

Tampereen kaupunki

**Isokuusi IV asemakaava-alueen
maa- ja kiviainestutkimus,
asemakaava nro 8717**

Tampereen kaupungin ID 2 973 007

RAPORTTI

Laatija: Erityisasiantuntija Anneli Wichmann
Hyväksyjä: Senior Consultant Jaakko Soikkeli

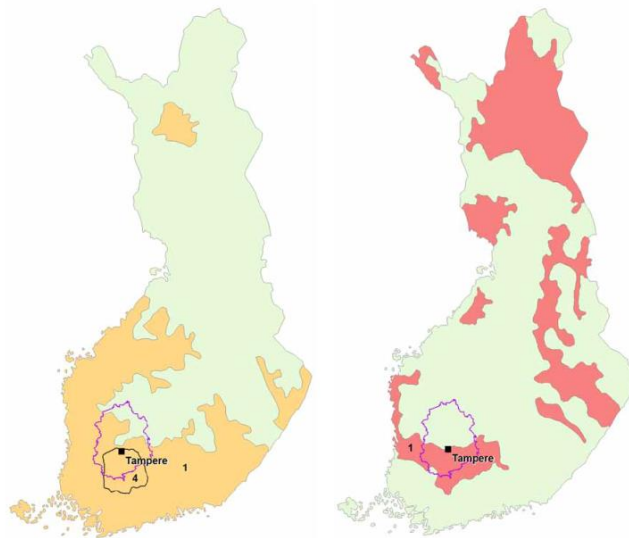
kimusalueella. Vuoreksen alueen hulevesitarkkailun analyysituloksissa oli erittäin voimakas positiivinen korrelaatio sähkönjohtavuuden ja sulfaattipitoisuuden välillä.

Suunnittelualueen läheisyydessä on todettu kiviaineksessa vaihtelevia rikki- ja sulfaattipitoisuuksia, jotka kuitenkin eivät ylitä louhinnassa muodostuville sivukivien pysyvyyden määrittämisessä käytettyjä arvoja. Happamaksi sulfaattimaaksi määritellään sellainen hienojakoinen maa-aines, jonka rikki- ja sulfaattipitoisuus on suurempi kuin 0,2 m-%, ja samanaikaisesti joko maastossa mitattu pH tai nk. inkubaatiokokeessa mitattu pH on alle 4,5.

Tutkitut alueet kuuluvat Tampereen eteläpuoliseen Pirkanmaan migmatiittivyöhykkeeseen. Vuoreksen alueen kallioperä on karttatarkastelun perusteella porfyryista granodioriittia (GTK:n kallioperä-kartta). Alueen maa- ja kallioperä on muodoiltaan vaihtelevaa ja sitä luonnehtivat ohuen moreenikerroksen peittämät, monin paikoin jyrkkärinteiset kallioselänteet. Selänteiden korkeimmissa kohdissa esiintyy avokallioita. Alavilla alueilla, etenkin järvien ja laskuojien läheisyydessä on laajojakin savi- ja turve-esiintymiä. (Kuvaus Vuoreksen rakentamisesta aiheutuva vesistökuormitus -selvityksestä, tekijä FCG Oy, 11.11.2014).

Tampere kuuluu Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssiin, jossa maaperän luontainen arseenipitoisuus on usein suurempi kuin maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointiin annettu kynnyksarvo 5 mg/kg (PIMA-asetus, VnA 214/2007). Vaikka maaperässä luonnollisesti oleva arseeni ei itsessään ole haitallista ihmisille tai aiheuta pilaantuneen maaperän puhdistustarvetta, saattaa kohonnut arseenipitoisuus asettaa rajoituksia maa- tai kiviaineksen hyödynnettävyydelle.

Tampere kuuluu lisäksi Etelä-Suomen metalliprovinssiin, jonka alueella eri metallien pitoisuudet poikkeavat laajemmasta tausta-aineistosta. Arseeni- että metalliprovinssien sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 Vasemmalla valtakunnalliset arseeniprovinssit, 1 Etelä-Suomen arseeniprovinssi, 4 Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssi. Oikealla valtakunnalliset metalliprovinssit, 1 Etelä-Suomen metalliprovinssi. Provinssien ulkopuoliset tausta-alueet on merkitty vihreällä, Pirkanmaa rajattu lilalla. Lähde: Hatakka ym. 2010

Geologian tutkimuskeskuksen Suomen kallioperän mustaliuske-esiintymiä kuvaavan kartta-aineiston perusteella Tampereella ja lähialueilla on runsaasti mustaliuskeiksi tulkittavia heijasteita antavia alueita. Kallioperässä olevat mustaliuskeet ovat hiiltä ja rikkiä sisältäviä kiviä, jotka ovat alun perin syntyneet merenpohjaan kerrostuneista mätällejuista. Suomen mustaliuskeet ovat noin kaksi miljardia vuotta vanhoja ja sisältävät paljon hiiltä ja rikkiä verrattuna muualla maailmassa tutkittuihin mustaliuskeisiin. Mustaliuskeiden rapautuminen voi aiheuttaa paikallisesti merkittävääkin happamoitumista ja sulfaattipitoisuuksien kohoamista lähivesissä. Mikäli mustaliuskeista kalliota käytetään kiviaineksen lähteenä, voi myös tällaisesta toiminnasta aiheutua happamoitumista ja pintavesien suolaantumista.

Kaupungin kaavoitusohjelmassa 2018–2022 asemakaavan yhtenä tavoitteena on kohdealueen hulevesien määrällinen ja laadullinen hallinta. Vesistökuormituksen minimoimiseksi asemakaava-alueelle on tarve tehdä sekä kiviainesten ympäristöominaisuuksien että mineraalimaiden happamuuden, rikkipitoisuuden ja maan puskurikyvyn selvitys.

Tehtävän sisältö ja tavoitteet

Tehtävänä on laatia kaava-alueelle maa-ainesselvitys ympäristöominaisuuksien arvioimiseksi. Alueen mineraalimaista selvitetään arseeni- ja rikkipitoisuus sekä mahdollinen happamoitumistaipumus. Tavoitteena on tutkia maan kemialliset ominaisuudet ja arvioida näiden pohjalta alueen rakentamisen reunaehdot ja vaikutukset ympäristöön, vesistöihin ja hulevesiin.

Läheiselle alueelle (Vuores-Isokuusi III, asemakaava-alue 8639) on tehty kiviainesselvitys, jossa on tutkittu mm. kallioperän arseeni- ja rikkipitoisuuksia. (Ramboll Oy 2016 a). Selvityksen tuloksista ilmeni kahdessa näytteenottopisteessä kohonnut rikkipitoisuus sekä näytepisteessä 2 opaakkimineraaleja, jotka voivat olla mm. oksidi- tai sulfidimineraaleja. Tulosten perusteella ko. kallioaineksen käyttö esim. murskeena hapellisissa oloissa voi potentiaalisesti aiheuttaa ympäristöhaittoja, mikäli sulfidimineraaleja esiintyy laaja-alaisesti.

Tässä työssä toteutettiin kohdennettu maanäytteenotto, jonka avulla pyrittiin tunnistamaan mahdolliset maaperässä olevat riskikohteet.

NÄYTEPISTEET JA LABORATORIOANALYYSIT

Maanäytepisteet ja näytteenotto

Isokuusen nyt kaavoitettavan alueen pinta-ala on noin 6 ha. Aiempien maaperätutkimustietojen perusteella alueen pohjoisosassa maanpeite on ohuempi (Ramboll Oy 2016 b) ennen tiivistä moreenikerrosta tai kalliota. Alueen keski- ja eteläosassa on maaperätutkimusten perusteella hienojakoisempia ja elope räisiä maalajeja. Myös kerrospaksuus ennen tiivistä moreenia tai kalliota on pohjoisosaa suurempi.

Kaavoitettavalle alueelle sijoitettiin neljä näytteenottopistettä mahdollisimman kattavasti, painottuen alueen eteläosaan. Näytepisteet sijoitettiin siten, että maalajien vaihtelusta saataisiin mahdollisimman kattavasti tietoa ja että näytesyvyys on rakentamisen kannalta riittävä. Toteutuneet, näytteenottosuun-

nitelmasta hivenen poikkeavat näytepisteet on kuvattu punaisilla rasteilla (X) karttaliitteessä 1 Isokuusi_näytteenottopisteet.

Maanäytteet otettiin muovilapiolla kaivinkoneella kaivettujen koekuoppien seinämistä tai pohjasta, josta oli ensin poistettu kerros, jotta saatiin mahdollisimman puhdas ja näytteenottoa edustava näyte. Maaperän kivikkoisuuden vuoksi muunlainen näytteenotto, esim. tärykairaus, ei olisi ollut mahdollista (kuva 2). Näytteenottosuunnitelman mukaan kustakin näytepisteestä oli tarkoitus ottaa näyte n. 50 cm välein, kuitenkin niin, että kaikki maalajit ovat edustettuina omina näytteinään. Käytännössä maalaissa oli vain vähän vaihtelua ja toisaalta pintakerroksesta oli mahdotonta ottaa näytettä lohkaraisuuden vuoksi. Näytteenottokuopissa ei myöskään ollut silminnähden havaittavia tummia sulfidiesiintymiä. Näytteenottosyvyydet ja maalajit on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 Isokuusen alueen näytepisteet, koordinaatit (ETRS-GK24), näytteenottosyvyydet ja maalajit

Näytepiste	X ETRS-GK24	Y ETRS-GK24	Syvyys [cm]	Maalaji	Huom.
Isokuusi 1.0	24489765	6814895	0-50	Kivikko	Ei näytettä
Isokuusi 1.1			50-80	Moreeni	Paljon hienoaainesta, tiivis
Isokuusi 2.0	24489782	6814772	0-50	Turpeen sek. kivikko	Ei näytettä
Isokuusi 2.1			50-80	Hiesuinen hiekka	
Isokuusi 2.2			80-130	Hienoainesmoreeni	Mustia ja rautaisia hiekkvoja pistemäisinä esiintyminä
Isokuusi 2.3			130-320	Hienoainesmoreeni	Ei näytettä
Isokuusi 2.4			320-	Hienoainesmoreeni	Koekuopan pohjasta
Isokuusi 3.0	24489863	6814745	0-100	Kivikko	Ei näytettä
Isokuusi 3.1			100-130	Hiesuinen savi	Pohjavedenpinta 130 cm
Isokuusi 3.2			130-250	Hienoainesmoreeni	250 cm -> isoja kiviä
Isokuusi 4.0	24489833	6814720	0-20	Turve	Ei näytettä
Isokuusi 4.1			20-80	Hiesuinen savi	
Isokuusi 4.2			80-200	Hiekkainen hiesu	
Isokuusi 4.3			200-250	Moreeni	



Kuva 2 Pintakasvillisuuden alta paljastunut kivikko näytepisteessä 3.

Kussakin näytepisteessä koekuoppa ulotettiin mahdollisimman syvälle. Tavoitesyvyytenä näytteenottoa suunniteltaessa pidettiin 250 cm:ä. Ainoastaan pisteessä 1 jäätiin tavoitesyvyydestä näytekohdan kivi-syyden vuoksi. Muissa pisteissä näytteenotto päättyi kallioon tai suurikokoiseen lohkareseen. Pisteessä 2 hienoainesmoreeni jatkui välillä 130–320 cm ulkoisesti samanlaisena kuin ylemmässäkin kerroksessa. Maa-aineksen tiiviiden vuoksi näytettä oli vaikea saada ylemmästä kerroksesta, joten tästä välikerroksesta ei otettu lainkaan näytettä. Kuvassa 3 on näytepisteiden 2 ja 4 koekuopat.

Kustakin syvyydestä otettiin n. 1 l näytettä, joka pakattiin mahdollisimman ilmatiiviisti minigrip-pussiin. Näytteet säilytettiin viileässä yön yli ja toimitettiin laboratorioon näytteenottoa seuraavana päivänä.



Kuva 3 Koekuopat näytepisteessä 2 (vas.), moreenivaltainen piste, ja 4 (oik.) pääosin hienojakoisia lajituneita maalajeja.

Laboratorioanalyysit

Kaikki laboratorioanalyysit tehtiin Labtium Oy:n Jyväskylän laboratoriossa.

Kustakin näytteestä analysoitiin rikki- (S), arseeni- (As), kalsium- (Ca) ja magnesium(Mg)pitoisuus. Näiden lisäksi tehtiin nk. Inkubointikoe, jossa seurataan kostean näytteen pH:n muutosta huoneenlämpötilassa kahdeksan viikon ajan. Menetelmä on modifioitu lähteestä Creeper ym. 2012. Inkubointikokeella selvitetään näytteen happamoitumispotentiaalia.

TULOKSET

Alueen maalajit olivat hienoaainesvoittoisia, myös moreenit. Tutkimuspisteiden sisällä maalajien vaihtelu oli vähäistä eikä yhteen maaperäprofiiliin näin ollen tullut monta näytettä. Pohjavedenpinta saavutettiin ainoastaan pisteessä 3 tasolla -130 cm maanpinnasta.

Maanäytteistä analysoitujen alkuaineiden pitoisuudet on koottu taulukkoon 2. Kaikkien näytteiden analyysitodistukset ovat raportin liitteenä 2. Eri lähteistä koottuja taustapitoisuuksia on koottu taulukkoihin 4 ja 5. Tärkein lähde on Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) ylläpitämä nk. TAPIR-tietokanta, josta otettiin Vuoreksen lähialueen arseenin taustapitoisuus 10 km säteellä moreenille, hiekalle ja muille karkeille, lajittuneille maalajeille sekä savelle ja muille hienoille maalajeille. GTK:n julkaisemasta raportista Pirkanmaan maaperän geokemialliset taustapitoisuudet (Hatakka ym. 2010) saatiin taustapitoisuudet kalsiumille ja magnesiumille sekä tyypillinen pH Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssin, Etelä-Suomen metalliprovinssin sekä koko Pirkanmaan alueelta.

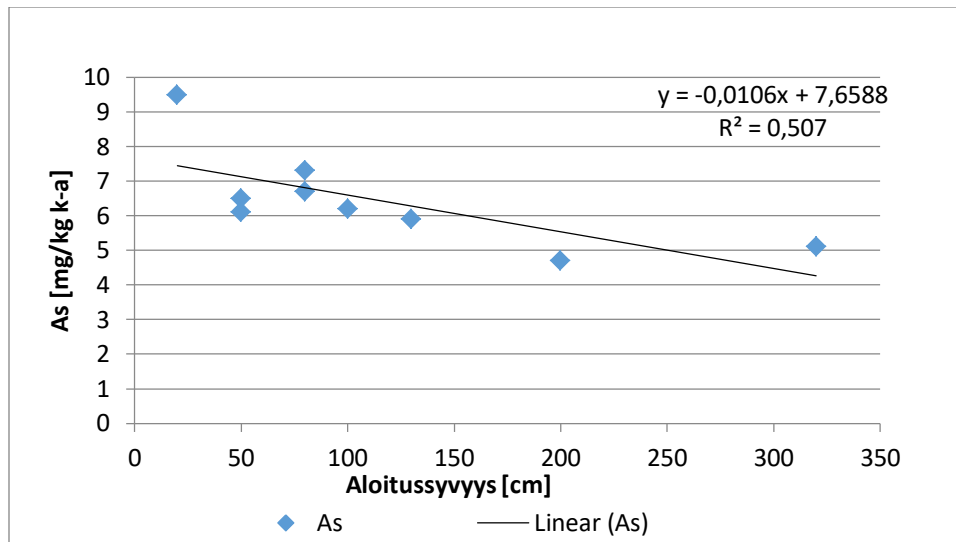
Rikki S

Maanäytteiden rikkipitoisuus oli kahta näytettä lukuun ottamatta alle määritysrajan 0,02 m-% kuiva-aineessa. Pisteissä Isokuusi 2.4 ja Isokuusi 4.3 syvimmältä otetuissa maanäytteissä oli kohonnut rikkipitoisuus, molemmissa 0,07 m-% kuiva-aineessa. Verrattaessa tuloksia alueen taustapitoisuuksiin voidaan havaita, että näytteiden rikkipitoisuus on n. 7-kertainen moreenin taustapitoisuuteen vertailuryhmästä riippumatta. Rikkipitoisuuden kasvu syvemmälle mentäessä saattaa viitata kallioperän rikkipitoisuuteen, josta on viitteitä aiemmissa kallioperätutkimuksissa (Ramboll 2015,2016).

Arseeni As

Arseenin kokonaispitoisuus maanäytteissä vaihteli välillä 4,7 mg/kg kuiva-aineessa pisteessä Isokuusi 4.3 pisteen Isokuusi 4.1 pitoisuuteen 9,5 mg/kg k-a. Pienimmät pitoisuudet olivat syvimmältä otetuissa näytteissä ja suurin puolestaan pinnimmaisesta, mutta suurimmassa osassa näytteistä näytteenottosyvyydellä ei ollut merkitystä, vaan pitoisuudet olivat määrittäjävarmuuksien ($\pm 15\%$) sisällä toisistaan. Kun mitatut arseenipitoisuudet kuvataan näytteenottosyvyyden funktiona, näytteenoton alkamis-syvyys selittää n. 50 % (R^2) pitoisuuden vaihtelusta (kuva 4).

Arseenipitoisuudet olivat Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssille tavanomaista tasoa. Lukuun ottamatta näytettä Isokuusi 4.3, kaikki näytteet ylittävät PIMA-asetuksessa (VnA 214/2007) annetun kynnsarvon 5 mg/kg, mutta TAPIR-tietokannan perusteella Vuoreksen lähialueella suurin suositeltava taustapitoisuus (SSTP) on n. 20 mg/kg, jota yksikään näytteistä ei ylittänyt vaan pitoisuudet olivat maalajista riippuen lähellä alueen mediaanipitoisuuksia (taulukko 4).



Kuva 4 Arseenin (As) pitoisuus (mg/kg kuiva-ainetta) maanäytteissä näytteenoton aloitussyvyyden funktiona

pH sekä kalsium (Ca) ja magnesium (Mg)

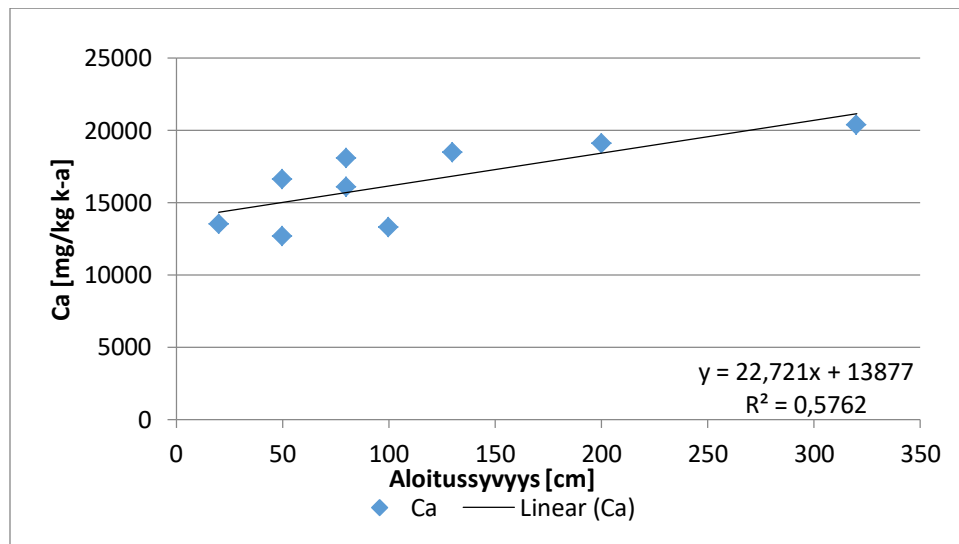
Maanäytteiden pH:t vaihtelivat välillä 5,2–6,8, lievästi happamasta lähes neutraaliin. Aineistosta ei ole havaittavissa korrelaatiota syvyyden ja pH:n välillä, myöskään maalajilla ei näin suppeassa aineistossa vaikuttaisi olevan merkitystä. Maanäytteiden pH:t olivat tausta-aineistoon nähden korkeita (taulukot 3 ja 5), sillä tässä tutkimuksessa mitattu alhaisin pH 5,2 näytteessä Isokuusi 1.1 on n. 0,5 pH-yksikköä korkeampi kuin verrokkiaineiston moreeninäytteissä. Tausta-aineistossa karkeiden ja hienojakoisempien maalajien välillä on n. yhden pH-yksikön ero siten, että pH on korkeampi hienojakoisemmissa maalajeissa.

Maanäytteiden inkubaatiokokeessa mikään näyte ei happamoitunut merkittävästi (taulukko 3). Näytteet olivat lievästi happamia tai lähes neutraaleja. Lähtötasoltaan alhaisin pH oli näytteessä Isokuusi 1.1, jonka pH laski toiseksi eniten, 0,5 pH-yksikköä, yhdessä näytteen Isokuusi 3.1 kanssa. Suurin pH:n lasku oli näytteessä Isokuusi 4.3, 0,8 pH-yksikköä. Tässä näytteessä oli myös kohonnut rikkipitoisuus, joten pH:n lasku on todennäköisesti sulfidisen rikin hapettumisen aiheuttamaa. Loppu-pH oli kuitenkin vain lievästi hapan, 5,7, joten tässäkin pisteessä ei voida todeta olevan hapanta sulfaattimaata.

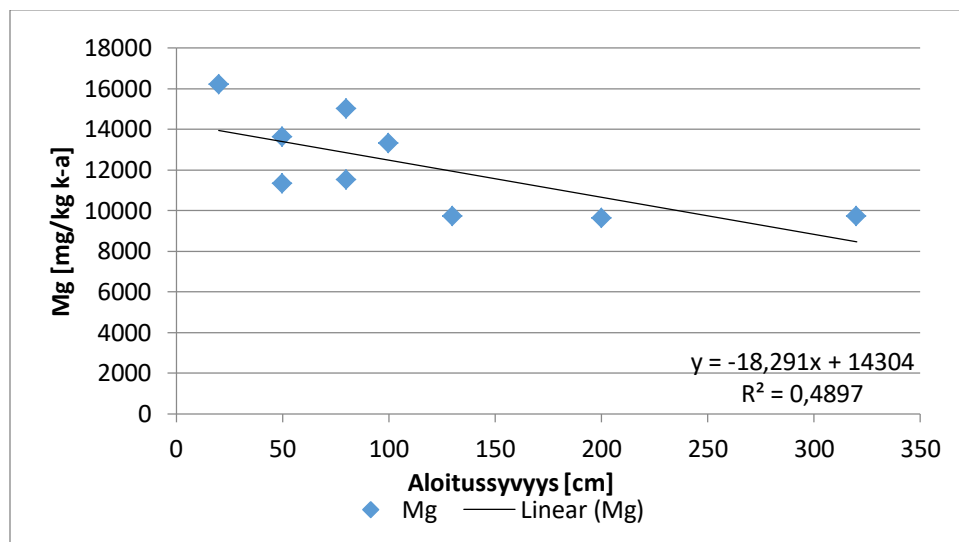
Viidessä näytteessä pH pysyi ennallaan tai jopa kohosi inkubaatiokokeen aikana. Samoissa näytteissä myös kalsiumpitoisuudet olivat huomattavasti korkeampia kuin taustapitoisuuksien mediaanit. Onkin todennäköistä, että näytteistä on inkubaatiokokeen aikana liuennut karbonaattimuotoista kalsiumia tai magnesiumia, joiden vaikutuksesta näytteen pH on noussut. Erityisen selvästi karbonaattivaikutus näkyy näytteessä 2.2, jossa ensimmäisen viikon jälkeen pH oli laskenut yhden viikon jälkeen 1,1 pH-yksikköä, mutta palautunut seuraavalla mittauskerralla alkutasolle.

Kalsiumin pitoisuudet vaihtelivat välillä 12700–20600 mg/kg kuiva-aineessa (taulukko 2) ja olivat kaikissa näytteissä 3-4 kertaa korkeammat verrattuna verrokkiaineistoon (taulukko 5). Kalsiumin pitoisuus näiden tulosten perusteella kasvaa syvempiin kerroksiin mentäessä (kuva 5), joka saattaa olla seurausta kallioperän vaikutuksesta. Syvyyden ja pitoisuuden välisen yhteyden selitysaste on n. 57 %, joten pitoisuuteen vaikuttavat muutkin tekijät.

Magnesiumin pitoisuudet maanäytteissä vaihtelivat välillä 9600–16200 mg/kg kuiva-aineessa. Magnesium käyttäytyi arseenin kanssa samankaltaisesti ja suurimmat pitoisuudet olivat lähempänä maanpintaa pitoisuuksien pienentyessä pohjaa kohti (kuva 6). Kuten muidenkin alkuaineiden kohdalla, jää selitysaste syvyyden ja pitoisuuden välillä magnesiumin kohdalla n. 50 %. Verrattaessa nyt mitattuja pitoisuuksia taustapitoisuuksiin, voidaan todeta että tulokset korreloivat hyvin eri tutkimusten hienojakoisten maalaajien pitoisuuksien kanssa (taulukko 5).



Kuva 5 Kalsiumin (Ca) pitoisuus (mg/kg kuiva-ainetta) maanäytteissä näytteenoton aloitussyvyyden funktiona



Kuva 6 Magnesiumin (Mg) pitoisuus (mg/kg kuiva-ainetta) maanäytteissä näytteenoton aloitussyvyyden funktiona

Taulukko 2 Maanäytteiden rikki- (S), arseeni- (As), kalsium- (Ca) ja magnesium(Mg)pitoisuudet

Näyte	S * m-%, k-a	As mg/kg, k-a	Ca mg/kg, k-a	Mg mg/kg, k-a
Isokuusi 1.1	<0.02	6,5	12700	11300
Isokuusi 2.1	<0.02	6,1	16600	13600
Isokuusi 2.2	<0.02	7,3	18100	11500
Isokuusi 2.4	0,07	5,1	20400	9700
Isokuusi 3.1	<0.02	6,2	13300	13300
Isokuusi 3.2	<0.02	5,9	18500	9700
Isokuusi 4.1	<0.02	9,5	13500	16200
Isokuusi 4.2	<0.02	6,7	16100	15000
Isokuusi 4.3	0,07	4,7	19100	9600

Taulukko 3 Maanäytteiden pH alkutilanteessa (pH₀), kahdeksan viikon inkuboinnin kuluessa (pH_x) sekä pH:n muutos (ΔpH)

	pH ₀	pH ₁	pH ₃	pH ₄	pH ₅	pH ₆	pH ₇	pH ₈	ΔpH
Isokuusi 1.1	5,2	4,8	4,9	4,9	4,8	4,9	4,8	4,7	-0,5
Isokuusi 2.1	5,8	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	0,3
Isokuusi 2.2	5,6	4,5	5,5	5,6	5,7	5,6	5,6	5,6	0
Isokuusi 2.4	6,1	6,1	6,0	6,2	6,3	6,1	6,2	6,2	0,1
Isokuusi 3.1	6,1	5,7	5,8	6,0	5,8	5,6	5,6	5,6	-0,5
Isokuusi 3.2	5,9	5,6	5,7	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8	-0,1
Isokuusi 4.1	6,0	5,9	6,0	6,0	6,2	6,2	6,4	6,4	0,4
Isokuusi 4.2	6,8	6,7	6,9	6,5	6,9	6,9	7,0	6,9	0,1
Isokuusi 4.3	6,5	6,2	5,8	5,8	5,9	5,7	5,9	5,7	-0,8

Taulukko 4 Maaperän arseenin taustapitoisuuksia Vuoreksen lähialueella (TAPIR-tietokanta), Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssissa 4 (med. 4) ja Etelä-Suomen metalliprovinssissa 1 (med. 1) sekä koko Pirkanmaalla (GTK 2010).

Maalaji	syvyys	TAPIR 2018				med. 4	med. 1	med. Pirkanmaa
		kynnysarvo	SSTP	med.	k-a			
Moreeni	Pintamaa 0-25 cm	5	20	7,62	9,68	7,4	7,4	6,8
	pohjamaa 70-95 cm					8,7	8,5	6,7
Hiekka/sora	Pintamaa 0-25 cm	5	22	7,18	9,99	8,7	8,5	5,3
	pohjamaa 70-95 cm					10,3	9,1	6,4
Savi/siltti	Pintamaa 0-25 cm	5	13	7,8	9,17	7,2	7,3	6,5
	pohjamaa 70-95 cm					8,0	8,3	7,3

SSTP = suurin suositeltu taustapitoisuus, med. = mediaani, k-a = keskiarvo

Taulukko 5 Maaperän kalsiumin (Ca), magnesiumin (Mg) ja rikin (S) taustapitoisuuksia Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssissa 4 (med. 4) ja Etelä-Suomen metalliprovinssissa 1 (med. 1) sekä koko Pirkanmaalla (GTK 2010).

		med. 4				med. 1				Pirkanmaa			
Maalaji	Syvyys cm	Ca mg/kg	Mg mg/kg	S m-% k-a	pH	Ca mg/kg	Mg mg/kg	S m-% k-a	pH	Ca mg/kg	Mg mg/kg	S m-% k-a	pH
Moreeni	Pintamaa 0-25 pohjamaa 70-95	1070	6110	0,019	4,39	1040	6120	0,019	4,34	1080	5420	0,017	4,34
		1130	6670	0,010	4,6	1130	6655	0,011	4,6	1265	5680	0,009	4,6
Hiekka/ sora	Pintamaa 0-25 pohjamaa 70-95	1610	6075	0,013	4,48	1580	5940	0,013	4,47	1420	5100	0,012	4,5
		1790	7395	0,007	4,75	1740	7360	0,007	4,76	1630	6050	0,003	4,83
Savi/ siltti	Pintamaa 0-25 pohjamaa 70-95	4650	10200	0,023	4,96	4640	10400	0,022	4,94	4480	9570	0,020	4,86
		5610	12100	0,006	5,48	5850	12600	0,006	5,5	5590	11800	0,006	5,35

PÄÄTELMÄT

Isokuusen alueen alkuainepitoisuuksien perusteella ei ole todennäköistä, että alueen rakentamisen yhteydessä maaperästä aiheutuisi merkittävää vaikutusta ympäristöön. Maaperässä esiintyessään sulfidinen rikki esiintyy usein laikuittain tai linssimäisinä muodostelmina, joten tämän tutkimuksen perusteella ei voida sulkea pois rikin esiintymistä kaava-alueella. Tutkimuksen perusteella tätä ei voi pitää kuitenkaan todennäköisenä lukuun ottamatta syvimpiä maakerroksia.

On huomioitava, että tässä tutkimuksessa ei otettu näytteitä lohkareista tai kallioperästä. Mikäli rakennustoiminnan yhteydessä syntyvää maa-ainesta halutaan hyödyntää alueella esim. murskeena, on kiviaineksen ominaisuudet tutkittava erikseen. Tässä yhteydessä on hyvä ottaa huomioon, että kallioperässä haitattomana esiintyvä sulfidinen rikki voi yhtä suurena pitoisuutena aiheuttaa huomattavasti suuremman sulfaattikuormituksen, mikäli kiviaines murskataan pieneen raekokoon. Tämä on seurausta pienessä raakoossa olevasta suuremmasta pinta-alasta ja siitä seuraavasta suuremmasta hapettumisalttiudesta kuin kallioperässä.

Tutkimusalueella on todennäköisesti erittäin hyvä puskurikyky, joka osaltaan ehkäisee happamuushaittojen syntymistä vesistössä. Hyvä puskurikyky ei kuitenkaan vaikuta mahdollisten sulfaattikuormituksen aiheuttamiin haittoihin, esim. veden kerrostumiseen suolaantumisen takia.

Isokuusen alueen arseenipitoisuudet ovat Tampereen eteläpuoliselle alueelle tavanomaista tasoa. Kohonnut arseenipitoisuus on huomioitava, mikäli alueella syntyy sellaista maa-ainesta, joka loppusijoitetaan luontaisesti alhaisemman arseenin taustapitoisuuden alueelle. Maanäytteiden arseenipitoisuus pieneni syvemmälle mentäessä, mistä voidaan päätellä, että arseeni on peräisin kauempana rapautuneesta kallio- tai kiviaineksestä. Mikäli tutkimusalueen kallioperässä olisi runsaasti arseenia, olisivat pitoisuudet tyypillisesti kasvaneet syvemmälle mentäessä.

KIRJALLISUUS

Creeper, N., Fitzpatrick, R., Shand, P. A simplified incubation method using chip-trays as incubation vessels to identify sulphidic materials in acid sulphate soils. Soil Use and Management, September 2012, 28, 401–408

Hatakka, T., Tarvainen, T., Jarva, J., Backman, B., Eklund, M., Huhta, P., Kärkkäinen, N., Luoma, S. Pirkanmaan maaperän geokemialliset taustapitoisuudet. Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusraportti 182. 2010 Espoo

Ramboll Oy, Vuoreksen Isokuusen ja Rimmin asemakaava-alueet, Kiviainestutkimukset, 2015

Ramboll Oy, Vuores-Isokuusi III, asemakaava 8639, Tampere. Kiviaineksenlaatu- ja ympäristöominaisuudet 2016

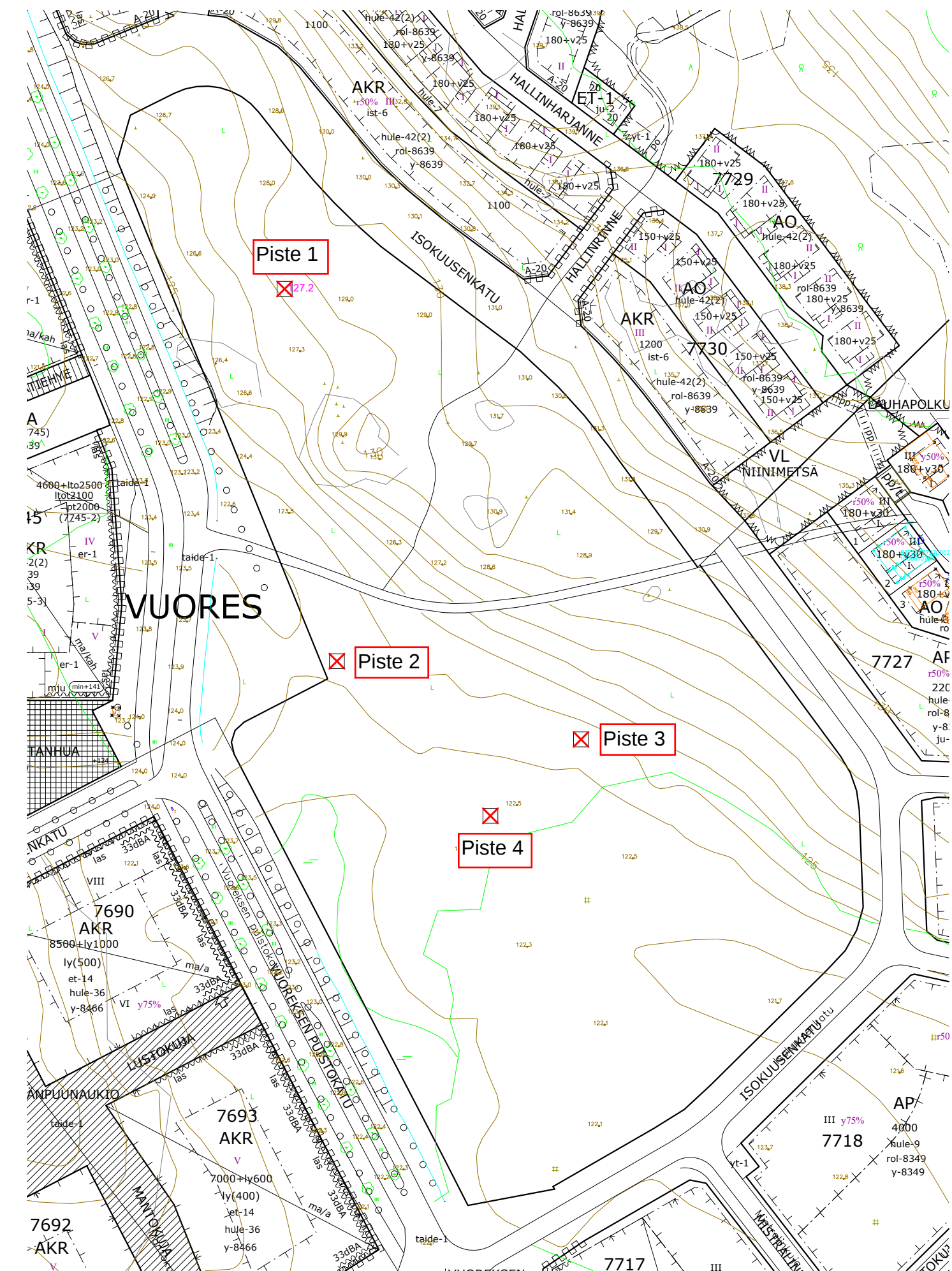
Ramboll Oy, Rakennettavuusselvitys Isokuusi III AK 8639 Vuores, Tampere. 2016

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007) 2007

LIITTEET

Karttaliite 1 Isokuusi näytteenottopisteet A

Liite 2 Maanäytteiden analyysitodistukset



Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 1, 50-80 cm, Mr
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000258 Vastaanottopvm: 30.5.2018
Näytetyyppi: Testauspvm: 11.6.2018-27.7.2018

Suorite	Tulos	Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	<0.02 %, d *
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	ASTM D 5016 (mod.)
Pääalkuaineet		SFS-EN ISO 16967 (A)
Alkuaineet, ICP-MS	As	6,5 mg/kg, d
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	12700 mg/kg, d
	Mg	11300 mg/kg, d
Inkubointi	pH	5,2
	pH (3)	4,8
	pH (4)	4,9
	pH (5)	4,9
	pH (6)	4,8
	pH (7)	4,9
	pH (8)	4,8
	pH (9)	4,7

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko

Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 2, 50-80 cm, HsHk
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000259 Vastaanottopvm: 30.5.2018
Näytetyyppi: Testauspvm: 11.6.2018-27.7.2018

Suorite	Tulos	Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	<0.02 %, d *
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	ASTM D 5016 (mod.)
Pääalkuaineet		SFS-EN ISO 16967 (A)
Alkuaineet, ICP-MS	As	6,1 mg/kg, d
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	16600 mg/kg, d
	Mg	13600 mg/kg, d
Inkubointi	pH	5,8
	pH (3)	5,9
	pH (4)	6,0
	pH (5)	6,0
	pH (6)	6,0
	pH (7)	6,0
	pH (8)	6,1
	pH (9)	6,1

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko

Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 2, 80-130, HsMr
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000260
Näytetyyppi:

Vastaanottopvm: 30.5.2018
Testauspvm: 11.6.2018-27.7.2018

Suorite		Tulos	Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	<0.02 %, d	* ASTM D 5016 (mod.)
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	K	SFS-EN ISO 16967 (A)
Pääalkuaineet			
Alkuaineet, ICP-MS	As	7,3 mg/kg, d	SFS-EN ISO 17294-2
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	18100 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
	Mg	11500 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
Inkubointi	pH	5,6	
	pH (3)	4,5	
	pH (4)	5,5	
	pH (5)	5,6	
	pH (6)	5,7	
	pH (7)	5,6	
	pH (8)	5,6	
	pH (9)	5,6	

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko

Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 2, 320- cm, SaMr
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000261
Näytetyyppi:

Vastaanottopvm: 30.5.2018
Testauspvm: 5.6.2018-27.7.2018

Suorite		Tulos		Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	0,07 %, d	*	ASTM D 5016 (mod.)
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	K		SFS-EN ISO 16967 (A)
Pääalkuaineet				
Alkuaineet, ICP-MS	As	5,1 mg/kg, d		SFS-EN ISO 17294-2
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	20400 mg/kg, d		SFS-EN ISO 11885
	Mg	9700 mg/kg, d		SFS-EN ISO 11885
Inkubointi	pH	6,1		
	pH (3)	6,1		
	pH (4)	6,0		
	pH (5)	6,2		
	pH (6)	6,3		
	pH (7)	6,1		
	pH (8)	6,2		
	pH (9)	6,2		

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko

Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 3, 100-130 cm, HsSa
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000262 Vastaanottopvm: 30.5.2018
Näytetyyppi: Testauspvm: 5.6.2018-27.7.2018

Suorite		Tulos	Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	<0.02 %, d	* ASTM D 5016 (mod.)
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	K	SFS-EN ISO 16967 (A)
Pääalkuaineet			
Alkuaineet, ICP-MS	As	6,2 mg/kg, d	SFS-EN ISO 17294-2
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	13300 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
	Mg	13300 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
Inkubointi	pH	6,1	
	pH (3)	5,7	
	pH (4)	5,8	
	pH (5)	6,0	
	pH (6)	5,8	
	pH (7)	5,6	
	pH (8)	5,6	
	pH (9)	5,6	

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko

Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 3, 130-250 cm, HMr
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000263 Vastaanottopvm: 30.5.2018
Näytetyyppi: Testauspvm: 5.6.2018-27.7.2018

Suorite	Tulos	Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	<0.02 %, d *
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	ASTM D 5016 (mod.)
Pääalkuaineet		SFS-EN ISO 16967 (A)
Alkuaineet, ICP-MS	As	5,9 mg/kg, d
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	18500 mg/kg, d
	Mg	9700 mg/kg, d
Inkubointi	pH	5,9
	pH (3)	5,6
	pH (4)	5,7
	pH (5)	5,9
	pH (6)	5,8
	pH (7)	5,8
	pH (8)	5,8
	pH (9)	5,8

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko

Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 4, 20-80 cm, HsSa
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000264 Vastaanottopvm: 30.5.2018
Näytetyyppi: Testauspvm: 5.6.2018-27.7.2018

Suorite		Tulos	Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	<0.02 %, d	* ASTM D 5016 (mod.)
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	K	SFS-EN ISO 16967 (A)
Pääalkuaineet			
Alkuaineet, ICP-MS	As	9,5 mg/kg, d	SFS-EN ISO 17294-2
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	13500 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
	Mg	16200 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
Inkubointi	pH	6,0	
	pH (3)	5,9	
	pH (4)	6,0	
	pH (5)	6,0	
	pH (6)	6,2	
	pH (7)	6,2	
	pH (8)	6,4	
	pH (9)	6,4	

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko

Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 4, 80-200 cm, HkHs
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000265
Näytetyyppi:

Vastaanottopvm: 30.5.2018
Testauspvm: 5.6.2018-27.7.2018

Suorite		Tulos	Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	<0.02 %, d	* ASTM D 5016 (mod.)
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	K	SFS-EN ISO 16967 (A)
Pääalkuaineet			
Alkuaineet, ICP-MS	As	6,7 mg/kg, d	SFS-EN ISO 17294-2
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	16100 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
	Mg	15000 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
Inkubointi	pH	6,8	
	pH (3)	6,7	
	pH (4)	6,9	
	pH (5)	6,5	
	pH (6)	6,9	
	pH (7)	6,9	
	pH (8)	7,0	
	pH (9)	6,9	

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko

Tampereen kaupunki
Anna-Leena Toivonen
Frenckellinaukio 2 B
33100 TAMPERE

Asiakas: Tampereen kaupunki
Tilaus: Z18-09870
Asiakkaan viite: 4500371568
Tilausnumero: Z18-09870

Näyte otettu: 29.5.2018
Asiakkaan näytetunnus: Isokuusi 4, 200-250 cm, Mr
Näytteen kuvaus:

Näyte: Z18000266
Näytetyyppi:

Vastaanottopvm: 30.5.2018
Testauspvm: 5.6.2018-27.7.2018

Suorite		Tulos	Standardiviite
Rikkipitoisuus, S	S	0,07 %, d	* ASTM D 5016 (mod.)
Kiinteät biopoltoaineet.	Tehty	K	SFS-EN ISO 16967 (A)
Pääalkuaineet			
Alkuaineet, ICP-MS	As	4,7 mg/kg, d	SFS-EN ISO 17294-2
Alkuaineet, ICP-OES	Ca	19100 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
	Mg	9600 mg/kg, d	SFS-EN ISO 11885
Inkubointi	pH	6,5	
	pH (3)	6,2	
	pH (4)	5,8	
	pH (5)	5,8	
	pH (6)	5,9	
	pH (7)	5,7	
	pH (8)	5,9	
	pH (9)	5,7	

* Akkreditoitu

Lisäkommentti Inkubointimittaus nro 2 ei voitu tehdä pH-elektrodin rikkoontumisen vuoksi

27.7.2018 Liisa Laitinen
Laboratorioanalyttikko