



24.1.2013

AA SAKATTI MINING OY

KALLIONÄYTEKAIRAUSTEN KAIRAREIKIEN VAIKUTUS VIIANKIAAPAAN

Toimitettu:
Jäämerentie 4 (PL 38)
99601 Sodankylä
Finland

RAPORTTI



Raportti numero: 12502151268

Jakelu:

AA Sakatti Mining Oy
Golder Associates Oy





Sisällysluettelo

1.0 JOHDANTO	2
2.0 TEHTÄVÄ	2
3.0 TEOREETTINEN TARKASTELU	2
4.0 KOHTEEN TIEDOT	3
4.1 Maaperä	3
4.2 Pohjavesi	4
4.3 Pintavedet.....	4
5.0 SEURANTA-AINEISTO	4
5.1 Syväkairaukset	4
5.2 Pohjavesiputket	4
5.3 Näytteenotto ja analyysit.....	5
6.0 TULOKSET	5
6.1 Kairareikä 09MOS8018	5
6.2 Kairareikä 12MOS8083	6
6.3 Kairareikä 12MOS8067	6
6.4 Kairareikä 09MOS8011	7
6.5 Kairareikä 10MOS8024	7
6.6 Kairareikä 12MOS8077	7
6.7 Pintavedet.....	8
7.0 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	8
8.0 JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET	9
 KUVAT	
Kuva 1: Käsitteellinen malli. Teoreettiset veden virtaussuunnat Viiankiaavalla	3
 Liitteet	
LIITE A	
Kartat	
LIITE B	
Yhteenvetotaulukko ja kuvaajat	



1.0 JOHDANTO

AA Sakatti Oy on suorittanut malminetsintään liittyviä kallionäytekairauksia Viiankiaavalla Sodankylässä vuodesta 2006 alkaen. Kaikkiaan alueelle on tehty noin 120 kallionäytekairausta, joiden jäljiltä maa- ja kallioperään on jäänyt maaputkella varustettuja kairareikiä. Malminetsinnän päätyttyä, tämä hetkisen arvion mukaan noin viiden vuoden kuluttua, kairareivät täytetään betonilla.

AA Sakatti Oy on tilannut Golder Associates Oy:ltä selvityksen koskien tehtyjen kairareikien mahdollisia vaikutusmekanismeja alueen pinta- ja pohjaveden virtausolosuhteisiin ja kemialliseen koostumukseen. Tarkastelu keskittyy jo olemassa olevien kairareikien vaikutusten arviointiin, eikä sisällä kairaustyön vaikutusten arviointia.

Tämän tarkastelun ovat laatineet Golder Associates Oy:stä geologi (FL) Erkki Paatonen, geologi (FM) Pasi Hellstén, ins. (AMK) Tomi Koski ja mikrobiologi (FT) Pirjo Tuomi.

2.0 TEHTÄVÄ

Tehtävänä oli tarkastella jo tehtyjen kallionäytekairausten kairareikien mahdollisia ja havaittuja vaikutusmekanismeja alueen pinta-, pohja- ja kalliopohjaveden virtausolosuhteisiin sekä kemialliseen koostumukseen tilaajan kanssa yhdessä laaditun tutkimusohjelman mukaisesti.

Teoreettisen tarkastelun lisäksi tutkimusalueella tehtiin pinta- ja pohjaveden laadun mittauksia sekä vesinäytteenottoa kairareistä ja pintavedestä. Vesinäytteistä analysoitiin valittuja kemiallisia parametreja. Tutkimusohjelma on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5.3.

Mikäli kairauksilla arvioidaan olevan merkittäviä hydrogeologisia vaikutuksia tai mikäli olemassa oleva seuranta-aineisto ja havainnot sisältävät merkittäviä epävarmuuksia tai puutteita, tehtävänä oli esittää jatkotoimenpiteet näiden tarkempaa selvittämistä varten.

3.0 TEOREETTINEN TARKASTELU

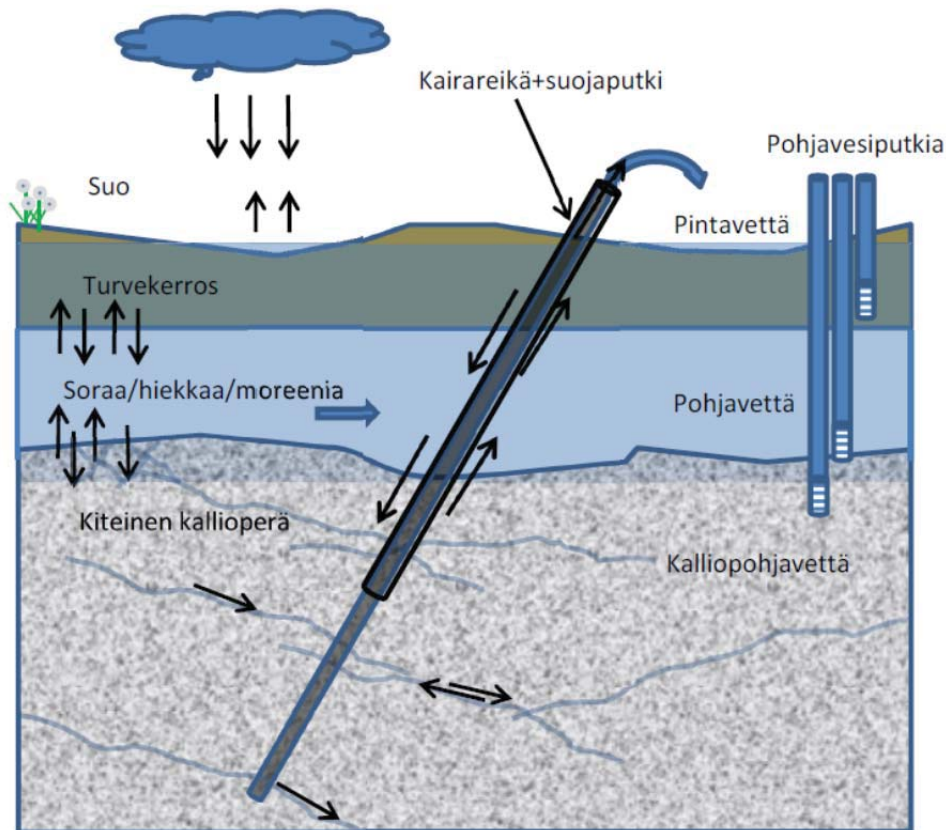
Malminetsinnän tutkimusvaiheeseen kuuluvilla kallionäytekairauksilla on tarkoitus saada luotettavaa tietoa tutkimusalueen kallioperästä ja sen kivilajeista ja rakenteista. Kallionäytekairauksien jälkeen jäävillä kairareillä voi teoriassa olla vaikutuksia mm. pohja- ja pintaveden kemialliseen veden laatuun sekä pohja- ja pintaveden virtausolosuhteisiin.

Nykyisen arvion mukaan malminetsintä Viiankiaavan alueella on saatu pääosin valmiiksi noin viiden vuoden kuluttua. Malminetsinnän päätyttyä kairareivät täytetään betonilla jolloin myös raportissa kuvatut teoreettiset ympäristövaikutukset loppuvat.

Mahdollisia teoreettisia vaikutuksia voisivat olla mm:

- pintaveden suotautuminen suosta kairareikiin, mahdolliset vaikutukset:
 - o suon paikallinen kuivuminen
 - o kuivumisesta johtuvia muutoksia suokasvien ja –eliöstön elinolosuhteissa
 - o kalliopohjaveden kemiallisen laadun muutokset
- kalliopohjaveden purkautuminen maaputkista maan pinnalle
 - o muutoksia pintaveden virtauksessa
 - o muutoksia myös pintaveden kemiallisessa laadussa
 - o muutoksia suokasvien ja –eliöstön elinolosuhteissa

Viiankiaavan kallionäytekairausten teoreettiset vaikutukset veden virtaussuuntiin on esitetty kohteesta laaditussa käsitteellisessä mallissa, kuvassa 1.



Kuva 1: Käsitteellinen malli. Teoreettiset veden virtaussuunnat Viankiaavalla.

Alueella tapahtuu luontaisesti rakoilleessa kallioperässä olevan pohjaveden ja kallion päällä olevassa hyvin vettä läpäisevässä maakerroksessa (hiekkasora/hiekkamoreeni) olevan pohjaveden sekoittumista myös alueilla, joilla kairauksia kallioperään ei ole suoritettu. Pohjavesien sekoittumiseen vaikuttavat kallioperän ja maaperän vedenläpäisevyys sekä pohjaveden painetaso. Teoriassa kalliopohjavesi voi purkautua maakerrosten läpi suon pintaan asti, mikäli kalliopohjaveden painetaso on riittävän korkealla ja maaperä hyvin vettäjohtavaa. Vastaavasti suovesi voi imeytyä maaperään ja kulkeutua kallioperän ruhjeita myöden laajalle alueelle.

Kallion pintaan tai syvemmälle kallioon kairattava teräksinen maaputki ei vaikuta oleellisesti edellä esitettyihin pohjaveden virtausolosuhteisiin maaperässä. Mikäli kalliopohjaveden painetaso on kuitenkin pohjaveden painetasoa korkeampi, kalliopohjavettä voi purkautua kairareian ja maaputken kautta suon pinnalle.

4.0 KOHTEEN TIEDOT

Kohdealue sijaitsee Sodankylän Viankiaavan Natura 2000 -alueella. Kairauksia on suoritettu pääasiassa Viankiaavan ja Kitinen-joen välimaastossa (liite A).

4.1 Maaperä

Kohdealue on pääasiassa aapasuota. Maanpinta on alueella hyvin tasainen, maanpinnan taso on n. +187 m. Kallion pinnan taso vaihtelee kohdealueella välillä +177...+182 m. Kallion päällä on vaihtelevan paksuinen



moreenikerros (0,5 m – 4 m), jonka päällä on hiekka-/sorakerros ja/tai turvekerros. Hiekka-/sorakerrosalue sijaitsee Kitisen läheisyydessä, turvekerrosalue puolestaan lähempänä idässä sijaitsevaa Sakattikumpua. Moreenikerroksen päällä sijaitsevan hiekka-/sorakerroksen ja/tai turvekerroksen paksuus on n. 3,5 m – 6 m. Hiekka-/sorakerros on paksuimmillaan Kitisen rantapenkereellä ja ohenee joelta itään päin.

4.2 Pohjavesi

Pohjaveden pinta sijaitsee kohteessa tasolla +184...+187 m, pohjavesi sijaitsee n. 3 m syvyydellä maanpinnasta Kitisen rantapenkereellä ja kauempana joesta, suoalueella aivan maanpinnan tasalla. Kalliopohjaveden painetaso on joissakin havaintoputkissa karkearakeisten maakerrosten ja turvekerroksen pohjaveden pintaa korkeammalla.

Turvekerrosalue toimii aapasuoalueen vesivarastona. Pohjaveden virtaus tällä alueella (alue Sakattikumusta länteen) on hyvin vähäistä. Hiekka-/sorakerroksissa ja moreenissa pohjaveden virtaus vaikuttaa olevan länteen tai lounaaseen purkautuen Kitiseen.

4.3 Pintavedet

Kairausalueen luoteisosa sijaitsee Kitisen rannan tuntumassa. Lisäksi kohdealueella on useampia ojia, jotka laskevat Kitiseen. Kohdealueella sijaitsee lampia, mm. Kärväslampi aivan Kitisen itäpuolella.

Pintavesien valumissuunta kairausreikien alueella on arvioitu olevan kohti Kitistä.

5.0 SEURANTA-AINEISTO

5.1 Syväkairaukset

Tutkimusalueella on tehty kallionäytekairauksia vuodesta 2006 lähtien yhteensä noin 120 kpl. Kairauksia on tehty yhteensä n. 62,5 km ja syvin reikä on ollut 1133 m (matalin 67,5 m). Keskimääräinen kairaussyvyys on ollut n. 480 m (geomediaani).

Kairaukset aloitetaan kairaamalla ensin maakerroksen ja rikkonaisen pintakallion lävitse ns. maaputki, jonka kautta varsinainen kallionäytekairaus tapahtuu. Suurimmassa osassa kairauksista maaputki on jätetty paikalleen kairareikään. Maaputki on yleensä kairattu useita metrejä kallion sisälle aina kairaushavaintojen perusteella todettuun ehjään kallioon asti. Syvimmillään maaputki ulottuu lähes 160 m kallioon, mutta tavallisesti muutamia metrejä.

Maaputket ulottuvat maanpinnan yläpuolelle ja ne on pääsoin katkaistu ohjeellisesti läheltä maanpinnan tasoa. Maapeitteen paksuus on kairauspisteissä ollut paksuimmillaan n. 45,9 m ja ohuimmillaan 3,0 m. Keskimääräinen maapeitteen paksuus on kairausreikien kohdalla ollut n. 11 m (geomediaani).

5.2 Pohjavesiputket

Tutkimusalueelle on asennettu keväällä 2012 pinta-, pohja- ja kalliopohjaveden vedenpinnan painetason havainnointia ja vesinäytteenottoa varten yhteensä 24 pohjavesiputkea (liite A). Pohjavesiputkien asennuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen ja maanäytteiden avulla saatiin lisää tietoa alueen geologiasta ja hydrogeologisista yksiköistä. Osa pohjavesiputkista on asennettu kolmen putken ryhmiin siten, että yhdessä ryhmän putkessa siiviläputkea on vain kallion pintaosassa (kalliopohjavesiputki), toisessa siiviläosa on kallion päällä olevassa karkeassa maakerroksessa ja kolmannessa siiviläosa on turpeessa.

Pohjaveden pinnankorkeutta on seurattu manuaalisesti 24.2.-15.3.2012 välisenä aikana. Automaattinen pohjaveden painetason mittausta aloitettiin vuoden 2012 huhti- toukokuussa 17 pohjavesiputkesta. Painetason mittaussväli on 30 minuuttia ja pinnankorkeuden lisäksi samalla saadaan selville myös veden lämpötila.



5.3 Näytteenotto ja analyysit

Marraskuussa 2012 otettiin vesinäytteitä ja tehtiin kenttämittauksia alueen ojista (Oja1, Oja2 ja Oja3), lammesta (Lampi1) ja lähteestä (Lähde1) sekä kallionäytekairarei'istä (6 kpl) ja suon pintavedestä kairareikien läheisyydestä (5 kpl). Kairarei'istä näytteenottoon valittiin seuraavat:

- 09MOS8018 (syvyys 594,55 m, maapeitteen paksuus 20,25 m, putkea 21,65 m)
- 12MOS8083 (syvyys 893,20 m, maapeitteen paksuus 11 m, putkea 16,5 m)
- 12MOS8077 (syvyys 401,00 m, maapeitteen paksuus 11,1 m, putkea 15 m)
- 12MOS8067 (syvyys 177,50 m, maapeitteen paksuus 15,3 m, putkea 60 m)
- 09MOS8011 (syvyys 320,35 m, maapeitteen paksuus 11 m, putkea 18,1 m)
- 10MOS8024 (syvyys 369,30 m, maapeitteen paksuus 8,6 m, putkea 12,5 m)

Kerrosmittaukseen ja -näytteenottoon valitusta kairarei'istä kalliopohjaveden peruskemian mittaus suoritettiin YSI Professional plus- mittalaitteella (lämpötila, sähköjohtokyky, happipitoisuus, pH ja hapetus-pelkistyspotentiaali) ja vesinäyte otettiin kullakin syvyydellä tehdyn mittauksen jälkeen peristalttisella pumpulla. Mittaus- ja näytteenotto tapahtui kolmen metrin välein alkaen kairareiän pintaosasta edeten vaiheittain maksimissaan aina 30 m syvyyteen asti (liite B).

Kenttämittausten lisäksi kairarei'istä ja suovedestä sekä pintavesistä ja lähteestä otetuista näytteistä analysoitiin sulfaatti ja kloridi (ionikromatografisesti), eräät alkuaineet (ICP-MS) sekä alkaliniteetti SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa.

Näytepisteiden sijainti on esitetty Liitteen A kartassa. Laboratorioanalyysien tulokset YSI-sondin mittaustulokset Liitteessä B.

6.0 TULOKSET

6.1 Kairareikä 09MOS8018

Kairareikä 09MOS8018 oli näytteenottohetkellä jäässä n. 0,2 m syvyyteen, joten kalliopohjaveden pinnatason arviointia suhteessa suon pintaan ei voitu luotettavasti tehdä. Maaputki ulottui n. 0,05 m suon pinnan yläpuolelle ja viistosti 21,65 m maaperään. Maakerroksen paksuus kairapisteellä on 20,25 m. Vesinäytteenotto ulottui kairareiässä 21 m syvyyteen asti.

Kairareiästä otetuista näytteistä tehdyissä alkaliniteetti- (2,6...2,7 mmol/l), sulfaatti- (0,4...0,6 mg/l) tai kloridipitoisuuksissa (27...28 mg/l) ei ole havaittavissa merkittävää muutosta eri näytteenottosyvyyksillä. Sulfaatin pitoisuus vastaa myös suovedestä otetun näytteen pitoisuutta (0,3 mg/l). Sen sijaan suoveden alkaliniteettiarvo (0,55 mmol/l) ja kloridipitoisuus (8,6 mg/l) poikkeavat selvästi kairareiässä todetuista pitoisuuksista

Kairareiän veden happamuuden (8,6...8,8), happipitoisuuden (1,2...0,7 % ja 0,15...0,09 mg/l) ja sähköjohtavuuden arvot (257...262 μ S/cm) eivät merkittävästi muutu 3,0 m syvyyden alapuolella. Hapetus-pelkistyspotentiaali (ORP) (-229...-311 mV) muuttuu pelkistävään suuntaan 15 m syvyyteen saakka, minkä jälkeen muutosnopeus pienenee. Kairareiän pintavedessä (0 m) todetut sähköjohtavuus (249 μ S/cm) ja pH (8,0) ovat samaa suuruusluokkaa syvemmällä kairareiässä todettujen arvojen kanssa. Kairareiän happipitoisuus on pintavedessä selvästi kairareiän syvempiä vesikerroksia korkeampi. Hapetus-pelkistyspotentiaali (-94 mv) on lähempänä suoveden arvoa (-60 mV). Suoveden sähköjohtavuus (72 μ S/cm) ja pH -arvo (7,2) ovat kairareiässä todettuja arvoja alhaisemmat. Happipitoisuus (25 % ja 3,6 mg/l) on selvästi putkessa todettuja happiarvoja korkeampi.

Kairareiässä todetut metallipitoisuudet eivät merkittävästi poikkea toisistaan eri näytteenottosyvyyksissä. Suoveden metallipitoisuudet ovat koboltin (6,4 μ g/l), kromin (37 μ g/l), kuparin (24 μ g/l) ja nikkelin (19 μ g/l) osalta selvästi kairareiässä todettuja pitoisuuksia korkeampia. Muiden pitoisuuksien osalta todetut erot eivät ole merkittäviä.



6.2 Kairareikä 12MOS8083

Kairareian 12MOS8083 maaputki ulottui n. 0,02 m suon vedenpinnan yläpuolelle ja viistosti maaperään 16,50 m syvyyteen. Maakerroksen paksuus kairapisteellä on 11 m. Vesinäytteenotto ulottui kairareissä 27 m syvyyteen asti. Vesipinta maaputkessa oli n. 0,01 m suon pinnan tason yläpuolella.

Kairareistä otetuista näytteistä tehdyissä alkaliniteetti- (2,7...2,8 mmol/l), sulfaatti- (100...110 mg/l) tai kloridipitoisuuksissa (350...350 mg/l) ei ole havaittavissa merkittävää muutosta eri näytteenottosyvyyksillä. Suovedessä todetut sulfaatin (0,2 mg/l) ja kloridin pitoisuudet (9,9 mg/l) sekä alkaliniteettiarvo (0,58 mmol/l) ovat selvästi kairareissä todettuja alhaisemmat.

Kairareian happamuuden (8,9...9,1), happipitoisuuden (1,2...0,8 % ja 0,18...0,08 mg/l) ja sähkönjohtavuuden arvot (409...412 $\mu\text{S/cm}$) eivät merkittävästi muutu 3,0 m syvyyden alapuolella. Hapetus-pelkistyspotentiaali (ORP) (-122...-320 mV) muuttuu pelkistävään suuntaan 18 m syvyyteen saakka, minkä jälkeen muutosnopeus pienenee. Kairareian pintavedessä todetut sähkönjohtavuus (404 $\mu\text{S/cm}$) ja pH (8,5) ovat samaa suuruusluokkaa syvemmällä kairareissä todettujen arvojen kanssa. Kairareian happimäärä (2,9 % ja 0,4 mg/l) on pintavedessä selvästi kairareian syvempiä vesikerroksia korkeampi. Hapetus-pelkistyspotentiaali (-122 mV) on lähempänä suoveden arvoa (-76 mV). Suoveden sähkönjohtavuus (72 $\mu\text{S/cm}$) ja pH -arvo (7,7) ovat kairareissä todettuja arvoja alhaisemmat. Happipitoisuus (24 % ja 3,5 mg/l) on selvästi putkessa todettuja happiarvoja korkeampi.

Kairareissä todetut metallipitoisuudet eivät merkittävästi poikkea toisistaan eri näytteenottosyvyyksissä lukuunottamatta syvyyden mukana laskevaa sinkin pitoisuutta 300 $\mu\text{g/l}$...190 $\mu\text{g/l}$). Myös kromin pitoisuudessa (9,8...1,9 $\mu\text{g/l}$) on havaittavissa pientä laskua välillä 3...9 m. Suoveden metallipitoisuudet ovat kairareian pitoisuuksia korkeampia lukuunottamatta sinkin (69 $\mu\text{g/l}$) pitoisuutta.

6.3 Kairareikä 12MOS8067

Kairareian 12MOS8067 maaputki ulottui n. 0,22 m suon pinnan yläpuolelle ja viistosti maaperään 60 m syvyyteen. Maakerroksen paksuus kairapisteellä on 15,3 m. Vesinäytteenotto ulottui kairareissä 18 m syvyyteen ja YSI-sondimittaukset 30 m syvyyteen asti. Vesipinta maaputkessa oli n. 0,4 m suon pinnan alapuolella.

Kairareian pintaosasta syvyydeltä 3 m, 6 m ja 9 m otetuista näytteistä tehtyjen alkaliniteetti- (0,52...1,1 mmol/l), sulfaatti- (1,1...1,7 mg/l) ja kloridianalyysien (1,2...2,5 mg/l) tulokset ovat huomattavasti alhaisempia syvyyksiltä 12 m, 15 m ja 18 m otettujen näytteiden analyysituloksiin verrattuna (alkaliniteetti: 3,2...3,2 mmol/l; sulfaatti: <0,1...0,1 mg/l; kloridi: 6,7...7,2 mg/l). Suovedessä todettu sulfaatin pitoisuus (0,3 mg/l) on hieman kairareian pintaosassa todettua alhaisempi, kun taas kloridin pitoisuus (1,5 mg/l) sekä alkaliniteetti-arvo (0,98 mmol/l) ovat kairareian pintaosassa todettujen tulosten tasolla.

Kairareian veden pH (7,0...9,1), sähkönjohtokyky (76...320 $\mu\text{S/cm}$) sekä hapetus-pelkistyspotentiaali (ORP) (68...-374 mV) muuttuvat huomattavasti n. 18 m syvyydelle asti, minkä alapuoliset mittaustulokset ovat melko tasaiset (pH: 9,1; sähkönjohtavuus: 319...320 $\mu\text{S/cm}$ ORP: -379...-380 mV). Happipitoisuudet (1,1...1,3 % ja 0,12...0,19 mg/l) eivät merkittävästi muutu 9,0 m syvyyden alapuolella. Syvyyksillä 0m, 3 m, ja 6 m todetut happiarvot vaihtelevat tasolla 1,6...86 % ja 0,22...11 mg/l. Suoveden sähkönjohtavuus (143 $\mu\text{S/cm}$) ja pH -arvo (8,2) ovat kairareian pintavedessä todettuja arvoja korkeammat. Happipitoisuus (21 % ja 2,9 mg/l) ja hapetus-pelkistyspotentiaali (-132 mV) ovat sen sijaan kairareian pintavettä alhaisemmat.

Kairareissä todetut metallipitoisuudet eivät merkittävästi poikkea toisistaan eri näytteenottosyvyyksissä. Suoveden metallipitoisuudet ovat kairareian pitoisuuksia korkeampia lukuunottamatta sinkin (300 $\mu\text{g/l}$) pitoisuutta.



6.4 Kairareikä 09MOS8011

Kairareian 09MOS8011 maaputki ulottui n. 0,16 m suon pinnan yläpuolelle ja viistosti maaperään 18,1 m syvyyteen. Maakerroksen paksuus kairapisteellä on 11 m. Vesinäytteenotto ulottui kairareiässä 18 m syvyyteen. Vesipinta maaputkessa oli n. 0,26 m suon pinnan alapuolella.

Kairareiästä otettujen näytteiden sulfaatti- (2,7...66 mg/l) sekä kloridipitoisuudet (1,5...34 mg/l) vaihtelevat eri syvyyksillä. Alkaliniteetin määrä (1,0...2,0 mmol/l) laskee tasaisesti syvyyden kasvaessa. Suovedessä todetut kloridipitoisuus (1,1 mg/l), alkaliniteettiarvo (0,05 mmol/l) sekä laboratorion analyysimenetelmän ilmoitusrajan alittava sulfaattipitoisuus (< 0,1 mg/l) ovat kairareian pintaosassa todettuja alhaisempia.

Kairareian veden pH (9,4...9,5), sähkönjohtokyky (258...353 µS/cm) nousevat sekä happiarvot (1,2...0,7 % ja 0,16...0,08 mg/l) laskevat tasaisesti 3 m syvyydestä alkaen. Hapetus-pelkistyspotentiaali (ORP) (-5,3...-294 mV) laskee 16 m syvyydelle asti, minkä alapuoliset mittaustulokset ovat melko tasaiset (pH: 9,1; sähkönjohtavuus: 319...320 µS/cm ORP: -379...-380 mV). Suoveden sähkönjohtavuus (29 µS/cm) ja pH -arvo (7,7) ovat kairareian pintavedessä todettuja arvoja alhaisemmat. Happipitoisuus (23 % ja 3,4 mg/l) ja hapetus-pelkistyspotentiaali (35 mV) ovat sen sijaan kairareian pintavettä korkeammat.

Kairareiässä todetut metallipitoisuudet eivät merkittävästi poikkea toisistaan eri näytteenottosyvyyksissä lukuun ottamatta nikkelin pitoisuutta (25...10 µg/l), jonka pitoisuudessa on havaittavissa pientä laskua syvyydellä 3...9 m. Suoveden metallipitoisuudet ovat kairareian pitoisuuksia alhaisempia lukuunottamatta vanadiinin (1,3 µg/l) pitoisuutta.

6.5 Kairareikä 10MOS8024

Kairareian 10MOS8024 maaputki ulottui n. 0,2 m suon vesipinnan yläpuolelle ja viistosti maaperään 12,5 m syvyyteen. Maakerroksen paksuus kairapisteellä on 8,6 m. Vesinäytteenotto ulottui kairareiässä 30 m syvyyteen. Vesipinta maaputkessa oli n. 0,10 m suon pinnan alapuolella.

Kairareiässä todetut sulfaatti- (16...17 mg/l) ja kloridipitoisuudet (17...19 mg/l) tai alkaliniteettiarvot (1,4...1,8 mmol/l) eivät merkittävästi vaihteile eri syvyyksiltä otetuissa näytteissä. Suovedessä todetut sulfaatti (0,3 mg/l) ja kloridipitoisuus (0,08 mg/l) sekä alkaliniteettiarvo (0,05 mmol/l) ovat kairareian pintaosassa todettuja arvoja alhaisempia.

Kairareian veden pH (9,9...10) sekä sähkönjohtokyky (234...242 µS/cm) ovat samalla tasolla kaikissa mitatuissa syvyyksissä. Happiarvot (0,6...1,3 % ja 0,07...0,19 mg/l) laskevat vähitellen ja hapetus-pelkistyspotentiaali (ORP) (-214...-377 mV) nopeammin syvyyden kasvaessa. Suoveden sähkönjohtavuus (39 µS/cm) sekä pH -arvo (8,5) ovat kairareian pintavettä alhaisemmat. Hapetus-pelkistyspotentiaali (-109 mV) sekä happiarvot (23 % ja 3,4 mg/l) ovat kairareian pintavedessä todettuja arvoja korkeampia.

Kairareiässä todetut metallipitoisuudet laskevat syvyyden kasvaessa kaikkien analysoitujen alkuaineiden osalta. Suoveden alkuainepitoisuudet ovat kairareiässä todettuja suurempia lukuunottamatta koboltin (4,8 µg/l) ja nikkelin (19 µg/l) pitoisuuksia.

6.6 Kairareikä 12MOS8077

Kairareian 12MOS8077 maaputki ulottui n. 0,52 m suon pinnan yläpuolelle ja viistosti maaperään 15 m syvyyteen. Maakerroksen paksuus kairapisteellä on 11,1 m. Kairareiästä tehtiin kenttämittauksia 30 m syvyyteen. Vesipinta maaputkessa oli n. 0,20 m suon pinnan alapuolella.

Kairareian veden happamuus (8,2...8,1), happiarvot (0,6...0,7 % ja 0,08...0,11 mg/l), sähkönjohtavuus (346...359 µS/cm) tai hapetus-pelkistyspotentiaali (ORP) eivät merkittävästi muutu 9,0 m syvyyden alapuolella. Syvyydellä 0...6 m veden pH (7,5...8,2) sekä sähkönjohtavuus (304...311 µS/cm) kasvavat ja happiarvot (1,3...2,2 % ja 0,13...0,25 mg/l) sekä hapetus-pelkistyspotentiaali (-164...-270 mV) laskevat.

Kairareiästä ei otettu näytteitä laboratorioanalyysijä varten.



6.7 Pintavedet

Pintavesistä otettujen vertailunäytteiden Oja1, Oja2, Oja3, Lähde1 ja Lampi1 analyysitulokset vaihtelivat keskenään huomattavasti. Veden sähköjohtavuus- (18...66 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ja hapetus-pelkistyspotentiaaliarvot (ORP) (113...143 mV) vastaavat suuruusluokaltaan suovedessä todettuja arvoja. Pintavesien happamuus (6,1...7,3) on suovesiä hieman alhaisempi. Happiarvot (18...66 % ja 2,6...9,5 mg/l) ovat selvästi suovesiä korkeampia.

Pintavesinäytteiden sulfaatti- (0,2...7,2 mg/l) ja kloridipitoisuudet (0,5...6,8 mg/l) ovat samaa suuruusluokkaa suovesissä todettujen pitoisuuksien kanssa. Lammen kloridipitoisuus on hieman suovettä tai muita pintavesinäytteitä korkeampi. Pintavesien alkaliniteetti (0,07...0,65 mmol/l) on hieman suovettä heikompi.

Pintavesien metallipitoisuuksissa esiintyy näytekohtaista vaihtelua, mutta pitoisuudet ovat yleisellä tasolla suovesissä todettuja pitoisuuksia alhaisempia.

7.0 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Maaperään ja kallioon tehtyihin kairareikiin kerääntyneestä pohjavedestä, suovedestä kairareikien läheisyydestä sekä suoalueelta ulos virtaavista kolmesta purosta, suoalueella olevasta lammesta ja Kitisen ranta-alueella olevasta lähteestä otettiin vesinäytteitä marraskuussa 2012. Otettujen vesinäytteiden, tehtyjen kenttähavaintojen ja -mittausten sekä näytteistä tehtyjen laboratorioanalyysien perusteella arvioidaan malminetsinnässä tehtyjen kallionäytekairareikien vaikutusta Viankiaavan suoveden laatuun.

Metallipitoisuudet kalliopohjavedessä

Metallien pitoisuudet tutkituissa kalliopohjavesinäytteissä vaihtelivat huomattavasti kairareikien välillä. Kromin, koboltin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät paikoin suomalaisen kalliopohjaveden tavanomaiset pitoisuudet, mikä on luonnollista alueen kallioperän laadun huomioon ottaen. Todetut sinkkipitoisuudet ovat suomalaisen kalliopohjaveden vaihtelurajoissa lukuun ottamatta kairareikää 10MOS8024, jossa todettiin myös useiden muiden metallien osalta korkeimmat pitoisuudet.

Kalliopohjaveden peruskemia

Mitatut kalliopohjaveden pH-arvot ovat suomalaisissa kallioporakaivoissa yleisesti todettujen arvojen tasolla lukuun ottamatta kairareikää 10MOS8024, jossa vesi on selvästi emäksisempää kuin suomalainen kalliopohjavesi yleensä. Kairareikien veden lämpötilan muutos syvyyden suhteen vastaa maaperässä, kallioperässä ja pohjavedessä tavanomaisesti todettavaa profiilia ja vakiintuu 6...9 m syvyydessä alueen kalliopohjavedelle tyypilliselle tasolle. Kalliopohjavesi kairareii'issä on vähähappista aivan pintavettä (0...3 m) lukuun ottamatta. Todetut alkaliniteetin arvot ovat suomalaisen kalliopohjaveden tavanomaisen vaihtelun rajoissa. Sulfaatti-pitoisuudet ovat kalliopohjaveden normaalin vaihtelun rajoissa lukuun ottamatta kairareikiä 12MOS8083 ja 10MOS8024, joissa pitoisuudet ovat korkeammat. Myös mitatut kloridi-pitoisuudet olivat kalliopohjaveden luonnollisen vaihtelun rajoissa, joskin reiän 12MOS8083 pitoisuus oli selvästi muita korkeampi.

Näiden mittaustulosten perusteella Viankiaavan kallionäytekairausten reikien pohjavesi on tutkittujen parametrien osalta kemialtaan pääosin tavanomaisen suomalaisen kalliopohjaveden kemiallisen laadun vaihtelurajoissa, kuitenkin korkeampia metallipitoisuuksia lukuun ottamatta.

Suon pintaveden kemia ja metallipitoisuudet verrattuna kalliopohjaveteen

Suovesi oli keskimäärin happamampaa kuin kalliopohjavesi ja sen happipitoisuus oli huomattavasti korkeampi. Sulfaatti- ja kloridi-pitoisuudet olivat keskimäärin alhaisemmat suovedessä kuten myös alkaliniteetti. Suoveden metallipitoisuudet olivat kalliopohjavettä korkeammat kairareikien 12MOS8083, 09MOS8018 ja 12MOS8067 ympäristössä ja alempia tai samalla tasolla muissa tutkituissa rei'issä.



Verrattaessa keskenään kairareiästä ja otettua näytettä ja suovesinäytettä (kullakin tutkimuspaikalla) voidaan todeta, että suon pintavesi poikkeaa kalliopohjavedestä useimpien tutkittujen parametrien osalta.

Puro-, lampi- ja lähdevesi

Tutkittujen pintavesinäytteiden perusteella suoalueelta Kitiseen purkautuvan veden laatu muuttuu virratessaan sorapohjaisissa puroissa. Laadun muutokseen arvioidaan vaikuttavan veden hapettuminen ja sen aiheuttamat kemialliset reaktiot sekä kangasmailta puroihin valuvat pintavedet. Kairarei'istä mahdollisesti suolle purkautuva veden laatu ei analyysitulosten mukaan vaikuta Kitiseen Viankiaavalta purkautuvan veden laatuun.

Kalliopohjaveden vaikutus suon pintaveteen

Käytettävissä olevien tutkimustulosten perusteella osalla tutkimusalueen kairarei'istä saattaa olla paikallisia vaikutuksia tutkimusalueen pintaveden kemialliseen koostumukseen.

Vaikutukset aiheutuvat siitä, että kemiallisesti pintavedestä poikkeavaa kalliopohjavettä saattaa ajoittain purkautua joistakin kairarei'istä maaputken kautta suon pinnalle. Tämän tutkimuksen yhteydessä toteutetun näytteenoton aikana kairarei'istä ei havaittu purkautuvan vettä suon pinnalle, mutta kahdessa reiässä (12MOS8083 ja 09MOS8018) kalliopohjaveden pinta oli lähes putken pään tasolla. Purkautuvan veden määrää ei tämän tutkimuksen yhteydessä näin ollen voitu arvioida. Mainituissa kahdessa kairareiässä myös maaputken pää oli lähes suon pinnan tasossa. Muissa viidessä tutkitussa reiässä vesipinta oli suon pintaa alempana ja maaputki ulottui 0,16...0,52 m suon pinnan yläpuolelle. Myös alueelle asennettujen pohjavesiputkien vedenpintahavainnot osoittavat, että kalliopohjaveden painetaso saattaa paikoitellen olla suon vedenpintaa korkeammalla.

8.0 JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Kallionäytekaivosten kairareikien mahdollisten ympäristövaikutusten minimoimiseksi ehdotetaan jatkossa asennettavaksi jokaiseen uuteen kairareikään maaputki, joka asennetaan tiiviisti ehjään kallioon asti ja joka ulottuu noin 0,5 m maanpinnan yläpuolelle. Näin estetään mahdolliset uudet virtausreitit syvällä olevista vettä hyvin johtavista kallioruhjeista, joissa veden kemiallinen laatu on erilainen kuin maaperän pohjavedessä ja suoalueen pintavedessä.

Nykyisten kairareikien veden pinnankorkeudet ja kalliopohjaveden mahdollinen purkautuminen maaputkista maan pinnalle esitetään myös tarkistettavaksi keväällä 2013 kaikista alueen kairarei'istä. Ne kairareiät, joista purkautuu pintaan kalliopohjavettä tai joissa vesipinta on putken pään tasalla, ehdotetaan suljettavaksi esim. maaputkeen asennettavalla tiiviillä tulpalla. Tulppien pysyvyys ja tiiviys tulee tarkastaa vuosittain. Kairareiän veden purkautumista suon pinnalle voidaan estää myös korkeammalle maanpinnan yläpuolelle ulottuvilla maaputkilla.

Muutamiin kaivausreikiin ehdotetaan asennettavaksi automaattisia pinnankorkeuden mittauslaitteita (esim. kolmeen reikään), jotta saadaan lisää tietoa kalliopohjaveden painetason vaihtelusta myös syvistä kalliorei'istä.



Raportti allekirjoitussivu

GOLDER ASSOCIATES OY

Tomi Koski
Ympäristöinsinööri

Erkki Paatonen
Toimistopäällikkö

rev. A0, Tarkastanut: EPa

FI09825906 (Helsinki, Suomi)

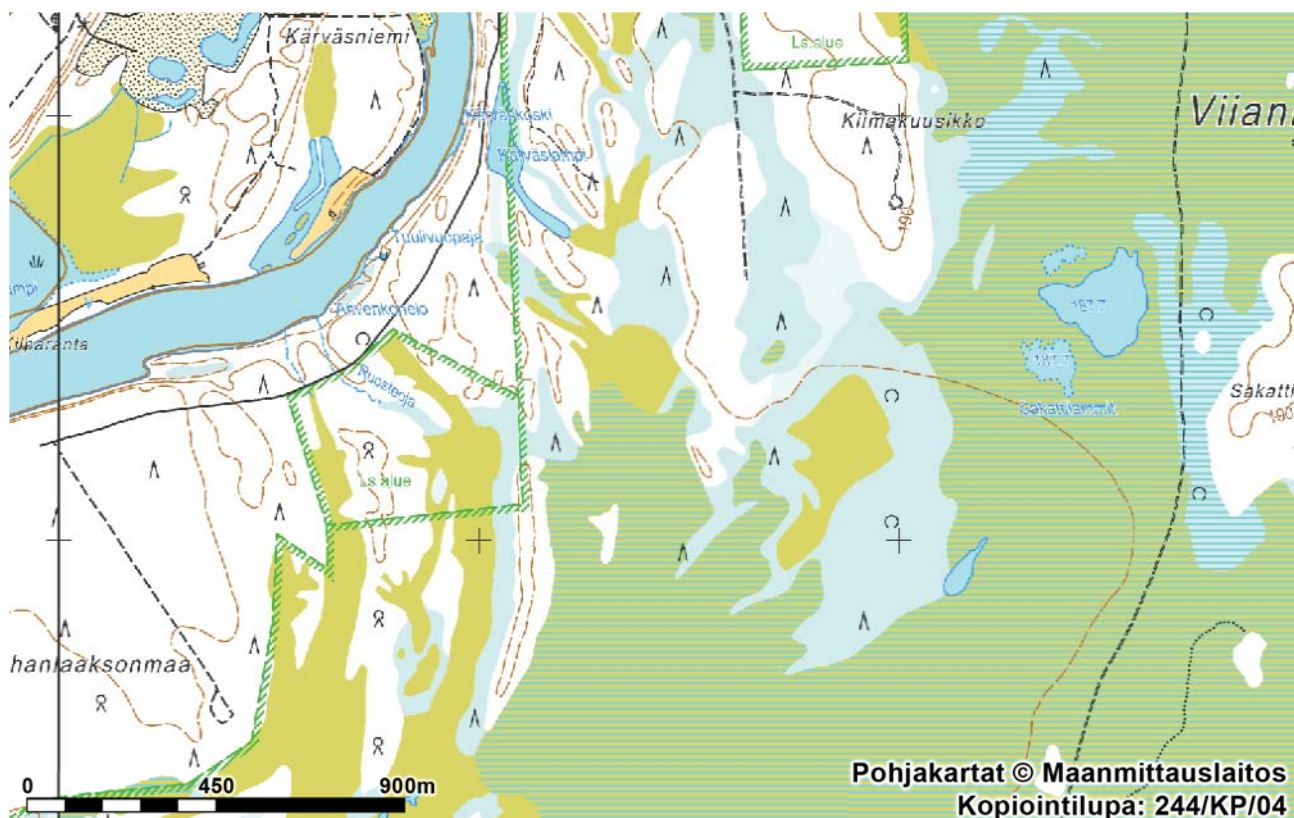
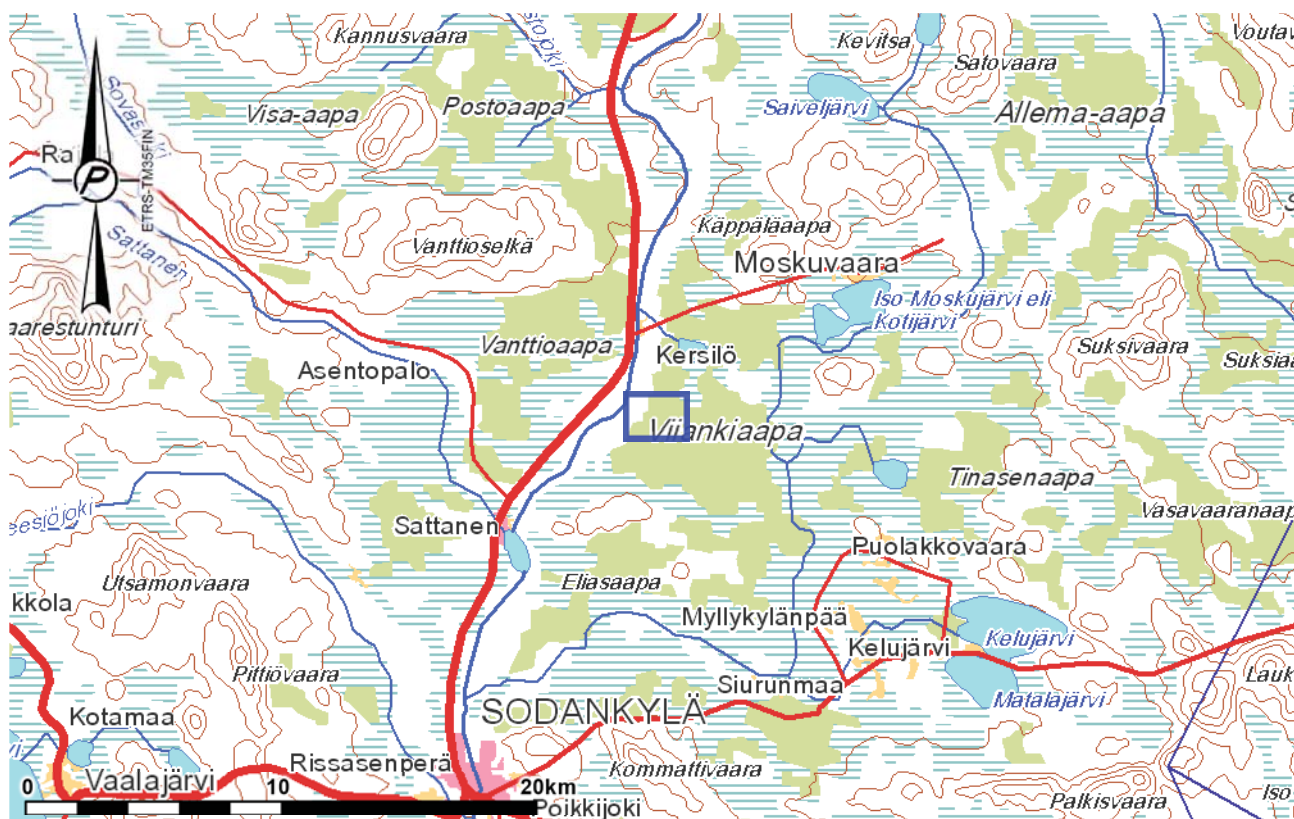
Ruosilankuja 3 E, 00390 Helsinki, Suomi

Toimitusjohtaja / Managing Director Kim Brander.



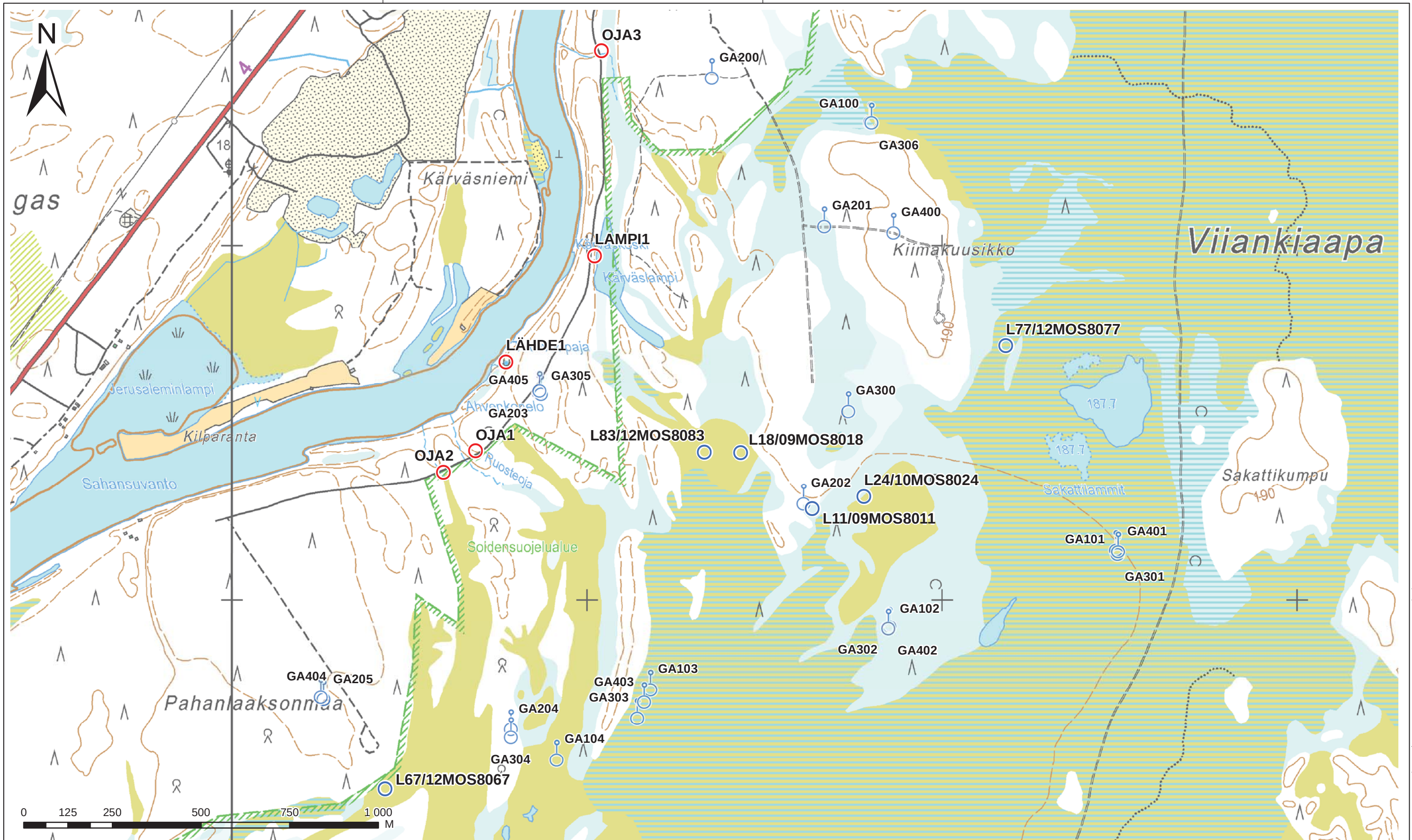
LIITE A

Kartat



Pohjakartat © Maanmittauslaitos
Kopiointilupa: 244/KP/04

K.OSA/KYLÄ		KORTTELI/TILA		TONTTI/RN:O		PROJEKTINUMERO 12502151268		ASIAKKAAN PROJ.NRO.		PIIR.NRO. 1			
				KOHDE AA Sakatti Oy, Viiankiaapa				SISÄLTÖ Sijaintikartta				SUHDE 1:300000 1:18000	
				SUUN TKO		TEKIJÄ TKO		ASIAKIRJA Kalliokairareikien vaikutus Viiankiaapaan				ARKKI A4	
				QA EPA		PVM. 24.01.2013						SUUN.ALA YMP	
RUOSILANKUJA 3 E, 00390 HELSINKI PUH. 09-5617 210 FAX. 09-5617 2120													



MERKINNÄT:

- Vesinäyte kairareistä
- Pintavesinäyte
- Pohjaveden havaintoputki

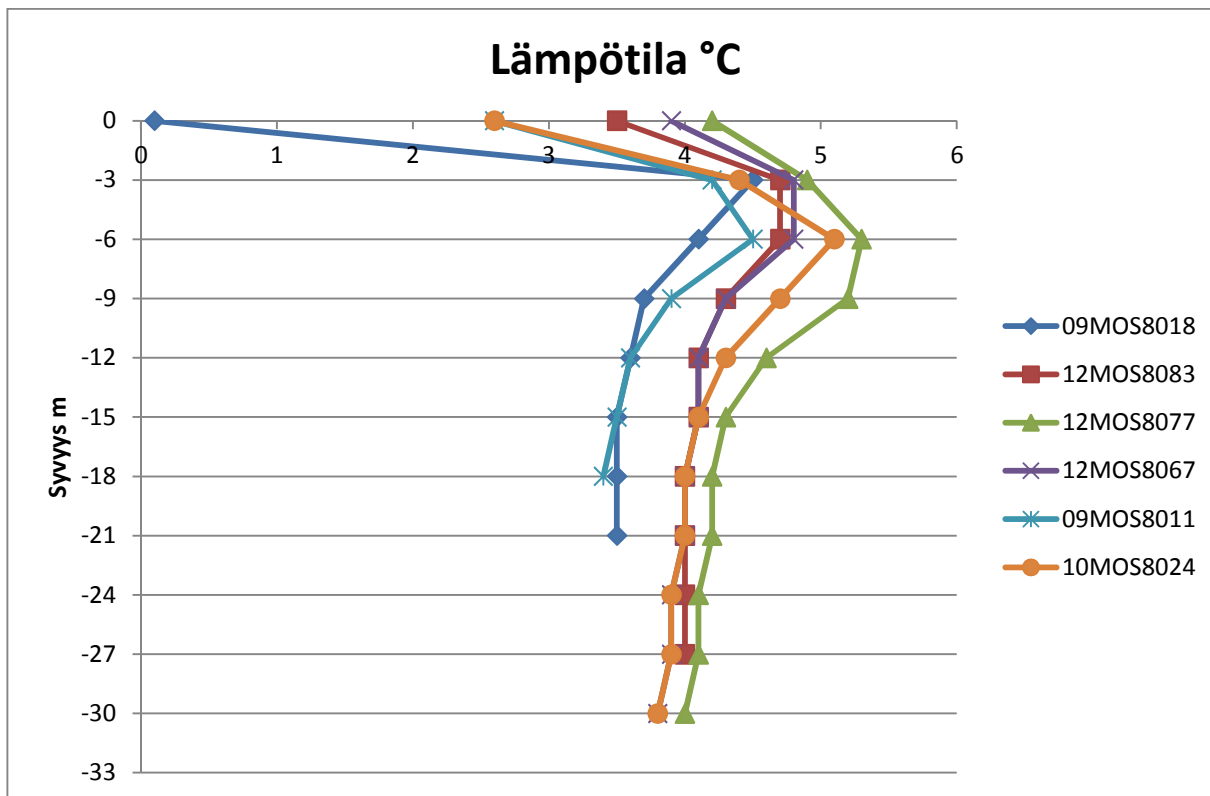
K.OSA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	PROJEKTINUMERO 12502151268	AS. PROJ.NRO	PIIR.NRO 2
	KOHDE AA Sakatti Oy, Viiankiaapa		SISÄLTÖ Tutkimuspisteiden sijaintikartta		
	SUUN TKO	TEKIJÄ LTA	ASIAKIRJA Tutkimusraportti		
	RUOSILANKUJA 3, FIN-00390 HELSINKI PUH.TEL. 09 5617 210 FAX. 09-5617 2120	QA EPA	PVM 24.1.2013	TIEDOSTONIMI 12502151268_PK.mxd	ARKKI A3 SUUN.ALA YMP



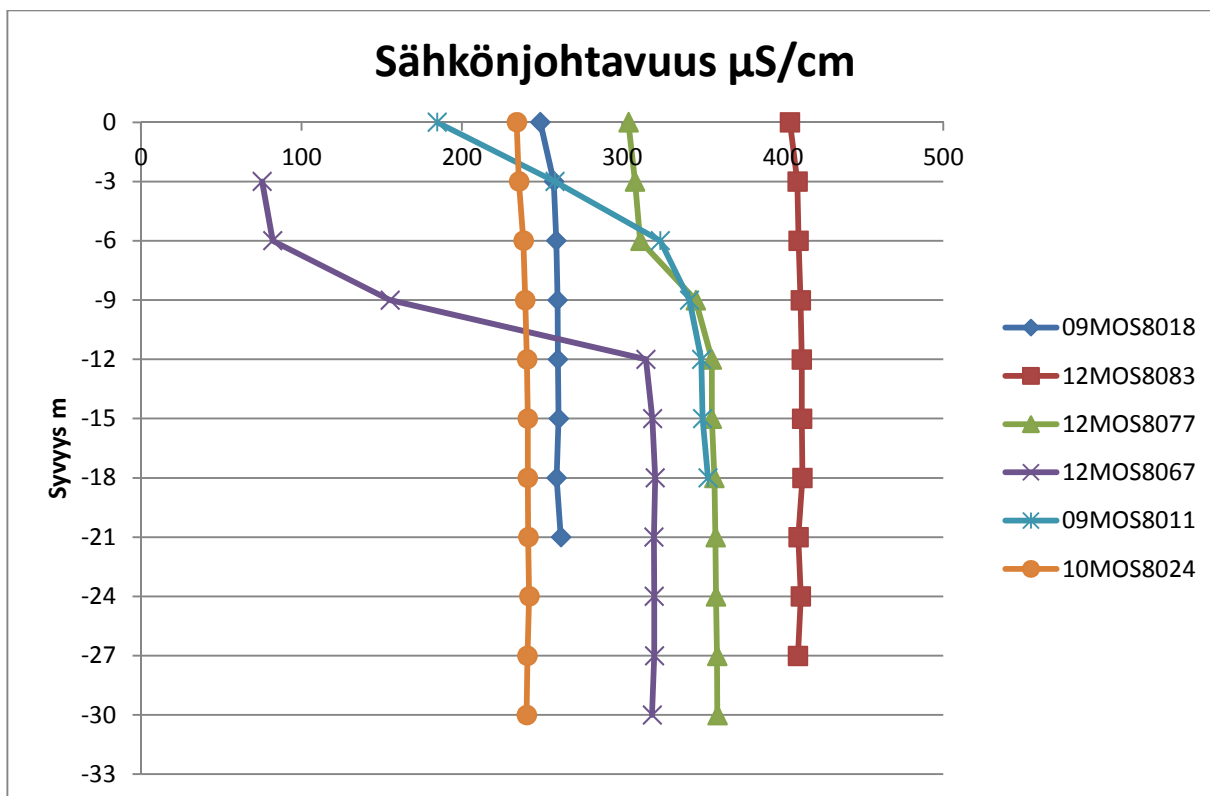
LIITE B

Yhteenvetotaulukko ja kuvaajat

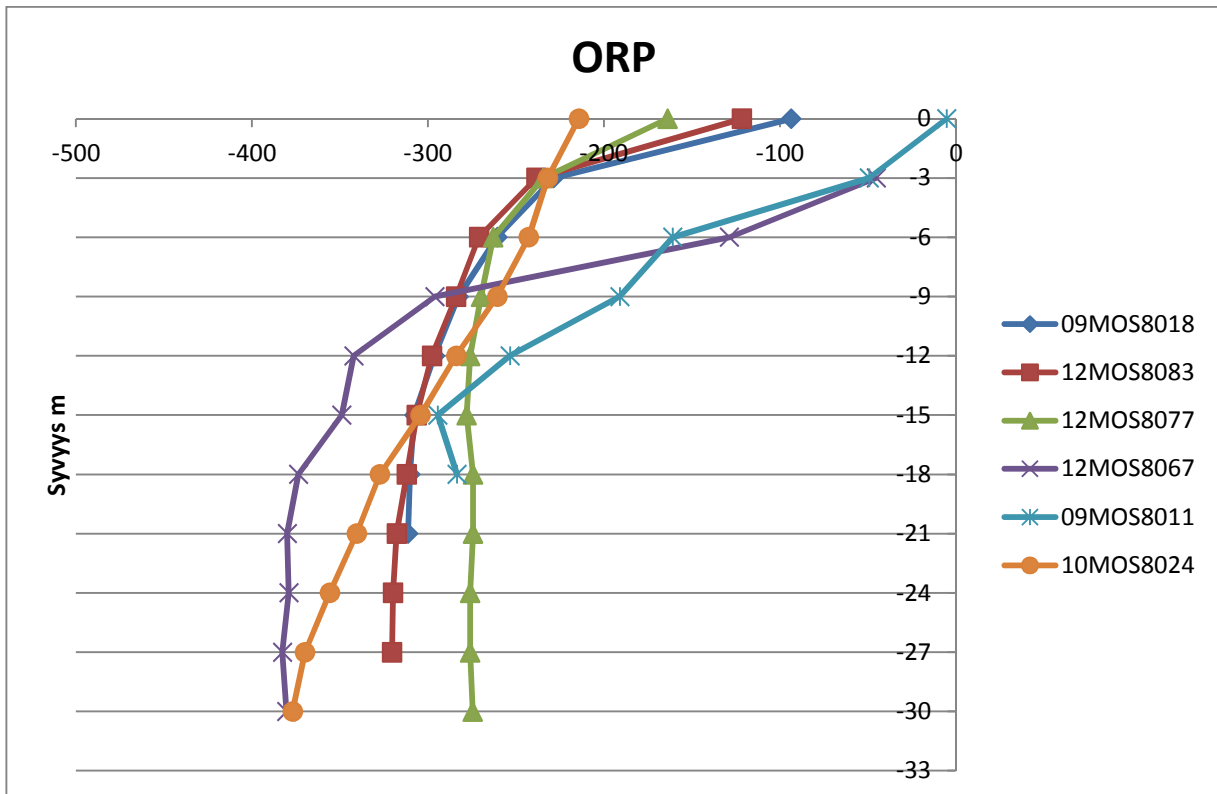
Golder Associates Oy



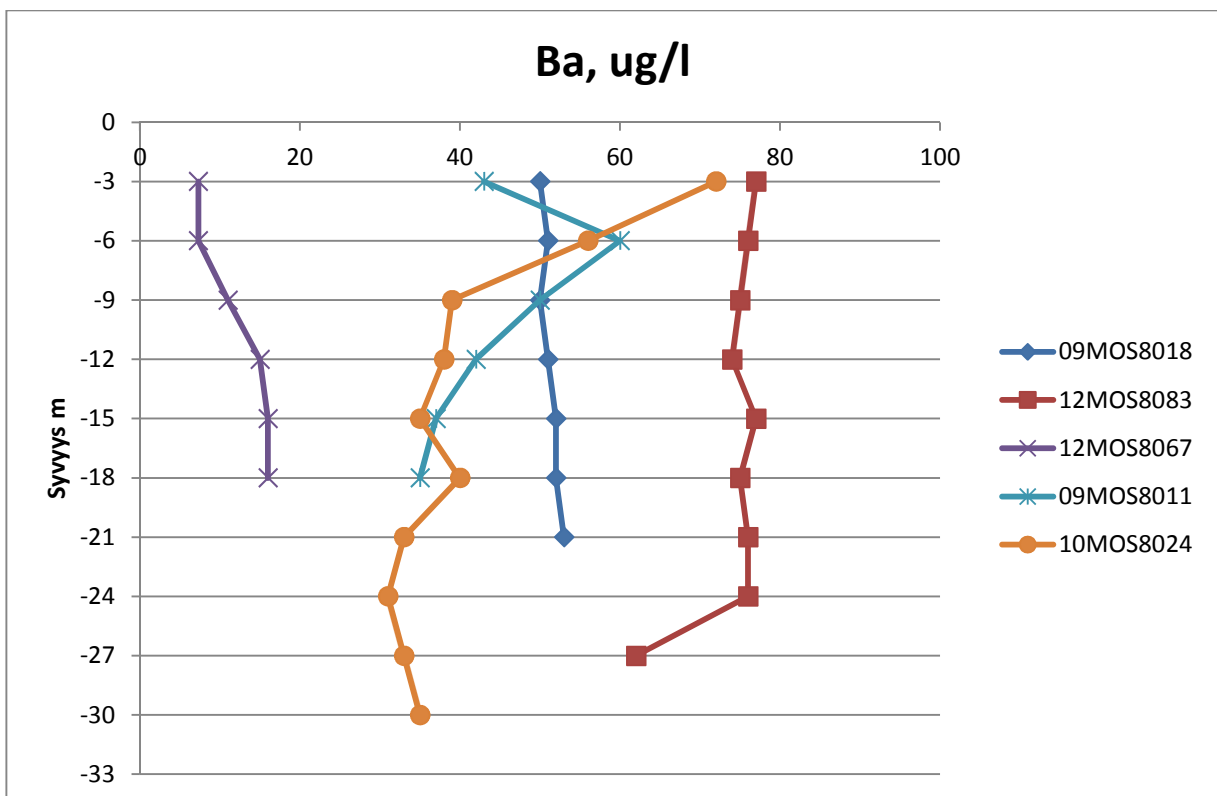
Kuva 1: Kairareikien veden lämpötilakuvaaja.



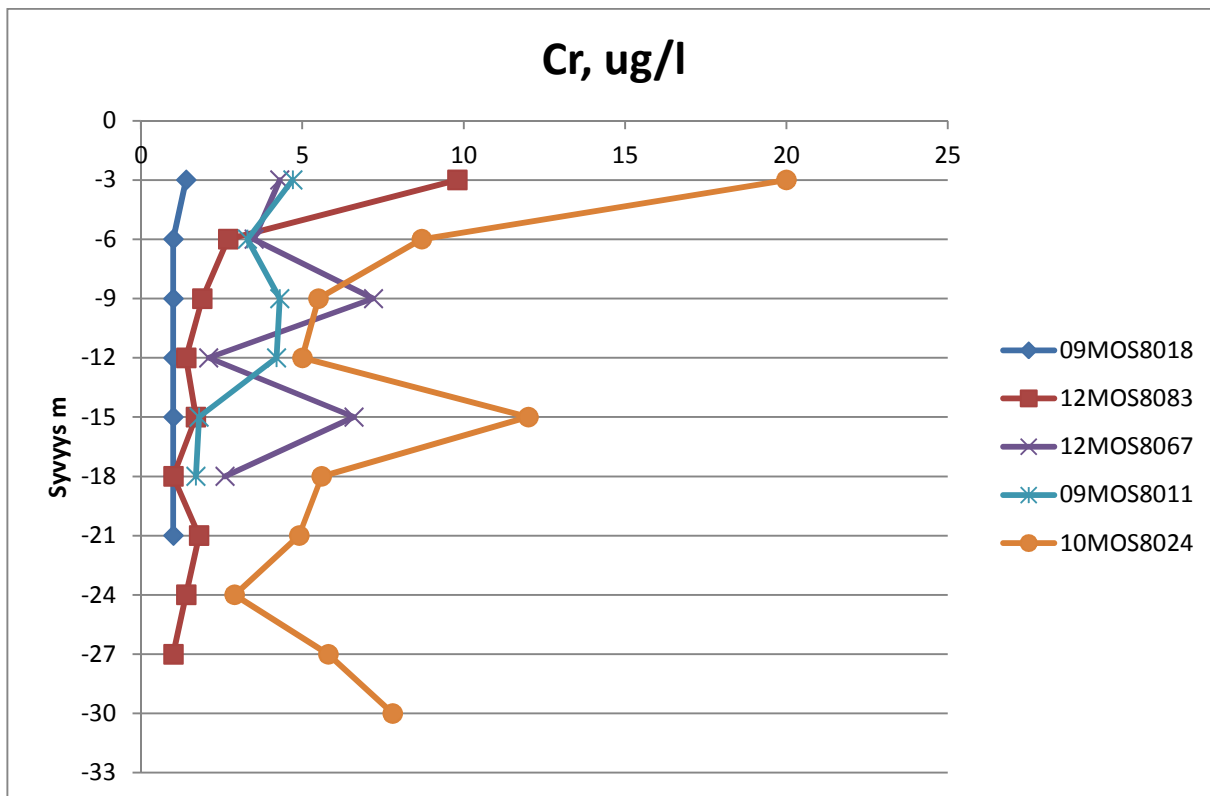
Kuva 2: Kairareikien veden sähkönjohtavuuarvot.



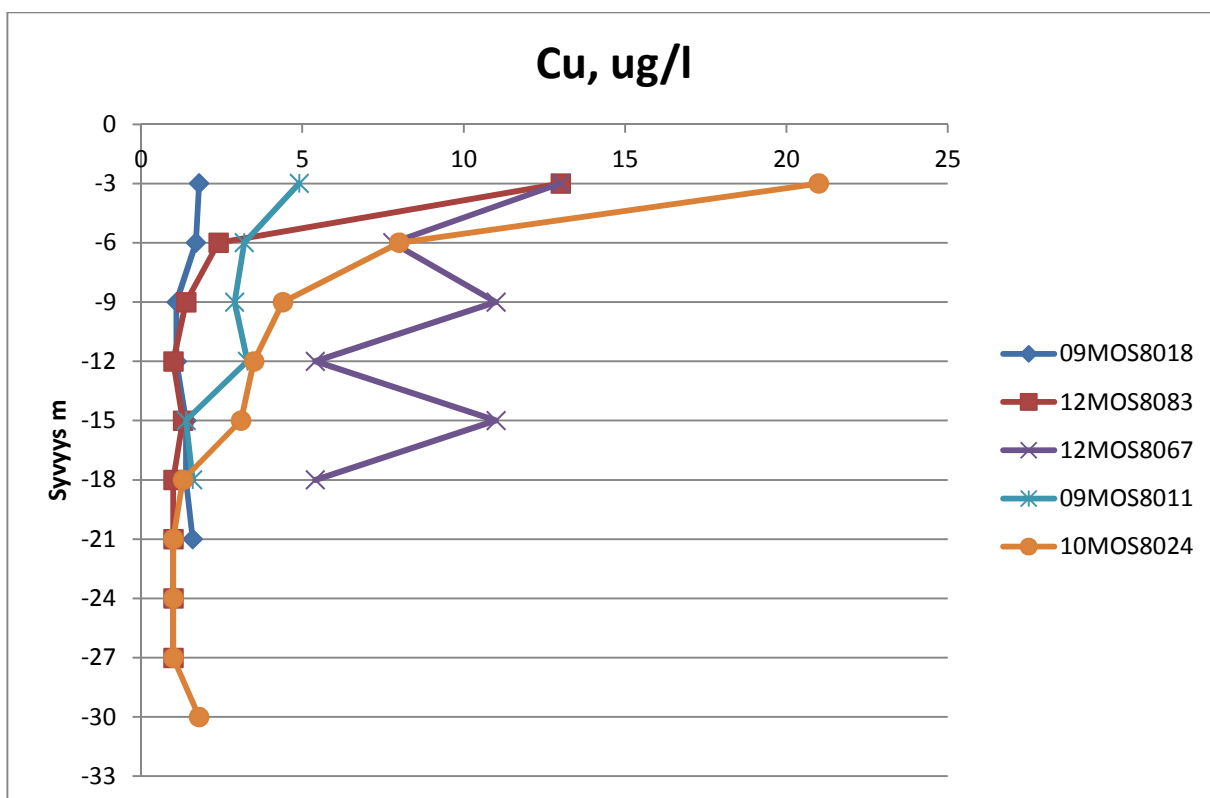
Kuva 3: Kairareikien veden hapetus-pelkistyspotentiaali.



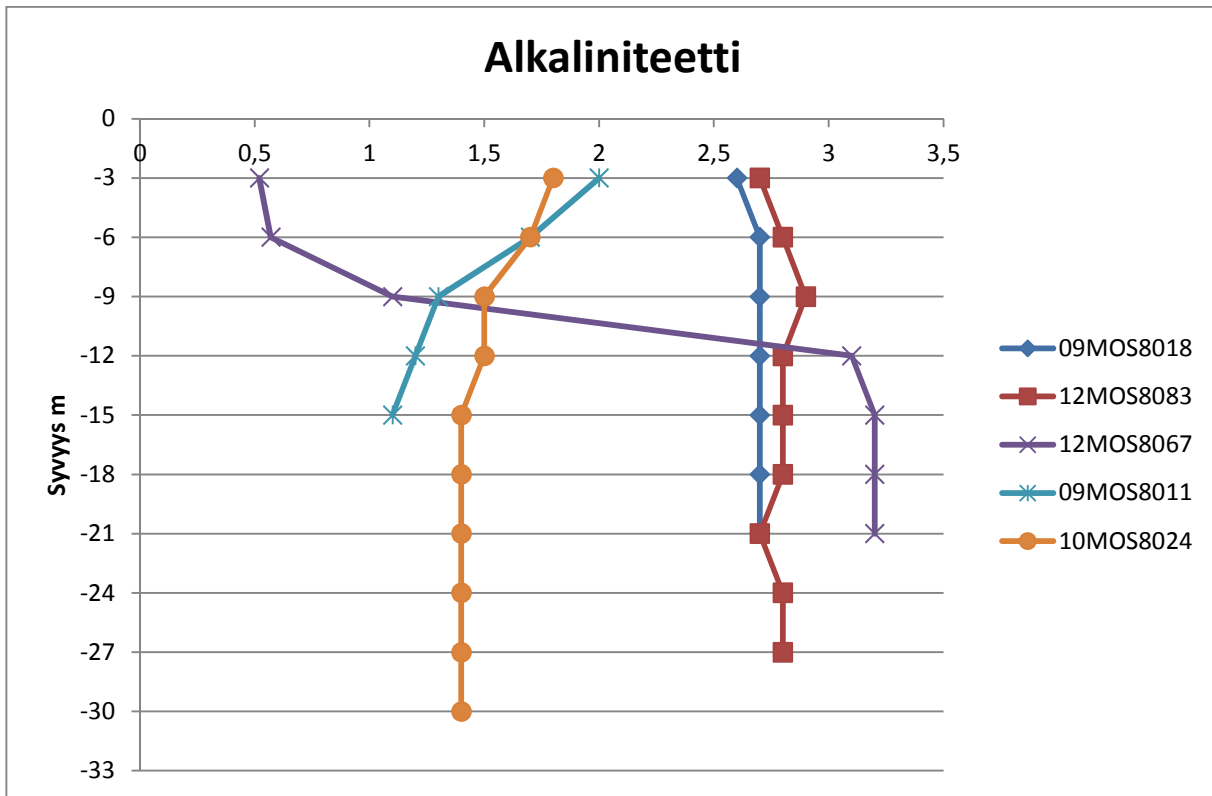
Kuva 4: Kairareikien veden bariumpitoisuudet.



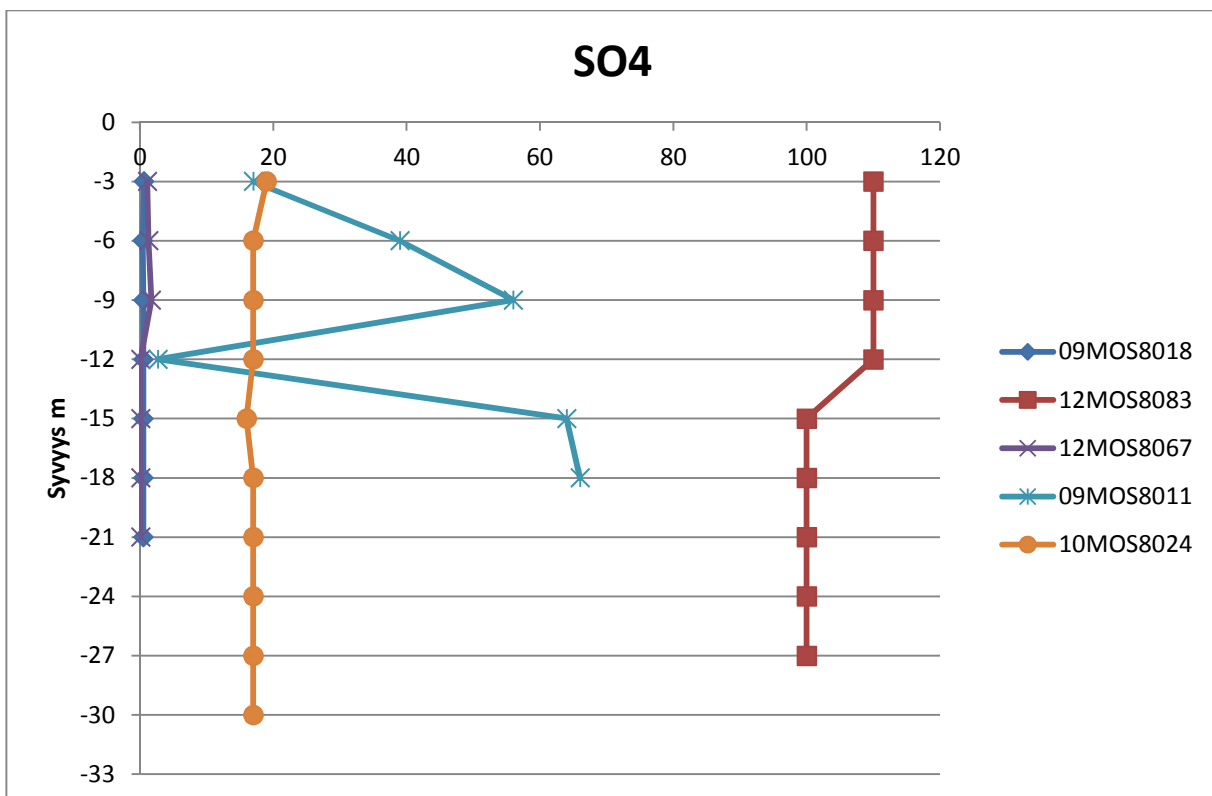
Kuva 5: Kairareikien veden kromipitoisuudet.



Kuva 6: Kairareikien veden kuparipitoisuudet.



Kuva 7: Kairareikien veden alkaliniteettiarvot.

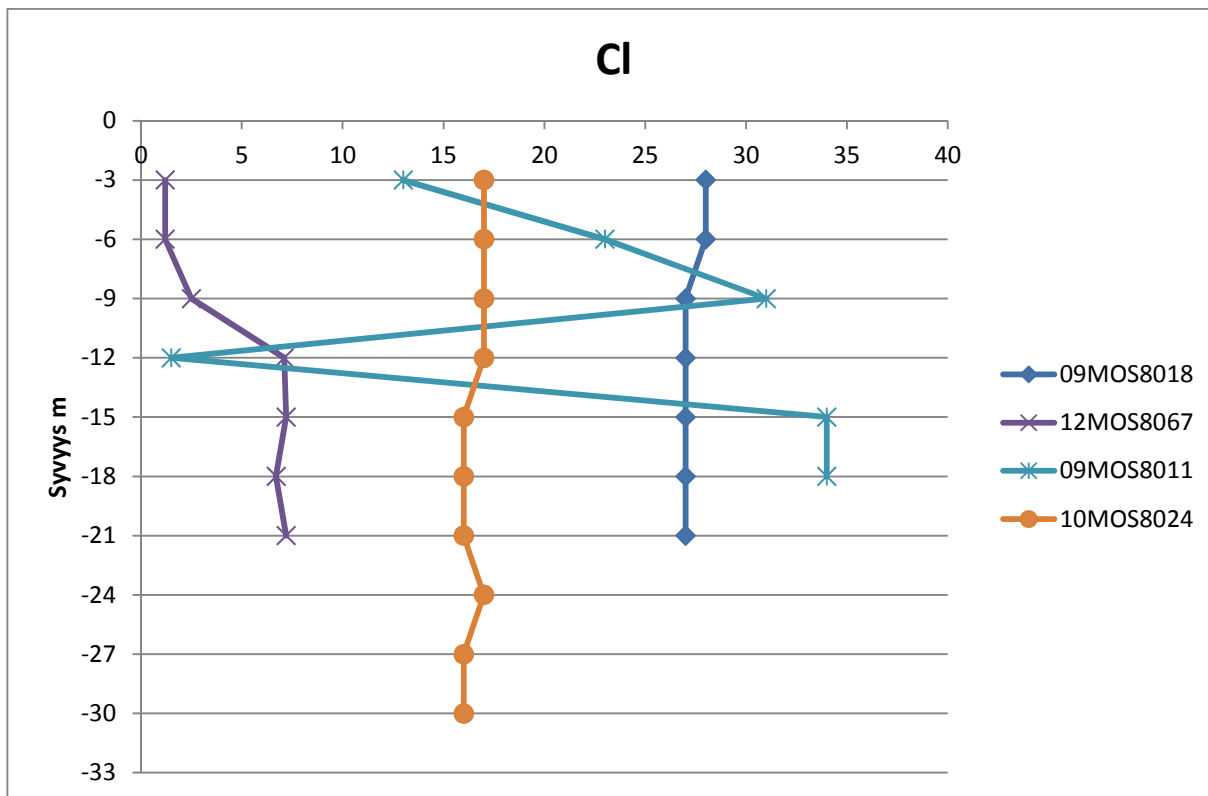


Kuva 8: Kairareikien veden sulfaattiarvot.



LIITE B

AA Sakatti Oy - Kairareikien vaikutus Viiankiaapaan



Kuva 9: Kairareikien veden kloridiarvot.

Golder Associates pyrkii olemaan arvostetuin globaali yritys, joka tarjoaa konsultointi-, suunnittelu- ja rakennuttamispalveluita, erikoisalueinaan maa- ja kallioperä, ympäristö sekä niihin liittyen energia. Golder Associates on ollut työntekijöidensä omistuksessa vuoden 1960 perustamisestaan lähtien. Tavoitteenamme on tarjota ainutlaatuinen yrityskulttuuri ja työympäristö, joka tarjoaa mahdollisuuksia ja vapauden olla erinomainen, mikä vetää puoleensa toimialamme johtavia asiantuntijoita. Golderin ammattilaiset työskentelevät tiiviissä yhteistyössä asiakkaidemme kanssa ymmärtääkseen asiakkaidemme tarpeet sekä heidän toimialojensa ja toimintaympäristöjensä erikoispiirteet. Jatkamme teknisen osaamisemme laajentamista ja olemmekin kasvattaneet toimintaamme tasaisesti Afrikassa, Aasiassa, Australiassa, Euroopassa sekä Pohjois- ja Etelä-Amerikassa toimivien työntekijöidemme kanssa.

Afrikka	+ 27 11 254 4800
Pohjois-Amerikka	+ 1 800 275 3281
Etelä-Amerikka	+ 55 21 3095 9500
Aasia	+ 86 21 6258 5522
Eurooppa	+ 356 21 42 30 20
Australia	+ 61 3 8862 3500

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Oy
Ruosilankuja 3 E
00390 Helsinki
Suomi
T: +358 9 5617 210

