

Prizztech Oy
61117
Valimoteollisuuden sivutuotteet -esiselvitys



Lahdessa 22.6.2017

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	MATERIAALIT	3
	2.1 Valimohiekka	3
	2.2 Teräshiekka	4
	2.3 Valimopöly	4
	2.4 Uunimassa ja uunikuona	4
	2.5 Moreeni	5
	2.6 Betonimurske	5
3	MATERIAALIEN OMINAISUUDET	6
	3.1 Lähtötiedot	6
	3.2 Seosten suunnittelu	7
	3.3 Seosten testaus	7
	3.3.1 Rakennustekniset ominaisuudet	7
	3.3.2 Ympäristötekniset ominaisuudet	9
	3.4 Laboratoriotutkimuksista tehtävät johtopäätökset	12
4	RAKENTEEN TEKO	13
	4.1 Materiaalien sekoitus	13
	4.2 Rakenteen pohjamaan vaikutukset	14
	4.3 Rakennesuunnitelma	16
	4.4 Raportointi	19
	4.5 Jälkiseuranta	19
	4.5.1 Rakennustekniset ominaisuudet	19
	4.5.2 Ympäristötekniset ominaisuudet	19
5	LUPATARVE	20
	LÄHTEET	21
	LIITTEET	
	Liite 1/61117 Rakennusteknisten tutkimusten analyysitodistukset	22
	Liite 2/61117 Ympäristötekniisten tutkimusten analyysitodistukset	32



1 JOHDANTO

Tässä raportissa on esitetty Kiertotalous ja teolliset symbioosit Satakunnassa - hankkeessa toteutettavan koekenttärakentamisen esiselvitystyö. Työn lähtökohtana oli osoittaa Componenta Finland Oy:n Porin valimon sivuvirtojen soveltuvuus maarakentamiseen koekenttärakentamisen avulla. Koekentän sijoituspaikka esiselvitystyötä tehdessä ei ollut tiedossa, tästä syystä raportissa esitetyt koekenttärakenteiden suunnitelmat on esitetty periaatepiirustuksina, mutta alustavasti koekenttä tulisi sijaitsemaan Peittoon kierrätyspuistossa Porissa.

Valimon sivuvirtamateriaalien lisäksi rakenteen mahdollisina runkomateriaaleina projektissa tarkasteltiin moreenia sekä betonimursketta.

Työn tavoitteena oli määritellä valimon sivuvirroista sekä moreenista ja betonimurskeesta 1-3 sopivaa materiaaliseosta, joilla saadaan aikaan routimaton, tiivis ja kestävä kenttärakenne.

2 MATERIAALIT

2.1 VALIMOHIEKKA

Valimohiekalla (kuva 1) tarkoitetaan valukappaleiden muoteissa käytettävää hiekkaa. Valimohiekan pääaine on kvartsihiekkä, lisäksi se sisältää bentoniittisavea noin 7 %, sekä kivihiilijauhetta ja vettä. Valimohiekan keskiraekoko on 0,25-0,27 mm. Valimohiekka on luokiteltu tavanomaiseksi jätteeksi, valimohiekkajätettä syntyi vuonna 2016 Componenta Finland Oy:n Porin valimolla 3761 tonnia.



Kuva 1. Componenta Finland Oy:n tuotannossa syntyvää valimohiekkajätettä.



2.2 TERÄSHIEKKA

Valukappaleiden jälkikäsittelyprosessiin kuuluu teräshiekkasinkous, jossa valukappaleista puhdistetaan hiekka- ja hartsijäämät. Teräshiekan keskiraekoko on 0,25-0,27 mm. Teräshiekka on luokiteltu tavanomaiseksi jätteeksi, teräshiekkajätettä syntyy Componenta Finland Oy:n Porin valimolla vuosittain noin 1000 tonnia.

2.3 VALIMOPÖLY

Tuotannossa syntyy tavanomaiseksi jätteeksi luokiteltavaa valimopölyä vuosittain noin 1800 tonnia. Valimopölyä syntyy muotinvalmistuksen, valumuottien tyhjennyksen sekä teräshiekkasinkouksen yhteydessä.

2.4 UUNIMASSA JA UUNIKUONA

Valimon tuotannossa syntyi vuonna 2016 uunimassaa ja uunikuonaa noin 466 tonnia vuodessa, eli n. 6 % kaikista tarkasteltavista sivuvirroista. Kuonarakeet ovat syntyvastaan johtuen huokoisia ja niiden pinta on karhea. Raemuoto on kuutiomainen ja särmikäs. Näiden ominaisuuksien vuoksi kuonien sisäinen kitkakerroin on korkea ja kantavuus usein parempi kuin vastaavan rakeisuuden omaavalla luonnonkiviaineksella. Huokoisuus myös parantaa lämmöneristyskykyä. Uunimassa ja -kuona on luokiteltu tavanomaiseksi jätteeksi.



Kuva 2. Vasemmalla kuvassa uunimassa ja oikealla uunikuona



2.5 MOREENI

Moreeni on Suomen yleisin maalaji, parhaimmillaan se on erittäin kantava ja pitkäikäinen materiaali, mutta sen korkeahko hieno-ainepitoisuus aiheuttaa olosuhdeherkkyyttä. Projektiin tarkasteltavaksi otettu moreeni saatiin Porin Peittoon kierrätyspuistossa toimivalta Kuljetus Mäkivaara Oy:ltä, materiaali on rakeisuudeltaan noin 0/32 mm:stä.



Kuva 3. Kuljetus Mäkivaara Oy:n seulomaa moreenia.

2.6 BETONIMURSKE

Betonimurske on yleisesti tunnettu ja käytetty maarakennusmateriaali. Betonimurskeen on tietyiltä ominaisuuksiltaan todettu olevan jopa neitseellisiä luonnonmateriaaleja parempaa, mm. lujittumisen osalta. Projektiin tarkasteltavaksi otettu betonimurske oli CE-merkittyä (rakeisuudeltaan 0/90 mm:stä) .



Kuva 4. Runkoaineena tarkasteltua CE-merkittyä betonimursketta.



3 MATERIAALIEN OMINAISUUDET

3.1 LÄHTÖTIEDOT

Lähtötietoina materiaalien tuottajilta saatiin moreenin, betonimurskeen, valimohiekan sekä teräshiekan rakeisuudet. Rakeisuudet analysoitiin kuiva- ja pesuseulonnalla. Seulojen läpäisyprosentit on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Materiaalien rakeisuudet.

Seul ² mm	Läpäisyprosentti			
	Moreeni	Betonimurske	V ² alimohiekk ²	Teräshiekk ²
0,063	8	2	1,2	0,43
0,125	11	-	15,8	22,82
0,25	20	-	25,68	22,09
0,5	26	-	7,51	6,41
1	30	14	1,72	0,28
2	38	19	100	100
4	41	24		
8	49	31		
16	59	43		
31,5	72	57		
63	100	75		
90	100	91		

Valimopöly on nimensä mukaisesti erittäin hienojakoista, joten rakeisuuden analysointi tavanomaisella seulontamenetelmällä ei onnistu. Oletuksena on, että pöly on pääosin rakeisuudeltaan <0,063 mm:stä. Valimopöly sisältää bentoniittia n. 30 %. Valimohiekkoja ja -pölyä käytetään paljon kaatopaikan sulkemusrakenteissa. Bentoniittipitoinen pöly sekoitettuna veden ja muun kiintoaineen kanssa on todettu muodostavan heikosti vettä läpäisevän pinnan. Myös valimohiekka sisältää bentoniittia, valimohiekan sekaan laitetaan noin 7 % bentoniittisavea.

Uunimassa- ja uunikuona ovat rakeisuudeltaan käsittelemättömänä hyvin epähomogeenista. Jotta uunimassasta ja -kuonasta saataisiin tasalaatuista, tulisi materiaalit murskata ja seuloa. Componenta Finland Oy:llä ei ole tapana käsitellä kyseisiä materiaaleja, vaan ne vieetään sellaisenaan loppusijoitukseen.



3.2 SEOSTEN SUUNNITTELU

Saatujen lähtötietojen, materiaalien syntymäärän sekä käsittelytarpeen mukaan suunniteltiin kolme potentiaalista seosvaihtoehtoa, seokset on esitetty taulukossa 2. Sekoitussuhteet perustuvat materiaalin saatavuuteen sekä rakeisuuteen.

Taulukko 2. Suunnitellut materiaaliseokset.

Nimi	Materiaali	Osuus massasta
Seos 1	Valimohiekka	72 %
	Teräshiekka	21 %
	Valimopöly	7 %

Nimi	Materiaali	Osuus massasta
Seos 2	Valimohiekka	30 %
	Moreeni	70 %

Seos	Materiaali	Osuus massasta
Seos 3	Valimohiekka	23 %
	Valimopöly	7 %
	Betonimurske	70 %

Valimohiekkaa, teräshiekkaa sekä valimopölyä on Componenta Finland Oy:n sivuvirroista parhaiten saatavilla, mistä syystä ne valikoituivat suunnitteluun mukaan otettaviksi materiaaleiksi. Samaten moreenia ja betonimursketta oli lähtötietojen perusteella hyvin saatavissa. Materiaaleja tuotetaan Peittoon kierrätyspuiston alueella, mihin koekenttärakenteet on alustavasti suunniteltu tehtävän. Moreenin korkean hienoainespitoisuuden takia, sen sekaan ei lisätty valimopölyä.

3.3 SEOSTEN TESTAUS

3.3.1 Rakennustekniset ominaisuudet

Suunnitelluista seosvaihtoehdoista tehtiin Tampereen Teknillisen yliopiston Maa- ja Pohjarakenteet yksikön GEOLA-geolaboratoriossa tiivistymistestit, routakokeet sekä rakeisuusanalyysit. Seosten irtotiheydet, optimivesipitoisuudet sekä routimiskertoimet on esitetty taulukossa 3. Taulukossa 4 on vertailun vuoksi esitetty eräiden maalajien tunnettuja sekä Betoroc-betonimurskeen irtotiheyksiä ja optimivesipitoisuuksia. Laboratorion tutkimustodistukset on esitetty liitteessä 1.



Taulukko 3. Materiaaliseosten irtotiheys, optimivesipitoisuus, maksimi kuivatilavuuspaino sekä routimiskerroin.

Näyte	Irtotiheys (kg/m ³)	Optimivesipitoisuus (%)	Maksimi kuivatilavuuspaino kN/m ³	Routimiskerroin (mm ² /Kh)
Seos 1	1830	6,8	17,95	0,20
Seos 2	2285	6,6	22,41	0,39
Seos 3	1963	7,5	19,25	1,69

Taulukko 4. Eräiden maalajien irtotiheyksiä ja optimivesipitoisuuksia (Rakennustieto Oy, 2010).

Näyte	Irtotiheys (kg/m ³)	Optimivesipitoisuus (%)	Maksimi kuivatilavuuspaino kN/m ³
Sora, soramoreeni	2100	7	20,6
Hiekka	2000	10	19,6
Hiekkamoreeni ja silttimoreeni	2200	7	21,58
Betonimurske (Betoroc)	1937	10	19 ± 1

Seoksista tehtiin laboratoriossa koekappaleet, jotka tiivistettiin ICT-kiertotiivistimellä 542 kPa:in paineella 100 kierroksella tiivistysvesipitoisuuden ollessa arvioidussa optimivesipitoisuudessa. Koekappaleiden routanousukoe aloitettiin vuorokauden kuluessa koekappaleiden tekemisestä.

Tulosten perusteella valimohiekan, teräshiekan sekä valimopölyn sekoituksen, eli Seos 1:n irtotiheys ja maksimi kuivatilavuuspaino on hieman pienempi kuin neutseellisellä hiekalla. Optimivesipitoisuus on myös hieman alhaisempi Seos 1:llä kuin neutseellisellä hiekalla.

Moreenin ja valimohiekan sekoitus eli Seos 2 vastaa irtotiheydeltään, maksimikuivatilavuuspainoltaan sekä optimivesipitoisuudeltaan neutseellistä hiekkamoreenia.

Betonimurskeen, valimohiekan sekä valimopölyn seos, eli Seos 3 vastaa irtotiheydeltään ja maksimi kuivatilavuuspainoltaan Betoroc-betonimursketta. Seos 3:n optimivesipitoisuus on alhaisempi kuin Betoroc-betonimurskeella.

Kaikkien seosten routimiskerroin <5 mm²/Kh, joten seokset ovat käytännössä routimattomia.

Seosten rakeisuustulokset on esitetty taulukossa 5. Tutkimustulosten perusteella seokset ovat erittäin hienoainespitoisia.



Taulukko 5. Materiaaliseosten rakeisuudet.

Seula (mm)	Läpäisyprosentti		
	Seos 1	Seos 2	Seos 3
90	100	100	100
63	100	100	92
31,5	100	100	71
16	100	87	57
8	100	82	50
4	100	77	45
2	100	72	43
1	100	68	40
0,5	94	60	36
0,25	66	45	25
0,125	18	25	11
0,063	11,9	16,8	7,2

3.3.2 Ympäristötekniset ominaisuudet

Seoksista 1, 2 ja 3 analysoitiin ALS Finland Oy:n akkreditoitussa laboratoriossa haitta-aineiden liukoisia pitoisuuksia sekä kokonaispitoisuuksia. Analysoitavat haitta-aineet on otettu 11.11.2016 päiväystä luonnoksesta Valtioneuvoston asetukseksi eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, eli uudistetun MARA-asetuksen luonnoksesta, koska valimohiekoille ei ole nykyisessä lainsäädännössä asetettu haitta-aineiden raja-arvoja maarakentamistarcoitukseen. Uusi MARA-asetusluonnos on tällä hetkellä EU:n ennakkonotifioitavana. Betonimurskeen, valimohiekan ja valimopölyn sekoituksesta (Seos 3) analysoitiin lisäksi tällä hetkellä voimassa olevan MARA-asetuksen (VNA 591/2006, muutos 403/2009) mukaiset haitta-aineet. Tutkimustulosten vertailu raja-arvoihin on esitetty taulukossa 6 sivulla 10.

Uudessa MARA-asetusluonnoksessa raja-arvot on annettu käyttötarkoituserusteisesti väylille ja reiteille, kentille, valleille, pohjarakenteille sekä tuhkamursketeille. Asetuksessa on lisäksi määritelty haitta-ainepitoisuuden perusteella, että tuleeko rakenne olla peitetty vai päällystetty. Tällä hetkellä voimassa olevassa MARA-asetuksessa ei ole eritelty raja-arvoja eri käyttötarkoituksille, asetuksessa on määritelty raja-arvot ainoastaan peitetylle ja päällystetylle rakenteelle.

MARA-asetuksen mukaisten haitta-aineiden raja-arvot on määritelty siten, että maaperä ja pohjavesi eivät pääse pilaantumaan jätteen hyödyntämisen seurauksena ja siten, että hyödyntämisestä ei voi aiheutua vaaraa tai haittaa terveydelle. Näin ollen on perusteltua tutkia haitta-aineet valmiista seoksista ja siten saadaan myös paras arvio seosten ympäristökelpoisuudesta.



Taulukko 6. Haitta-aineiden liukoisten- ja kokonaispitoisuuksien vertailu raja-arvoihin.

Haitta-aineet	MARA-asetusluonnoksen mukaiset raja-arvot							Voimassa olevan MARA-asetuksen (VNA 591/2006, muutos 403/2009) mukaiset raja-arvot		Tutkimustulokset		
	Väylä ja reitti, jätteen kerrospaksuus ≤ 1,5 m		Kenttä, jätteen kerrospaksuus ≤ 1,5 m		Valli, jätteen kerrospaksuus ≤ 5,0 m	Pohjarakenne, jätteen kerrospaksuus ≤ 1,5 m	Tuhkamurske- tie, jätteen kerrospaksuus ≤ 0,2 m			Seos 1	Seos 2	Seos 3
	Peitetty	Päällystetty	Peitetty	Päällystetty	Peitetty			Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne			
Liukoiset pitoisuudet												
Antimoni (Sb)	0,7	0,7	0,31	0,7	0,7	0,7	0,7	0,06	0,06	0,0181	<0,01	<0,01
Arseeni (As)	1	2	0,2	1,7	0,5	2	2	0,5	0,5	0,104	0,0566	<0,01
Barium (Ba)	62	100	6,9	25	21	100	85	20	20	0,112	0,131	0,801
Kadmium (Cd)	0,1	1	0,02	0,2	0,05	1	0,23	0,02	0,02	<0,005	<0,005	<0,005
Kromi (Cr)	1,9	10	0,33	10	1	10	4,6	0,5	0,5	<0,05	<0,05	0,136
Kupari (Cu)	50	50	34	50	50	50	50	2	2	0,155	0,0845	0,076
Lyijy (Pb)	0,6	10	0,1	10	0,8	10	1,2	0,5	0,5	<0,014	0,0239	0,0445
Molybdeeni (Mo)	1,6	10	0,3	0,9	0,9	10	4,2	0,5	0,5	0,0478	0,0227	0,0649
Nikkeli (Ni)	2,8	10	0,5	1,5	1,3	10	6,3	0,4	0,4	<0,031	0,0593	<0,039
Seleen (Se)	0,4	0,5	0,1	0,25	0,24	0,5	0,5	0,1	0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Sinkki (Zn)	50	50	12	50	43	50	50	4	4	0,153	0,124	0,104
Vanadiini (V)	2,4	10	0,44	4,4	1,2	10	6,2	2	2	0,254	0,0941	0,0554
Elohopea (Hg)	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,01	0,01	0,00025	<0,0001	0,000308
Kloridi (Cl-)	3200	15000	660	1900	1800	15000	4700	800	800	43,6	<14,6	52,6
Sulfaatti (SO42-)	5900	20000	1200	3400	3400	20000	6500	1000	6000	386	115	270
Fluoridi (F-)	50	150	9,4	28	27	150	130	10	50	11,5	5,51	3,01
DOC	-	-	-	-	-	-	-	500	500	-	-	98,2
Kokonaispitoisuudet												
Bentseeni	0,07	0,2	0,02	0,2	0,06	0,02	0,15	-	-	1,12	0,31	0,894
TEX 3)	25	25	25	25	25	10	25	-	-	2,803	0,753	2,689
Naftaleeni	5	5	4	5	5	5	5	-	-	1,88	0,548	2,04
PAH-yhdisteet 4)	30	30	30	30	30	30	30	-	-	1,338	0,417	4,45
PAH-yhdisteet (VNA 591/2006)	-	-	-	-	-	-	-	20	20	3,26	0,99	6,79
Fenoliset yhdisteet 5)	10	10	3,4	10	10	10	10	-	-	18,7	4,42	27,26
PCB-yhdisteet 6)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	0,054
PBDE-yhdisteet 7)	50	50	50	50	50	50	50	-	-	-	-	-
Öljyhiilivedyt C10-C40	500	500	500	500	500	300	500	500	500	-	-	493
Arseeni (As)	-	-	-	-	-	-	-	50	50	-	-	1,49
Kadmium (Cd)	-	-	-	-	-	-	-	10	10	-	-	<0,4
Kromi (Cr)	-	-	-	-	-	-	-	400	400	-	-	13,6
Kupari (Cu)	-	-	-	-	-	-	-	400	400	-	-	29,2
Lyijy (Pb)	-	-	-	-	-	-	-	300	300	-	-	8,2
Sinkki (Zn)	-	-	-	-	-	-	-	700	700	-	-	166

3) Toluenin, etyylibentseenin ja ksyleenien summaparametri 4) Antraseeni, asenafteeni, asenaftyleeni, bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(g,h,i)peryleeni, bentso(k)fluoranteeni, dibentso(a,h)antraseeni, fenantreeni, fluoranteeni, fluoreeni, indeno(1,2,3-cd)pyreeni, ja pyreeni (summapitoisuus) 5) Fenoli, o-kresoli, m-kresoli, p-kresoli ja bisfenoli-A (summapitoisuus) 6) Polyklooratut bifenyylit, kongeneerien 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180 (summapitoisuus) 7) Polybromatut difenyylieetterit, kongeneerit 47, 99, 100, 153, 154, 183 ja 209 (summapitoisuus).

Tutkimustulosten mukaan Seos 1:n bentseenin sekä fenolisten yhdisteiden pitoisuudet ylittävät raja-arvot kaikissa käyttötarkoituksissa. Näin ollen Seos 1 ei olisi hyötykäyttökelpoista maarakentamisessa uuden MARA-asetusluonnoksen mukaisesti.

Myös Seos 2:n bentseenin pitoisuus ylittää uuden MARA-asetusluonnoksen raja-arvot kaikissa käyttötarkoituksissa. Laboratorion mittausepävarmuus bentseenianalyysissä oli $\pm 0,124$ mg/kg. Muut haitta-aineet alittavat päällystettyjen väylä- ja reitti sekä kenttärakenteiden raja-arvot, bentseenin mittausepävarmuus huomioon ottaen myös bentseenipitoisuus alittaa päällystettyjen väylä- ja reitti sekä kenttärakenteiden raja-arvot. Mittausepävarmuus huomioiden Seos 2 soveltuu päällystettyihin väylä- ja reitti sekä kenttärakenteisiin 11.11.2016 päivätyn MARA-asetusluonnoksen mukaisesti.

Seos 3:n bentseeni- sekä fenolisten yhdisteiden pitoisuus ylittävät uuden MARA-asetusluonnoksen mukaiset raja-arvot kaikissa käyttötarkoituksissa. Seos 3:n haitta-ainepitoisuudet alittavat tällä hetkellä voimassa olevan MARA-asetuksen mukaiset raja-arvot betonimurskeelle. Näin ollen Seos 3 soveltuu haitta-ainepitoisuuksiltaan maarakentamiseen VNA:n 591/2006 (muutos 403/2009) mukaisesti.

3.4 LABORATORIOTUTKIMUKSISTA TEHTÄVÄT JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaikki kolme seosta soveltuvat rakennusteknisten ominaisuuksien puolesta maarakentamiseen. Rakennusteknisten tutkimusten perusteella sekoitukset saadaan hyvin tiivistettyä ja ovat routimattomia. Rakeisuustulosten perusteella sekoitukset sisältävät paljon hienoa ainesta, mistä syystä yksikään seoksista ei sovellu vaativiin rakennuskohteisiin. Rakeisuudet eivät täytä esimerkiksi julkaisun InfraRYL 2010 mukaisia jakavan kerroksen rakeisuusvaatimuksia.

Valimohiekan, teräshiekan sekä valimopölyn sekoituksen (Seos 1) haitta-ainepitoisuudet ylittävät uuden MARA-asetusluonnoksen mukaiset raja-arvot, joten Seos 1 ei haitta-ainepitoisuuksien perusteella sovellu maarakentamiseen ilmoitusmenettelyllä, vaan hyötykäyttö vaatii ympäristöluvan.

Valimohiekan ja moreenin sekoituksesta (Seos 2) voidaan haitta-ainepitoisuuksien perusteella todeta, että sen maarakentamishyödyntämisestä ei aiheudu riskiä terveydelle tai ympäristölle päällystetyissä väylä-, reitti ja kenttärakenteissa. Mittausepävarmuus huomioon ottaen seoksen haitta-ainepitoisuudet alittavat uuden MARA-asetusluonnoksen mukaiset raja-arvot kyseisille rakenteille.

Betonimurskeen, valimohiekan sekä valimopölyn sekoituksen (Seos 3) korkean bentseeni- sekä fenolisten yhdisteiden pitoisuuden vuoksi seos ei sovellu maarakennuskäyttöön ilmoitusmenettelyllä uuden MARA-asetusluonnoksen mukaisesti, mutta haitta-ainepitoisuudet alittavat voimassa olevan MARA-asetuksen mukaiset betonimurskeelle asetetut raja-arvot.



Haitta-aineiden leviämistä ja todellista vaikutusta ympäristöön valmiista koerakenteesta voidaan tarkastella keräämällä rakenteen kanssa kosketuksissa olleet vedet rakenteen alle tehtävän salaojaputken ja rakenteen kulmaan tehtävän näytteenotto-kaivon avulla.

4 RAKENTEEN TEKO

Seoksista tehtyjen laboratoriotutkimusten perusteella parhaiten koekenttämateriaaleiksi soveltuvat moreenin ja valimohiekan sekoitus (Seos 2) sekä betonimurskeen, valimohiekan ja valimopölyn sekoitus (Seos 3). Koekenttärakenne voidaan toteuttaa joko molemmista tai vaihtoehtoisesti vain toisesta seoksesta. Lopullisen päätöksen koekenttärakenteesta käytettävän materiaalin soveltuvuudesta maarakentamiseen antaa koekenttärakentamiseen tarvittavan viranhaltijapäätöksen antava viranomais.

4.1 MATERIAALIEN SEKOITUS

Seosten valmistamisessa materiaalien huolellinen sekoitus, eli homogenisoiminen on ensisijaisen tärkeää. Sekoitukseen on olemassa erilaisia sekoituslaitteistoja, joilla seokset saadaan homogenisoitua. Esimerkki tällaisesta sekoituslaitteistosta on Andament Oy:n sekoitusasema (kuvat 5 ja 6). Sekoituslaitteistoa valittaessa tulee ottaa huomioon valimopölyn pölyävyys, pölyn sekoitus muuhun massaan tulee tehdä siten, että pöly ei pääse leviämään ympäristöön. Pölyjä tulee tarvittaessa kastella ennen sekoittamista. Seoksia tehdessä on tärkeä huolehtia siitä, että rakennemateriaalit sekoitetaan oikeassa suhteessa. Tämä onnistuu esimerkiksi punnitsemalla materiaalit ennen sekoitusta. Joissain sekoituslaitteistoissa on annostelijat, joilla sekoitussuhteet saadaan oikeiksi. Valmiin seoksen laatua tarkkaillaan silmämääräisesti. Jos materiaali ei silmämääräisen tarkastelun perusteella näytä tasalaatuiselta, tehdään sekoitus uudelleen. Materiaalien sekoitussuhteet on esitetty taulukossa 9 sivulla 17.



Kuva 5. Andament Oy:n sekoituslaitteisto.



4.2 RAKENTEEN POHJAMAAN VAATIMUKSET

Koerakenteen rakennuspaikka ei esiselvitystyötä tehdessä ollut vielä tiedossa, joten rakenteen alla olevasta pohjamaasta ei ole tietoa. Pohjamaan kantavuus ja routiminen tulee ottaa huomioon rakennetta tehtäessä. Koerakenne on suunniteltu InfraRYL 2010 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1, Väylät ja alueet liitteen T2 mukaiselle katuluokalle 4. Katuluokka 4 on tarkoitettu asuntokaduille ja pientaloalueen kokoojakaduille sekä raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueille, jonka liikennemäärä on 500-2500 ajoneuvoa vuorokaudessa. Suunnitellun koerakenteen tavoitekantavuus on 250 MN/m². Näin ollen pohjamaan kantavuudesta riippuen tulee koerakenteen paksuus olla taulukon 7 mukainen.

Taulukko 7. Päällysrakenteen paksuuden minimivaatimus pohjamaan eri kantavuuksissa.

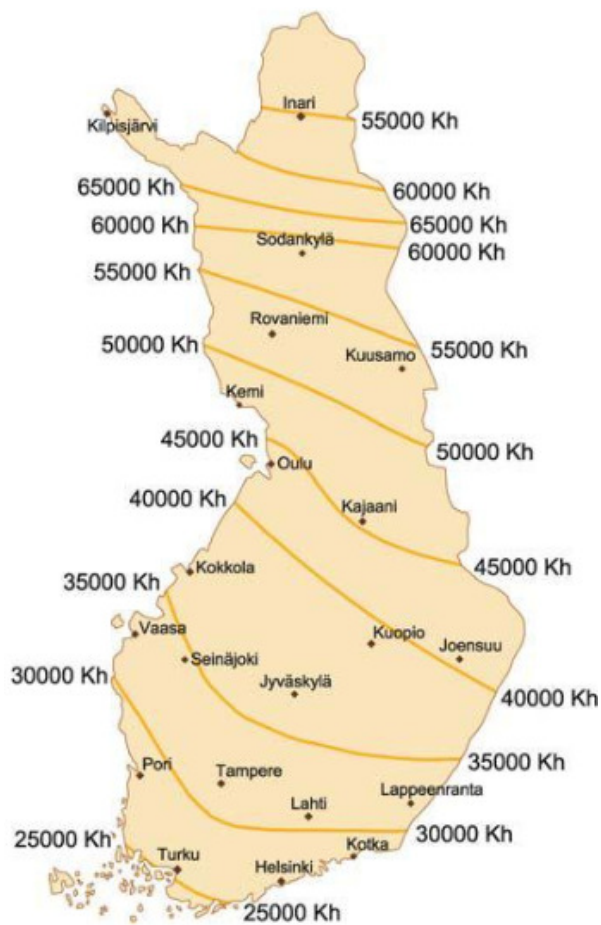
Pohjamaan maalaji	Pohjamaan kantavuus (MN/m ²)	Päällysrakenteen minimipaksuus (m)
Kallio, kivet	300	0,2
Sora	200	0,2
Soramoreeni, hiekka	100	0,24
Hiekka, hiekkamoreeni	50	0,54
Soramoreeni, hiekka, hiekkamoreeni, siltti, silttimoreeni, savi	20	0,79
Soramoreeni, hiekka, hiekkamoreeni, siltti, silttimoreeni, savi	10	1,04
siltti, silttimoreeni, savi, lieju, turve	5	1,24

Mahdollisesti routivassa pohjamaassa tapahtuvat routanousut saattavat aiheuttaa ylempänä oleviin kerroksiin muodonmuutoksia, joiden johdosta kerrokset löyhtyvät. Rakennekerroksen oikealla paksuudella luodaan riittävä routasuoja, jolloin rakenteen päällysteen vaurioriski pienenee. Routamitoituksessa lasketaan mitoitustalven pakkasmäärää käyttäen rakenteen pinnan routanousu suunnitellulle rakennetkaisuille. Talven pakkasmäärä F lasketaan ilman vuorokautisista keskilämpötiloista, mitoitustalven pakkasmääränä käytetään rakennuspaikalla kerran 10 vuodessa toteutuvaa pakkasmäärää F10. Porin alueella mitoituspakkasmäärä F10 on 30 000 Kh (kuva 7) jolloin pohjamaan päällä olevan routimattoman kerroksen tulee olla taulukon 8. mukainen. Asfalttipäällysteisillä liikennealueilla suurin sallittu routanousu on 100 mm, sallitut routimiskertoimet ja vaaditut kerrospaksuudet on esitetty taulukossa vihreällä värillä. (Saarelainen, 2001)



Taulukko 8. Routanousu eri rakennepaksuuksissa mitoituspakkasmäärällä 30 000 Kh.

Pohjamaan routimiskerroin (mm ² /Kh)	Routanousu rakennepaksuuksissa		
	750 mm	1000 mm	1250 mm
1	45	30	25
2	60	50	30
3	80	60	40
4	90	70	50
5	110	80	60
6	>110	90	65
7	>110	105	70
8	>110	>105	80
9	>110	>105	95
10	>110	>105	105
10-15	> 190	>140	>105



Kuva 7. F10 mitoituspakkasmäärät aluekohtaisesti. (Kivikoski & Saarelainen 2009)

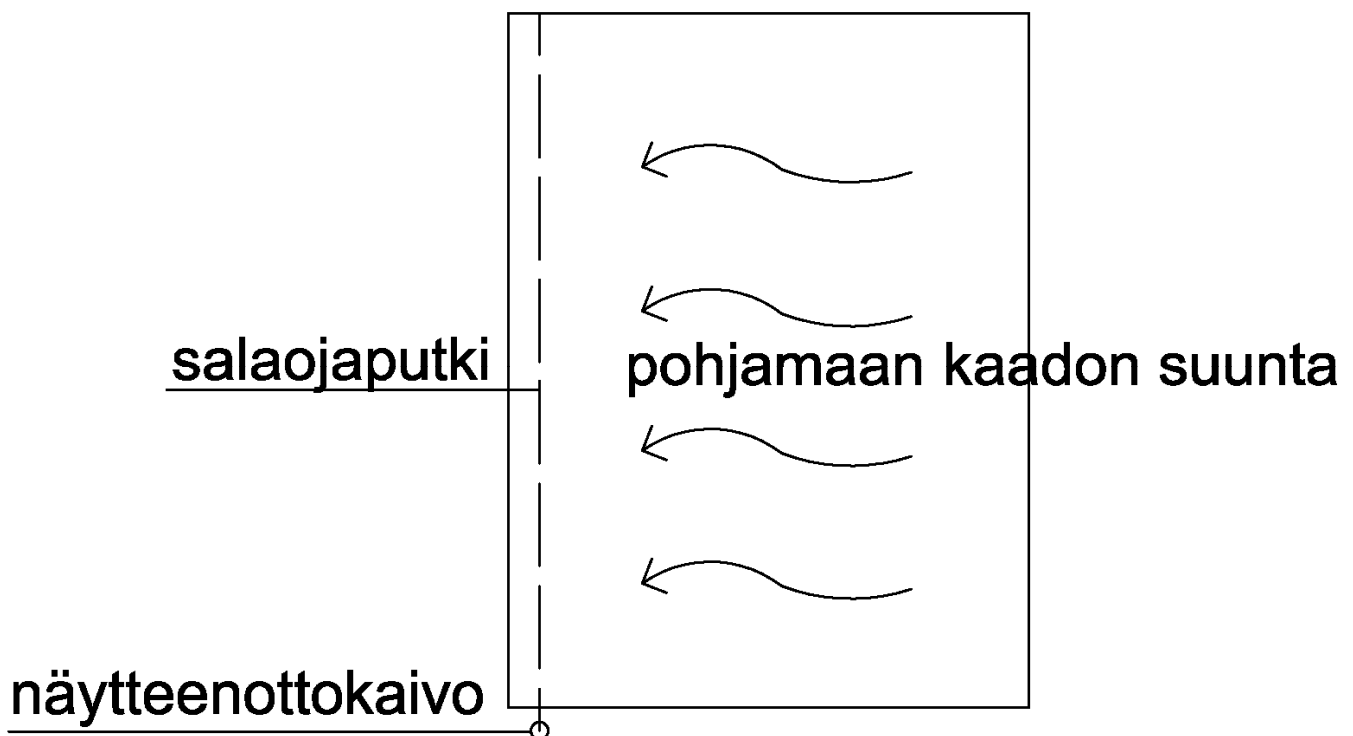


Ennen rakenteen tekoa tarvitaan tieto pohjamaan kantavuudesta sekä routimiskertoimesta. Alusrakenteen kantavuus arvioidaan normaalisti pohjamaan maalajin perusteella. Luotettavin tapa routimiskertoimen määrittämiseen on laboratoriossa tehtävä routanousukoe. Paras tieto pohjamaan ominaisuuksista saadaan pohjamaasta otettavilla näytteillä, joista analysoidaan maalaji sekä tehdään routanousukokeet. Näytteiden tulisi edustaa koko maakerrosta.

4.3 RAKENNESUUNNITELMA

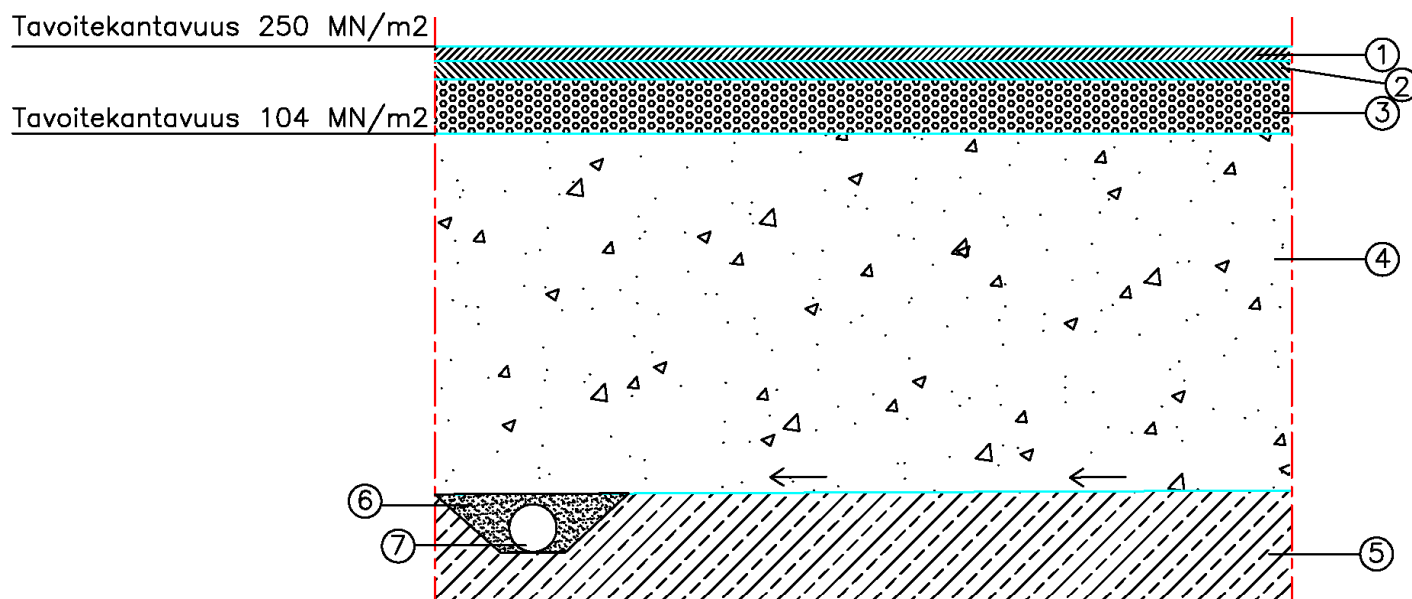
Pohjamaa muotoillaan siten, että se kaataa koerakenteen yhteen reunaan, johon asennetaan salaojaputki, periaatepiirustus on esitetty kuvassa 8. Jos pohjamaa on vettä läpäisevää, levitetään sen päälle vettä johtava muovi, esimerkiksi LDPE- kalvo. Salaoja asennetaan siten, että sen pituuskaltevuus on vähintään 0,4 %. Salaojavedet johdetaan koerakenteen kulmaan asennettavaan sakkapesälliseen näytteenottoakaivoon. Salaojavedet johdetaan näytteenottoakaivon kautta maastoon.

Seoksella 2 ja/tai Seoksella 3 on suunniteltu tehtävän koekenttärakenteen jakava kerros. Rakennekerrosten periaatepiirustus on esitetty kuvassa 9. Rakennuspaikasta sekä rakennuspaikan pohjamaan kantavuudesta ja routivuudesta riippuen Seoksesta 2 ja/tai Seokseta 3 tehtävä rakennekerros on paksuudeltaan 600—1100 mm. Kantava kerros on paksuudeltaan 150 mm, jonka päälle voidaan halutessa laittaa 90 mm:n asfalttikerros, koekenttärakenne voidaan tehdä myös asfaltoimattomana.



Kuva 8. Periaatepiirustus pohjamaan muotoilusta ja salaojaputken asentamisesta.





- 1 Pintakerros 40 mm, AB
- 2 Sidekerros 50 mm, ABS
- 3 Kantava kerros 150 mm, murska 0 – 32 mm
- 4 Jakava kerros 600–1100 mm, Seos 2 tai Seos 3
- 5 Perusmaa
- 6 Salaojasora
- 7 Salaojaputki, \varnothing 110 mm

Kuva 9. Periaatepiirustus suunnitelluista rakennekerroksista.

Koekentän suunniteltu ala on 30 x 40 m. Rakennekerrokset tehdään kuvan 9 mukaisesti. Rakentamisessa käytetään tavanomaisia maarakentamisessa käytettäviä työkoneita ja -menetelmiä.

Jakavaa kerrosta rakennettaessa sekoitettu massa levitetään 1200 m² alueelle, joka tiivistetään jyräämällä. Runsaasti hienoainesta sisältävien kerrosten tiivistämiseen soveltuu yleensä parhaiten kumipyörä- ja sileävalssiyrät. Jakava kerros tehdään noin 0,25 metrin kerroksina, sopiva kerrospaksuus ja jyräystapa voidaan selvittää koetiivistyksellä. Tiivistetyn materiaalin löyhdyttämistä liioilla tiivistämiskerroilla tulee välttää. Massan tiivistäminen on tehtävä sen optimivesipitoisuudessa. Tarvittaessa levitettyyn kerrokseen lisätään vettä optimikosteuden saavuttamiseksi. Vesi lisätään niin, että se jakautuu tasaisesti tiivistettävälle alueelle. Kasteluveden annetaan imeytyä niin, että se kostuttaa tiivistettävän kerroksen myös pintaa syvemmillä. Jakavaan kerrokseen tarvittavat materiaalmäärät on esitetty taulukoissa 9 ja 10.



Taulukko 9. Seos 2:sta tehtävän jakavan kerroksen tarvittavat materiaalmäärät.

Seos 2		
Materiaali	Määrä (m³)	Osuus seoksesta (%)
Moreeni	504-924	70
Valimohiekka	216-396	30

Taulukko 10. Seos 3:sta tehtävän jakavan kerroksen tarvittavat materiaalmäärät.

Seos 3		
Materiaali	Määrä (m³)	Osuus seoksesta (%)
Betonimurske	504-924	70
Valimohiekka	165-303	23
Valimopöly	50-92	7

Jakavan kerroksen kantavuus varmistetaan kerroksen päältä levykuormituslaitteella tai pudotuspainolaitteella neljästä eri kohtaa siten, että 1 mittaus tehdään noin 15 x 20 metriä ruudusta. Suunnitelun jakavan kerroksen tavoitekantavuus on 104 MN/m².

Tiivistystyön laatu varmistetaan kalibroidulla säteilymittauslaitteella (esim. Troxler). Tiiviys mitataan neljästä eri kohtaa siten, että 1 mittaus tehdään noin 15 x 20 metriä ruudusta. Mittaustulosten ja kuivatiheyden enimmäisarvon suhde, eli tiiviysaste lasketaan. Tiiviysasteen tulee olla keskimäärin vähintään 95 % ja yksittäisen arvon vähintään 90 %. Kuivatiheyden enimmäisarvot on esitetty taulukossa 3 sivulla 8.

Jakavan kerroksen päälle tehtävä 0,15 metriä paksu sitomaton kantava kerros tehdään 0/32 murskeesta. Kantava kerros tehdään yhtenä kerroksena, kerros tiivistetään käyttäen tarkoitukseen soveltuvaa tiivistyskalustoa.

Mahdollinen asfalttipäällyste tehdään julkaisun *Asfalttinormit* mukaisesti siten, että kantavan kerroksen päälle tulee 50 mm paksu sidekerros (ABS) ja 40 mm paksu pintakerros (AB).



4.4 RAPORTOINTI

Rakentamisen jälkeen laaditaan koerakennusraportti, jossa kuvataan:

- rakentamiseen osallistuneet osapuolet
- koerakenteen tarkka sijainti, kuvaus toteutetuista rakenteista (kerrospaksuudet, materiaalmäärät, laadunvalvontatulokset, alkumittaukset, rakentamiskustannukset)
- työtavat (käytetyt työkonet ja laitteet, tiivistyskertojen määrä)
- rakentajien työnaikaiset havainnot ja arviot olosuhteiden vaikutuksesta rakentamiseen
- arvio rakenteiden teknisestä kelpoisuudesta ja taloudellisuudesta sekä eri osa-alueiden kehittämistarpeesta.

4.5 JÄLKISEURANTA

4.5.1 Rakennustekniset ominaisuudet

Koerakenteen toimivuutta seurataan vähintään kahden vuoden ajan. Rakenteesta seurataan silmämääräisesti painumat ja halkeilut. Koerakenteen tarkastelu suoritetaan kaksi kertaa vuodessa, jokaiselta tarkastuskäynniltä tehdään valokuvin varusteltu kirjallinen raportti, jossa arvioidaan rakenteen kunto.

4.5.2 Ympäristötekniset ominaisuudet

Salaojavedet keräävästä näytteenottokaivosta otetaan vesinäytteet kerran vuodessa. Näytteistä analysoidaan akkreditoidussa laboratoriossa seuraavat haitta-aineet: liukoiset metallit (antimoni, arseeni, barium, kadmium, kromi, kupari, lyijy, molybdeeni, nikkeli, seleeni, sinkki, vanadiini ja elohopea), kloridi, sulfaatti, fluoridi, DOC, bentseeni, TEX-yhdisteet, naftaleeni, PAH-yhdisteet, fenoliset yhdisteet, PCB-yhdisteet, sekä öljyhiilivedyt (C10-C40). Näytteenotosta laaditaan kirjallinen raportti, jossa kuvataan näytteenottomenetelmä, näytteenoton aikana tehdyt havainnot (esim. veden väri ja haju) sekä analyysitulokset. Analyysitulosten perusteella raportin liitteeksi laaditaan asiantuntijan toimesta arviointi rakenteen mahdollisista ympäristö- ja terveysvaikutuksista.



5 LUPATARVE

Koerakenteiden tekemisestä tulee tehdä ympäristönsuojelulain 31 §:n mukainen koetoimintailmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Koetoiminnan tulee kohdistua osoitettuun paikkaan, jonka haltijalta on oltava suostumus.

Lahdessa 22.6.2017

Insinööritoimisto Gradientti Oy



Kirsti Määttä



Topias Lahti

LÄHTEET

InfraRYL 2010, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1, Väylät ja alueet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kivikoski, H & Saarelainen, S. 2009. Katujen ja pihojen routasuojaus EPS- routaeristeillä. Espoo: VTT. (Verkkosiv.)

Saarelainen, S. 2001. Tierakenteen routamitoitus. Espoo: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. (PDF).



Näyte: Porin Valimo , valimohiekka 28/04/2017(puolitettu)

Päiväys: 28.04. 2017

Tekijä: J.Saine

Alkupunnitus: 79,31 g

Seula nro	Seula mm	Hiekkamäärät seuloilla		
		gram	%	Läpäisy
1	1.40	0,41	0,52	99,48
2	1,00	1,36	1,72	97,77
3	0,710	1,56	1,97	95,80
4	0,500	5,95	7,51	88,29
5	0,355	12,57	15,86	72,44
6	0,250	20,36	25,68	46,76
7	0,180	19,99	25,21	21,54
8	0,125	12,53	15,80	5,74
9	0,090	2,74	3,46	2,28
10	1,000	0,86	1,08	1,20
pannu	< 0,063	0,95	1,20	0,00
summa =		79,28	100,00	

	Mitattu	Ohjearvo
Humus IVF	0	0 - 2
p H	0,00	
Keskiraekoko, mk	0,27	0,25 - 0,27
Keskimääräinen rae-suuruus MKcal (50 %) =	0,32	
Tasaisuus GG %	0,0	70 - 80 %
AFS - luku	57	

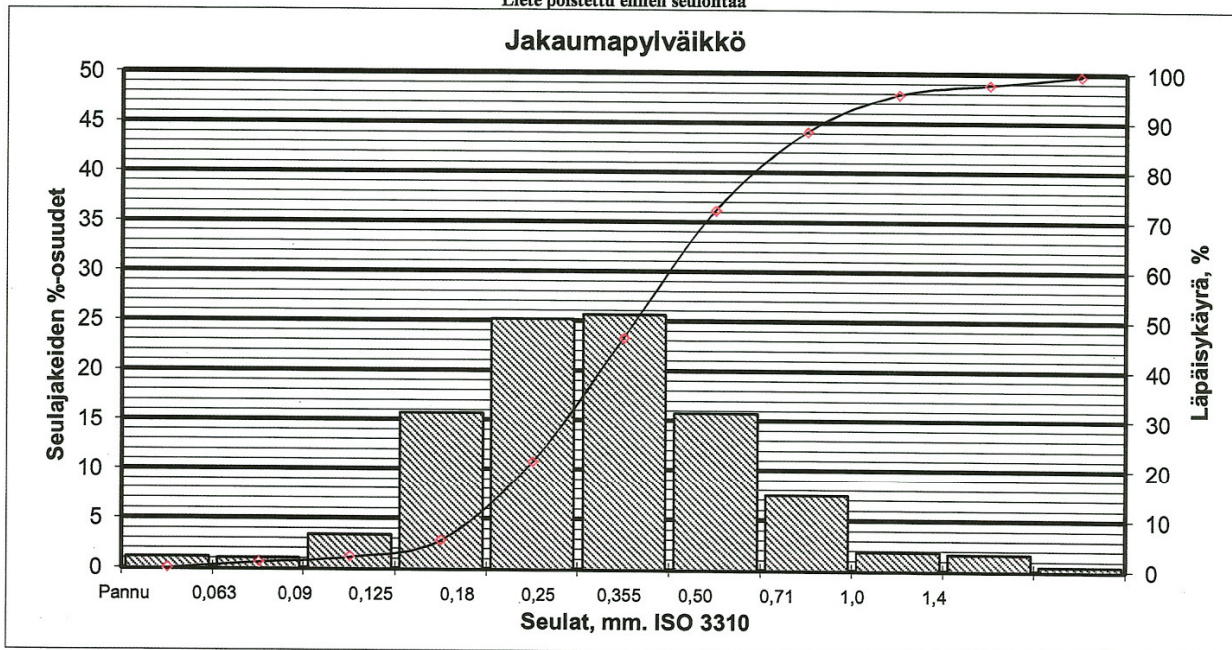
2/3 * MK=	0,210	<input type="text"/>	%
4/3 * MK=	0,421	<input type="text"/>	%

Lue käyrästä:

Seulonta: 15 min / 0,5 mm amplitud / 20 s interval. Liettämätön näyte.

Liete poistettu ennen seulontaa

Jakaumapylväikkö



Näyte: Porin Valimo , teräshiekka 28/04/2017(puolitettu)

Päiväys: 28.04. 2017

Tekijä: J.Saine

Alkupunnitus: 78,93 g

Seula nro	Seula mm	Hiekkamäärät seuloilla		
		gram	%	Läpäisy
1	1.40	0,00	0,00	100,00
2	1,00	0,22	0,28	99,72
3	0,710	0,73	0,93	98,80
4	0,500	5,06	6,41	92,38
5	0,355	10,41	13,19	79,19
6	0,250	17,43	22,09	57,10
7	0,180	23,18	29,38	27,73
8	0,125	18,01	22,82	4,90
9	0,090	2,91	3,69	1,22
10	1,000	0,62	0,79	0,43
pannu	< 0,063	0,34	0,43	0,00
summa =		78,91	100,00	

	Mitattu	Ohjearvo
Humus IVF	0	0 - 2
p H	0,00	
Keskiraekoko, mk	0,26	0,25 - 0,27
Keskimääräinen rae- suuruus MKcal (50 %) =	0,27	
Tasaisuus GG %	0,0	70 - 80 %
AFS - luku	59	

2/3 * MK= 0,181 %
4/3 * MK= 0,362 %

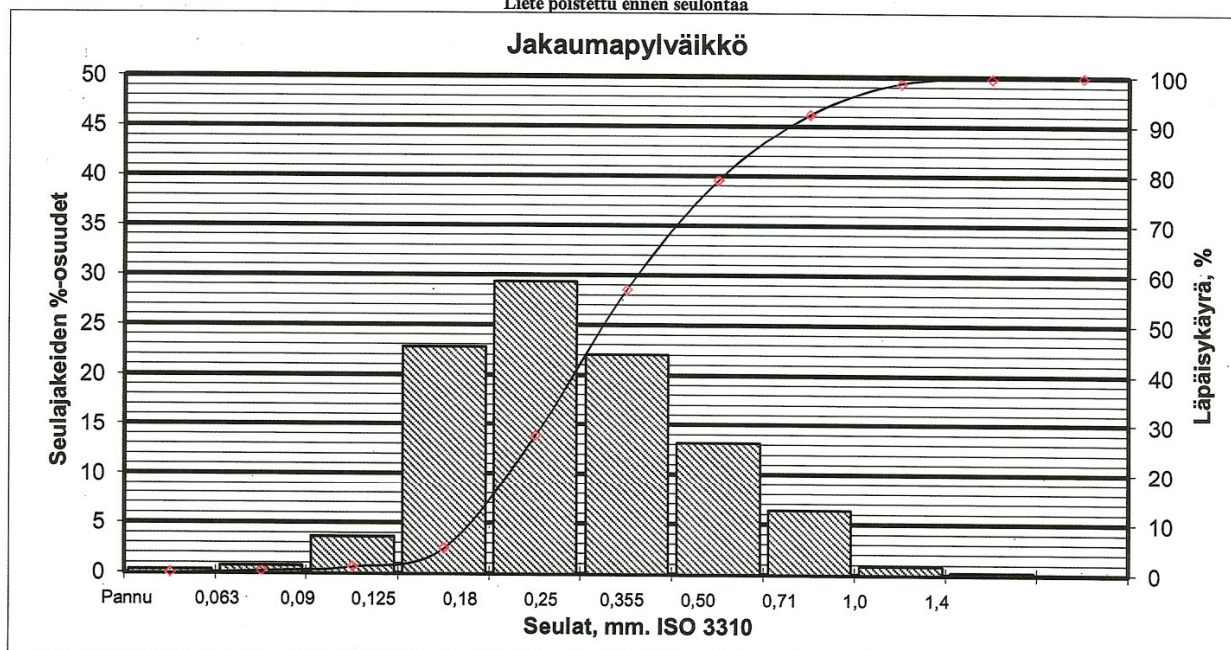
Lue käyrästä:

%
 %

Seulonta: 15 min / 0,5 mm amplitud / 20 s interval. Liettämätön näyte.

Liete poistettu ennen seulontaa

Jakaumapylväikkö





TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Rakennustekniikan laitos
Maa- ja pohjarakenteet

TESTAUSSELOSTUS MPR/121/2017 1(2)

Nuutti Vuorimies 040 720 3050

01-06-2017

Insinööritoimisto Gradientti Oy
Topias Lahti
Ahjokatu 4B, 15800 Lahti

Tilauksenne 16.5.2017

Routanousukoe ja rakeisuus

Näytteet	Tilaja toimitti näytteet TTY:lle 16.5.2017. Tilajan nimeämät sekoitukset olivat: <ul style="list-style-type: none"> - sekoitus 1 (valimohiekka ja -pöly + teräshiekka) - sekoitus 2 (valimohiekka + moreenia) - sekoitus 3 (valimohiekka ja -pöly + betonimurske) TTY:ssä näytteille tehtiin kokeet työnnumerolla 121/2017 ja niiden tallentamisessa käytettiin tiedostotunnusta L121.
Esikäsittely	Materiaalista sekoitus 3 poistettiin yli 31,5 mm rakeet ennen routakoelempaleen tekemistä.
Testausmenetelmät	Rakeisuus määritettiin standardin 933-1:2013 mukaisesti. Routimiskerros määritettiin TTY:n routanousukoelaitteistolla, jossa koekappale on viidestä renkaasta koostuvan muotin sisällä.
Routanousukoe	Koekappaleet tiivistettiin ICT-kiertotiivistimellä 542 kPa:in paineella 100 kierroksella viidestä osasta koostuvaan katkaistuun muottiin tiivistysvesipitoisuuden ollessa arvioitussa optimivesipitoisuudessa. Koekappaleiden routanousukoe aloitettiin vuorokauden kuluessa koekappaleiden tekemisestä. Kokeen alussa koekappaleet asetettiin noin vuorokaudeksi kokonaan veden pinnan alapuolelle ja veden lämpötila ohjattiin lämpötilaan +1 °C. Tämän jälkeen vedenpinta laskettiin noin 10 mm koekappaleen alareunan yläpuolelle. Vedenpinnan laskemisen jälkeen koekappaleen ympärille lämpöeristeet. Jäädytysvaiheessa jäädytyskammion lämpötila ohjattiin -3 °C ja koekappaleen alapohja +1 °C lämpötiloihin. Jäädytysvaihe kesti noin 4,5 vrk. Kokeen jälkeen koekappaleen vesipitoisuus määritettiin.
Koetulokset	Näytteistä määritetyt rakeisuudet on esitetty liitteessä 1. Routanousukoekappaleen indeksitiedot alussa ja routimiskertoimet on esitetty taulukossa 1 ja liitteessä 2 on esitetty routanousukokeiden kuvaajat. Routanousukoekappaleiden indeksitiedot on laskettu perustuen koekappaleiden purun yhteydessä jääneeseen kuivamassaan, jolloin alkuviesipitoisuus on ollut todellisuudessa määritettyä arvoa pienempi. Koekappaleen L121_rk1 routimiskerros oli määri-



Nuutti Vuorimies 040 720 3050

01-06-2017

tetty 7 ja 108 tunnin väliltä keskiarvona ja koekappaleen L121_rk2
18 ja 108 tunnin väliltä sekä ja koekappaleen L121_rk3 24 ja 108
tunnin väliltä. Routanousukoekappaleet oli nimetty seuraavasti;

- L121_rk1 = sekoitus 1 (valimohiekka ja -pöly + teräshiekka)
- L121_rk2 = sekoitus 2 (valimohiekka + moreenia)
- L121_rk3 = sekoitus 3 (valimohiekka ja -pöly + betonimurske).

*Taulukko 1. Routanousukoekappaleiden kuivairtitiheydet, ρ_d , ja
vesipitoisuudet alussa, w_A sekä koekappaleiden routimiskertoimet,
SP, ja puretusta koekappaleista määritetyt vesipitoisuudet, w_L .*

Tunnus	ρ_d , kg/m ³	w_A , %	w_L , %	SP, mm ² /Kh
L121_rk1	1830	6,8	9,6	0,20
L121_rk2	2285	6,6	7,0	0,39
L121_rk3	1963	7,5	13,1	1,68

Tulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Kokeet tehtiin 17.
- 31.5.2017. Testausselostuksen saa kopioida ainoastaan kokonai-
suudessaan. Mahdollisesti jäljelle jääneitä näytteitä säilytetään
maksimissaan kaksi kuukautta testausselostuksen päiväyksestä.

Projektipäällikkö, DI


Nuutti Vuorimies

Laboratorioteknikko


Tapio Mattila

JAKELU

Asiakas
TTY

LIITTEET

Liite 1. Rakeisuudet (3 sivua)
Liite 2. Routanousukoetulokset (3 sivua)

Tampereen teknillinen yliopisto
Maa- ja Pohjarakenteet

MPR/121/2017 Liite 1. 1/3

Pesuseulonta SFS-EN 933-1:2012 (+Liite A)

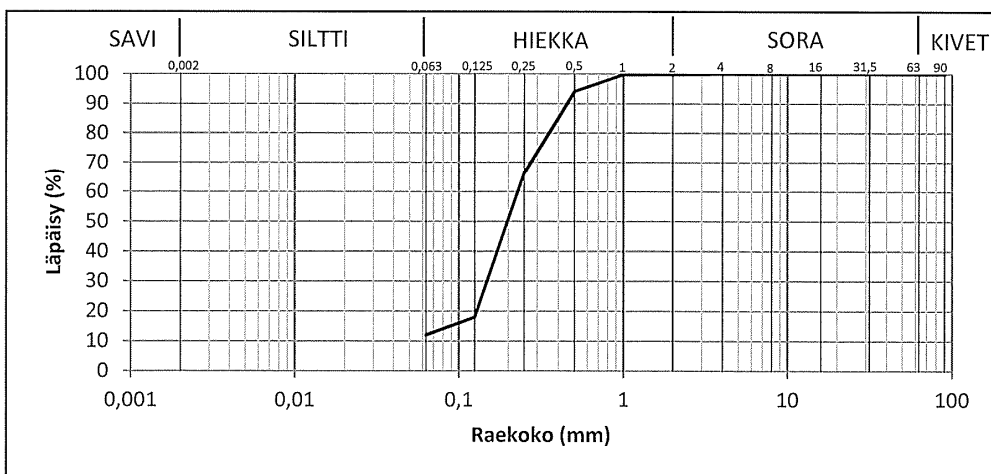
Näyte **121 sekoitus 1.**

Tutki: TOM

pvm: 31.5.2017

Näytteen massa kuivana	386,4
Näytteen massa pesun jälkeen	340,9
Pesutappio	45,5

Seula (mm)	Seulalle jäi (g)	Seulalle jäi (%)	Läpäisy (%)
90	0,0	0	100
63	0,0	0	100
31,5	0,0	0	100
16	0,0	0	100
8	0,0	0	100
4	0,0	0	100
2	0,4	0	100
1	0,4	0	100
0,5	21,9	6	94
0,25	107,7	28	66
0,125	186,5	48	18
0,063	23,0	6	11,9
POHJA	0,6	0	
POHJA+PESUTAPPIO	46,1	11,9	
YHTEENSÄ	386,0		



HUOM:

TOM

Tampereen teknillinen yliopisto
Maa- ja Pohjarakenteet

MPR/121/2017 Liite 1. 2/3

Pesuseulonta SFS-EN 933-1:2012 (+Liite A)

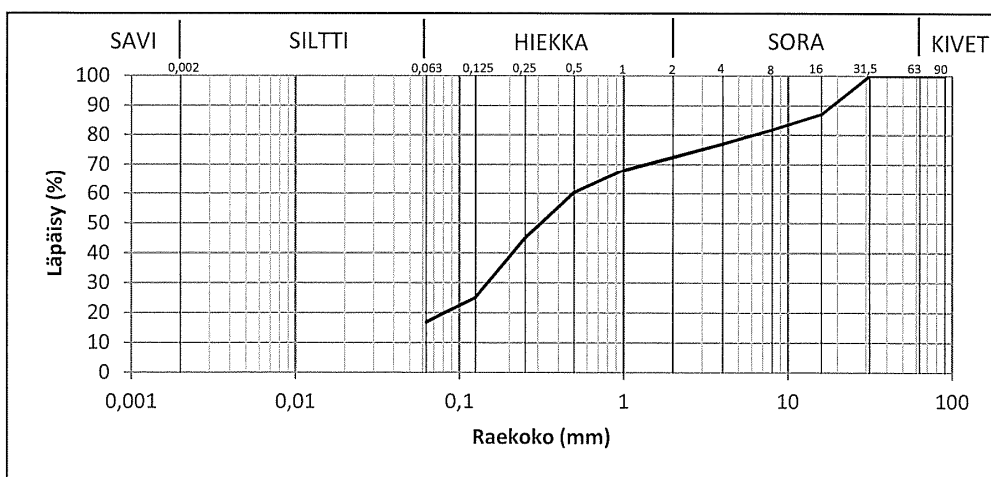
Näyte **121 sekoitus 2.**

Tutki: TOM

pvm: 31.6.2017

Näytteen massa kuivana	18343,3
Näytteen massa pesun jälkeen	15403,1
Pesutappio	2940,2

Seula (mm)	Seulalle jäi (g)	Seulalle jäi (%)	Läpäisy (%)
90	0,0	0	100
63	0,0	0	100
31,5	0,0	0	100
16	2376,4	13	87
8	949,0	5	82
4	904,0	5	77
2	812,3	4	72
1	829,4	5	68
0,5	1376,1	8	60
0,25	2826,8	15	45
0,125	3668,7	20	25
0,063	1491,1	8	16,8
POHJA	146,0	1	
POHJA+PESUTAPPIO	3086,2	16,8	
YHTEENSÄ	18320,0		



HUOM:

TOM

Tampereen teknillinen yliopisto
Maa- ja Pohjarakenteet

MPR/121/2017 Liite 1. 3/3

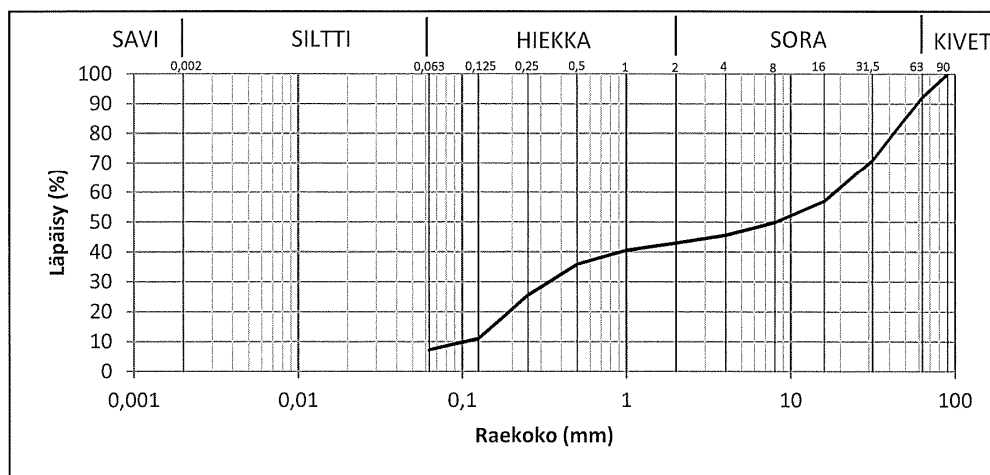
Pesuseulonta SFS-EN 933-1:2012 (+Liite A)

Näyte **121 sekoitus 3.**

Tutki: TOM
pvm: 31.5.2017

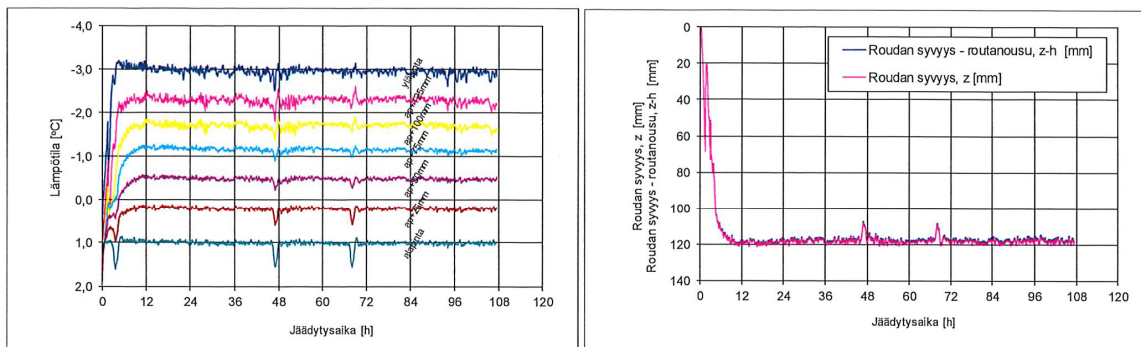
Näytteen massa kuivana	18225,3
Näytteen massa pesun jälkeen	17019,3
Pesutappio	1206,0

Seula (mm)	Seulalle jäi (g)	Seulalle jäi (%)	Läpäisy (%)
90	0,0	0	100
63	1439,6	8	92
31,5	3872,4	21	71
16	2517,9	14	57
8	1316,3	7	50
4	784,5	4	45
2	463,9	3	43
1	445,0	2	40
0,5	860,9	5	36
0,25	1878,2	10	25
0,125	2640,1	14	11
0,063	686,4	4	7,2
POHJA	103,7	1	
POHJA+PESUTAPPIO	1309,7	7,2	
YHTEENSÄ	18214,9		

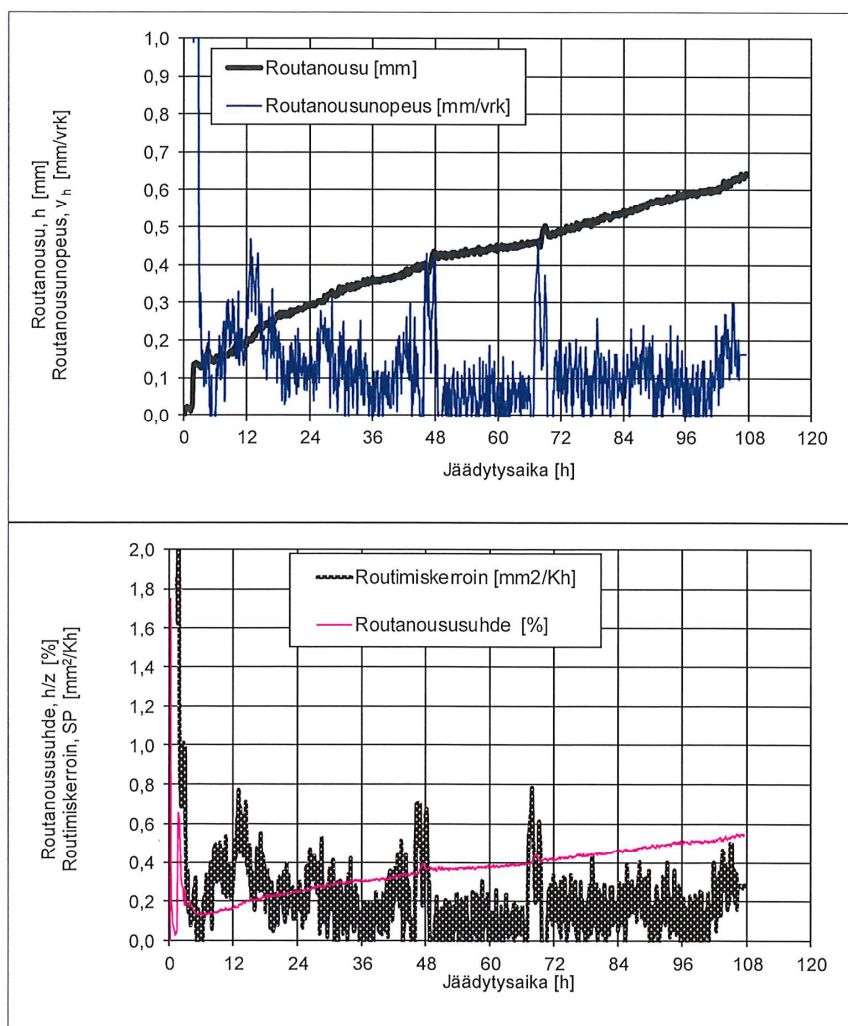


HUOM:

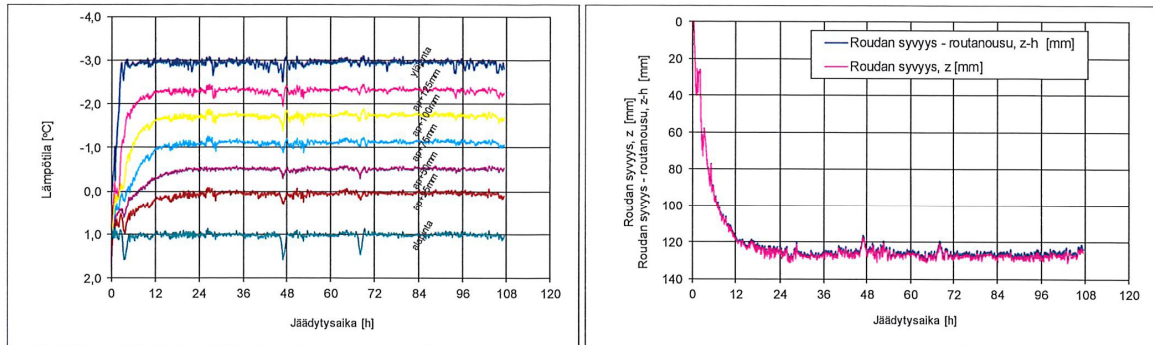
TOM



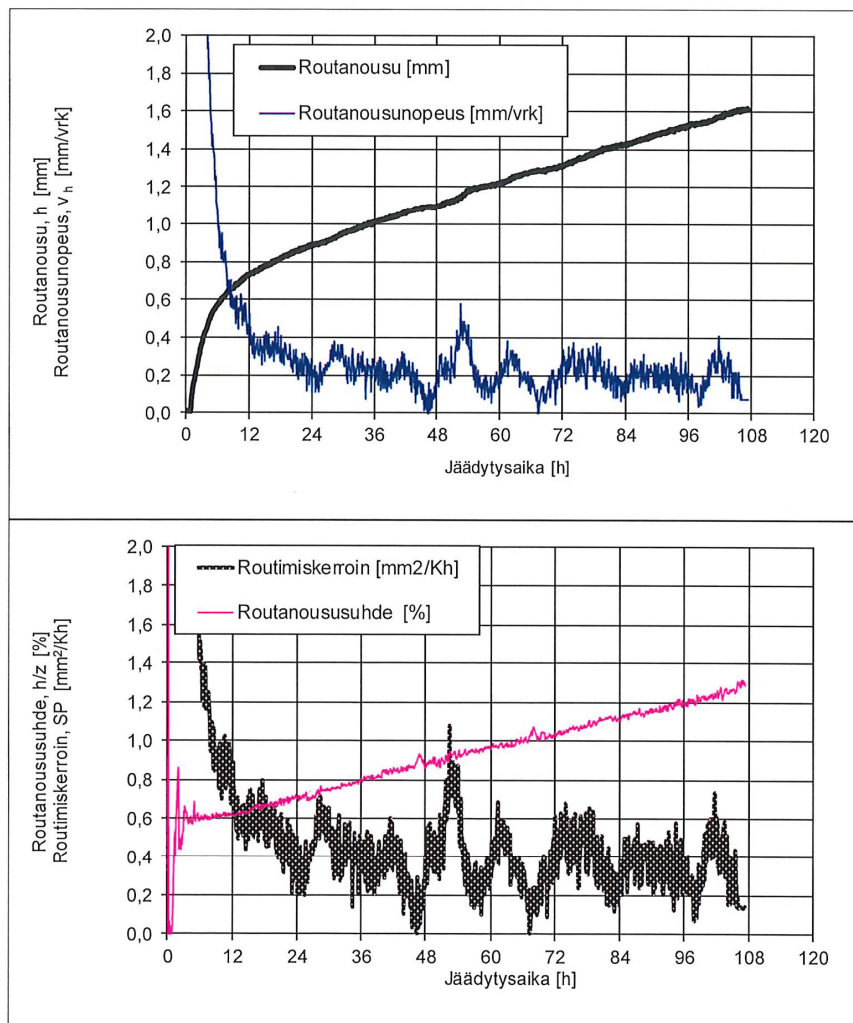
Kuva 1. Roudan syvyyden eteneminen koekappaleessa L121_rk1 (sekoitus 1; valimohiekka ja -pöly + teräshiekka) ja siitä eri syvyyksiltä mitatut lämpötilat.



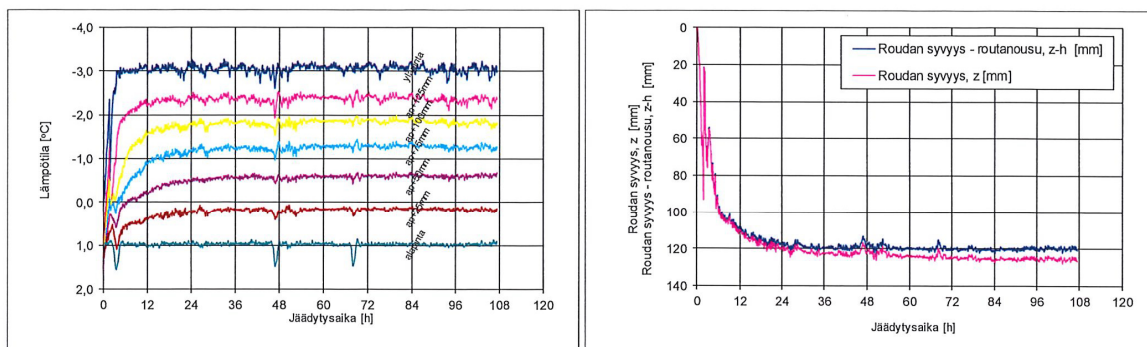
Kuva 2. Koekappaleen L121_rk1 (sekoitus 1; valimohiekka ja -pöly + teräshiekka) roudanousu, mm, ja roudanousunopeus, mm/vrk, sekä roudanoususuhte, %, ja routimiskerroin SP, mm²/Kh.



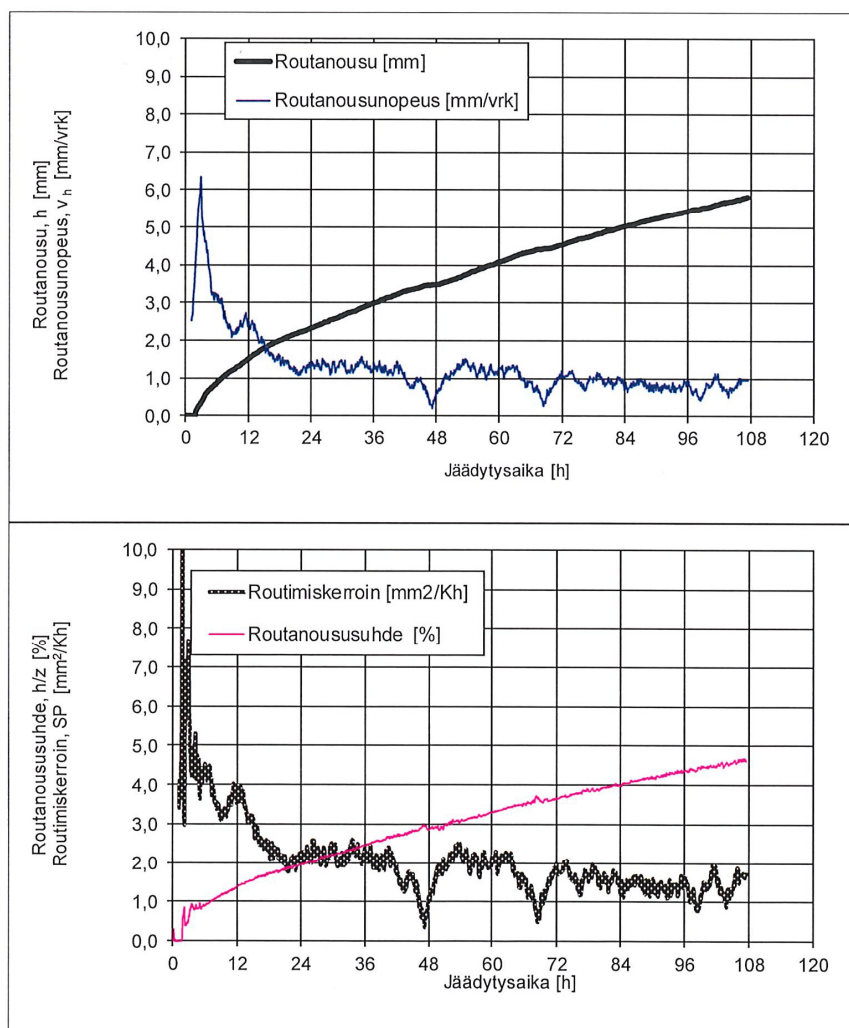
Kuva 3. Roudan syvyyden eteneminen koekappaleessa L121_rk2 (sekoitus 2; valimohiekka + moreenia) ja siitä eri syvyyksiltä mitatut lämpötilat.



Kuva 4. Koekappaleen L121_rk2 (sekoitus 2; valimohiekka + moreenia) routanousu, mm, ja routanousunopeus, mm/vrk, sekä routanoususuhte, %, ja routimiskerroin SP, mm²/Kh.



Kuva 5. Roudan syvyyden eteneminen koekappaleessa L121_rk3 (sekoitus 3; valimohiekka ja -pöly + betonimurske) ja siitä eri syvyyksiltä mitatut lämpötilat.



Kuva 6. Koekappaleen L121_rk3 (sekoitus 3; valimohiekka ja -pöly + betonimurske) routanousu, mm, ja routanousunopeus, mm/vrk, sekä routanousuhde, %, ja routimiskerroin SP, mm²/Kh.

Raportti**K1708209**

Sivu 1 (7)

2MBQ800UM0L



Vastaanotettu **2017-05-17**
 Raportoitu **2017-05-26**

Insinööritoimisto Gradientti Oy
Topias Lahti

Ahjokatu 4 B
15800 LAHTI
Finland

Projekti **61117**
 Tilausnumero

Materiaalin analysointi

Asiakkaan näytetunnus Sekoitus 1						
Näytteenottaja	T.L					
Näytteenottopvm	2017-05-12					
Näyttenumero	H13011933					
Analyyssi	Tulos	Mittausepävarmuus (±)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
Esikäsittely						
näytteen esikäsittely/murskaus*	-		-	1	1	ANHU
Liukoisuustesti, S-W-LEACH-OTHER-2/8						
2-vaiheinen ravistelutesti	tulokset liitteenä			2	1	ANHU
BTEX, S-BTEX-MS						
kuiva-aine 105°C	98.8	5.96	%	3	2	ANHU
bentseeni	1.12	0.448	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
tolueeni	1.33	0.534	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
etylibentseeni	0.531	0.212	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
BTEX, summa	3.92		mg/kg k.a.	3	2	ANHU
m,p-ksyleeni	0.672	0.269	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
o-ksyleeni	0.270	0.108	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
ksyleenit, summa	0.942		mg/kg k.a.	3	2	ANHU
PAH 16, S-PAHGMS01						
naftaleeni	1.88	0.565	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
asenaftyleeni	0.019	0.006	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
asenafteeni	0.042	0.013	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fluoreeni	0.177	0.053	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fenantreeni	0.590	0.177	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
antraseeni	0.106	0.032	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fluoranteeni	0.168	0.050	mg/kg	4	2	ANHU

Raportti

K1708209

Sivu 2 (7)

2MBQ80OUM0L



Asiakkaan näytetunnus Sekoitus 1						
Näytteenottaja		T.L				
Näytteenottopvm		2017-05-12				
Näyttenumero		H13011933				
Analyysi	Tulos	Mittausepävarmuus (±)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
			k.a.			
pyreeni	0.116	0.035	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(a)antraseeni	0.038	0.011	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
kryseeni	0.046	0.014	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(b)fluoranteeni	0.034	0.010	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(k)fluoranteeni	0.011	0.003	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(a)pyreeni	0.026	0.008	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
dibentso(ah)antraseeni	<0.010		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(ghi)peryleeni	0.011	0.003	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
indeno(123cd)pyreeni	<0.010		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
PAH, 16 yhdisteen summa	3.26		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
Fenoliset yhdisteet						
fenoli	13	2.9	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
o-kresoli	2.1	0.46	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
m-kresoli	1.9	0.42	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
p-kresoli	1.7	0.37	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
bisfenoli A	<0.10		mg/kg k.a.	5	3	ANHU

Raportti

K1708209

Sivu 3 (7)

2MBQ800UM0L



Asiakkaan näytetunnus Sekoitus 2						
Näytteenottaja	T.L					
Näytteenottopvm	2017-05-12					
Näyttenumero	H13011934					
Analyyysi	Tulos	Mittausepävarmuus (±)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
Esikäsittely						
näytteen esikäsittely/murskaus*	-		-	1	1	ANHU
Liukoisuustesti, S-W-LEACH-OTHER-2/8						
2-vaiheinen ravistelutesti	tulokset liitteenä			2	1	ANHU
BTEX, S-BTEX-MS						
kuiva-aine 105°C	96.4	5.81	%	3	2	ANHU
bentseeni	0.310	0.124	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
tolueeni	0.361	0.144	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
etylibentseeni	0.134	0.053	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
BTEX, summa	1.06		mg/kg k.a.	3	2	ANHU
m,p-ksyleeni	0.185	0.074	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
o-ksyleeni	0.073	0.029	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
ksyleenit, summa	0.258		mg/kg k.a.	3	2	ANHU
PAH 16, S-PAHGMS01						
naftaleeni	0.548	0.164	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
asenaftyleeni	<0.010		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
asenafteeni	0.012	0.004	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fluoreeni	0.049	0.015	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fenantreeni	0.185	0.055	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
antraseeni	0.036	0.011	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fluoranteeni	0.058	0.017	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
pyreeni	0.044	0.013	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(a)antraseeni	0.018	0.005	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
kryseeni	0.025	0.007	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(b)fluoranteeni	0.015	0.004	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(k)fluoranteeni	<0.010		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(a)pyreeni	<0.010		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
dibentso(ah)antraseeni	<0.010		mg/kg	4	2	ANHU

Raportti

Sivu 4 (7)

K1708209

2MBQ80OUM0L



Asiakkaan näytetunnus Sekoitus 2						
Näytteenottaja		T.L				
Näytteenottopvm		2017-05-12				
Näyttenumero		H13011934				
Analyysi	Tulos	Mittausepävarmuus (±)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
			k.a.			
bentso(ghi)peryleeni	<0.010		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
indeno(123cd)pyreeni	<0.010		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
PAH, 16 yhdisteen summa	0.990		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
Fenoliset yhdisteet						
fenoli	3.0	0.66	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
o-kresoli	0.54	0.12	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
m-kresoli	0.46	0.10	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
p-kresoli	0.42	0.092	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
bisfenoli A	<0.10		mg/kg k.a.	5	3	ANHU

Raportti

K1708209

Sivu 5 (7)

2MBQ800UM0L



Asiakkaan näytetunnus Sekoitus 3						
Näytteenottaja		T.L				
Näytteenottopvm		2017-05-12				
Näyttenumero		H13011935				
Analyysi	Tulos	Mittausepävarmuus (±)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
Esikäsittely						
näytteen esikäsittely/murskaus*	-		-	1	1	ANHU
Liukoisuustesti, S-W-LEACH-OTHER-2/8						
2-vaiheinen ravistelutesti	tulokset liitteenä			2	1	ANHU
BTEX, S-BTEX-MS						
kuiva-aine 105°C	95.8	5.78	%	3	2	ANHU
bentseeni	0.894	0.358	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
tolueeni	1.26	0.505	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
etylibentseeni	0.550	0.220	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
BTEX, summa	3.58		mg/kg k.a.	3	2	ANHU
m,p-ksyleeni	0.623	0.249	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
o-ksyleeni	0.256	0.102	mg/kg k.a.	3	2	ANHU
ksyleenit, summa	0.879		mg/kg k.a.	3	2	ANHU
PAH 16, S-PAHGMS01						
naftaleeni	2.04	0.614	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
asenaftyleeni	0.042	0.013	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
asenafteeni	0.084	0.025	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fluoreeni	0.267	0.080	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fenantreeni	1.30	0.389	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
antraseeni	0.262	0.079	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
fluoranteeni	0.809	0.243	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
pyreeni	0.531	0.159	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(a)antraseeni	0.288	0.086	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
kryseeni	0.304	0.091	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(b)fluoranteeni	0.300	0.090	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(k)fluoranteeni	0.122	0.037	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
bentso(a)pyreeni	0.253	0.076	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
dibentso(ah)antraseeni	0.021	0.006	mg/kg	4	2	ANHU

Raportti

Sivu 6 (7)

K1708209

2MBQ800UM0L



Asiakkaan näytetunnus Sekoitus 3						
Näytteenottaja		T.L				
Näytteenottopvm		2017-05-12				
Näyttenumero		H13011935				
Analyysi	Tulos	Mittausepävarmuus (±)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
			k.a.			
bentso(ghi)peryleeni	0.088	0.026	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
indeno(123cd)pyreeni	0.083	0.025	mg/kg k.a.	4	2	ANHU
PAH, 16 yhdisteen summa	6.79		mg/kg k.a.	4	2	ANHU
Öljyhilivedyt C10-C40, S-TPHFID05						
fraktio >C10-C21	217	65	mg/kg k.a.	6	2	ANHU
fraktio >C21-C40	276	83	mg/kg k.a.	6	2	ANHU
fraktio >C10-C40	493	148	mg/kg k.a.	6	2	ANHU
PCB 7, S-PCBECD01						
PCB 28	<0.0030		mg/kg k.a.	7	2	ANHU
PCB 52	<0.0030		mg/kg k.a.	7	2	ANHU
PCB 101	0.0069	0.0028	mg/kg k.a.	7	2	ANHU
PCB 118	<0.0030		mg/kg k.a.	7	2	ANHU
PCB 138	0.0164	0.0065	mg/kg k.a.	7	2	ANHU
PCB 153	0.0173	0.0069	mg/kg k.a.	7	2	ANHU
PCB 180	0.0129	0.0052	mg/kg k.a.	7	2	ANHU
PCB, 7 yhdisteen summa	0.054		mg/kg k.a.	7	2	ANHU
Fenoliset yhdisteet						
fenoli	19	4.2	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
o-kresoli	2.8	0.62	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
m-kresoli	2.6	0.57	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
p-kresoli	2.4	0.53	mg/kg k.a.	5	3	ANHU
bisfenoli A	0.46		mg/kg k.a.	5	3	ANHU

Raportti

K1708209

Sivu 7 (7)

2MBQ80OUM0L



* =näyte tutkittu akkreditoimattomalla menetelmällä.

Menetelmäkuvaus	
1	Näytteen esikäsittely sisältäen tarvittaessa murskauksen.
2	Kaksivaiheinen ravistelutesti menetelmän EN12457-3 mukaan, uuttoliuosten analysointi menetelmän EN 16192 mukaan.
3	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittäminen GC-MS ja -FID-tekniikalla menetelmien US EPA 8260, US EPA 5021A, US EPA 5021, US EPA 8015, MADEP 2004, rev. 1.1, ISO 15009 mukaan.
4	Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH 16) määrittäminen GC-MS-tekniikalla menetelmien US EPA 8270, EN 15527 ja ISO 18287 mukaan.
5	Fenolisten yhdisteiden määrittäminen standardin DIN ISO 14154 mukaisesti.
6	Uuttuvien öljyhiilivetyjen C10-C40 määrittäminen GC-FID-tekniikalla menetelmien EN 14039, EN ISO 16703, ISO 16558-2 EPA 8015, EPA 3550 ja TNRCC Method 1006 mukaan. Fraktiot C10-C21 ja C21-C40 ovat ilmoitettu mitatuista arvoista laskennallisesti.
7	Polykloorattujen bifenyyliden, PCB-7:n, määrittäminen GC-ECD-tekniikalla menetelmien US EPA 8082, ISO 10382 ja EN 15308 mukaan.

Hyväksyjä	
ANHU	Anna Huttunen

Analysoija ¹	
1	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Tšekki, joka on akkreditoitu tšekkiläisen akkreditointielimen CAI (Czech Accreditation Institute) toimesta (the Testing Laboratory No. 1163).
2	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfê 336/9, 190 00, Praha 9, Tšekki, joka on akkreditoitu tšekkiläisen akkreditointielimen CAI (Czech Accreditation Institute) toimesta (the Testing Laboratory No. 1163).
3	Analysoinnista vastaa GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Flensburger Strasse 15, 25421 Pinneberg, Saksa, joka on akkreditoitu saksalaisen akkreditointielimen DakKS (Deutsche Akkreditierungsstelle) toimesta, numero D-PL-14170-01-00.

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%.

Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratoriolta saa lisätietoja pyydettäessä.

Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa laboratoriolta.

Tilausta koskevat yleiset sopimusehdot, ks. voimassa oleva tarjous tai ALS Finland Oy:n kotisivut (www.alsglobal.fi).

Vain digitaalisesti allekirjoitettu PDF- raportti on alkuperäinen. Kaikki muut tulostetut versiot ovat kopioita.

¹ Analyysin suorittava ALS- tai alihankintalaboratorio.



ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

 ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa
 Bendlova 1687/7, CZ-470 01 Česká Lípa, Czech Republic

Kaksivaiheisen liukoisuustestin tulokset: liite raporttiin nro K1708209

Näyttenumero:		H13011933	H13011933
Lab. ID:		PR1717738001	PR1717738002
Perusparametrit uuttoliuoksista L/S 2 ja L/S 8		L/S 2 (1. vaiheen uute)	L/S 8 (2. vaiheen uute)
Analyysi	Yksikkö	Tulos	Tulos
Kuiva-aine ennen uuttoa (105°C)	[%]	98.8	98.8
Näytteen märkäpaino	[g]	177	177
Erotetun L/S = 2 -uuttoliuoksen tilavuus	[mL]	148	--
Uuttoon lisätyn veden määrä	[mL]	348	1400
pH	--	9.38	10.2
Johtokyky (25°C)	[mS/m]	127	36
Lämpötilä	°C	22.0	22.2

Lasketut analyysitulokset yksikössä mg/kg k.a.: L/S 2 tulokset ovat 1. vaiheessa liuenneet pitoisuudet ja L/S 10 tulokset ovat 1. & 2. vaiheissa liuenneet kumulatiiviset pitoisuudet

Analyysi	Yksikkö	L/S 2		L/S 10	
		Tulos	MU %	Tulos	MU %
Cl ⁻	[mg/kg k.a.]	54.2	±29	43.6	±19
F ⁻	[mg/kg k.a.]	8.96	±29	11.5	±19
SO ₄ ²⁻	[mg/kg k.a.]	522	±29	386	±20
Sb	[mg/kg k.a.]	0.0104	±27	0.0181	±18
As	[mg/kg k.a.]	0.0908	±27	0.104	±17
Ba	[mg/kg k.a.]	0.0620	±27	0.112	±18
Cd	[mg/kg k.a.]	< 0.0010	-	< 0.0050	-
Cr	[mg/kg k.a.]	< 0.010	-	< 0.050	-
Cu	[mg/kg k.a.]	0.0276	±27	0.155	±21
Pb	[mg/kg k.a.]	0.0120	±27	< 0.014	-
Hg	[mg/kg k.a.]	0.0000720	±103	0.000250	±23
Mo	[mg/kg k.a.]	0.0588	±27	0.0478	±18
Ni	[mg/kg k.a.]	0.00740	±27	< 0.031	-
Se	[mg/kg k.a.]	< 0.010	-	< 0.050	-
V	[mg/kg k.a.]	0.244	±27	0.254	±17
Zn	[mg/kg k.a.]	0.0938	±27	0.153	±18

Analyysimenetelmänä ČSN EN 12457-3, EN 16192.

Jätteen kaksivaiheinen liukoisuustesti, jossa neste/kiinteäaine on suhteessa 2 L/kg ja 8 L/kg (L/S 2 ja L/S 8). Sopii näytteille, joiden kiintoainepitoisuus on riittävän suuri ja hiukkaskoko alle 4 mm.

MU % = Mittausepävarmuus on laajennettu mittausepävarmuus, jossa kattavuuskerroin on 2 (95% luottamusväli).



ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

 ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratorý Česká Lípa
 Bendlova 1687/7, CZ-470 01 Česká Lípa, Czech Republic

Kaksivaiheisen liukoisuustestin tulokset: liite raporttiin nro K1708209

Näyttenumero: Lab. ID:		H13011934 PR1717781001	H13011934 PR1717781002
Perusparametrit uuttoliuoksista L/S 2 ja L/S 8		L/S 2 (1. vaiheen uute)	L/S 8 (2. vaiheen uute)
Analyysi	Yksikkö	Tulos	Tulos
Kuiva-aine ennen uuttoa (105°C)	[%]	96.4	96.4
Näytteen märkäpaino	[g]	181	181
Erotetun L/S = 2 -uuttoliuoksen tilavuus	[mL]	212	--
Uuttoon lisätyn veden määrä	[mL]	343	1400
pH	--	8.69	8.86
Johtokyky (25°C)	[mS/m]	53.5	12.0
Lämpötilä	°C	21.6	21.8

Lasketut analyysitulokset yksikössä mg/kg k.a.: L/S 2 tulokset ovat 1. vaiheessa liuenneet pitoisuudet ja L/S 10 tulokset ovat 1. & 2. vaiheissa liuenneet kumulatiiviset pitoisuudet

Analyysi	Yksikkö	L/S 2		L/S 10	
		Tulos	MU %	Tulos	MU %
Cl ⁻	[mg/kg k.a.]	16.8	± 29	< 14.6	-
F ⁻	[mg/kg k.a.]	3.12	± 29	5.51	± 19
SO ₄ ²⁻	[mg/kg k.a.]	138	± 29	115	± 22
Sb	[mg/kg k.a.]	0.00260	± 26	< 0.010	-
As	[mg/kg k.a.]	0.0122	± 27	0.0566	± 20
Ba	[mg/kg k.a.]	0.0848	± 27	0.131	± 17
Cd	[mg/kg k.a.]	< 0.0010	-	< 0.0050	-
Cr	[mg/kg k.a.]	< 0.010	-	< 0.050	-
Cu	[mg/kg k.a.]	0.0538	± 27	0.0845	± 17
Pb	[mg/kg k.a.]	0.0220	± 27	0.0239	± 18
Hg	[mg/kg k.a.]	< 0.000020	-	< 0.00010	-
Mo	[mg/kg k.a.]	0.0156	± 27	0.0227	± 18
Ni	[mg/kg k.a.]	0.0152	± 27	0.0593	± 20
Se	[mg/kg k.a.]	< 0.010	-	< 0.050	-
V	[mg/kg k.a.]	0.0248	± 26	0.0941	± 19
Zn	[mg/kg k.a.]	0.103	± 27	0.124	± 17

Analyysimenetelmänä ČSN EN 12457-3, EN 16192.

Jätteen kaksivaiheinen liukoisuustesti, jossa neste/kiinteäaine on suhteessa 2 L/kg ja 8 L/kg (L/S 2 ja L/S 8). Sopii näytteille, joiden kiintoainepitoisuus on riittävän suuri ja hiukkaskoko alle 4 mm.

MU % = Mittausepävarmuus on laajennettu mittausepävarmuus, jossa kattavuuskerroin on 2 (95% luottamusväli).



ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

 ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa
 Bendlova 1687/7, CZ-470 01 Česká Lípa, Czech Republic

Kaksivaiheisen liukoisuustestin tulokset: liite raporttiin nro K1708209

Näyttenumero: Lab. ID:		H13011935 PR1717789001	H13011935 PR1717789002
Perusparametrit uuttoliuoksista L/S 2 ja L/S 8		L/S 2 (1. vaiheen uute)	L/S 8 (2. vaiheen uute)
Analyysi	Yksikkö	Tulos	Tulos
Kuiva-aine ennen uuttoa (105°C)	[%]	95.8	95.8
Näytteen märkäpaino	[g]	183	183
Erotetun L/S = 2 -uuttoliuoksen tilavuus	[mL]	260	–
Uuttoon lisätyn veden määrä	[mL]	342	1400
pH	–	12.6	12.3
Johtokyky (25°C)	[mS/m]	450	168
Lämpötilä	°C	23.7	25.5

Lasketut analyysitulokset yksikössä mg/kg k.a.: L/S 2 tulokset ovat 1. vaiheessa liuenneet pitoisuudet ja L/S 10 tulokset ovat 1. & 2. vaiheissa liuenneet kumulatiiviset pitoisuudet

Analyysi	Yksikkö	L/S 2		L/S 10	
		Tulos	MU %	Tulos	MU %
Cl ⁻	[mg/kg k.a.]	42.6	± 29	52.6	± 20
F ⁻	[mg/kg k.a.]	0.778	± 29	3.01	± 21
SO ₄ ²⁻	[mg/kg k.a.]	101	± 29	270	± 20
Sb	[mg/kg k.a.]	< 0.0020	-	< 0.010	-
As	[mg/kg k.a.]	< 0.0020	-	< 0.010	-
Ba	[mg/kg k.a.]	0.172	± 27	0.801	± 19
Cd	[mg/kg k.a.]	< 0.0010	-	< 0.0050	-
Cr	[mg/kg k.a.]	0.0904	± 27	0.136	± 17
Cu	[mg/kg k.a.]	0.0496	± 27	0.0760	± 17
Pb	[mg/kg k.a.]	0.00720	± 27	0.0445	± 20
Hg	[mg/kg k.a.]	0.000208	± 27	0.000308	± 18
Mo	[mg/kg k.a.]	0.0508	± 27	0.0649	± 18
Ni	[mg/kg k.a.]	0.0188	± 27	< 0.039	-
Se	[mg/kg k.a.]	< 0.010	-	< 0.050	-
V	[mg/kg k.a.]	< 0.010	-	0.0554	± 22
Zn	[mg/kg k.a.]	0.0114	± 27	0.104	± 21

Analyysimenetelmänä ČSN EN 12457-3, EN 16192.

Jätteen kaksivaiheinen liukoisuustesti, jossa neste/kiinteäaine on suhteessa 2 L/kg ja 8 L/kg (L/S 2 ja L/S 8). Sopii näytteille, joiden kiintoainepitoisuus on riittävän suuri ja hiukkaskoko alle 4 mm.

MU % = Mittausepävarmuus on laajennettu mittausepävarmuus, jossa kattavuuskerroin on 2 (95% luottamusväli).

Raportti

K1708383

Sivu 1 (2)

2N9EPBX2SFT



Vastaanotettu **2017-06-01**
 Raportoitu **2017-06-06**

Insinööritoimisto Gradientti Oy
Topias Lahti

Ahjokatu 4 B
15800 LAHTI
Finland

Projekti **61117**
 Tilausnumero

Materiaalin analysointi

Asiakkaan näytetunnus Sekoitus 3						
Näytteenottaja T.L						
Näytteenottopvm 2017-05-12						
Näyttenumero H17004796						
Analyysi	Tulos	Mittausepävarmuus (±)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
Metallit; kuningasvesihajotus, S-METAXHB1						
kuiva-aine 105 °C	95.8	5.78	%	1	1	ANHU
As	1.49	0.30	mg/kg k.a.	1	1	ANHU
Cd	<0.40		mg/kg k.a.	1	1	ANHU
Cr	13.6	2.73	mg/kg k.a.	1	1	ANHU
Cu	29.2	5.8	mg/kg k.a.	1	1	ANHU
Pb	8.2	1.6	mg/kg k.a.	1	1	ANHU
Zn	166	33.2	mg/kg k.a.	1	1	ANHU
Liukoisuustesti, S-W-LEACH-OTHER-2/8						
2-vaiheinen ravistelutesti	tulokset liitteenä			2	2	ANHU
Liukoisuustestistä analysoitu lisätilauksena vain DOC						

Raportti

K1708383

Sivu 2 (2)

2N9EPBX2SFT



* =näyte tutkittu akkreditoimattomalla menetelmällä.

Menetelmäkuvaus	
1	Metallien määrittäminen menetelmien US EPA 200.7, ISO 11885, US EPA 6010, SM 3120 mukaan. Kuivaus ja seulonta < 2 mm. Hajotus kuningasvedellä ja analysointi ICP-OES laitteistolla. Näytematriisista riippuen näyte voidaan joutua murskaamaan seulonnan sijasta.
2	Kaksivaiheinen ravistelutesti menetelmän EN12457-3 mukaan, uuttoliuosten analysointi menetelmän EN 16192 mukaan.

Hyväksyjä	
ANHU	Anna Huttunen

Analysoija ¹	
1	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfê 336/9, 190 00, Praha 9, Tšekki, joka on akkreditoitu tšekkiläisen akkreditointielimen CAI (Czech Accreditation Institute) toimesta (the Testing Laboratory No. 1163).
2	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Tšekki, joka on akkreditoitu tšekkiläisen akkreditointielimen CAI (Czech Accreditation Institute) toimesta (the Testing Laboratory No. 1163).

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%.

Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratoriolta saa lisätietoja pyydettäessä.

Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa laboratoriolta.

Tilausta koskevat yleiset sopimusehdot, ks. voimassa oleva tarjous tai ALS Finland Oy:n kotisivut (www.alsglobal.fi).

Vain digitaalisesti allekirjoitettu PDF- raportti on alkuperäinen. Kaikki muut tulostetut versiot ovat kopioita.

¹ Analyysin suorittava ALS- tai alihankintalaboratorio.

ALS Laboratory Group

ANALYTICAL CHEMISTRY & TESTING SERVICES



ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa
Bendlova 1687/7, CZ-470 01 Česká Lípa, Czech Republic

Kaksivaiheisen liukoisuustestin tulokset: liite raporttiin nro K1708383

Näyttenumero:		H17004796	H17004796
Lab. ID:		PR1717789001	PR1717789002
Perusparametrit uuttoliuoksista L/S 2 ja L/S 8		L/S 2 (1. vaiheen uute)	L/S 8 (2. vaiheen uute)
Analyyysi	Yksikkö	Tulos	Tulos
Kuiva-aine ennen uuttoa (105°C)	[%]	95.8	95.8
Näytteen märkäpaino	[g]	180	180
Erötetun L/S = 2 -uuttoliuoksen tilavuus	[mL]	283	–
Uuttoon lisätyn veden määrä	[mL]	345	1400
pH	–	12.7	12.3
Johtokyky (25°C)	[mS/m]	450	168
Lämpötilä	°C	23.7	25.5

Lasketut analyysitulokset yksikössä mg/kg k.a.: L/S 2 tulokset ovat 1. vaiheessa liunneet pitoisuudet ja L/S 10 tulokset ovat 1. & 2. vaiheissa liunneet kumulatiiviset pitoisuudet

Analyyysi	Yksikkö	L/S 2		L/S 10	
		Tulos	MU %	Tulos	MU %
DOC	[mg/kg k.a.]	63.0	± 32	98.2	± 22

Analyyysimenetelmänä ČSN EN 12457-3, EN 16192.

Jätteen kaksivaiheinen liukoisuustesti, jossa neste/kiinteäaine on suhteessa 2 L/kg ja 8 L/kg (L/S 2 ja L/S 8). Sopii näytteille, joiden kiintoainepitoisuus on riittävän suuri ja hiukkaskoko alle 4 mm.

MU % = Mittausepävarmuus on laajennettu mittausepävarmuus, jossa kattavuuskerroin on 2 (95% luottamusväli).

Sivu: 1 / 1





Palveleva ympäristöasiantuntijasi