaikaistoimivuus. Diplomityö. 110 s. + liitteet.
- EuroSoilStab 2000. Design Guide Soft Soil Stabilisation. Development of design and construction methods to stabilise soft organic soils. 94 s.
- Liikennevirasto 2010. Syvästabiloinnin suunnittelu. Tien pohjarakenteiden suunnitteluohjeet. Liikenneviraston ohjeita 11/2010. 57 s. + liitteet.
- Rakennustieto Oy 2010. InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset.
- Ramboll 2012. Tuhkarakentamisen käsikirja. Energiatuotannon tuhkat väylä-, kenttä- ja maarakenteissa. 67 s. + liitteet 20 s.
- Rudus Oy 2008. Pohjatuhkaohje. Käyttöohje rakentamiseen ja suunnitteluun 1/2008. 11 s.

-
- g) Statens vegvesen 2011. Handbok 018 Vegbygging. 522 s.
 - h) Tekes 2000. Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa. Materiaalit ja käyttökohteet. Teknologiakatsaus 91/2000. 97 s.
 - k) Tiehallinto 2007. Päälysrakenteen stabilointi. 19.12.2007. 52 s. + liitteet.
 - l) Tielaitos 2000. Betonimurskeen käyttö tien päälysrakennekerroksissa. Mitoitus ja työohjeet. Tielaitoksen selvityksiä 5/2000.
 - m) Trafikverket 2013. TRVKB 10 Alternativa material. Trafikverkets Krav Beskrivningstexter för alternativa material i vägkonstruktioner. TRV 2011:062. 38 s.
 - n) Trafikverket 2013. TRVR Alternativa material. Trafikverkets tekniska råd för alternativa material i vägkonstruktioner. TRV 2011:061. 17 s.
 - o) Transportation Research Board of the National Academies 2009. Recommended Practice for Stabilization of Subgrade Soils and Base Materials. National Cooperative Highway Research Program, web-only document 144. 57 s.
 - p) Asfalttinormit 2011, PANK ry 2011.
 - r) HSY 2014. Betonimurske. Käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. 6 s.

 - aa) Infra 15-710106 Kaatopaikkarakenteet
 - bb) InfraRYL
 - cc) Kaatopaikan tiivistysrakenteet, ympäristöopas 36
 - dd) Kaatopaikkojen käytöstä poistaminen ja jälkihoito, Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2008
 - ee) LAGA Ad-hoc-AG "Deponietechnik" Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-1 "Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen"
 - ff) LAGA Ad-hoc-AG "Deponietechnik" Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-1 "Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus Deponieersatzbaustoffen"
 - gg) LAGA Ad-hoc-AG "Deponietechnik" Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-3 "Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus Deponieersatzbaustoffen"
 - hh) LAGA Ad-hoc-AG "Deponietechnik" Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 3-1 "Mineralische Entwässerungsschichten aus natürlichen Baustoffen in Basisabdichtungssystemen"
 - kk) LAGA Ad-hoc-AG "Deponietechnik" Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 4-1 "Trag- und Ausgleichschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen"
 - ll) LAGA Ad-hoc-AG "Deponietechnik" Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 6-1 "Mineralische Entwässerungsschichten aus natürlichen Baustoffen in Oberflächenabdichtungskomponenten"
 - mm) Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11
 - nn) VNA 331/2013

TESTAUSSTANDARDIT/-MENETELMÄT, JOIHIN ON VIITATTU TAULUKOISSA

ASTM C1215	Standard Guide for Preparing and Interpreting Precision and Bias Statements in Test Method Standards Used in the Nuclear Industry.
ASTM D4943	Standard Test Method for Shrinkage Factors of Soils by the Wax Method.
ASTM D5084	Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials Using a Flexible Wall Permeameter.
ASTM D5890	Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners.
ASTM D6836	Standard Test Methods for Determination of the Soil Water Characteristic Curve for Desorption Using a Hanging Column, Pressure Extractor, Chilled Mirror Hygrometer, and/or Centrifuge.
CEN ISO/TS 17892-1:en	Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 1: Determination of water content. 19.1.2015
CEN ISO/TS 17892-4:fi	Geotekninen tutkimus ja koestus. Maan laboratoriotestit. Osa 4: Rakeisuuden määrittäminen. 1.10.2004
CEN ISO/TS 17892-5:fi	Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 5: Incremental loading oedometer test (ISO/TS 17892-5:2004). 1.10.2004
CEN ISO/TS 17892-6:fi	Geotekninen tutkimus ja koestus. Maan laboratoriotestit. Osa 6: Kartiokoe. 1.10.2004
CEN ISO/TS 17892-9:en	Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 9: Consolidated triaxial compression tests on water saturated soil. 1.10.2004
CEN ISO/TS 17892-11:fi	Geotekninen tutkimus ja koestus. Maan laboratoriotestit. Osa 11: Vedenläpäisevyyden määrittäminen. Vakio- ja muuttuvapainekoe. 11.10.2004
CEN/TS 14429:en	Characterization of waste. Leaching behaviour tests. Influence of pH on leaching with initial acid/base addition. Kumottu 27.4.2015. SFS-EN 14429:en (2015) korvaa.
CEN/TS 14997:en	Characterization of waste. Leaching behaviour tests. Influence of pH on leaching with continuous pH-control. Kumottu 27.4.2015. SFS-EN 14997:en (2015) korvaa
CEN/TS 15364:en	Characterization of waste. Leaching behaviour tests. Acid and base neutralization capacity test. 16.5.2006
CEN/TS 14405:en	Characterization of waste. Leaching behaviour tests. Up-flow percolation test (under specified conditions). 1.6.2004
DIN 18129	Soil, investigation and testing - Determination of lime content. 07/2011. Kieli: saksa.
GLO-85	Geotekniset laboratorio-ohjeet. Luokituskokeet. Suomen Geoteknillinen yhdistys.
ISO 10390	Soil quality -- Determination of pH. 21.2.2005

ISO 10694	Soil quality -- Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis). 9.3.1995
ISO 11048	Soil quality -- Determination of water-soluble and acid-soluble sulfate. 13.4.1995
ISO 11274	Soil quality. Determination of the water-retention characteristic. Laboratory methods (ISO 11274:1998 + Cor 1:2009). 28.4.2014
ISO 17318	Fertilizers and soil conditioners -- Determination of arsenic, cadmium, chromium, lead and mercury contents. 3.6.2015
OECD 301F (Finncao)	OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3. Test No. 301: Ready Biodegradability. 17.7.1992
PANK-2103	Rakeisuusmääritys, hydrometrikoe. 17.4.2002
PANK-2108	Veden adsorptio. 15.5.2009
PANK-2302	Ohuthietutkimus. 20.3.1997
PANK-2401	Kiviainekset, ominaispinta-ala, typpiadsorptiomenetelmä. 15.5.2009
PANK-2404	Hienoainekset ja täytejauheet: Tyhjättila, Ridgen menetelmä. 20.3.1995 – POISTETTU KÄYTÖSTÄ, korvaa: SFS-menetelmä
PANK-4305	Kerrosstabilointimassan jäädytys-sulatuskestävyys. 6.11.2008
SFS 3008	Veden, lietteen ja sedimentin kuiva-aineen ja hehkutusjäännöksen määritys. 3.12.1990
SFS 5884	Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä. 22.10.2001
SFS-EN 196-1:en	Sementin testausmenetelmät. Osa 1: Lujuuden määritys. 18.4.2005
SFS-EN 196-2:en	Sementin testausmenetelmät. Osa 2: Kemialliset analyysimenetelmät. 12.8.2013
SFS-EN 196-3 + A1:en	Sementin testausmenetelmät. Osa 3: Sitomisajan ja tilavuuden pysyvyyden määritys. 11.5.2009
SFS-EN 196-5:en	Sementin testausmenetelmät. Osa 6: Pozzolaanisementtien pozzolaniiteetin määrittäminen. 10.10.2011
SFS-EN 196-6:en	Sementin testausmenetelmät. Osa 6: Hienouden määrittäminen. 21.6.2010
SFS-EN 196-8:en	Sementin testausmenetelmät. Osa 8: Hydrataatiolämpö. Liukenemislämpömenetelmä. 21.6.2010
SFS-EN 196-9:en	Sementin testausmenetelmät. Osa 9: Hydrataatiolämpö. Semi-adiabaattinen menetelmä. 21.6.2010
SFS-EN 197-1	Sementti. Osa 1: Tavallisten sementtien koostumus, laatuvaatimukset ja vaatimustenmukaisuus. 23.1.2012
SFS-EN 451-1:en	Lentotuhkan testausmenetelmät. Osa 1: Vapaan kalkin pitoisuuden määrittäminen. 29.3.2004
SFS-EN 451-2:en	Lentotuhkan testausmenetelmät. Osa 2: Hienouden määrittäminen märkäseulonnalla. 13.3.1995
SFS-EN 459-1	Rakennuskalkki. Osa 1: Määritelmät, määrittelyt ja vaatimustenmukaisuus. 24.1.2011
SFS-EN 459-2:en	Rakennuskalkki. Osa 2: Testausmenetelmät. 24.1.2011

SFS-EN 933-1	Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 1: Rakeisuuden määrittäminen. Seulontamenetelmä. 13.8.2012
SFS-EN 933-3	Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 3: Raemuodon määrittäminen. Litteysluku. 13.8.2012
SFS-EN 933-4	Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 4: Raemuodon määrittäminen. Muotoarvo. 18.8.2008
SFS-EN 933-5	Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 5: Pinnan ominaisuuksien arviointi. Murtopintaisten rakeiden osuus karkeassa kiviaineksessa. 11.5.1998
SFS-EN 933-8	Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 8: Hienoainesten määrittäminen. Hiekkaekvivalenttitesti. 13.8.2012
SFS-EN 933-9 + A1:en	Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 9: Hienoainesten määrittäminen. Metyleenisinitesti. 28.10.2028
SFS-EN 933-10	Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 10: Hienoainesten määrittäminen. Fillerin rakeisuus (ilmasuihkuseulonta). 15.2.2010
SFS-EN 933-11 + AC	Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 11: Karkean uusiokiviaineksen osa-aineiden luokittelutesti. 2.11.2009
SFS-EN 1097-1:en	Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 1: Kulutuskestävyyden määrittäminen (micro-Deval). 15.8.2011
SFS-EN 1097-2	Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 2: Iskunkestävyyden määrittämismenetelmät. 11.10.2010
SFS-EN 1097-5	Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 5: Kosteuspitoisuuden määrittäminen kuivaamalla tuuletetussa lämpökaapissa. 18.8.2008
SFS-EN 1097-6:en	Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 6: Kiintotiheyden ja vedenimukyvyn määrittäminen. 27.1.2014
SFS-EN 1367-1	Kiviainesten lämpö- ja rapautuvuusominaisuuksien testaus. Osa 1: Jäädytys-sulatuskestävyyden määrittäminen. 24.9.2007
SFS-EN 1367-2	Kiviainesten lämpö- ja rapautuvuusominaisuudet. Osa 2: Magnesiumsulfaattitesti. 10.5.2010
SFS-EN 1367-6	Kiviainesten lämpö- ja rapautuvuusominaisuuksien testaus. Osa 6: Jäädytys- sulatuskestävyys suolarasituksessa (NaCl). 16.2.2009
SFS-EN 1426:en	Bitumi ja bitumiset sideaineet. Tunkeuman määrittäminen. 10.9.2007
SFS-EN 1427:en	Bitumi ja bitumiset sideaineet. Pehmenemispisteen määrittäminen. Renkas-kuula –menetelmä. 10.9.2007
SFS-EN 1744-1 + A1:en	Kiviainesten kemiallisten ominaisuuksien testaus. Osa 1: Kemiallinen analyysi. 17.6.2013
SFS-EN 1744-7:en	Tests for chemical properties of aggregates. Part 7: Determination of loss of ignition of Municipal Incinerator Bottom Ash Aggregate (MIBA Aggregate). 13.8.2012
SFS-EN 12457-3	Jätteiden karakterisointi. Liukoisuus. Rakeisten jätemateriaalien ja lietteiden liukoisuuden laadunvalvontatesti. Osa 3: Kaksivaiheinen ravistelutesti uuttoliuoksen ja kiinteän jätteen suhteessa 2 l/kg ja 8 l/kg materiaaleille, joiden kiintoaineksen osuus on suuri ja raekoko alle 4 mm (raekoon pientäminen tarvittaessa). 2.12.2002

SFS-EN 12697-1:en	Asfalttimassat. Testausmenetelmät. Osa 1: Liukoinen sideainepitoisuus. 21.1.2013
SFS-EN 12697-4:en	Asfalttimassat. Testausmenetelmät. Osa 4: Bitumin talteenotto. Jakotislausmenetelmä. 5.9.2005
SFS-EN 12697-23	Asfalttimassat. Testausmenetelmät. Osa 23: Asfalttinäytteen halkaisuvetolujuuden määrittäminen. 26.1.2004
SFS-EN 12697-42:en	Asfalttimassat. Testausmenetelmät. Osa 42: Vieraiden aineiden määrä asfalttirouheessa. 15.4.2013

SFS-EN 12390-4	Kovettuneen betonin testaus. Osa 4: Puristuslujuus. Vaatimukset testauskoneille. 23.10.2000
SFS-EN 12879	Characterization of sludges. Determination of the loss on ignition of dry mass. 6.11.2000
SFS-EN 13037	Maanparannusaineet ja kasvualustat. pH-arvon määrittäminen. 12.12.2011
SFS-EN 13038	Maanparannusaineet ja kasvualustat. Sähkönjohtavuuden määrittäminen. 12.12.2011
SFS-EN 13040	Maanparannusaineet ja kasvualustat. Näytteen esikäsittely kemiallisia ja fysikaalisia kokeita varten, kuiva-ainepitoisuuden, kosteuspitouuden ja tiivistetyn laboratoriotilavuuspainon määrittäminen. 14.04.2008
SFS-EN 13137:en	Characterization of waste. Determination of total organic carbon (TOC) in waste, sludges and sediments. 12.11.2001

SFS-EN 13286-1:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 1: Vertailutiiviyden ja vesipitoisuuden määrittäminen. Johdanto, yleiset vaatimukset ja näytteenotto. 8.9.2003
SFS-EN 13286-2:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 2: Vertailutiiviyden ja vesipitoisuuden määrittäminen. Proctor-tiivistys. 24.1.2011
SFS-EN 13286-3:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 3: Vertailutiiviyden ja vesipitoisuuden määrittäminen. Tärytiivistys säädetyin parametrein. 8.9.2003
SFS-EN 13286-4:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 4: Vertailutiiviyden ja vesipitoisuuden määrittäminen. Täryvasara. 8.9.2003
SFS-EN 13286-5:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 5: Vertailutiiviyden ja vesipitoisuuden määrittäminen. Tärypöytä. 8.9.2003
SFS-EN 13286-40:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 40: Hydraulisesti sidottujen seosten suoran vetolujuuden määrittäminen. 8.9.2003
SFS-EN 13286-41:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 41: Hydraulisesti sidottujen seosten puristuslujuuden määrittäminen. 8.9.2003
SFS-EN 13286-42:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 42: Koekappaleiden epäsuoran vetolujuuden määrittäminen. 8.9.2003
SFS-EN 13286-43:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 43: Hydraulisesti sidottujen seosten E-moduulin määrittäminen. 8.9.2003
SFS-EN 13286-45:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 45: Hydraulisesti sidottujen seosten työstettävyyssajan määrittäminen. 28.6.2004

SFS-EN 13286-46:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 46: Kosteustila-arvon määrittäminen. 8.9.2003
SFS-EN 13286-47:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 47: CBR-arvon ja IBI-indeksin sekä lineaarisen paisuman määrittäminen. 19.11.2012
SFS-EN 13286-48:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 48: Hienontumisasteen määrittäminen. 26.6.2006
SFS-EN 13286-49:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Koekappaleiden valmistusmenetelmät. Osa 49: Kiihdytetty paisumistesti kalkilla ja/tai hydraulisella sideaineella käsitellylle maa-ainekselle. 6.9.2004
SFS-EN 13286-50:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 50: Koekappaleiden valmistus hydraulisesti sidotuista seoksista käyttäen tiivistykseen Proctor-laitetta tai tärypöytää. 27.6.2005
SFS-EN 13286-51:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 51: Koekappaleiden valmistus hydraulisesti sidotuista seoksista käyttäen tiivistykseen täryvasaraa. 27.6.2005
SFS-EN 13286-52:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 52: Koekappaleiden valmistus tärypuristuksella. 27.6.2005
SFS-EN 13286-53:en	Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 53: Koekappaleiden valmistus aksiaalilla puristuksella. 27.6.2005
SFS-EN 13651	Maanparannusaineet ja kasvualustat. Kalsiumkloridin ja DTPA:n liuokseen (CAT) liukenevat ravinteet. 4.3.2002
SFS-EN 13652	Maanparannusaineet ja kasvualustat. Vesiliukoisten ravinteiden ja alkuaineiden uuttaminen. 4.3.2002
SFS-EN 14039	Jätteiden karakterisointi. Hiilivetyjen (C10–C40) pitoisuuden kaasukromatografinen määrittäminen. 16.5.2005
SFS-EN 14227-3:en	Hydraulisesti sidotut seokset. Laatuvaatimukset. Osa 3: Lentotuhkalla sidotut seokset. 17.6.2013
SFS-EN 14429:en	Characterization of waste. Leaching behaviour test. Influence of pH on leaching with initial acid/base addition. 27.4.2015
SFS-EN 14997:en	Characterization of waste. Leaching behaviour test. Influence of pH on leaching with continuous pH control. 27.4.2015
SFS-EN 15169:en	Characterization of waste. Determination of loss on ignition in waste, sludge and sediments. 25.6.2007
SFS-EN 15308:en	Characterization of waste. Determination of selected polychlorinated biphenyls (PCB) in solid waste by using capillary gas chromatography with electron capture or mass spectrometric detection. 26.5.2008
SFS-EN 15527:en	Characterization of waste. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in waste using gas chromatography mass spectrometry (GC/MS). 15.12.2008
SFS-EN 15935:en	Sludge, treated biowaste, soil and waste. Determination of loss on ignition. 29.10.2012
TPPT 6	Routanouskoe. Routimiskertoimen (SP) määrittäminen laboratorioissa. Tien pohja- ja päällysrakenteet tutkimusohjelma 1994-2001. VTT, Tiehallinto. 3.12.2001
TPPT 8	Lämmönjohtavuuden määrittäminen. Tien pohja- ja päällysrakenteet tutkimusohjelma 1994-2001. VTT, Tiehallinto. 3.12.2001
