

Jätteenpolton pohjakuona

OHJE MATERIAALIN HYÖDYNTÄMISEEN MAARAKENTAMISESSA

2. UUDISTETTU
PAINOS

1/2018

Sisällys

1	Johdanto	4
2	Pohjakuona maarakennusmateriaalina	5
2.1.	Pohjakuonan alkuperä	5
2.2.	Käsittelemätön pohjakuona	7
2.3.	Pohjakuonan käsittely ja lopputuotteet	8
2.4.	Mineraaliaineksista maarakentamiseen soveltuvia tuotteita	13
2.5.	Tuotteet ja niiden laatu	13
2.5.1.	Tekniset ja mekaaniset ominaisuudet	13
2.5.2.	Ympäristökelpoisuusominaisuudet	19
2.5.3.	Laadunhallintajärjestelmä ja CE-merkintä	20
3	Hyödyntäminen maarakentamisessa	22
3.1.	Suunnittelu ja soveltuvat käyttökohteet ja rakenteet	22
3.2.	Lupa-asiat	23
3.3.	Rakentaminen	23
3.3.1.	Toimitus ja vastaanotto	23
3.3.2.	Varastointi	23
3.3.3.	Yleiset työhöjeet	24
3.3.4.	Työturvallisuus	24
3.3.5.	Erot luonnonmateriaaleilla rakentamiseen	24
3.3.6.	Korjausrakentaminen	25
3.4.	Laadunvalvonta ja mittaukset	26
4	Materiaalin tilaaminen ja saatavuus	28
5	Lisätietoja ohjeesta	30
6	Liitteet	31
7	Viitteet	41

Esipuhe

Jätteenpolto on yleistynyt merkittävästi Suomessa viimeisen kymmenen vuoden aikana. Toisaalta poltosta syntyvän pohjakuonan hyödyntäminen muualla kuin kaatopaikka-alueilla on ollut varsin vähäistä. Tämä johtuu muun muassa siitä, että rakennuttajat, suunnittelijat sekä urakoitsijat eivät vielä riittävästi tunne materiaalin ominaisuuksia, erityispiirteitä ja soveltuvuutta eri käyttökohteisiin. Jätteenpolton pohjakuonien hyötykäytöstä on kuitenkin tehty runsaasti tutkimusta muutaman viime vuoden aikana. Tässä asiakirjassa on koostettu nämä tutkimustiedot yleisohjeeksi, jotta jatkossa jätteenpolton pohjakuonan hyötykäyttöä maarakentamisessa voitaisiin merkittävästi lisätä sille parhaiten soveltuvissa käyttökohteissa. Ohje koskee erityisesti arinapolttolaitoksista syntyvää jätteenpolton pohjakuonaa.

Tämän ohjeen ovat rahoittaneet Tekes, Lakeuden Etappi Oy ja Suomen Erityisjäte Oy. Ohjeen on pääosin kirjoittanut Annika Sormunen, jonka väitöskirja pohjakuonien hyödyntämisestä maarakentamisessa julkaistiin Tampereen teknillisessä yliopistossa syksyllä 2017. Tässä ohjeessa esitetyt tulokset pohjautuvat suurimmaksi osaksi tämän väitöskirjatutkimuksen aikana saatuihin tuloksiin. Ohjeen laatimiseen ja kommentoimiseen ovat osallistuneet myös:

Pauli Kolisoja, Tampereen teknillinen yliopisto
Minna Leppänen, Tampereen teknillinen yliopisto
Pirjo Kuula, Tampereen teknillinen yliopisto
Laura Pennanen, Liikennevirasto
Sami Immonen, Skanska Infra Oy
Pekka Kontio, Lakeuden Etappi Oy
Rina Rantsi, Suomen Erityisjäte Oy

Ohje on tarkoitettu kuonan tuottajille, rakennuttajille, suunnittelijoille, urakoitsijoille sekä lupaviranomaisille.

1 Johdanto

Monissa Euroopan maissa, kuten Hollannissa ja Saksassa, jätteenpolto on ollut varsin yleinen yhdyskuntajätteen käsittelymenetelmä jo useita vuosikymmeniä. Suomessa jätteenpolto on lisääntynyt merkittävästi vasta viimeisen kymmenen vuoden aikana, kun EU:n jäsenvaltiot määrättiin vähentämään biohajoavien jätteiden sijoittamista kaatopaikoille (Ympäristöministeriö, 2013).

Jätteenpoltoista syntyy useita erilaisia jätejakeita, kuten pohjakuonaa, arinapölyä, kattila- ja lentotuhkaa sekä savukaasujen puhdistusjätettä (Chandler ym., 1997; Wiles, 1996). Tässä ohjeessa käsitellään ainoastaan jätteenpolton pohjakuonaa, sen ominaisuuksia ja hyötykäyttöä maarakentamisessa. Muiden jätteenpoltoista syntyvien jätejakeiden hyödyntäminen maarakentamisessa ei ainakaan tällä hetkellä ole mahdollista ilman soveltuvaa käsittelyä. Lisäksi pohjakuonaa syntyy määrällisesti eniten kaikista jätteenpolton jätteistä, noin 20–30% poltettavan jätteen määrästä (Chandler ym., 1997; Wiles, 1996).

Tässä ohjeessa ei käsitellä muita energiantuotannon tuhkia, kuten kivihiilen, puun tai turpeen poltosta syntyviä lento- ja pohjatuhkia. Jätteenpoltoissa syntyvä pohjakuona on ominaisuuksiltaan (esim. rakeisuus) hyvin erilaista verrattuna muihin energiantuotannon tuhkiin, joten pohjakuonien käyttösovellutukset ja niille soveltuvat rakentamistavat eroavat muista energiantuotannon tuhista. Kivihiilen, puun ja turpeenpolton tuhista ja niiden käytöstä maarakentamisessa on saatavilla tietoa toisaalla (mm. Ramboll, 2012).

2 Pohjakuona maarakennus- materiaalina

2.1. Pohjakuonan alkuperä

Suomessa on tällä hetkellä yhteensä yhdeksän joko käynnissä tai rakenteilla olevaa yhdyskuntajätteen polttolaitosta (Kuva 1, sivu 6). Lisäksi Lounais-Suomeen on suunnitteilla yksi laitos, mutta vielä tässä vaiheessa ei ole tarkempaa tietoa laitoksen sijainnista tai valmistusaikataulusta.

Suurin osa Suomen yhdyskuntajätteen polttolaitoksista käyttää polttamisessa arinatekniikkaa. Näissä laitoksissa poltetaan pääsääntöisesti syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä sekä erilaisia teollisuuden jäte-eriä (riippuen laitoksesta). Arinapolttolaitoksia ovat Vantaan Energian (Vantaa), Westenergyn (Mustasaari, Vaasa), Fortumin (Riihimäki, 2 laitosta), Oulun Energian (Oulu), Tammervoiman (Tampere) ja Kotkan Energian (Kotka) jätevoimalaitokset. Kahdessa voimalaitoksessa, Lahti Energian Kymijärven (Lahti) ja Riikinvoiman (Leppävirta) laitoksilla jätteiden polttamiseen käytetään kaasutus- tai leijupetitekniikkaa. Kaasutus- ja leijupetilaitoksissa polttoon menevää jätettä käsitellään enemmän (mm. esilajittelu, metallien erottelu ja murskaus) kuin arinapolttolaitoksissa. Näin ollen myös poltosta syntyvien jätteiden määrä ja koostumus, kuten raekokojakauma ja mahdollisesti myös haitta-ainepitoisuudet, ovat arinapolttolaitoksilla ja muuta polttotekniikkaa käyttävillä laitoksilla erilaisia. Tässä ohjeessa käsitellään ainoastaan arinapolttolaitoksista syntyviä pohjakuonia ja niiden ominaisuuksia.



Kuva 1. Suomen jätteenpolttolaitokset vuonna 2016 © Suomen Erityisjäte Oy. Riihimäellä sijaitsee kaksi Fortum Waste Solutionsin voimalaitosta.

Taulukossa 1 on esitetty Suomen jätteenpolttolaitoksissa vuosittain syntyvän pohjakuonan määrä. Tiedot ovat peräisin voimalaitosten ympäristöluvista, joten ne saattavat osittain poiketa todellisista määristä. Karkeasti ottaen Suomessa syntyy jätteenpolton pohjakuonaa vuosittain lähes 300 000 tonnia, josta arinapolttolaitoksissa syntyvän kuonan osuus on noin 90 %.

Taulukko 1. Suomen jätteenpolttolaitokset ja niissä syntyvän pohjakuonan määrä (t/v).

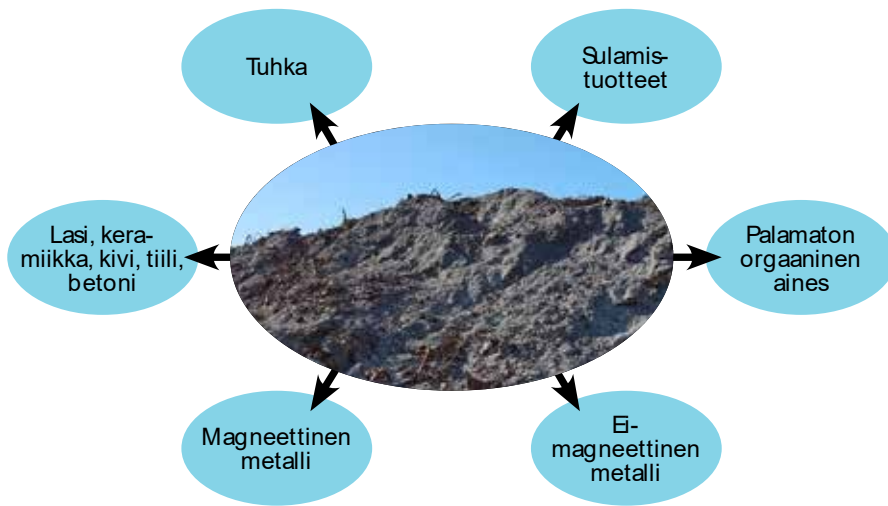
SIJAINTI	JÄTTEENPOLTTOlaitos	POHJAKUONAN MÄÄRÄ (t/v)
1 Vantaa	Vantaan Energia Oy	65 000–70 000
2 Kotka	Kotkan Energia Oy	18 000
3 Riihimäki*	Fortum	58 800
4 Lahti**	Lahti Energia Oy	12 000–18 000
5 Tampere	Tammervoima Oy	27 000–37 400
6 Leppävirta**	Riikinvoima Oy	2 200
7 Mustasaari, Vaasa	Westenergy Oy Ab	27 000–37 500
8 Oulu	Oulun Energia Oy	23 500
YHTEENSÄ		233 500–265 400

* 2 laitosta, lisäksi yksi vaarallisen jätteen polttolaitos, jonka kuonat eivät kuulu tämän ohjeen piiriin

** tätä ohjetta ei sovelleta näiden laitosten pohjakuoniin, koska ne eivät käytä arinapolttotekniikkaa

2.2. Käsittämätön pohjakuona

Jätteenpolton pohjakuona on harmaata, huokoista ja karkearakeista rakeisuudeltaan luonnonhiekkiaan sekä soraan verrattavaa materiaalia (Chandler ym., 1997). Kuten kuvassa 2 sivulla 8 on havainnollistettu, pohjakuona koostuu pääasiassa lasista, metalleista (magneettinen ja ei-magneettinen metalli), keramiikasta, kivistä, tiilestä, betonista, tuhkasta, sulamistuotteista sekä palamattomasta orgaanisesta aineesta (Chimeno ym., 1999, Holm & Simon, 2016, Izquierdo ym., 2002). Eri materiaalien määrä pohjakuonassa riippuu polttoprosessista, siinä vallitsevista olosuhteista sekä poltettavan jätteen laadusta (Wiles, 1996). Pohjakuona on luokiteltu Euroopassa pääsääntöisesti tavanomaiseksi jätteeksi (EC, 2000).



Kuva 2. Jätteenpolton pohjakuona ja sen sisältämät materiaalit © Annika Sormunen

2.3. Pohjakuonan käsittely ja lopputuotteet

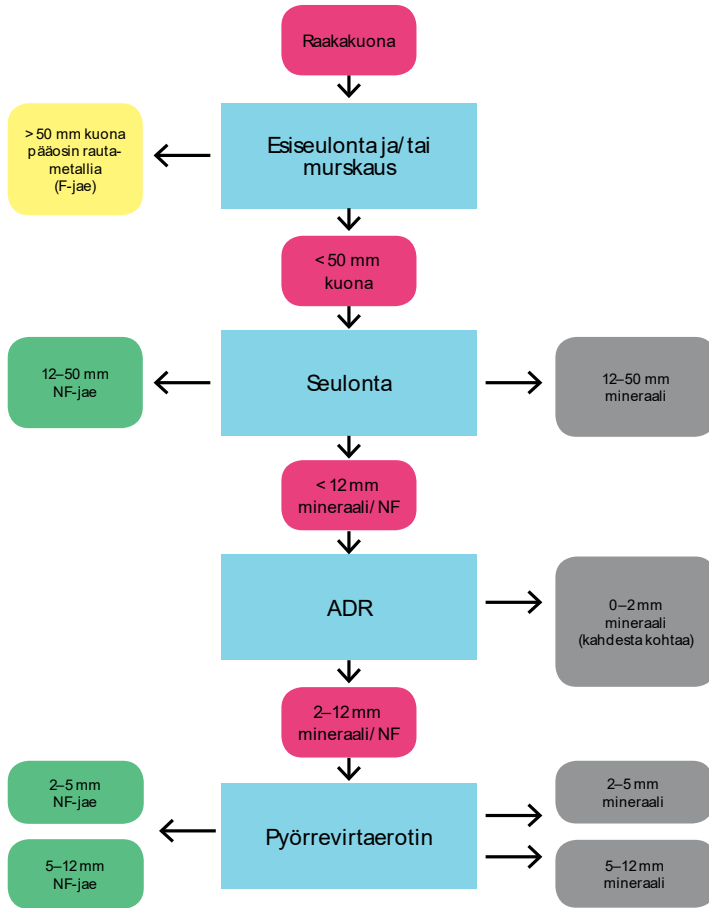
Jätteenpolton pohjakuona käsitellään, jotta siinä olevat arvokkaat magneettiset ja ei-magneettiset metallit saataisiin talteen. Käsittelymenetelmät jaotellaan karkeasti märkä- ja kuivaerotustekniikoihin. Suomessa on tällä hetkellä käytössä ainoastaan muutamia kuivaerotustekniikoita. Aikaisemmin kuonan ikäännyttämistä on käytetty yhtenä käsittelymenetelmänä joissain laitoksissa. Tässä ohjeessa keskitytään ainoastaan Suomen Erityisjäte Oy:n käyttämään hollantilaiseen kuivaerotustekniikkaan perustuvaan ADR-käsittelymenetelmään (Advanced Dry Recovery), joka on tällä hetkellä yksi edistyneimmistä markkinoilla olevista jätteenpolton pohjakuonan kuivaerotustekniikoista.

Suomen Erityisjäte Oy (jäljempänä SE) on vuonna 2004 perustettu pilaantuneiden materiaalien, vaarallisten jätteiden ja jätteenpolton pohjakuonien käsittelyyn erikoistunut yritys. Yrityksen omistajia ovat Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy (51 %) ja Kuusakoski Oy (49 %). Yritys käsittelee pilaantuneita maita ja vaarallisia jätteitä Forssan Kiimassuon jätteenkäsittelykeskuksessa. Jätteenpolton pohjakuonien käsittely tapahtuu eri puolilla Suomea mobiililaitteistolla. Laitteistolla on käsitelty pohjakuonia mm. Lakeuden Etäpissa Ilmajoella, HSY:llä Ämmäsuolla, Bodens Energillä Ruotsissa sekä Pirkanmaan Jätehuollon jätteenkäsittelyalueella Tampereella.

SE:n pohjakuonan käsittelylaitteisto eroaa tavanomaisista kuivaerotustekniikoista sen ballistisen hienoaineseerottimen (ADR) vuoksi. ADR erottelee tehokkaasti kostean hienoaineksen kuonapartikkeleiden pinnalta, jolloin ei-rautametalleja saadaan talteen enemmän tavanomaisiin kuivaerotustekniikoihin verrattuna. Panoraamakuva laitteistosta ja prosessikaavio on esitetty kuvissa 3 ja 4 sivulla 9. Taulukossa 2 sivulla 10 on esitelty prosessissa syntyvät eri jakeet ja niiden keskimääräiset prosenttiosuudet (paino-%) käsitellyn kuonan määrästä.



Kuva 3. SE:n jätteenpolton pohjakuonan käsittelylaitteisto © Suomen Erityisjäte Oy



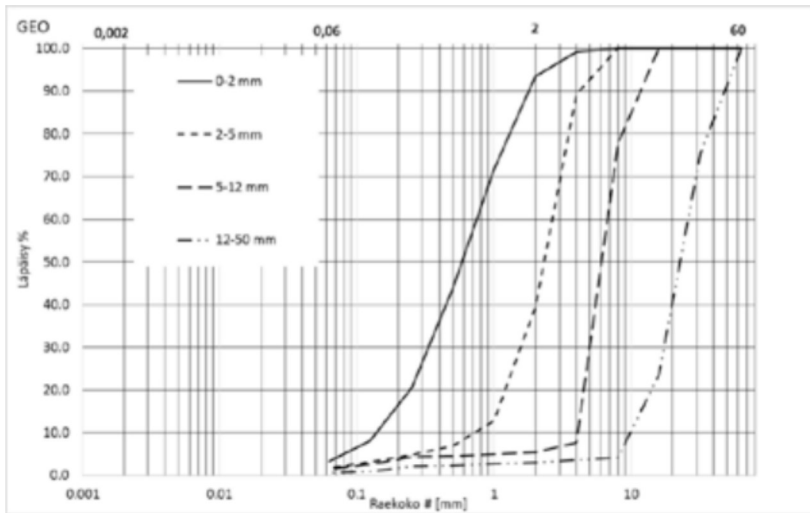
Kuva 4. SE:n pohjakuonan käsittelylaitteiston karkea prosessikaavio © Annika Sormunen

Taulukko 2. SE:n pohjakuonan käsittelyprosessissa syntyvät jakeet ja niiden %-osuudet käsitellyn kuonan määrästä.

JAE	PAINO-%
Mineraalijae (#0–2, #2–5, #5–12, #12–50 mm)	80–85
E-rautametallijae (NF-jae)	4–6
Rautametallijae (F-jae)	10–12

Käsittelyssä syntyvät ei-rauta- ja rautametallijakeet toimitetaan jatkojalostukseen Suomeen ja ulkomaille sekä seltä edelleen metalliteollisuuden raaka-aineiksi. Jäljelle jäänyt mineraalimateriaali, jota syntyy neljää eri raekokoa (0–2, 2–5, 5–12 ja 12–50 mm), ohjataan käsittelyalueelta hyötykäyttöön soveltuviin kohteisiin. Jätteenpolton pohjakuonan mineraalijakeita voidaan hyödyntää maarakentamisessa. Lisäksi niillä voidaan korvata primääristä tai luonnonkiviainesta betoniteollisuuden tuotteissa, kuten pihakivissä ja betonielementeissä.

Muodostuvien mineraalijakeiden tyypilliset raekokojakaumat on esitetty esimerkinomaisesti kuvassa 5. Raekokojakaumat on määritetty kuivaseulonnalla SFS-EN 933-1 mukaisesti. Taulukossa 3 sivulla 11 on esitetty yksittäisistä mineraalijakeista vuosina 2013–2014 määritettyjä teknisiä ominaisuuksia (maksimikuivatilavuuspaino ja optimivesipitoisuus (SFS-EN 13286-2), vedenläpäisevyys (ASTM D5084-03) ja lämmönjohtavuus (SFS-EN 1097-5)) (Sormunen & Rantsi, 2015). Analyysit tehtiin kokoomanäytteistä, jotka koostuivat useista käsittelyn aikana otetuista osanäytteistä (Sormunen & Rantsi, 2015).



Kuva 5. Pohjakuonan käsittelyssä syntyvien mineraalijakeiden (0–2, 2–5, 5–12, 12–50 mm) tyypilliset raekokojakaumat © Annika Sormunen

Mineraalijakeisiin tapahtuvan veden nousun arvioimiseksi eri kuonalajitteille on tehty vuosina 2013–2016 kapillaarisen nousukorkeuden määrittämiä kapillaarimetriellä sekä standardin SFS-EN 1097-10 mukaisia vedenimeytymiskorkeuden määrittämiä. Saatujen tutkimustulosten perusteella ei kuitenkaan vielä tässä vaiheessa ole mahdollista ilmoittaa tarkkoja kapillaarisen nousukorkeuden arvoja, koska saadut tulokset näyttävät jossain määrin vaihtelevan kuonaerittäin. Lisäksi kuonamateriaaleille näyttää olevan ominaista, että vähittäinen veden nousu materiaaliin jatkuu ainakin useiden viikkojen ja ehkä jopa kuukausien ajan. Karkeasti arvioiden tässä vaiheessa voidaan kuitenkin todeta, että yksittäisten mineraalijakeiden kapillaarinen nousukorkeus vaihtelee suuruusluokaltaan 15–25 cm välillä.

Taulukko 3. Pohjakuonan käsittelyssä muodostuvien mineraalijakeiden (0–2, 2–5, 5–12, 12–50 mm) teknisiä ominaisuuksia (määritetty vuosina 2013–2014).

	KUONAN MINERAALIJAKEET							
	0–2 MM		2–5 MM		5–12 MM		12–50 MM	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Maksimikuiva tilavuuspaino (kN/m ³)	13,6	13,7	15,5	15,1	16,2	16,1	16,1	16,6
Optimivesipitoisuus(%)	25	28	17,5	18	10	15	9,9	11
Vedenläpäisevyys k (m/s) ^a	1,7*10 ⁻⁶ - 2,8*10 ⁻⁶	2,3*10 ⁻⁶ - 3,6*10 ⁻⁷	1,3*10 ⁻⁵ - 1,5*10 ⁻⁵	3,6*10 ⁻⁶ - 7,8*10 ⁻⁷	1,3*10 ⁻⁵ - 1,3*10 ⁻⁵	1,4*10 ⁻⁵ - 9,7*10 ⁻⁶	-*	-*
Lämmön- johtavuus λ (W/mK) ^b	(T= +10°C) (T= -10°C)	0,5 1,0	0,8 1,3	0,7 1,1	0,8 1,1	0,3 0,3	0,9 0,9	-* -*

* ei analysoitu

^aNäytteiden kuivatilavuuspainot ja vesipitoisuudet 2013 (0–2 mm: 12,6 kN/m³ ja 26,7 %, 2–5 mm: 13,6 kN/m³ ja 17,9 %, 5–12 mm: 10,5 kN/m³ ja 10,5 %), ja 2014 (0–2 mm: 12,1 kN/m³ ja 30 %, 2–5 mm: 14,4 kN/m³ ja 17 %, 5–12 mm: 10,5 kN/m³ ja 11 %)

^bNäytteiden kuivatilavuuspainot ja vesipitoisuudet 2013 (0–2 mm: 12,2 kN/m³ ja 24,5 %, 2–5 mm: 14,5 kN/m³ ja 17,4 %, 5–12 mm: 14,9 kN/m³ ja 10,2 %), ja 2014 (0–2 mm: 13,0 kN/m³ ja 28 %, 2–5 mm: 13,3 kN/m³ ja 19 %, 5–12 mm: 15,6 kN/m³ ja 11 %)

Taulukossa 4 sivulla 12 on esitetty eri mineraalijakeiden keskimääräisiä haitta-aineiden liukoisia pitoisuuksia (mg/kg, LS 10, joka kuvaa nestemäärän suhdetta kiinteään aineen määrään). Liukoiset pitoisuudet on määritetty kaksivaiheisella ravistelutestillä standardin SFS-EN-12457-3 mukaisesti. Pohjakuonasta saatuja liukoisuustuloksia on verrattu 1.1.2018 voimaan astuneen ns. MARA-asetuksen (Vna 843/2017) mukaisiin raja-arvoihin päällystetyissä kenttä- ja väylärakenteissa. Asetuksessa on myös säädetty raja-arvoja muille rakenteille, joissa käsiteltyä pohjakuonaa voidaan hyödyntää, mutta tällä hetkellä olemassa olevan tiedon valossa em. käyttökohteet soveltuvat pohjakuonalle parhaiten. Laboratorikokeiden perusteella liukoiset pitoisuudet ylittävät lähes kaikki vertailussa käytetyt raja-arvot. Ainoastaan kahdessa pienimmässä jakeessa kloridin pitoisuus ylittää päällystetyille kenttärakenteelle asetetun raja-arvon (2400 mg/kg).

Taulukko 4. Pohjakuonan käsittelyssä muodostuvien mineraalijakeiden (0–2, 2–5, 5–12, 12–50 mm) haitta-ainesten keskimääräisiä liukoisia pitoisuuksia verrattuna uuden MARA-asetuksen (Vna 843/2017) raja-arvoihin. L/S kuvaa nestemäärän suhdetta kiinteään aineeseen.

Liukoiset pitoisuudet (mg/kg, L/S10)	Mineraalijakeet				Vna 843/2017	
	0-2mm (n=13)	2-5mm (n=11)	5-12mm (n=11)	12-50 mm (n=11)	Väylä (päällystetty) jätteen kerrospaksuus <1,5 m	Kenttä (päällystetty) jätteen kerrospaksuus <1,5 m
pH (L/S8)	11,4	11,0	11,0	11,1	-	-
Sähkönjohtokyky (L/S8, mS/m)	180	100	77	75	-	-
As	0,03	0,02	0,02	0,02	2	1,5
Ba	0,8	1,6	1,0	0,9	100	60
Cd	0,003	<0,015	<0,015	<0,015	0,06	0,06
Cr	2,0	0,9	0,5	0,3	10	5
Cu	2,3	1,1	0,6	0,5	10	10
Mo	1,6	1,0	1,1	0,6	6	6
Ni	0,04	0,02	0,02	0,03	2	1,2
Pb	0,08	0,06	0,01	0,01	2	2
Sb	0,2	0,3	0,2	0,2	0,7	0,7
Se	0,03	0,03	0,02	<0,05	1	1
V	0,1	0,1	0,1	0,1	3	3
Zn	0,6	0,5	0,3	0,3	15	12
Hg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,03	0,03
F ⁻	4,2	<10	<10	5,9	150	50
Cl ⁻	4600	2800	1800	1700	11000	2400
SO ₄ ²⁻	3700	3000	2200	2300	18000	10000
DOC	240	170	100	80	500	500

2.4. Mineraaliaineksista maarakentamiseen soveltuvia tuotteita

Tie- ja kenttärakenteiden rakennekerroksissa käytettävien materiaalien raekokojakaumista on annettu vaatimukset julkaisussa Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (InfraRYL, RTS, 2017). Jätteenpolton pohjakuonan käsittelystä syntyvien mineraalijakeiden raekokojakaumat (kuva 5, sivu 10) eivät sellaisenaan täytä esimerkiksi jakavan kerroksen materiaalin raekokovaatimuksia (vrt. InfraRYL 2017, kuva 21210:K3). Siksi kuonan mineraaliaineksista on matemaattisen suhteuttamisen avulla suunniteltu rakeisuutensa perusteella teiden ja kenttärealueiden eri rakennekerroksiin soveltuvia tuotteita. Tuotteita suunniteltiin aluksi sekä suodatin-, jakavaan että kantavaan kerrokseen, mutta tässä ohjeessa käsitellään vain kahden alemmaan rakennekerrokseen soveltuvia tuotteita. Kuonan mineraaliaines hienontuu herkemmin kuin tavanomainen luonnonkiviaines, joten materiaalin käyttöä kantavassa kerroksessa ei vielä toistaiseksi suositella. Tällä hetkellä ei ole riittävästi tutkimustietoa siitä, miten kuonan käytön aikaista hienontumisriskiä voitaisiin hallita kantavan kerroksen rakenteissa (esim. päällysteen paksuuden optimointi tai mahdollinen sideaineiden käyttö).

Kuvassa 6 sivulla 14 on esitetty suodatin- ja jakavaa kerrosta varten kuonan mineraalijakeista suunniteltujen maarakennustuotteiden raekokojakaumat. Hienorakeisin mineraalijake on rakeisuutensa perusteella sellaisenaan soveltuvaa suodatinkerroksen materiaaliksi. Jakavan kerroksen tuotteessa mineraalijakeita on käytetty suhteessa: 0–2 mm 35 p-%, 2–5 mm 25 p-%, 5–12 mm 25 p-% ja 12–50 mm 15 p-%.

Jakavan kerroksen soralle määritellyn rakeisuusalueen puitteissa jakavan kerroksen tuotteen seossuhdetta on mahdollista muuttaa esim. lisäämällä hienoimman mineraalijakeen määrää. Seuraavissa kappaleissa esiteltävät materiaaliominaisuudet pätevät kuitenkin jakavan kerroksen osalta ainoastaan edellä mainitulla suhteutuksella tehtyihin tutkimuksiin.

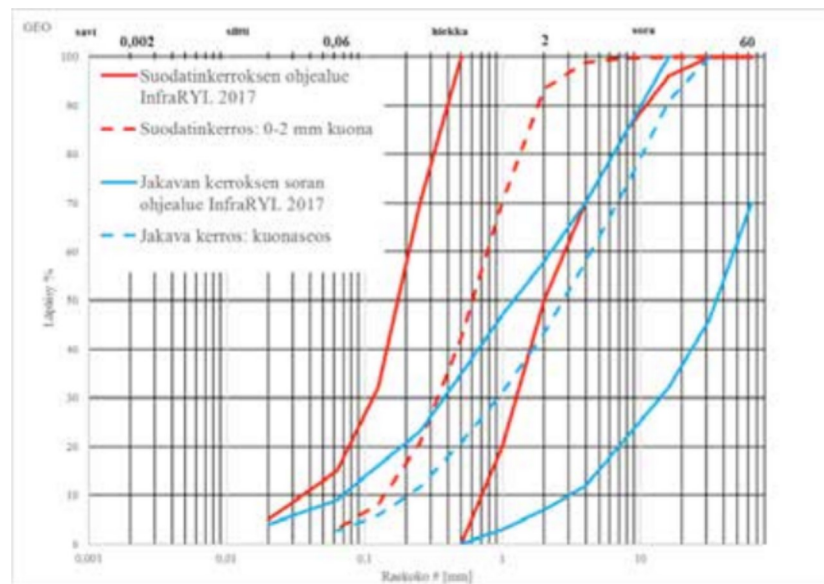
2.5. Tuotteet ja niiden laatu

Suodatin- ja jakavaan kerrokseen suunniteltujen maarakennustuotteiden laatua on tutkittu sekä laboratorio- että kenttäolosuhteissa vuosina 2013–2016. Kappaleissa 2.5.1.–2.5.2. on esitetty näiden kahden kuonatuotteen teknisiä, mekaanisia sekä ympäristökelpoisuusominaisuuksia.

2.5.1. TEKNISET JA MEKAANISET OMINAISUUDET

Taulukossa 5 on esitetty yhteenvetona suodatin- ja jakavaan kerrokseen suunniteltujen tuotteiden teknisiä ominaisuuksia (maksimikuivatilavuuspaino, optimivesipitoisuus, jäätymis-sulamiskestävyys (painohäviö) sekä lämmönjohtavuus) (Sormunen ym., 2016). Kuonatuotteet ovat jonkin verran tavanomaisia kiviaineksia kevyempiä ja niiden optimivesipitoisuus (%) on suurempi kuin rakeisuudeltaan vastaavilla luonnonhiekalla ja -soralla tyypillisesti (7–10 %). Materiaalien jäätymis-sulamiskestävyys on hyvä ja myös lämmönjohtavuus jonkin verran rakeisuusjakaumaltaan vastaavia luonnonmateriaaleja alhaisempi.

Kapillaarisen nousukorkeuden osalta kuonatuotteille ei vielä tässä vaiheessa ole mahdollista antaa yksikäsitteisiä lukuarvoja, kuten luvussa 2.3. on erillisten kuonalajitteiden osalta esitetty. Tehtyjen tutkimusten perusteella jakavan kerroksen seoksen kapillaarisen nousukorkeuden voidaan kuitenkin arvioida olevan suuruusluokaltaan 30–40 cm pitkän ajan kuluttua (useiden viikkojen tai jopa kuukausien aikana).



Kuva 6. Pohjakuonan mineraalijakeista suodatin- ja jakavaan kerrokseen suunniteltujen maarakennustuotteiden raakokojakaumat (InfraRYL 2017 luonnonsoran ohjealue) © Annika Sormunen

Taulukko 5. Suodatin- ja jakavaan kerrokseen suunniteltujen tuotteiden teknisiä ominaisuuksia

OMINAISUUS	TESTIMENETELMÄ- STANDARDI	SUODATINKERROKSEN MATERIAALI	JAKAVAN KERROKSEN MATERIAALI
Maksimikuivatilavuuspaino (kN/m ³)	SFS-EN 13286-2	12.5–15.0	16.0–17.5
Optimivesipitoisuus (%)	SFS-EN 13286-2	27.0–28.0	10–17.5
Painohäviö (%)	SFS-EN 1367-1	1	1
Lämmönjohtavuus ^a (W/mK)	ASTM D 5334–14	~0.6 (T=+10°C) ~1.0 (T=-10°C)	~0.6 (T=+10°C) ~0.8 (T=-10°C)

^aNäytteen kuivatilavuuspainot ja optimivesipitoisuudet (suodatin: 13 kN/m³ ja 23 % ja jakava 14,95 kN/m³ ja 14 %)

ROUTIVUUS

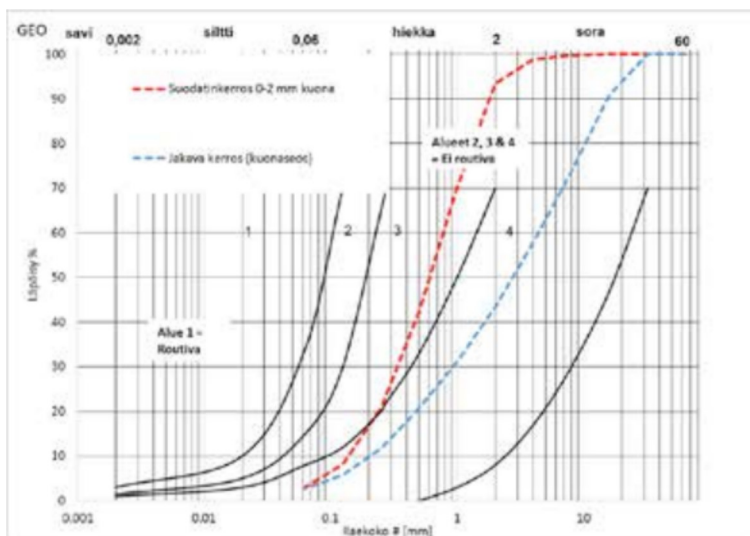
Koska Suomen olosuhteissa maarakennusmateriaalien routimattomuudella on useimmissa käyttökohteissa suuri merkitys, kuonatuotteiden routimisominaisuuksia on tutkittu monin eri tavoin. Suodatin- ja jakavaan kerrokseen suunniteltujen tuotteiden routivuutta arvioitiin karkeasti niiden rakeisuuden perusteella, kuten RL:n ohjeissa (2013) on esitetty. Tämän karkean arvion perusteella kuonatuotteiden katsottiin olevan routimattomia (Kuva 7, sivu 16). Kuonatuotteiden alhainen lämmönjohtavuus (Taulukko 3 ja 5, sivut 11 ja 14) sekä verrattain hyvä vedenläpäisevyys (Taulukko 3, sivu 11) ovat myös suotuisia materiaaliominaisuuksia rakenteiden routamitoituksen näkökulmasta.

Kuonatuotteiden routimisominaisuuksia tutkittiin vielä tarkemmin TTY:llä käytössä oleella routanousukoelaitteistolla. Routanousukokeille ei ole olemassa kansallisesti tai kansainvälisesti standardoitua testimenetelmää. Samalla laitteistolla on tutkittu muun muassa raidesepelin routimisominaisuuksia (Nurmikolu, 2005). Taulukossa 6 sivulla 16 on esitetty tästä routanousukokeesta saadut tulokset (routanousu ja routimiskerroin) suodatin- ja jakavan kerroksen materiaaleille. Kaikissa testatuissa näytteissä routimiskerroin oli alle 3 mm²/Kh, joka ISSMFE:n luokitusohjeiden (1989) mukaisesti tarkoittaa sitä, että materiaalit ovat pääosin heikosti (low=0.5–1.0 mm²/Kh) tai jonkin verran routivia (medium=1.5–3.0 mm²/Kh). Routivuusluokitus perustuu kuitenkin luonnonkiviaineksille tehtyihin tutkimuksiin ja havaintoihin, joten raja-arvot eivät siten ole välttämättä suoraan sovellettavissa jätteenpolton pohjakuonille. Liikenneviraston suunnitteluohjeen (Tiehallinto, 2004) mukaisessa laskennallisen routanousun määrittämisessä sovellettavaksi materiaalin eristävyttä kuvaavaksi vastaavuuskertoimeksi ehdotetaan tämänhetkisen tiedon valossa arvoa $a=1,25$.

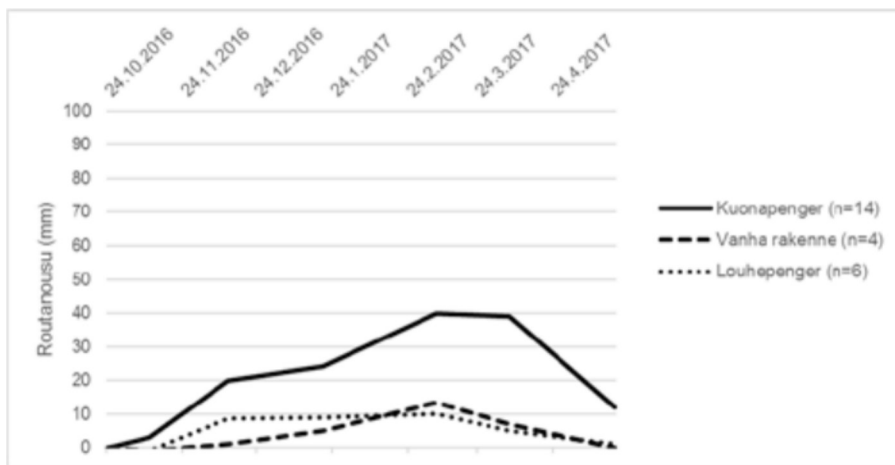
Materiaalin routivuuskäyttäytymistä (routanousua) on tutkittu talvella 2016–2017 eräässä koekohteessa Ilmajoella, missä kuonaa hyödynnettiin yhden kevyenliikenteenväylän jakavassa kerroksessa (Vt19 Seinäjoen Itäinen ohikulkutie, ST). Kohteessa mitattiin rakenteen korkeustasoa seitsemänä eri ajankohtana lokakuun 2016 – toukokuun 2017 välisenä aikana. Mittauksia tehtiin useassa eri pisteessä kuonarakenteen (n=14) sekä samalla väylällä olevien luonnonkiviaineksesta rakennettujen rakenteiden päältä (yhteensä n=10). Saatujen tulosten mukaan kyseisen talven aikana kuonarakenteessa havaittu routanousu oli vähäistä (maksimissaan 40 mm, kuva 8 sivu 17). Koska kuitenkin materiaalin routivuuskäyttäytymistä on tutkittu vasta yhdessä kohteessa, lisää tutkimusta tarvitaan vielä siitä vaikuttaako kuonapartikkeleiden osittainen hienontuminen rakenteessa materiaalin routivuuskäyttäytymiseen. Tällaisia kokeita on suunnitteilla mm. Tampereen Hiedanrannan alueelle keväällä 2018.

Taulukko 6. Suodatin- ja jakavaan kerrokseen tarkoitetuille maarakennustuotteille tehtyjen routakokeiden tuloksia

NÄYTE	ROUTANOUSU [mm]		ROUTIMIS- KERROIN SP0(12–24H)/ (23–25H) [mm ² /Kh]	VESIPITOISUUS KOKEEN JÄLKEEN [% KUIVAPAINOSTA]			KUIVA- IRTO- TIHEYS KOKEESSA [kg/m ³]
	24 h	96 h		YLÄOSA	KESKIOSA	ALAOSA	
suodatin 1	2,3	3,3	1,7/0,8	34,6	31,7	30,1	1693
suodatin 2	2,1	3,0	2,3/ 1,1	35,1	31,1	30,4	1691
jakava 1	1,4	2,4	1,7/ 1,2	21,3	20,7	19,4	1812
jakava 2	2,0	3,3	2,8/ 2,1	22,1	21,9	19,5	1813



Kuva 7. Pohjakuonan mineraalijakeista suodatin- ja jakavaan kerrokseen tarkoitettujen maarakennustuotteiden routivuuden arviointi rakeisuuden perusteella © Annika Sormunen



Kuva 8. Seinäjoen ohikulkutien J2 kevyen liikenteen väylän routanousumittaustuloksia vuosilta 2016–2017. Mittauksia tehtiin kuonapenger-osuuden lisäksi vanhan rakenteen sekä uuden louhepengerrakenteen päältä.

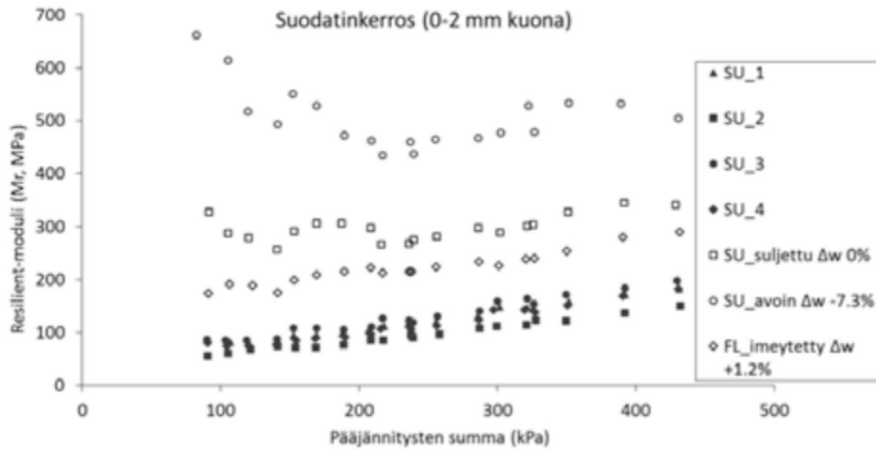
MEKAANISET OMINAISUUDET

Kuonasta valmistettujen suodatin- ja jakavan kerroksen tuotteiden mekaanisia ominaisuuksia, jäykkyyttä ja leikkauslujuutta, tutkittiin TTY:n laboratoriossa vuosien 2015–2016 aikana (Sormunen & Kolisoja, 2016). Jäykkyysominaisuudet määritettiin syklistä kolmiaksaalikokeella standardin SFS-EN 13286-7 menetelmän B mukaisesti käyttämällä alhaisten jännitystasojen kuormitussarjoja (CEN/Low stress) (SFS, 2004). Lujuusominaisuudet tutkittiin moniportaisen staattisen kolmiaksaalikokeen avulla, jossa käytettiin sellipaineita 20, 40, 70 ja 130 kPa (Kolisoja, 2014). Samojen kokeiden yhteydessä tutkittiin myös, miten kuonan ikääntyminen ja materiaalin vesipitoisuuden muutos vaikuttavat materiaalin jäykkyy- ja lujuusominaisuuksiin. Kolmiaksaalikokeet tehtiin ensin tuoreille näytteille (n=4/materiaali) ja sen jälkeen näistä kolmea näytekappaletta (per materiaali) varastoitettiin 2 kuukautta eri olosuhteissa: 1) suljettuna eli testikappaleen vesipitoisuus pyrittiin pitämään samana, 2) avoimena eli testikappaleen annettiin kuivua vapaasti ja 3) imeytettynä eli veden annettiin imeytyä testikappaleeseen vapaasti sen pohjan kautta. Varastointiajan jälkeen samat jäykkyy- ja lujuustestit tehtiin uudelleen ko. testikappaleille ja tarkasteltiin tapahtuneita muutoksia.

Kuvassa 9 on esitetty esimerkinomaisesti suodatinkerroksen tuotteella tehdyn syklistä kolmiaksaalikokeen tulokset ja kuvassa 10 sivulla 19 jakavan kerroksen materiaalin staattisen kolmiaksaalikokeen tulokset ennen ja jälkeen varastoinnin. Kuvissa on havaittavissa selvästi, miten materiaalin ikääntyminen ja vesipitoisuuden muutos (Δw -%) vaikuttavat tuotteiden jäykkyy- ja lujuusominaisuuksiin. Etenkin kun materiaali kuivuu ja sen vesipitoisuus laskee, materiaalin jäykkyy- ja lujuusominaisuudet voivat kasvaa moninkertaiseksi (Kuvat 9 ja 10). Toisaalta kokeiden aikana havaittiin myös, että liian korkeassa vesi-

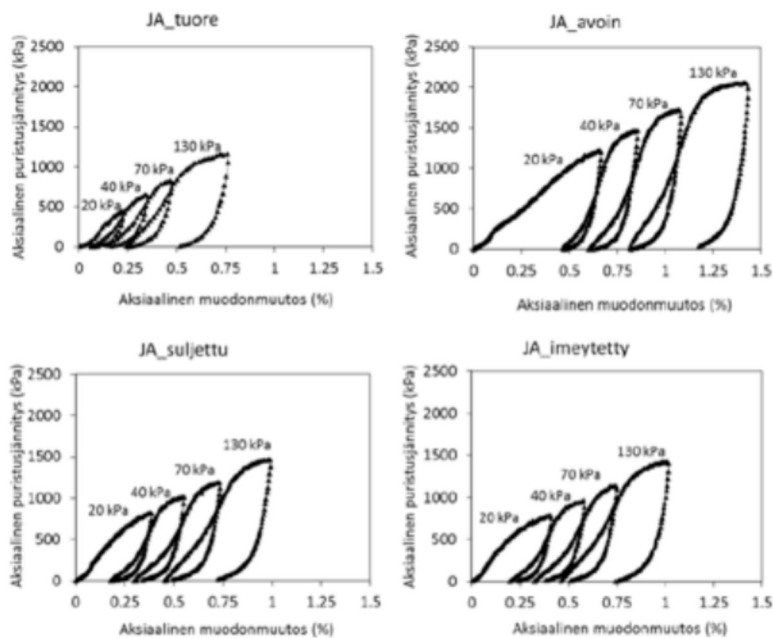
pitoisuudessa materiaali pehmenee tiivistämisen yhteydessä. Näin ollen materiaalin tiivistämisessä on erityisen tärkeää ottaa huomioon, että optimivesipitoisuutta ei ylitetä niin paljon, että tiivistämisen aikana materiaali alkaisi pehmetä liiasta vesimäärästä johtuen.

Materiaalin pitkäaikaiskestävyydestä ei ole vielä saatavilla kattavia tutkimustuloksia, koska koekohteet ovat valmistuneet vasta äskettäin. Vt19-hankkeen kevyen liikenteen väylällä J2 on kuitenkin jo aloitettu syksyllä 2017 rakenteen pitkäaikaiskestävyyden seuranta ja näitä tutkimustuloksia tullaan päivittämään tähän ohjeeseen, kun useampi tutkimusvuosi on takana.



Kuva 9. Pohjakuonan mineraalijakeesta (0–2 mm) suodatinkerrokseen tarkoitetun materiaalin syklistä kolmiak-siaalikokeen tuloksia eri varastointiolosuhteissa © Annika Sormunen

Suodatin- ja jakavan kerroksen kuonamateriaaleille on kolmiak-siaalikoetulosten ja Ilmajolle vuonna 2014 rakennetulla koekentällä tehtyjen levykuormituskokeiden perusteella johdettu taulukon 7 mukaiset E-moduuliarvot. Materiaalissa ajan myötä tapahtuvasta lujittumisesta johtuen Odemarkin menetelmällä tehtävässä kantavuusmitoituksessa sovellettavaksi suositellut, rakenteen käytön aikaista tilannetta kuvaavat moduuliarvot ovat korkeampia kuin mitä rakentamisen aikana tehtävillä mittauksilla on mahdollista todentaa. Tästä syystä taulukossa 7 on annettu erikseen E-moduuliarvot, joita tulisi soveltaa rakennustyön aikana tehtävien laadunvalvontamittausten tavoitekantavuusarvojen asettamisessa. Kuormituskestävyyssmitoituksen mukainen käyttäytyminen rakenteessa voidaan otaksua saavuttavan viimeistään puolen vuoden kuluttua rakentamisesta, edellyttäen että kohteen kuivatusolosuhteet ovat asianmukaiset.



Kuva 10. Pohjakuonan mineraalijakeista jakavaan kerrokseen tarkoitetun materiaalin staattisen kolmiakiaalikokeen tuloksia eri varastointiolosuhteissa © Annika Sormunen

Taulukko 7. Suodatin- ja jakavaan kerroksen kuonamateriaalille ehdotetut E-moduularvot Odemarkin menetelmän mukaiseen kantavuusmitoitukseen ja rakennustyön aikana tehtävien laadunvalvontamittausten tavoitekantavuusarvojen määrittämiseen.

	Suodatinkerroksen materiaali, E-moduuli (MPa)	Jakavaan kerroksen materiaali, E-moduuli (MPa)
KANTAVUUSMITOITUS ODEMARKIN MENETELMÄLLÄ	100	150
RAKENTAMISEN AIKANA TEHTÄVÄT LAADUNVALVONTAMITTAUKSET	70	125

2.5.2. YMPÄRISTÖKELPOISUUSOMINAISUUDET

Taulukossa 8 sivulla 21 on esitetty suodatin- ja jakavaan kerrokseen suunniteltujen kuonatuotteiden ympäristökelpoisuusominaisuuksia, jotka on määritetty CEN/ TS 14405 mukaisella standardoidulla läpivirtaustestillä tai SFS-EN-12457-3 mukaisella kaksivaiheisella ravistelutestillä. Kuonatuotteista saatuja liukoisuustuloksia on verrattu 1.1.2018 voimaan tulleen ns. MARA-asetuksen (Vna 843/2017) mukaisiin raja-arvoihin päällystetyissä kenttä- ja väylärakenteissa. Asetuksessa on myös säädetty raja-arvoja muille rakenteille, joissa käsiteltyä pohjakuonaa voidaan hyödyntää, mutta tällä hetkellä olemassa olevan tiedon valossa em. käyttökohteet soveltuvat pohjakuonalle parhaiten.

Kuten taulukosta 8 voidaan havaita, suodatinkerroksen kuonatuotteessa liukoiset pitoisuudet ylittävät kloridin osalta ns. MARA-asetuksen mukaisen raja-arvon päälylystetylle kenttärakenteelle. Jakavan kerroksen kuonatuotteessa, jossa on mukana myös isompia raekokoja, kaikki taulukossa esitetyt raja-arvot alittuvat. Toisaalta kloridin liukoinen pitoisuus on varsin lähellä päälylystetylle kenttärakenteelle asetettua raja-arvoa.

Kuonatuotteiden ympäristökelpoisuutta on tutkittu myös isommassa mittakaavassa kenttäolosuhteissa, muun muassa lysimetreissä ja Lakeuden Etapin kuonatuotteista rakennetulla kenttäalueella. Näissä tutkimuksissa havaittiin, että kaikkien tutkittujen haitta-aineiden liukoisuuskäyttäytyminen oli lähes samankaltaista sekä kenttä- että laboratorio-olosuhteissa (haitta-aineen pitoisuus vs L/S-suhde). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että laboratoriossa materiaalille tehtäviä liukoisuuskokeita voidaan pitää riittävän luotettavina, kun arvioidaan tämän materiaalin soveltuvuutta maarakentamistarkoitukseen. Toisaalta on syytä ottaa huomioon, että eri yhdisteiden liukoisuuskäyttäytymiseen vaikuttaa kenttäolosuhteissa monet erilaiset tekijät, kuten pH ja rakenteen läpi virtaavan veden määrä. Esimerkiksi antimoniin liukoisuus saattaa jonkin verran lisääntyä kenttäolosuhteissa, kun materiaalin pH laskee sen reagoidessa ilman hiilidioksidin kanssa. Lisäksi kloridi on varsin vesiliukoinen yhdiste, joten se liukenee helposti, mikäli materiaali pääsee huuhtoutumaan vedellä. Kuonatuotteiden ympäristökelpoisuutta arvioitaessa onkin tapauskohtaisesti syytä viitata kulloinkin voimassa olevaan lainsäädäntöön, jonka pohjalta joko kohdekohtaisella riskinarviolla tai olemassa oleviin raja-arvoihin viitaten päätetään materiaalien ympäristökelpoisuus suunnittelukohteessa.

2.5.3. LAADUNHALLINTAJÄRJESTELMÄ JA CE-MERKINTÄ

Maarakennukseen suunniteltujen kuonatuotteiden laadunhallinta tehdään jatkossa standardin SFS-EN 13242 mukaisesti laaditun laadunhallintajärjestelmän pohjalta. Järjestelmä laadittiin vuonna 2017 ja sitä päivitettiin vuoden 2018 alussa vastaamaan uuden MARA-asetuksen vaatimuksia. Järjestelmä otetaan käyttöön vuoden 2018 aikana. Saatujen tutkimustulosten perusteella kuonatuotteille (mukaan lukien suhteutettu seos) laaditaan CE-merkki, joka toimitetaan asiakkaille jokaisesta materiaalierästä. CE-merkkiä ylläpidetään jatkuvan laadunvalvonnan avulla materiaalin tasalaatuisuuden varmistamiseksi.

Taulukko 8. Suodatin- ja jakavaan kerrokseen tarkoitettujen kuonatuotteiden keskimääräisiä ympäristökelpoisuusominaisuuksia verrattuna uuden MARA-asetuksen (Vna 843/2017) raja-arvoihin

LIUKOISET PITOISUUDET (mg/kg, l/s 10 ⁶)	SUODATIN (n=13)	JAKAVA (n=4)	VÄYLÄ (PÄÄLLYSTETTY) JÄTTEEN KERROSPAIKSUUS <1,5 M	KENTÄ (PÄÄLLYSTETTY) JÄTTEEN KERROSPAIKSUUS <1,5 M
pH (L/SB)	11,0	10,0	-	
Sähkönjohtokyky (L/SB, mS/m)	180	480	-	-
As	0,03	<0,02	2	1,5
Ba	0,8	0,4	100	60
Cd	0,003	<0,02	0,06	0,06
Cr	2,0	0,4	10	5
Cu	2,3	0,6	10	10
Mo	1,6	0,9	6	6
Ni	0,04	0,02	2	1,2
Pb	0,08	<0,01	2	2
Sb	0,20	0,3	0,7	0,7
Se	0,03	0,02	1	1
V	0,1	0,1	3	3
Zn	0,6	0,1	15	12
Hg	<0,005	<0,003	0,03	0,03
F	4,2	<10	150	50
Cl	4600	2400	11000	2400
SO ₄	3700	5500	18000	10000
DOC	240	70	500	500

*L/S: Kiinteän aineen ja nesteen välinen suhde

3 Hyödyntäminen maarakentamisessa

3.1. Suunnittelu ja soveltuvat käyttökohteet ja rakenteet

Teknisten ja mekaanisten ominaisuuksien perusteella jätteenpolton pohjakuona soveltuu muun muassa teiden ja erilaisten kenttäalueiden suodatin- ja jakavaan kerrokseen. Potentiaalisia hyödyntämiskohteita ovat mm. tiet, kadut, pyörätiet, jalkakäytävät, pysäköintialueet sekä teollisuus- ja jätteenkäsittelyalueiden varastointikentät. Eri kaupungeissa ovat mahdollisia myös muut hyödyntämiskohteet, riippuen siitä minkälainen materiaaliarve kullakin alueella on.

Kuten edellä jo todettiin, kuonan mineraaliainespätkät ovat kuitenkin tavanomaisia kiviainesta hauraampia, joten materiaalia ei nykytiedon valossa suositella käytettäväksi kantavassa kerroksessa, jossa kuormitus on suurempaa ja siten myös materiaalivaatimukset tiukempia. Toisaalta hyödyntäminen kantavassa kerroksessa voi olla mahdollista, jos kantavan kerroksen yläosa on tehty sora- tai kalliomurskeesta tai asfalttipäällyste on riittävän paksu, jolloin kuonarakenteeseen ei kohdistu liian suurta kuormitusta. Tästä on kuitenkin syytä tehdä jatkotutkimuksia, jotta asiasta voidaan olla täysin varmoja.

Kiviaineksen kaltaisista kuonatuotteista tehdyt rakenteet tulee suunnitella siten, että ne pysyvät hyvin kuivatettuina.

Jätteenpolton pohjakuonan korroosivaikutuksia ei ole tutkittu tarkemmin. Materiaalin pH on kuitenkin emäksinen, joten se voi kosteissa olosuhteissa aiheuttaa joidenkin materiaalien korroosiota, mikä tulee ottaa huomioon suunnittelussa.

Kuonan mineraaliaineksia on tähän mennessä käytetty muun muassa Lakeuden Etapin Ilmajoen jätteenkäsittelyalueella sijaitsevalla varastointikentällä suodatin-, jakavassa ja kantavassa kerroksessa sekä Vt19:llä (Seinäjoki-Nurmo) eräällä kevyenliikenteenväylällä ja kavassa kerroksessa. Nämä kaksi kohdetta ovat toimineet koekohteina, joista on kerätty runsaasti tutkimustietoa kuonan ominaisuuksista ja käyttäytymisestä kenttäolosuhteissa. Tätä ohjetta ja tässä esitettyjä tietoja materiaalin ominaisuuksista on syytä käyttää suunnittelun apuna, jotta materiaalia käytettäisiin vain sellaisissa rakenteissa, joihin se parhaiten soveltuu.

3.2. Lupa-asiat

Käsiteltävien jätteenpolton pohjakuonien hyödyntäminen on mahdollista joko 1.1.2018 voimaan tulleen MARA-asetuksen (Vna 843/2017) mukaisesti tai ympäristöluvalla, josta määrätään ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja -asetuksessa (Vna 713/2014). MARA-asetuksen mukainen ilmoitus tehdään ELY-keskukselle sähköisellä lomakkeella. Ympäristölupaa haetaan joko kunnan viranomaiselta tai Aluehallintovirastolta AVI riippuen hyödynnettävän jätteen määrästä: ympäristölupaviranomainen on kunta, kun jätteen määrä alle 20 000 t, ja sitä suurempien määrien osalta AVI). MARA-asetuksessa jätteenpolton pohjakuonille on määritetty rakennekohtaiset ympäristökelpoisuusraja-arvot, joiden alittuessa materiaalin hyödyntäminen on mahdollista pelkällä ilmoitusmenettelyllä, kunhan asetuksen muutkin ehdot täyttyvät. Toisaalta ympäristölupaa laadittaessa on aina tehtävä kohdekohtainen riskinarviointi, jossa arvioidaan maaperän ja pohjaveden pilaantumisriskit hyödyntämis-kohteessa. Lisäksi lupahakemuksessa on esitettävä tiedot toteutettavasta tarkkailusta. Lupahakemusta laadittaessa tulee ottaa huomioon, että luvan käsittelyaika voi kestää jopa yli vuoden, jolloin luvan hakeminen kannattaa aloittaa hyvissä ajoin ennen hankkeen suunniteltua toteutusta. MARA-asetuksen mukainen hyödyntäminen ilmoitusmenettelyllä on jouhevampaa.

3.3. Rakentaminen

3.3.1. TOIMITUS JA VASTAANOTTO

Kuonatuotteiden tilauksesta ja toimituksesta on sovittava erikseen tapauskohtaisesti materiaalin toimittajan kanssa. Tämän ohjeen kohdassa 4 on esitetty tarkemmat tiedot tuotteiden tilaamisesta ja saatavuudesta sekä kohdassa 5 on esitetty yhteyshenkilöt, joihin voi olla yhteydessä lisätietojen saamiseksi.

Jakavan kerroksen materiaali toimitetaan valmiina seoksena vastaanottopaikkaan. Seos valmistetaan sivulla 10 esitettyjen paino-% mukaisesti eri mineraalijakeista. Tuotteen valmistusta ja laatua valvotaan sisäisen laadunhallintajärjestelmän mukaisesti, joka on saatavilla materiaalin toimittajalta erikseen pyydettyäessä. Tuotteelle on myös tarkoitus hakea CE-merkki, kuten kappaleessa 2.5.3 on esitetty.

Materiaalien kuljetuksessa tulee huomioida, että kuormat on kuljettava kohteeseen peitettyinä. Lisäksi kuljettajien tulee olla rekisteröitynä jätelain (646/2011) mukaiseen jätehuoltorekisteriin (jätteen ammattimainen keräystoiminta). Kuormakirjojen säilytyksessä noudatetaan lupapäätöksessä tms. annettuja viranomaismääräyksiä. Materiaalin vastaanotto kohteeseen voidaan tehdä samaan tapaan kuin normaalissakin maarakennustoiminnassa.

3.3.2. VARASTOINTI

Kuonan mineraaliaineksien pitkiä varastointiaikoja on syytä välttää, koska kuonakasat kovet-

tuvat pinnasta noin 100–200 mm syvyydeltä. Materiaalin toimitus suoraan rakenteeseen on suotavaa aina, kun se on mahdollista. Mikäli materiaalia joudutaan välivarastoimaan, kasat on syytä peittää, jotta ne olisivat mahdollisimman vähän veden kanssa kosketuksissa. Kuonan välivarastoinnista voidaan säätää tapauskohtaisesti myös hyödyntämiskohteen ympäristöluvassa, jonka määräykset on otettava huomioon materiaalia varastotaessa. Myös uudessa MARA-asetuksessa (Vna 843/2017) on annettu määräyksiä välivarastoinnista.

3.3.3. YLEISET TYÖOHJEET

Jätteenpolton pohjakuonan mineraalijakeita voidaan työstää normaalilla maarakennuskalustoilla ja menetelmillä. Materiaalin tiivistämisen osalta on syytä ottaa huomioon, että materiaali hienontuu jonkin verran tiivistettäessä. Näin ollen ylenmääräinen täryttäminen tiivistyksen yhteydessä ei ole suotavaa. Myös liikaa kastelua tiivistämisen aikana tulee välttää, jotta materiaali ei pehmenetä tarpeettomasti.

3.3.4. TYÖTURVALLISUUS

Jätteenpolton pohjakuonan mineraalijakeiden pölyämistä tulee ensisijaisesti estää materiaalin peittämisellä ja toissijaisesti vähäisellä kastelulla, mikäli materiaalia joudutaan välivarastoimaan kohteessa. Suositus on, että materiaali sijoitettaisiin suoraan rakenteeseen, jolloin myös pölyäminen on vähäisempää.

Kuonan kanssa kosketuksissa olevien henkilöiden tulee suojautua normaalilla suojavaatetuksella sekä henkilönsuojaimilla. Lisätietoja näistä on esitetty tämän ohjeen liitteessä 1 olevassa käyttöturvallisuustiedotteessa.

3.3.5. EROT LUONNONMATERIAALEILLA RAKENTAMISEEN

Jätteenpolton pohjakuonasta valmistetut kuonatuotteet ovat maarakennusominaisuuksiltaan pääosin samankaltaisia kuin luonnonhiekkia ja sora, mutta niillä on myös muutamia erityispiirteitä, jotka tulee ottaa huomioon rakentamisen aikana.

Erityisesti tulee ottaa huomioon:

MATERIAALIN OMINAISUUDET

Jätteenpolton pohjakuonan rakeiden koostumus vaihtelee, osa niistä on huokoisia ja osa kiinteitä (seassa mm. kivien, betonien, tiilien ja keramiikan palasia). Myös rakeiden muoto vaihtelee ja ne hienontuvat jonkin verran kuormituksen alla. Kuonarakeet ovat huokoisempia kuin normaalit kiviainespartikkelit, joten materiaali imee vettä itseensä kapillaarisesti ja rakeet ovat myös vettä läpäiseviä.

VEDEN VAIKUTUS MATERIAALIN TIIVISTÄMISEEN

Jätteenpolton pohjakuonaa tiivistettäessä tulee välttää liikaa kastelua. Mikäli materiaali

kastuu liikaa, se voi pehmentyä eikä tiivisty kunnolla. Toisaalta myös liian vähäinen vesimäärä voi estää materiaalin riittävän tiivistymisen. Näin ollen materiaalia on syytä kastella hyvin lähelle sen optimivespitoisuutta, jolloin myös tiivistäminen onnistuu parhaiten. Veden on syytä antaa hetken imeytyä materiaaliin ennen tiivistämistä. Materiaali ei sovellu käytettäväksi vedenpinnan alaisissa täyttötöissä, koska sen lujuusominaisuudet heikkenevät liiallisen veden läsnä ollessa. Myöskään materiaalin kunnollinen tiivistäminen liian määrällä alustalla ei ole mahdollista.

MATERIAALIN IKÄÄNTYMINEN JA LUJITTUMINEN

Jätteenpolton pohjakuonan jäykkyys- ja lujuusominaisuudet paranevat ajan myötä. Tähän vaikuttaa osittain materiaalin vesipitoisuuden muutos etenkin materiaalin kuivuessa, mutta myös kuonan ikääntyminen. Ikääntymisellä tarkoitetaan kuonassa tapahtuvia kemiallisia reaktioita, joiden johdosta materiaalin kemiallinen koostumus ja sitä kautta myös ominaisuudet muuttuvat. Materiaali ei kuitenkaan ole verrattavissa betonimurskeeseen, joka on pääosin varsin itselujittuvaa materiaalia.

HAITTA-AINEET

Jätteenpolton pohjakuona sisältää jonkin verran erilaisia liukenevia aineita, jotka saattavat suurina pitoisuuksina olla haitallisia ympäristölle (esim. kloridia). Näin ollen materiaalin ympäristökelpoisuus tulee aina tutkia ennen hyödyntämistä MARA-asetuksessa (Vna 843/2017) tai mahdollisessa ympäristöluvassa erikseen säädettyjen viranomaismääräysten mukaisesti. Tarvittaessa myös kemiallinen yhteensopivuus muiden rakenteissa käytettävien materiaalien kanssa on selvítettävä. Kuljetuksen aikana pölyäminen on estettävä peittämällä kuormat.

LAADUNVALVONTA

Tietyt laadunvalvontaan liittyvät seikat tulee ottaa huomioon kuonatuotteista rakennettujen rakenteiden laatua valvottaessa. Näistä on esitetty tarkemmat tiedot tämän ohjeen kohdassa 3.4.

3.3.6. KORJAUSRAKENTAMINEN

Kuonarakenteita korjattaessa tai purettaessa on syytä pyrkiä pitämään erilaiset materiaalit erillään toisistaan. Materiaali luokitellaan jätteeksi, kun se kaivetaan pois rakenteesta. Näin ollen se pitää toimittaa asianmukaiset luvat omaavaan vastaanottopaikkaan. Uudessa MARA-asetuksessa (Vna 843/2017) on kuitenkin mahdollistettu materiaalien jatkohyödyntäminen samassa tai toisessa maarakentamiskohteessa korjausrakentamisen yhteydessä. Lisätietoja tästä aiheesta on esitetty itse asetuksessa sekä sen soveltamisoppaassa.

3.4. Laadunvalvonta ja mittaukset

TEKNISET JA MEKAANISET OMINAISUUDET

Infrarakenteiden laadunvalvonnasta on annettu ohjeet julkaisussa Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (InfraRYL), jota on noudatettava myös kuonatuotteita käytettäessä. Tässä ohjeessa on esitetty laadunvalvonnan ja mittausten osalta ne kohdat, mitkä on erityisesti otettava huomioon kuonarakenteiden laatua valvottaessa, ja mitkä poikkeavat luonnonmateriaalien laadunvalvonnasta.

Teiden ja kenttäalueiden rakenteissa erityisen tärkeitä ominaisuuksia ovat rakenteiden kantavuus sekä tiiviyys. Taulukossa 9 sivulla 26 on esitetty kuonarakenteille soveltuvat mittausten menetelmät näiden mittaussuureiden osalta sekä niissä mahdollisesti huomioon otavat erityispiirteet kuonarakenteiden laatua valvottaessa.

Levykuormituskokeiden tuloksia arvioitaessa on otettava huomioon kuonamateriaalin jäykkyys- ja lujuusominaisuuksien muuttuminen ajan myötä, kuten kohdassa 2.5.1 on esitetty. Käytännössä tämä ilmenee siten, että rakentamisen aikana mitattavat kantavuusarvot eivät vielä vastaa rakeisuudeltaan samanlaisia luonnonmateriaaleja tai kalliomurskeita. Ajan myötä kantavuus kuitenkin paranee edellyttäen, että kuonamateriaalista tehdyn rakennekerroksen kuivatus on toimiva. Rakennustyön aikana tehtävien laadunvalvontamittausten tavoitekantavuusarvojen asettamisessa sovellettavaksi suositellut E-moduuli- arvot on esitetty edellä kappaleen 2.5.1 taulukossa 7. Koska kuonamateriaaleista tehtyjen rakennekerrosten alempi rakentamisen aikainen kantavuus voi heikentää myös niiden päälle tavanomaisista kivaiineksista rakennettavien kerrosten tiivistymistä, on näidenkin tiivistäminen tehtävä erityisen huolellisesti kiinnittäen huomiota sekä kerralla tiivistettävän kerroksen enimmäispaksuuteen, että jyräskertamäärään. Rakennekerrosten riittävät jyräskertamäärät ovat kuonamateriaaleja sisältävillä rakenteilla suositeltavaa määrittää kohdekohtaisesti koetiivistysrakenteella samaan tapaan kuin mitä tehdään esim. kaatopaikkojen tiivistysrakenteiden yhteydessä.

Myös kuonarakenteiden tiiviiden mittaauksessa on tiettyjä asioita, jotka tulee ottaa huomioon mittaauksia tehtäessä ja tuloksia arvioitaessa. Tiivistystarkkailun lähtötiedoiksi vaaditaan materiaalin maksimikuivatilavuuspaino, joka on määritetty laboratoriossa tietyllä työmäärällä, esim. parannetulla Proctor-kokeella.

Kuonapartikkelit ovat hauraita ja hienontuvat kovan ja/tai iskevän kuormituksen alla (esimerkiksi Proctor-kokeen aikana). Näin ollen tiivistyskokeissa saadaan yleisesti liian suuria maksimikuivatilavuuspainoja, jotka vaikuttavat tulosten perusteella laskettuihin tiiviyssasteisiin (%). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kuonista tehdyillä rakenteilla ei läheskään aina ole mittausteknisistä syistä mahdollista saavuttaa samoja vaatimustasoja (ts. tiiviyssasteita) kuin mitä luonnonkivaiineksille teiden ja kenttäalueiden suodatin- ja jakavalle kerrokselle on asetettu (kts. InfraRYL). Säteilysin perustuvaa mittaustaitetta käytettäessä on syytä ottaa huomioon, että laite ei mittaa materiaalin vesipitoisuutta oikein, koska kuonan kivai-

neksestä poikkeava kemiallinen koostumus häiritsee mittausta. Jokaisesta mittauspisteestä on aina otettava materiaalinäyte, josta määritetään vesipitoisuus laboratorioissa. Tällä vesipitoisuudella korjataan sitten jälkikäteen säteilymittauslaitteella saadut tulokset oikeiksi. Myös volymetrikuopan tulee olla riittävä suhteessa materiaalin maksimiraekokoon.

Taulukko 9. Kuonarakenteille soveltuvat mittausmenetelmät

MITATTAVA SUURE	MITTAUSLAITE	HUOMIOITAVAA
Kantavuus, tiiviyssuhde	Saattinen levykuormituskoe, pudotuspainolaite	Mittaus suoritettava Infra-RYL ohjeiden mukaisesti, rakenteen jäykkyys kasvaa ajan myötä
Tiiviyssaste	Säteilyyn perustuva mittauslaite esim. Troxler tai vesi- / hiekkavolymetri	materiaalin vesipitoisuus mittauspisteessä määritettävä materiaalinäytteestä

Mahdollisten kaivutöiden jälkeen kuonarakenteiden päällysrakenteet on uusittava siten, että päällysrakenteen kantavuudet vastaavat alkuperäisten rakenteiden kantavuutta.

YMPÄRISTÖKELPOISUUS

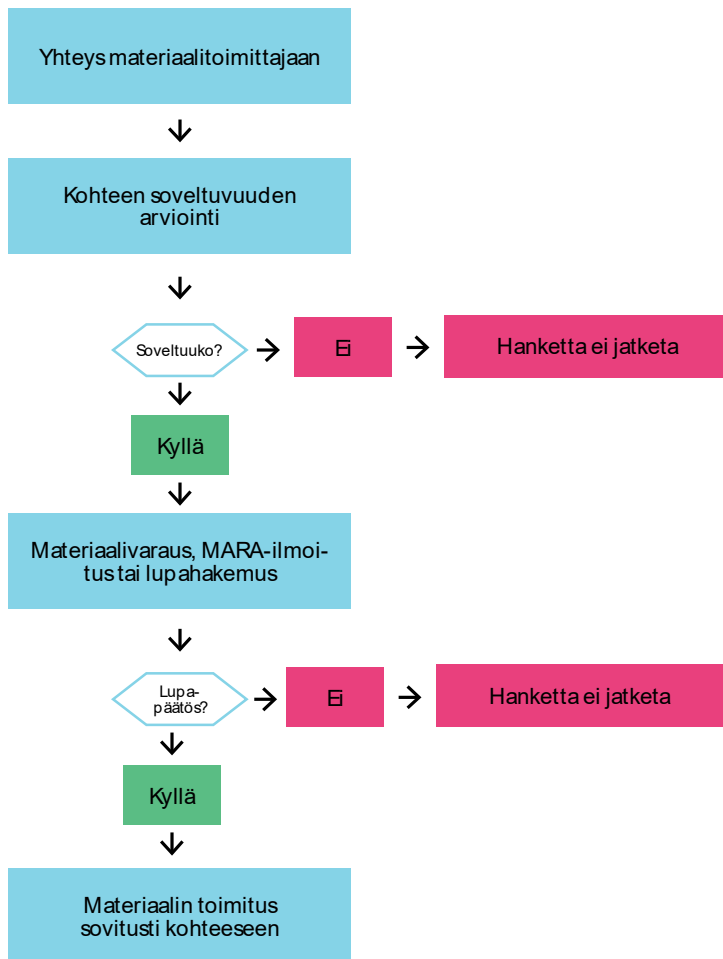
Kuonatuotteiden ympäristökelpoisuutta selvitetään laboratorioissa tehtävillä liukoisuuskokeilla. Suomessa jätemateriaalien liukoisuutta tutkitaan yleisesti joko läpivirtaustestillä (CEN/ TS 14405) tai kaksivaiheisella ravistelutestillä (SFS-EN 12457-3), kuten uudessa MARA-asetuksessa on säädetty. Materiaalintoimittaja vastaa liukoisuustestien tekemisestä, ja toimittaa ne tuotteen tilaajalle ennen MARA-ilmoituksen tai lupahakemuksen laatimista.

Mikäli hyödyntäminen tapahtuu MARA-asetuksen mukaisella ilmoitusmenettelyllä, kohteessa ei ole tarvetta jälkitarkkailuun. Ainoastaan hyödyntämisen päätettyä on tehtävä selvitys siitä, miten ilmoituksen mukainen hyödyntäminen on toteutunut. Ympäristöluvalla tehtävissä hyödyntämiskohteissa rakentamisen jälkeisestä tarkkailusta säädetään erikseen kohteen ympäristöluvassa. Tarkkailusuunnitelma laaditaan aina kohdekohtaisesti ja se voidaan hoitaa monin eri tavoin (esim. näytteenotto lysimetreistä, salaojan purkuputkesta tms.). Vesinäytteenoton ja haitta-ainepitoisuuksien lisäksi olisi hyvä olla tiedossa myös rakenteen läpi virranneen veden määrä, tai ainakin arvio siitä, jotta kuonan aiheuttamaa kuormitusta voitaisiin luotettavasti arvioida. Tarkkailusuunnitelman laatimisessa on syytä käyttää alan asiantuntijaa. Luvan haltija on vastuussa tarkkailun toteuttamisesta ja siihen liittyvästä raportoinnista.

4 Materiaalin tilaaminen ja saatavuus

Jätteenpolton pohjakuonasta ADR-laitteistolla eroteltuja mineraaliaineksia ja niistä valmistettuja kuonatuotteita voi tiedustella suoraan jätteen tuottajalta (jätehuolto-yhtiö) tai kuonan käsitteijältä (SE). Kuvassa 10 sivulla 29 on esitetty lyhyesti prosessikaavio siitä, miten tulee toimia, kun tuotteita halutaan tilata ja miten hanke pääpiirteissään etenee. Tärkein vaihe materiaalien hyödyntämisprosessissa on lupa-asiat (joko MARA-ilmoitus tai ympäristölupahakemus) eli niiden pitää olla kunnossa ennen kuin hyödyntäminen voidaan aloittaa.

Jätteenpolton pohjakuonasta suunniteltuja tuotteita syntyy eri määriä riippuen käsitellyn pohjakuonan määrästä. Esimerkiksi Lakeuden Etapin Ilmajoen jätteenkäsittelyalueella mineraaliaineksia syntyy vuosittain noin 30 000 tonnia ja koska välivarastointikapasiteetti alueella on vähäinen, materiaalin kierto pyritään pitämään mahdollisimman nopeana. Lisätietoja materiaalien tilaamisesta ja saatavuudesta voi kysyä kohdassa 5 esitetyiltä yhteyshenkilöiltä. Yhteyttä kannattaa ottaa hyvissä ajoin ennen rakentamista, jotta lupa-asiat yms. saadaan ajallaan järjestykseen.



Kuva 10. Prosessikuvaus jätteenpolton pohjakuonatuotteiden hyödyntämishankkeesta

5 Lisätietoja ohjeesta

Suomen Erityisjäte Oy

Annika Sormunen
Norokatu 5
15170 Lahti
p. 044 331 8877
annika.sormunen@erityisjate.fi

Riina Rantsi
Metsänneidonkuja 12
02130 Espoo
p. 040 725 8999
riina.rantsi@erityisjate.fi

6 Liitteet

Liite 1. Kuonan mineraalaineoksen käyttöturvallisuustiedote

KOHTA 1: AINEEN TAI SEOKSEN JA YHTIÖN TAI YRITYKSEN TUNNISTETIEDOT

1.1 Tuotetunniste

Kauppanimi / aineen nimi	Scanwas kiviaines
Muut nimet ja synonyymit	jätteenpolton pohjakuonan mineraalaines
REACH-rekisteröintinumero	Ei saatavilla
EC/CASnumero	Ei saatavilla

1.2 Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella

Käyttötarkoitus sanallisesti	Tie- ja maarakennusmateriaali (sitomattomat suodatin- ja jakava kerros, ei suositella käytettäväksi kantavassa kerroksessa), sementti- ja betonteollisuuden tuotteiden lisäaine, kasvatusalustojen seosaine kaatopaikoilla ja suljetuilla teollisuusalueilla
------------------------------	--

1.3 Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot

Toimittaja (valmistaja, maahantuoja, ainoa edustaja, jatkokäyttäjä, jakelija)

Suomessa toimiva markkinoille luovuttaja

	Suomen Erityisjäte Oy
Osoite	Kiimassuontie 127
Postinumero ja -toimipaikka	30420 Forssa
Osoite	Metsänneidonkuja 12
Postinumero ja -toimipaikka	02130 Espoo
Puhelin	040 725 8999
Sähköpostiosoite	riina.rantsi@erityisjate.fi
Y-tunnus	1924625-4

1.4 Häätöpuhelinnumero

Yleinen hätänumero 112

KOHTA 2: VAARAN YKSILÖINTI**2.1 Aineen tai seoksen luokitus**

2.1.1 CLP-asetuksen (EU) 1272/2008 mukaan

Luokitus: Ei luokitusta

Jätteenpolton pohjakuonan mineraaliaines ei täytä CLP-asetuksen vaarallisten aineiden luokitukselle asetettuja perusteita

2.1.2 Direktiivin 67/548/EEC (DSD) mukaan

Luokitus: Ei luokitusta

Jätteenpolton pohjakuonan mineraaliaines ei täytä DSD-asetuksen vaarallisten aineiden luokitukselle asetettuja perusteita

2.2 Merkinnät

Tuote ei ole vaarallinen. Ei tarvetta erityisille merkinnöille.

2.3 Muut vaarat

Jätteenpolton pohjakuonan mineraaliaineksen hienojakoinen pöly voi aiheuttaa mekaanista ärsytystä silmissä ja hengitysteissä.

KOHTA 3: KOOSTUMUS JA TIEDOT AINEOSISTA**3.1 Aineet**

Jätteenpolton pohjakuonan mineraaliaines syntyy, kun pohjakuonaa käsitellään kuivaerotustekniikkaan perustuvalla käsittelylaitteistolla metallien (sekä rauta- että ei-rautametallien) erottamiseksi. Prosessista syntyy neljää eri raekoon omaavaa mineraalijaetta (0–2 mm, 2–5 mm, 5–12 mm ja 12–50 mm), jotka koostuvat pääosin:

Aine	Pitoisuusväli (paino %)	Luokitus (DSD 67/548/EEC)	Luokitus (CLP (EU) 1272/2008)
Piiyhdisteet (laskettuna SO ₂ :ksi)	n. 25–35	Ei luokitusta	Ei luokitusta
Kalsiumyhdisteet (laskettuna CaO:ksi)	n. 15–25	Ei luokitusta	Ei luokitusta
Alumiini (laskettuna Al ₂ O ₃ :ksi)	n. 11–13	Ei luokitusta	Ei luokitusta
Rautayhdisteet (laskettuna Fe ₂ O ₃ :ksi)	n. 7–10	Ei luokitusta	Ei luokitusta
Rikki (laskettuna SO ₃ :ksi)	n. 3–6	Ei luokitusta	Ei luokitusta

KOHTA 4: ENSIAPUTOIMENPITEET**4.1 Ensiaputoimenpiteiden kuvaus**

Hengitys	Siirrä henkilö raittiiseen ilmaan ja pidä lepoasennossa, jossa on helppo hengittää. Jos ärsytys jatkuu, ota yhteys lääkäriin.
Iho	Pese vedellä ja saippualla.

Silmät	Huuhto huolellisesti vedellä usean minuutin ajan. Poista piilolinssit, jos sen voi tehdä helposti. Jatka huuhtomista. Jos silmä-ärsytys jatkuu, ota yhteys lääkäriin.
Nieleminen	Huuhto suu ja juo runsaasti vettä.

4.2 Tärkeimmät oireet ja vaikutukset, sekä välittömät että viivästyneet

Pölyn aiheuttama ohimenevä mekaaninen silmien ja hengitysteiden ärsytys.

4.3 Mahdollisesti tarvittavaa välitöntä lääketieteellistä apua ja erityishoitoa koskevat ohjeet

(ks. kohta 4.1)

KOHTA 5: PALONTORJUNTATOIMENPITEET

5.1 Sammutusaineet

Jätteenpolton pohjakuonan mineraaliaines ei sellaisenaan ole syttyvää/palavaa. Sammutusmenetelmät ja -aineet tulee valita paloympäristön mukaan.

5.2 Aineesta tai seoksesta johtuvat erityiset vaarat

Ei erityistä vaaraa.

5.3 Palontorjuntaa koskevat ohjeet

Suosittellaan kokonaan peittävää suojavarustusta ja hengityksensuojainta.

KOHTA 6: TOIMENPITEET ONNETTOMUUSPÄÄSTÖISSÄ

6.1 Varotoimenpiteet, henkilönsuojaimet ja menettely hätätilanteessa

Vältä pölyn muodostumista ja leviämistä.

6.2 Ympäristöön kohdistuvat varotoimet

Ei erityisiä toimenpiteitä.

6.3 Suojarakenteita ja puhdistusta koskevat menetelmät ja -välineet

Kerää talteen kiinteä aine ja vältä pölyn leviämistä. Käytä pölyämistä estäviä siivousmenetelmiä.

6.4 Viittaukset muihin kohtiin

Ks. kohta 8 Altistumisen ehkäisemisestä ja kohta 13 Jätehuollosta.

KOHTA 7: KÄSITTELY JA VARASTOINTI

YLEINEN KÄSITTELYN RISKINARVIOINTI TULISI TEHDÄ TUOTANTO- JA KÄYTTÖPAIKALLA

7.1 Turvallisen käsittelyn edellyttämät toimenpiteet

Vältä pölyn leviämistä. Materiaalia kostutetaan tarvittaessa pölyämisen estämiseksi. Järjestä suljetuilla alueilla riittävä tuuletus pölyn hengittämisen estämiseksi. Pölyisissä olosuhteissa on käytettävä henkilökohtaisia suojaimia. Älä syö, juo, tupakoi tai käytä nuuskaa työskentelyn aikana. Pese kädet ennen taukoja tai työn päättyessä.

7.2 Turvallisen varastoinnin edellyttämät olosuhteet, mukaan luettuina yhteensopimattomuudet

Voidaan varastoida kasoissa, ei välttämättä vaadi katettuja tiloja, kuten hallia. Pohjakuonan mineraalaineskasat (etenkin 0-2 mm) on hyvä pitää kosteana tai peittää kuivalla ja tuulisella säällä pölyämisen estämiseksi.

7.3 Erityinen loppukäyttö

Ei ole.

KOHTA 8: ALTISTUMISEN EHKÄISEMINEN JA HENKILÖNSUOJAIMET

8.1 Valvontaa koskevat muuttujat

HTP-arvot

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (268/2014) on asetettu epäorgaaniselle hengitettävälle pölylle raja-arvoksi 10 mg/m³. Lisäksi raja-arvot on asetettu eräille metalleille, jotka on esitetty seuraavassa taulukossa:

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Ohjearvo (mg/m ³)
Arseeni (As)	8 h	0,01
Kadmium (Cd)	8 h	0,02
Kromi (Cr) ¹	8 h	0,5
Kupari (Cu)	8 h	1
Nikkeli (Ni)	8 h	0,01

¹Ei eroteltu eri hapetusasteita.

Edellä esitetyt haitalliseksi tunnetut pitoisuudet ovat arvioita työntekijän hengitysilman pienimmistä pitoisuuksista, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijän turvallisuudelle tai terveydelle. Vuonna 2014 jätteenpolton pohjakuonan käsittelyn aikana tehtyjen pölymittaustulosten perusteella em. raja-arvot alittuivat selkeästi.

Jos työntekijät kuitenkin altistuvat useille ilman epäpuhtauksille, niiden yhteisvaikutusta on tarkkailtava. Altistusolosuhteiden arvioinnissa on otettava huomioon epäpuhtauksien pitoisuudet hengitysilmassa sekä työn kuormittavuus ja ihoaltistus joidenkin aineiden osalta. Tarkkailua suorittavien henkilöiden tulee olla hyvin koulutettuja tehtävään. Mittaukset tulee tehdä soveltuvilla menetelmillä ja laitteilla normaalin toiminnan aikana ja tarvittaessa myös vaihtelevissa olosuhteissa. Altistusmittaukset tulee tehdä hengitystasolla riittävälle määrälle työntekijöitä, jotta voidaan arvioida yhtäaikaista altistumista.

8.2 Altistumisen ehkäiseminen

Tekniset torjuntatoimenpiteet

Hyvä yleisilmanvaihto on normaalisti riittävä pitämään aineen ja hengitysilman pölyn pitoisuudet tasolla, joka ei aiheuta haittavaikutuksia. Soveltuvat pölynpoisto- ja tarkkailumenetelmät voivat olla tarpeellisia, jos käsittelyssä muodostuu pölyä. Tuloksia tulee verrata kohdassa 8.1 annettuihin ohjearvoihin.

Henkilökohtaiset suojaimet

Henkilökohtaisten suojaimien tulee olla suositeltujen standardien mukaisia. Tarkista suojainten soveltuvuus toimittajalta tai valmistajalta. Välineistö tulee huoltaa säännöllisesti ja tehokkuus tarkistaa tarvittaessa.

Silmien tai kasvojen suojaus

Käytä pölytiivittä suojalaseja pölyväisissä olosuhteissa (EN 166 Eye Protection).

Ihonsuojaus

Käytä suojavaatteita.

Käsien suojaus

Käytä aina kemikaaleilta suojaavia käsiineitä käsiteltäessä aineita, jotka voivat olla terveydelle haitallisia (EN 420 General requirements for protective gloves, EN 388 Protective gloves against mechanical risks, EN 374 Protective gloves against chemicals and micro-organisms). Ohjeita sopivista työtehtävän ja altistuksen mukaisista suojakäsineistä voi tiedustella käsineiden toimittajilta.

Hengityksensuojaus

Käytä hiukkassuodattimella (suodin FFP3) varustettua hengityssuojainta pölyämisriskin aikana (lyhytkestoiseen työhön: EN 140 Half and quarter masks, EN 143 Particle Filter, EN 149 Filtering half masks against particles ja pitkäkestoiseen työhön: EN12941 Powered particle Filtering devices incorporating helmets or hoods, EN12942 Power-assisted Filtering devices incorporating full face masks, half masks or quarter masks).

Termiset vaarat

Ei tiedossa.

Ympäristöaltistuksen torjuminen

Pölyn leviämisen estäminen esim. materiaalin kuljetuksen aikana (kuormat peitettävä).

KOHTA 9: FYSIKAALISET JA KEMIAALLISET OMINAISUUDET**9.1 Fysikaalisia ja kemiallisia perusominaisuuksia koskevat tiedot**

Olomuoto	Harmaa, rakeinen (0–50 mm)
Haju	Lievä tuhkan haju
Hajukynnys	Ei tiedossa
pH	10–12 (CEN/ TS 14405 mukaan)
Sulamis- tai jäätymispiste	> 1000 °C
Kiehumispiste ja kiehumisalue	Ei merkitystä (sulamispiste > 1000 °C)
Leimahduspiste	Ei soveltuva (epäorgaaninen aines)
Haihtumisnopeus	Ei soveltuva

Syttyvyys (kiinteät aineet, kaasut)	Ei syttyvä
Yin ja alin syttyvyys- tai räjähdysraja	Ei räjähtävä
Höyrynpaine	Ei soveltuva (sulamispiste > 1 000 °C)
Höyryntiheys	Ei soveltuva (sulamispiste > 1 000 °C)
Suhteellinen tiheys	Ei tiedossa
Liukoisuus (liukoisuudet)	< 1g/l veteen; ei liukene orgaanisiin liuottimiin
Jakautumiskerroin: n-oktanolii/vesi	Ei soveltuva (epäorgaaninen aine)
Itsesyttymislämpötila	Ei soveltuva
Hajoamislämpötila	Ei soveltuva
Viskositeetti	Ei soveltuva (kiinteä aine)
Räjähtävyys	Ei räjähtävä
Hapettavuus	Ei hapettava

9.2 Muut tiedot

Kiintotiheys (kyllästetty, pintakuivattu): n. 2–2,65 mg/m³

Tilavuuspaino: n. 1–1,3 kg/l

Eri aineiden vesiliukoisuus (CEN TS 14405 mukaan, nesteen ja kiinteän aineen suhde L/S10):

Aine	mg/kg (L/S10)
As	< 0,15
Ba	0,1–1,1
Cd	< 0,015
Co	< 0,05
Cr	< 0,1–1,3
Cu	0,4–2,9
Mo	0,5–1,7
Ni	< 0,05
Pb	< 0,15
Sb	0,04–0,19
Se	< 0,05
V	0,075–0,25
Zn	0,11–0,24
F	< 10
Cl	1810–4800
SO ₄ ²⁻	1100–5600
Hg	< 0,005
DOC (Dissolved organic carbon)	65–220

KOHTA 10: STABIILISUUS JA REAKTIIVISUUS

10.1 Reaktiivisuus

Jätteenpolton pohjakuonan mineraalaines ei ole normaalisti reaktiivinen.

10.2 Kemiallinen stabiilisuus

Jätteenpolton pohjakuonan mineraalaineksessa tapahtuu sen ikääntyessä mm. eksotermisiä reaktioita, joista tärkeimpiä ovat raudan ja alumiinin korroosio (syöpyminen), kalkin (CaO) sammuminen ja portlandiitin (Ca(OH)₂) karbonisaatio. Nämä reaktiot saattavat nostaa lämpötilaa esim. materiaalin ollessa varastokasalla.

10.3 Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus

Ei ole.

10.4 Vältettävät olosuhteet

Ei ole.

KOHTA 11: MYRKYLLISYYTEEN LIITTYVÄT TIEDOT

11.1 Tiedot myrkyllisistä vaikutuksista

Välitön myrkyllisyys

Tuote ei ole myrkyllistä

Ihosyövyttävyyttä/ärsytys

Ei ole, käytetään asianmukaisia suojavarusteita

Vakava silmävaurio/ärsytys

Ei ole, käytetään suojalaseja

Hengitysteiden tai ihon herkistyminen

Ei ole käytettäessä asianmukaisia suojavarusteita

Sukusolujen perimää vaurioittavat vaikutukset

Tietoja ei saatavilla

Syöpää aiheuttavat vaikutukset

Tietoja ei saatavilla

Lisääntymiselle vaaralliset vaikutukset

Tietoja ei saatavilla

Einkohtainen myrkyllisyys- kerta-altistuminen

Tietoja ei saatavilla

Einkohtainen myrkyllisyys- toistuva altistuminen

Tietoja ei saatavilla

Aspiraatiovaara

Ei ole, käytetään hengityssuojainta

Muut tiedot

-

KOHTA 12: TIEDOT VAARALLISUUDESTA YMPÄRISTÖLLE

12.1 Myrkyllisyys

Tuote ei ole myrkyllistä. Tarkempia ekotoksisuuskoikeita ei ole saatavilla.

12.2 Pysyvyys ja hajoavuus

Biologinen hajoavuus: Ei sovellu epäorgaanisille aineille.

Abioottinen hajoavuus: Valohajoavuus (fotolyysi) ei sovellu epäorgaanisille aineille. Jätteenpolton pohjakuonan mineraali-ainekset ovat käytännössä veteen liukenemattomia ja siten hydrolyysiä ei tapahdu. Arvioitu puoliintumisaika vedessä ja maaperässä on noin 1 000 vuotta +20 °C lämpötilassa.

12.3 Biokertyvyys

Joillain mineraaliaineksissa esiintyvillä metalleilla voi olla merkitystä myrkyllisyyden tai ympäristömyrkyllisyyden kannalta. Metallit voivat kertyä biologisesti kuten orgaaniset aineet. Metallien biokertyvyyden määrittäminen on kuitenkin monimutkaista, koska metallit voivat olla osittain eliöille välttämättömiä (hivenaineet), niillä voi olla välttämättömien metallien ominaisuuksia ja niillä voi olla osittain samat ottomekanismit kuin näillä metalleilla. Tämä tarkoittaa, että eliöt ottavat aktiivisesti eri metalleja ja pyrkivät ylläpitämään tiettyä pitoisuutta. Kun ympäristön pitoisuus on matala, metallien biokertyvyys voi olla korkea ja korkeassa ympäristöpitoisuudessa kertyvyys voi olla matala tai erittäin matala.

12.4 Liikkuvuus maaperässä

Jätteenpolton pohjakuonien mineraaliaineksissa esiintyvät metallit (esim. Pb, Zn ja Cu) ovat erittäin tiukasti sitoutuneita kiinteään ainekseen. Tämä on osoitettu läpivirtausteilla, joiden tuloksia on esitetty kohdassa 9.2.

12.5 PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset

Ei tietoja saatavilla.

12.6 Muut haitalliset vaikutukset

Muita haitallisia vaikutuksia ei voida arvioida nykytiedon perusteella.

KOHTA 13: JÄTTEIDEN KÄSITTELYYN LIITTYVÄT NÄKÖKOHDAT

13.1 Jätteiden käsittelymenetelmät

Jätteenpolton pohjakuonan mineraaliainekset voidaan kierrättää. Jos jatkokäyttöä ei ole, materiaali voidaan hävittää paikallisen lainsäädännön mukaisesti tavanomaisena jätteenä.

Jäteluokitus:

19 01 12 muut kuin nimikkeessä 19 01 11* mainitut pohjatuuhka ja kuona

19 01 11 pohjatuuhka ja kuona, jotka sisältävät vaarallisia aineita

KOHTA 14: KULJETUSTIEDOT

14.1 YK-numero

Materiaalille ei ole vaarallisten kuljetusten luokitusta (ADR, RID, UN, IMO, IATA/ICAO).

14.2 Kuljetuksessa käytettävä virallinen nimi

Materiaalille ei ole vaarallisten kuljetusten luokitusta (ADR, RID, UN, IMO, IATA/ICAO).

14.3 Kuljetuksen vaaraluokka

Materiaalille ei ole vaarallisten kuljetusten luokitusta (ADR, RID, UN, IMO, IATA/ICAO).

14.4 Pakkausryhmä

Materiaalille ei ole vaarallisten kuljetusten luokitusta (ADR, RID, UN, IMO, IATA/ICAO).

14.5 Ympäristövaarat

Materiaalille ei ole vaarallisten kuljetusten luokitusta (ADR, RID, UN, IMO, IATA/ICAO).

14.6 Erityiset varotoimet käyttäjälle

Materiaalille ei ole vaarallisten kuljetusten luokitusta (ADR, RID, UN, IMO, IATA/ICAO).

14.6 Erityiset varotoimet käyttäjälle

Materiaalille ei ole vaarallisten kuljetusten luokitusta (ADR, RID, UN, IMO, IATA/ICAO).

14.7 Kuljetus irtolastina MARPOL 73/78 –sopimuksen II liitteen ja IBC-säännösten mukaisesti

Materiaalille ei ole vaarallisten kuljetusten luokitusta (ADR, RID, UN, IMO, IATA/ICAO).

KOHTA 15: LAINSÄÄDÄNTÖÄ KOSKEVAT TIEDOT

15.1 Nimenomaisesti ainetta tai seosta koskevat turvallisuus-, terveys- ja ympäristösäännökset tai -lainsäädäntö

Työnantajan ja/ tai tuottajan vastuulla on jatkuvasti seurata sekä EU:n että kansallista lainsäädäntöä, joka koskee kyseessä olevaa toimintaa (esim. työsuojelu, jätehuolto ja kemikaalien käsittely).

15.2 Kemikaaliturvallisuusarviointi

Kemikaaliturvallisuusarviointia ei vaadita, koska ainetta ei ole luokiteltu vaaralliseksi.

KOHTA 16: MUUT TIEDOT

MUUTOKSET EDELLISEEN VERSIOON

Tämä käyttöturvallisuustiedote on laadittu/muokattu REACH-asetuksen liitteen II (2010) mukaisesti ja sen tarkoitus on antaa asiakkaille lisätietoja tuotteen käyttöön liittyvistä terveys- ja turvallisuusvaatimuksista. Tiedot on koottu jätteenpolton pohjakuonan hyödyntämiseen liittyvän tutkimushankkeen yhteydessä. Suomen Erityisjäte Oy ei vastaa minkäänlaisista vahingoista ja haitoista, jotka mahdollisesti aiheutuvat tuotteen käsittelystä.

LYHENTEIDEN SELITYKSET

TIETOLÄHTEET

EN 166 Eye Protection

EN 420 General requirements for protective gloves

EN 388 Protective gloves against mechanical risks

EN 374 Protective gloves against chemicals and micro-organisms

EN 140 Half and quarter masks

EN 143 Particle Filter

EN 149 Filtering half masks against particles

EN 12941 Powered particle filtering devices incorporating helmets or hoods

EN 12942 Power-assisted filtering devices incorporating full face masks, half masks or quarter masks

KÄYTETTY MENETELMÄ LUOKITUKSEN ARVIOINNISSA

Ei merkitystä (tuote ei ole seos).

LUETTELO VAARA- JA TURVALAUSEKKEISTA

Vaara- ja turvalausekkeet CLP-asetuksen 1272/2008 mukaan:

Pohjakuonan mineraaliaineksiä ei luokitella vaaralliseksi eikä H- ja P-lausekkeita ole tarpeen antaa.

TYÖNTEKIJÖIDEN KOULUTUS

Ei erityistä lisäkoulutustarvetta kyseisen materiaalin osalta.

Päiväys: 24.2.2017

Edellinen päiväys: 9.4.2015

Kauppanimi / aineen nimi: Scanwas kiviaines

7 Viitteet

Chandler, A., Eghmy, T., Hjelmar, O., Kosson, D., Sawell, S., Vehlow, J., van der Soot, H. and Hartlén, J (eds) 1997, Municipal solid waste incinerator residues, Studies in Environmental Science 67, Elsevier Science B.V., Amsterdam.

Chimenos, J.M., Segarra, M., Fernández, M.A. and Espiell, F. 1999: Characterization of the bottom ash in municipal solid waste incinerator. Journal of Hazardous Material, 64: 211–222.

European Commission, 2000: Commission decision 2000/532/EC of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste. Brussels, Belgium.

Holm, S. and Simon, F-G. 2016: Innovative treatment trains of bottom ash (BA) from municipal solid waste incineration (MSWI) in Germany. Waste Management: in press doi: 10.1016/j.wasman.2016.09.004.

ISSMFE (International Society of Soil Mechanics and Foundation engineering) Technical Committee on Frost, TC-8 (1989) Work Report 1985-1989. VTT Symposium 94, Frost in Geotechnical Engineering, Saariselkä, Finland, 13-15.3.1989. Espoo, VTT, Vol 1. pp. 15–70.

Izquierdo, M., Vazquez, E., Querol, X., Barra, M., López, Á. and Flana F. 2001: Use of bottom ash from municipal solid waste incineration as a road material. International Ash Utilization Symposium, Center for Applied Energy Research, University of Kentucky, no. 37

Kolisoja, P. 2014: Mode 2 Rutting Design Approach, Description of the new ROADEx design approach for Mode 2 rutting on low volume roads, Roadex Research report: http://www.roadex.org/wp-content/uploads/2014/01/ROADEx_report_Mode_2_rutting_design_approach.pdf

Nurmikolu, A. 2005. Degradation and frost susceptibility of crushed rock aggregates used in structural layers of railway track, Tampere University of Technology, Publication 567.

Ramboll (2012) Tuhkarakentamisen käsikirja, Energiantuotannon tuhkat väylä-, kenttä-, ja maarakenteissa: http://energia.fi/sites/default/files/tuhkarakentamisen_kasikirja.pdf

Rakennustietosäätiö RTS, InfraRYL (2017). Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Päällys- ja pintarakenteet. Rakennustieto Oy, Helsinki

SFS (Finnish Standards Association) 2004. SFS-EN 13286-7 Stomatottomat ja hydraulisesti sidotut seokset. Osa 7: Syklinen kolmiaksaalikoe sitomattomia kiviainesseoksia varten (Unbound and hydraulically bound mixtures. Part 7: Cyclic load triaxial test for unbound mixtures), pp. 1–37, Helsinki, Finland. pp. 1–12, Helsinki, Finland.

Sormunen, L. A., & Kolisoja, P., 2016. Mechanical properties of recovered municipal solid waste incineration bottom ash: the influence of aging and changes in moisture content. Road Materials and Pavement Design. online. pp. 1–19. doi: 10.1080/14680629.2016.1251960

Sormunen, L. A. & Rantsi, R., 2015a. To fractionate MSWI bottom ash: key for utilization? Waste Management & Research. 33, 995–1004. doi: 10.1177/0734242X15600052

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry (2013). RIL 261-2013 Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet, pp 1-257, Tammerprint Oy, Tampere

Tiehallinto (2004). Tierakenteen suunnittelu, pp. 1–74, Edita Prima Oy, Helsinki: <http://alk.tiehallinto.fi/hohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>

Ympäristöministeriö (2013) Valtioneuvoston asetus rajoittaa orgaanisen jätteen sijoittamista kaatopaikoille: [http://www.ymparisto.fi/Ymparisto/Jatteen/Valtioneuvoston_asetus_rajoittaa_organia\(9922\)](http://www.ymparisto.fi/Ymparisto/Jatteen/Valtioneuvoston_asetus_rajoittaa_organia(9922))

Wiles, C. 1997: Municipal solid waste combustion ash: State-of-the-knowledge. Journal of Hazardous Materials, 47: 325–344.



