



20.2.2015

AA SAKATTI MINING OY

VIIANKIAAPA

Pinta- ja pohjavesiolosuhteet ja kairareikien ympäristövaikutukset

AA Sakatti Mining Oy
Tuohiaavantie 2
99600 Sodankylä

RAPORTTI



A world of
capabilities
delivered locally

Projektinumero: 1419524 Ver. A0

Jakelu:

AA Sakatti Mining Oy





Sisällysluettelo

1.0	JOHDANTO.....	1
2.0	KOHTIEN YLEISKUVAUS.....	2
3.0	GEOLOGIA.....	3
3.1	Kallioperä	3
3.2	Maaperä	3
4.0	HAVAINTOAINEISTO	4
4.1	Pintavesi.....	4
4.2	Pohjavesi.....	4
5.0	ALUEEN PINTAVESIYMPÄRISTÖN PERUSTILA	5
5.1	Johdanto.....	5
5.2	Ilmasto	5
5.2.1	Sadanta/haihdunta.....	5
5.3	Alueellinen hydrologia	5
5.3.1	Vesistöt.....	5
5.3.2	Järvet ja kosteikot	5
5.4	Paikallinen hydrologia.....	5
5.4.1	Pintavesi	5
5.4.2	Valuma-alueet.....	6
5.4.3	Viiankiaavan kosteikko.....	6
5.5	Käsitteellinen hydrologinen malli	6
6.0	ALUEEN POHJAVESIYMPÄRISTÖN PERUSTILA.....	8
6.1	Johdanto.....	8
6.2	Pohjavesiympäristön luonnehdinta	8
6.2.1	Geologia	8
6.2.2	Alueellinen hydrogeologia.....	8
6.2.2.1	Pohjavesialueet	8
6.2.2.2	Routa ja lumipeitteen paksuus	9
6.2.3	Paikallinen hydrogeologia	9
6.2.3.1	Pohjavedenpinnankorkeudet	9
6.2.3.2	Pohjavedenvirtaussuunnat	11
6.2.3.3	Pohjaveden kemiallinen laatu	11



VIIANKIAAPA - PINTA- JA POHJAVESIOLOSUHTEET JA KAIRAREIKIEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

6.2.3.4	Maakerrosten hydrauliset ominaisuudet	12
7.0	KAIRAREIKIEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	13
8.0	JOHTOPÄÄTÖKSET	14
8.1	Pintavesi olosuhteet	14
8.2	Hydrogeologiset yksiköt.....	14
8.3	Pohjaveden muodostuminen	14
8.4	Pohjaveden virtaus	14
8.5	Pohja- ja pintaveden vuorovaikutus.....	15
8.6	Pohja- ja pintaveden kemiallinen laatu	15
8.7	Kairareikien ympäristövaikutukset	16
9.0	LÄHTEET	17

LIITTEET

LIITE A

Sijaintikartta ja suunniteltu toimenpidealue

LIITE B

Valuma-alueet ja pintavesien havaintopisteet

LIITE C

Vääräväri ortokuva

LIITE D

Pohjavedenpinnan korkeustaso kalliossa

LIITE E

Pohjavedenpinnan korkeustaso hiekassa, sorassa ja moreenissa



1.0 JOHDANTO

AA Sakatti Mining Oy tekee malminetsintää Sodankylän Viiankiaavalla ja sen lähiympäristössä. Tutkimuksen kohteena oleva kupari-nikkeliesiintymä sijaitsee osittain Natura 2000 suojelualueeksi merkityn Viiankiaavan aapasuoalueen alapuolisessa peruskalliossa.

Golder Associates Oy teki AA Sakatti Mining Oy:n toimeksiannosta Viiankiaavan alueen pohjavesi- ja pintavesiolosuhteiden alustavan selvityksen vuosina 2011...2012 (Viiankiaapa – Preliminary hydrological and hydrogeological characterisation 2012). Lisäksi Golder Associates Oy teki vuosina 2012...2013 arvion kallionäytekairausten jäljiltä maastoon jäävien kairareikien ympäristövaikutuksista (Golder Associates Oy, 24.1.2013: Kallionäytekairausten kairareikien vaikutus Viiankiaapaan).

AA Sakatti Mining Oy on tilannut Golder Associates Oy:ltä päivityksen edellä mainittuihin raportteihin.

AA Sakatti Mining Oy suunnittelee tällä hetkellä malminetsinnän laajentamista kallionäytekairauksien avulla aikaisempaa laajemmalle alueelle. Tämän päivitetyn raportin tarkoituksena on kuvata Viiankiaavan alueen pohja- ja pintavesienolosuhteita suunnitellulla uudella tutkimusalueella ja arvioida tulevien kairareikien mahdollisia ympäristövaikutuksia. Tutkimusalueen rajausta on esitetty Liitteessä A.

Tämä päivitetty selvitys perustuu aikaisempiin raportteihin ja niissä esitettyihin tutkimustuloksiin sekä uuteen kairaus suunnitelmaan, käytettävissä olevaan pohja- ja pintavesiä koskevaan uudempaan seuranta-aineistoon ja julkisesti saatavilla olevaan materiaaliin.

Tämän tutkimuksen yhteydessä ei ole otettu näytteitä, asennettu pohjavesiputkia tai tehty muita uusia maastotutkimuksia.



2.0 KOHTEEN YLEISKUVAUS

Viiankiaapa sijaitsee Lapin maakunnan keskiosassa, 15 km Sodankylän koillispuolella. Alue on yleisesti suhteellisen tasaista ja alueella on useita laajoja aapasaita, järviä ja jokia. Viiankiaavan länsipuolella virtaavan Kitisen joen rannoilla on monin paikoin useiden metrien korkuinen rantatörmä. Viiankiaapaa ympäröivät useat kallio- ja moreenimäet.

Tutkimusalueella sijaitseva Viiankiaapa on suurimmaksi osaksi luonnontilassa olevaa aapasuota ja sitä luonnehtivat yhtämittaisina jatkuvat rimpinevat. Viiankiaapa kuuluu soidensuojelu- ja Natura 2000 alueisiin.

Hydrologisesti tutkimusalueella on kolme omaksi alueekseen aiemmassa tutkimuksessa tulkittua valuma-aluetta. Toimenpidealue, missä uusia kallio-näytekaivauksia on suunniteltu tehtävän, sijaitsee tutkimusalueen valuma-alueella nro 2 (Liite B).

Valuma-alueilta pintavesien on tulkittu purkautuvan Viiankiaavan länsipuolella virtaavaan Kitisen jokeen, joka on Kemijoen sivuhaara. Viiankiaavan itäpuolella vesien on tulkittu purkautuvan Ylijokeen.

Kohteen sijaintikartta on esitetty liitteessä A.



3.0 GEOLOGIA

3.1 Kallioperä

Peruskallio on havaittu tutkimuskohteen maapeitteisillä alueilla tehdyissä tutkimuksissa keskimäärin noin 2-14 metrin syvyydellä maanpinnasta, ollen tasovälillä 172–189 metriä (N60). Kallionäytekairausten yhteydessä on maapeitteen todettu paksuimmillaan olleen noin 46 m. Peruskallion pinta on lähempänä maanpintaa tutkimusalueen pohjoisosassa. Kalliopaljastumia on lähinnä tutkimusalueen pohjoisosassa Kotavaaran ja Venevaaran alueilla sekä tutkimusalueen lounaisosassa, Kuusivaaran alueella.

GTK:n kallioperäkarttojen mukaan kallioperä koostuu proterotsooisesta Karelia-superryhmän ja Sodankylän ryhmän muodostumista. Orajärvi- muodostuma koostuu silikoklastisesta silttikivestä, kun taas Ruukivaaran muodostuma on mafista vulkaniittia, jota on GTK mukaan jopa satojen metrien paksuudelta.

3.2 Maaperä

Tutkimusalue sijaitsee Kitisen jokilaaksossa, joka syntyi Veiksel- jäätikön peräännyttyä kohti länttä, noin 10 300 vuotta sitten. Veiksel-jäätikkö kerrosti alueelle paksuja hiekkamoreenimuodostumia. Jäätikön sulaessa Viiankiaavan aluetta peitti ensin Moskujärven jääjärvi, jonka vedenpinnan taso oli noin 195 metrin korkeudella. Jäätikön reunan edelleen vetäytyessä Viiankiaavan alue oli Ancylusjärven peittämää subakvaattista aluetta. Ancylusjärvi ulottui Kemijoen laaksoa pitkin Kitisen alueelle asti pitkänä lahtena. Veiksel-vaiheen jäätikön muodostamien moreenien päälle alkoi kerrostua pohjoisesta virtaavan joen kerrostamia soria ja hiekkoja. Hiekat kerrostuivat jokisuistoon eli deltaan ylimmän rannan tasolle. Deltaan kerrostuneet hiekka ja sorakerrokset ovat paksuimmat Kitisen joen rannoilla. Delta sekä vanhat uomat näkyvät hyvin alueen vääräväri-ilmakuvassa, joka on liitteessä C.

Deltan edustalle, nykyisen Viiankiaavan kohdalle sijainneeseen altaaseen alkoi kerrostua järvi- ja lampivaiheiden aikana liejua ja vedenpinnan edelleen laskiessa altaaseen alkoi muodostua turvekerrostuma (saraturve).



4.0 HAVAINTOAINEISTO

Alueen hydrologinen ja hydrogeologinen kuvaus on kirjoitettu vuosina 2011 ja 2012 tuotettuun tutkimustietoon, uudempiin pohjaveden seurantatuloksiin ja julkisesti saatavilla olevaan aineistoon perustuen, eikä tässä yhteydessä ole tehty lisätutkimuksia. Vuoden 2012 raporttia varten kesällä 2011 ja talvella 2012 tehtyjen maastotutkimusten tutkimuspisteiden sijainti on esitetty liitteen B kartassa.

4.1 Pintavesi

Alueella olevista tai lähistöllä sijaitsevista puroista, kosteikoilta ja joista mitattiin veden laatua YSI-sondilla kesäkuussa 2011 ja marraskuussa 2012. Lisäksi marraskuussa 2012 otettiin joitakin pintavesinäytteitä laboratorioanalyysiin. Vuonna 2011 tutkimusalueella mitattiin vedenpinnankorkeuksia käsikäyttöisellä tarkkuus GPS laitteella 36 kohteessa ja kenttämittauksia tehtiin 15 pisteestä (pH, sähkönjohtavuus, lämpötila ja liuennut happi). Kuudesta eri kohdasta uomien poikkileikkauksista mitattiin virtaamia virtausmittarilla. Tulokset on esitetty tarkemmin GA Oy:n vuoden 2012 raportissa.

Tehtyjen kenttämittausten ja analyysien perusteella on mahdollista saada alustava käsitys tutkimusalueen pintavesistä, mutta niiden avulla ei voi tehdä pidemmälle meneviä johtopäätöksiä pintavesien laadusta tai sen muutoksista pidemmällä aikavälillä.

Mittaus- ja analyysitulokset on esitetty GA Oy:n vuoden 2012 raporteissa.

4.2 Pohjavesi

Tutkimusalueelle asennettiin 22.2.–15.3.2012 välisenä aikana 24 pohjavesiputkea. Osa pohjavesiputkista asennettiin eri maaperäkerroksiin kolmen putken ryhminä siten, että putkien siiviläosat sijoitettiin vain tiettyjen maakerrosten kohdalle (turve/hiekka/sora/moreeni sekä rakoillut pintakallio). Pohjavesiputkien asennuksen yhteydessä otettiin maanäytteitä 14 kairauspisteestä ja ne analysoitiin (rakeisuus, vedenläpäisevyys) laboratoriossa. Lisäksi 12 pohjavesiputkesta tehtiin Slug-testi maaperän vedenjohtavuuden selvittämiseksi.

Asennetuista pohjavesiputkista tarkkailtiin pohjaveden pinnan tasoa 24.2.–15.3.2012 välisenä aikana. Lisäksi 17 pohjavesiputkeen asennettiin automaattiset pohjaveden pinnan korkeusmittarit, jotka ovat olleet toiminnassa nyt yli 2 vuoden ajan.

Ahma ympäristö Oy (entinen Lapin Vesitutkimus Oy) on ottanut ja analysoinut tutkimusalueen pohjavesiputkista 4.4.2012–30.10.2014 välillä otetut vesinäytteet.

Talvella 2012 asennettujen pohjavesiputkien sijainti on esitetty liitteissä D ja E.



5.0 ALUEEN PINTAVESIYMPÄRISTÖN PERUSTILA

5.1 Johdanto

Tutkimusalueen pintavesiin vaikuttavat niin alueellinen ilmasto kuin paikalliset hydrologiset ominaisuudet. Näiden tietojen pohjalta voidaan luoda alueen käsitteellinen hydrologinen malli.

5.2 Ilmasto

5.2.1 Sadanta/haihdunta

Lapin ilmatieteellisen tutkimuskeskuksen vuosien 1971–2000 välinen sadannan keskiarvo Sodankylässä oli 507 mm vuodessa. Sadannasta suurin osa sataa alueelle lumena elo- ja toukokuun välissä ja sulaa touko-kesäkuun aikana kasvattaen pintavaluntaa. Alueella tapahtuu haihtumista lähinnä muutamina kuukausina keskikesällä.

5.3 Alueellinen hydrologia

5.3.1 Vesistöt

Tutkimusalueen pintavedet laskevat Kitiseen, joka on suomen suurimman joen, Kemijoen, sivuhaara. Kitinen on noin 280 km pitkä ja saa alkunsa Porttipahdan tekojärvestä. Kitisen valuma-alue on noin 7600 km². Kitisen joen pinnan taso laskee pohjoisen 320 mmpy tasolta toimenpidealueen kohdalla tasolle 185 mmpy ja edelleen kohti Kemijokea. Kitinen on voimakkaasti säännöstelty ja siinä on kolme vesivoimalaitosta ennen toimenpidealuetta.

Toimenpidealueen välittömässä läheisyydessä yläjuoksunpuolella on Matarakoski ja toimenpidealueen alajuoksunpuolella on Kelukoski. Kummatkin kosket ovat padottuja ja niissä toimivat Kemijoki -yhtymän vesivoimalaitokset. Suurin osa Kitisen joen vuotuisesta virtaamasta juoksutetaan talvikuukausina, eikä alueen sadannan ja Kitisen joen virtaaman välillä ole nähtävissä suoraa yhteyttä. Lumien sulaessa keväisin Kelukosken virtaamisessa on nähtävissä lyhytaikainen piikki.

5.3.2 Järvet ja kosteikot

Sodankylän alueella on yli 750 km² avovettä. Tähän lukuun ei lasketa aapasoiden avovesialueita. Alueellisesti valuma-alueen merkittävimpiä järviä ovat yläjuoksun Porttipahdan ja Lokan tekojärvet. Alueen eteläpuolella sijaitsevat Orajärvi ja Kelujärvi. Toimenpidealueen valuma-alueiden pohjoispuolella sijaitsevat Saiveljärvi, Satojärvi ja Moskujärvi.

Tutkimusalueen lähialueella sijaitsee kaksi kosteikkoaluetta, jotka kuuluvat kansainväliseen RAMSAR kosteikkojen ja vesialueiden suojelusopimuksen piiriin. Koitelaisenkairan suoalueet sijaitsevat noin 30 km päässä toimenpidealueen pohjoispuolella ja noin 40 km päässä toimenpidealueen kaakkoispuolella sijaitsevat Luiro joen suoalueet.

Sodankylän lähialueella on lukuisia Natura 2000 suojelualueita, joista yksi on tämän raportin aiheena oleva Viiankiaapa.

5.4 Paikallinen hydrologia

5.4.1 Pintavesi

Toimenpidealueen koillispuolella sijaitsee Viiankijärvi, joka laskee Kokkolammen kautta Kitisen joen Kersilönsuvantoon. Alueen eteläpuolella sijaitsee Sakattioja, joka laskee Kitiseen. Viiankiaavalla sijaitsevat myös Sakattilammet



ja lisäksi muita lampia joiden vedet purkautuvat alueen pintavesiuomien tai orsi- ja pohjavesien kautta Kitisen jokeen tai Ylijokeen.

5.4.2 Valuma-alueet

Valuma-alueiden määrittely

Tutkimusalueelle tulevien tai sieltä poistuvien pintavesien valuma-alueet rajattiin vuoden 2012 raportissa käyttäen hyväksi Suomen ympäristökeskuksen valuma-alue- ja aluerajausta, Maanmittauslaitoksen karttoja sekä Lidar- laserkeilausaineistoa.

- Valuma-alue 1 sijaitsee toimenpidealueen pohjoispuolella. Valuma-alueella on kolme avovesialuetta: Kotajärvi, Viianki järvi ja Kokkolampi, joihin viereisten soiden vedet valuvat. Valuma-alueella rajaa etelässä Särkikoskenmaan mäki ja pohjoisessa Venevaaran mäki. Osaa valuma-alueen eteläosaa rajaa Viiankiaavan suo. Valuma-alueen 1. vedet laskevat kohti pohjoista Viianki järven kautta ja purkautuvat Kitisen jokeen tutkimuspiste S01A kohdalla.
- Valuma-alueen 2 kautta kulkevat kaikki toimenpidealueen pintavedet. Alue on suurimmaksi osaksi Viiankiaavan suota ja yleisesti alueen pintavedet valuvat kohti lounasta. Alueella on enimmäkseen pieniä lampia, eikä alueella ole varsinaisia suurempia vesialueita. Alueen laserkeilaus-aineiston ja saatavilla olevan kartta-aineiston perusteella alueen vedet laskevat Kitisen jokeen tutkimuspisteiden S18 ja S19 kohdista.
- Valuma-alue 3 käsittää Viiankiaavan suolta Ylijoen ja Kelujoen kautta valuvat vedet, jotka laskevat toimenpidealueen eteläpuolella Kitisen jokeen. Tähän valuma-alueeseen kuuluvat myös useat järvet kuten Satojärvi, Saiveljärvi ja Moskujärvet.

Suurin osa kaikkien kolmen valuma-alueen hydrologiasta on riippuvaista Viiankiaavan pintavesistä.

Valuma-alueiden raja- ja rajaus on esitetty liitteen B kartassa

5.4.3 Viiankiaavan kosteikko

Viiankiaavan Natura 2000 suoalue on kooltaan 6595 ha. Viiankiaavan suoalue on tyypillistä Sodankylän alueen aapasuota. Viiankiaapa on paikoitellen lähes puutonta ja kasvillisuudeltaan niukka-/keskiravinteista. Alueella on laajoja rimpinevoja ja kilometrejä pitkiä jänteitä. Paikoin alueella on suuria avorimpiä.

Riippuen alueen topografiasta ja geologiasta, aapasuo voi olla pintavesien suhteen omavarainen tai se voi saada pintavesiä valuntana ympäröiviltä alueilta ja olla yhteydessä alueen pohjavesiin (Laitinen *et al.* 2007). Viiankiaapa on topografisesti tasaista ja pintavesien virtaus on erittäin hidasta ja monimutkaista turvekerrosten läpi. On ilmeistä, että Viiankiaavalla tapahtuu veden imeytymistä turvekerroksesta paremmin vettä läpäiseviin karkearakeisiin maakerroksiin.

5.5 Käsitteellinen hydrologinen malli

Alueellisen ilmaston ja hydrologisen tiedon vertailun perusteella tutkimusalue sijaitsee valuma-alueella 2, jonka hydrologia perustuu sadantaan, lumipeitteen kertymiseen ja sulamiseen. Tutkimusalueen valuma-alueisiin vaikuttavat myös suon hydrologia ja Kitisen joen juoksutuksen säännöstely.



Valuma-alue 1

Valuma-alueen koko on noin 22 km². Pohjoispuolen metsäisten alueiden valunta on koillisesta kohti lounasta Viiankiaavan suolle ja edelleen kohti etelää Kotajärven ja Viiankijärven sekä useiden pienten lampien kautta. Valuma-alueen eteläosan vedet valuu kohti Viiankijärveä. Alueen suo- ja vesialueilla on havaittavissa oleva uomasto.

Valuma-alueen Viiankijärveen kerääntyneestä vedestä suurin osa purkautuu Kitisen jokeen lähellä Matarankosken vesivoimalaitosta. Kenttämittauksessa kesäkuussa 2011 lähellä Kitisen joen purkautumiskohtaa ojaista mitattiin 0,6 m³/s virtaama.

Alueen sadanta ja suoalueen vesien virtaus arvioidaan olevan hydrologiaa hallitsevia tekijöitä. Veden varastoitumiseen voi suon keskialueilla ja pienillä lammilla vaikuttaa merkittävästi lumen sulamisesta johtuva tulva, joka täydentää ja palauttaa vedenpinnan korkeuksia.

Valuma-alueen länsiosan maaperä on hiekkaa ja soraa, missä veden imeytymien ja vedenjohtavuus on hyvä. Muilta osin alueen pinta- ja pohjaveden kiertokulusta ei ole toistaiseksi riittävästi tietoa.

Valuma-alue 2

Valuma-alue on suurimmaksi osaksi suoaluetta ja sitä hallitsee suon hydrologia. Suoalueen erottaa Kitisestä sora- ja hiekka muodostuma, joka on myös topografisesti selvästi suoaluetta korkeammalla. Alueella on useita lampia, mutta ne eivät ole yhteydessä toisiinsa. Tästä johtuen veden virtaus alueelta tapahtuu suoveden, pohjaveden ja pintavesien monimutkaisten vuorovaikutuksien kautta kohti kahta veden purkautumiskohtaa (S18 ja S19), joiden kautta vedet purkautuvat Kitisen jokeen.

Alueen alustava käsitteellinen hydrogeologinen malli on muodostettu alueen läpi tehdyn poikkileikkauksen avulla. Oletettavasti Kitisen joen viereisen lähialueen maaperän hiekat ja sorat ovat hyvin vettä johtavia. Näillä joen viereisillä hiekka- ja sora-alueilla tapahtuu suotautumista, koska pintavaluntaa kohti jokea tapahtuu vähemmän ja suo rajaa aluetta. Pohjavettä purkautuu rantapenkereen lähteistä Kitiseen.

Tähänastisten tutkimuksien perusteelta vaikuttaisi siltä, että pohjaveden virtaukset säännöstelevät tämän valuma-alueen vesitasetta.

Valuma-alue 3

Tämän isomman valuma-alueen vedet virtaavat uomaston kautta, joka saa alkunsa pohjoisosassa olevista Satojärvestä ja Saiveljärvestä. Uomastoon kuuluu useita puroja ja järviä, joiden kautta vedet virtaavat edelleen Moskujärviin, jotka sijaitsevat suoalueen rajalla lähellä tutkimusalueen koillisrajaa. Useat järvet toimivat suurten sade- ja kevätvirtaamahuippujen tasaajina.

Osa valuma-alueesta sijaitsee Viiankiaavan suoalueella ja siellä vesien virtaukset ovat monimutkaisia useiden rimprien kautta tapahtuvia virtauksia.

Tämän valuma-alueen ja sen eri osa-alueiden sekä sivujokien virtaamista tarvitaan lisätietoa, jotta suolta purkautuvan veden virtauksien vaikutuksesta saataisiin parempi käsitys.



6.0 ALUEEN POHJAVESIYMPÄRISTÖN PERUSTILA

6.1 Johdanto

Tässä osassa raporttia kuvataan pohjavesiolosuhteet tutkimusalueella tähän mennessä kerätyn pohjaveden laatutiedon pohjalta sekä luodaan käsitteellinen hydrogeologinen malli tutkimusalueesta tähän mennessä saadun geologisen tutkimusaineiston pohjalta.

6.2 Pohjavesiympäristön luonnehdinta

6.2.1 Geologia

GTK:n ja Paikkatietoikkunan karttojen perusteella tutkimusalueella on jäätikön kerrostamia muodostamia ja turvekerrostumia seuraavasti:

- Hiekka, sora ja karkea hiekka, jota on todettu lähellä Kitisen jokea;
- Hienoainesmoreeni ja hiekkamoreeni, jota on todettu joka puolella tutkimusaluetta;
- Saraturve, jota on kartoitettu vain tutkimusalueen länsiosassa.

Tutkimusalueelle asennettujen pohjavesiputkien yhteydessä tunnistettiin seuraavat maaperämuodostumat:

- Turve, jota on Kitisen rantapenkereen itäpuolella Viiankiaavan alueella. Turpeen paksuus alueella vaihtelee käytettävissä olevan aineiston perusteella 0,5 - 5,1 metrin välillä ja on paksuimmillaan tutkimusalueen itäosissa;
- Hiekat ja sorat, joita on todettu joka puolella tutkimusaluetta lukuun ottamatta ylempänä olevaa Kiimakuusikon aluetta, missä sen päällä oli turvetta. Sorakerroksia todettiin vain Kitisen joen lähellä. Hiekka ja sorakerrosten paksuuden todettiin vaihtelevan 3-8 metrin välillä;
- Jäätikön kerrostama moreeni, jota todettiin joka puolella tutkimusaluetta. Tutkimusalueen pohjoispuolella pohjavedentarkkailupisteellä GA306 moreenin todettiin olevan hiekkamoreenia. Pohjavedentarkkailupisteellä GA401 ja GA403 moreenissa todettiin hiekkakerroksia. Moreeni-kerrostuman paksuudeksi todettiin 0,4-13 metriä.

6.2.2 Alueellinen hydrogeologia

6.2.2.1 Pohjavesialueet

Pohjavesialueiden luokittelu muuttui 1.2.2015 alkaen siten, että Luokka III – muu pohjavesialue, poistetaan kokonaan tai luokitellaan 1- tai 2-luokkaan riippuen siitä, soveltuuko alue vedenhankintaan. Uusien luokitusten on tarkoitus olla valmiina vuoden 2019 loppuun mennessä. Nyt tarkastelussa olevien III-luokan pohjavesialueiden osalta ei vielä ole tehty muutoksia Ympäristökeskuksen hallinnoimaan ympäristötiedon hallintajärjestelmä Herttaan (luettu 3.2.2015).

Suomen ympäristökeskuksen vanhan luokittelun mukaan pohjavesialueet luokitellaan niiden käyttökelpoisuuden ja suojelutarpeen mukaan kolmeen eri luokkaan:



- Luokka I: vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue – Alue, jota käytetään tai tullaan käyttämään 20–30 vuoden kuluessa liittymämäärältään vähintään 50 ihmisen tarpeisiin;
- Luokka II: vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue - Alue, joka soveltuu yhteisvedenhankintaan, mutta jolle ei toistaiseksi ole osoitettavissa käyttöä yhdyskuntien, haja-asutuksen tai muussa vedenhankinnassa;
- Luokka III: muu pohjavesialue - Alue, jonka hyödyntämiskelpoisuuden arviointi vaatii lisätutkimuksia vedensaatiedellytysten, veden laadun tai likaantumisen tai muuttumisen selvittämiseksi.

Toimenpidealueella sijaitse kaksi III luokkaan luokiteltua pohjavesialuetta. Kersilönkangas (tunnus 12758187) ja Pahalaksonmaa (tunnus 12758186). Toimenpidealueen lähellä Kitisen joen toisella puolella on kolme luokiteltua pohjavesialuetta. Myllymaa (tunnus 12758184) II luokka, Ahvenjärvenkangas (tunnus 12758120) II luokka ja Hietakangas (tunnus 12758185) III luokka.

6.2.2.2 *Routa ja lumipeitteen paksuus*

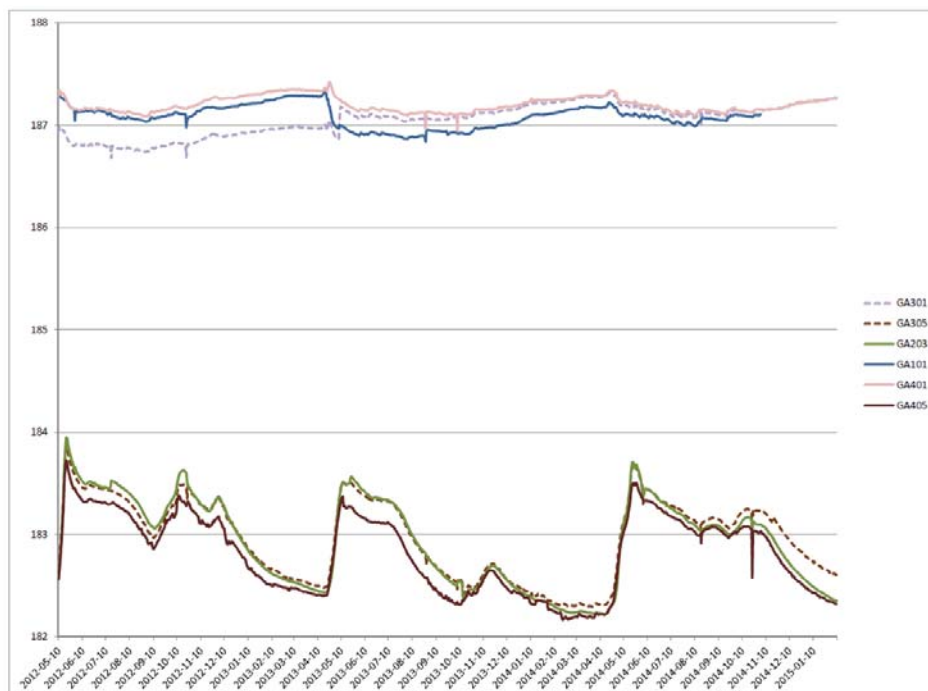
Ympäristökeskuksen (<http://www.i3.ymparisto.fi/i3/kktiedote/FIN/2013/routa/LAP.htm>) internetsivujen kuvaajien mukaan 2013–2014 talvena Kittilän alueella (noin 80 km Sodankylästä länteen) oli lumipeite lokakuun–toukokuun välisenä aikana. Pitkänajan (1976–2000) keskiarvon mukaan alueelle tulee lumipeite syyskuun lopulla ja se sulaa toukokuun lopussa.

Roudan paksuus vaihteli alueella vuoden 2013–2014 talvella hiekka ja sora alueiden 1,0 metrin paksuudesta turvekerrosten alle 0,1 metrin paksuuteen. Talven 2013–2014 routa ei poikkea alueen pitkän aikavälin keskimääräisistä arvoista merkittävästi.

6.2.3 *Paikallinen hydrogeologia*

6.2.3.1 *Pohjavedenpinnankorkeudet*

Alla olevassa kuvassa 1. on esitetty alueelle asennettujen havaintoputkiryhmiä (GA101, GA301, GA401 sekä GA203, GA305, GA405) automaattisten mittausten kuukausittaiset pohjavedenpinnan keskiarvot havaintojakson 10.5.2012–10.1.2015 välisenä aikana.



Kuva 1: Tutkimusalueelle asennettujen havaintoputkiryhmien automaattimittausten 10.5.2012–10.1.2015 pohjavedenpintojen korkeuksien vaihteluissa on havaittavissa eroja alueittain.

Viiankiaavan suoalue

Viiankiaavan suoalueella olevan havaintoputkiryhmän GA101 (turve), GA301 (moreeni) ja GA401 (kallio) vedenpinnoissa ei ole havaittavissa suuria vaihteluita vuodenaikojen välillä eikä merkittävää vedenpinnan nousua roudan ja lumen sulaessa alueelta. Pohjavedenpinnankorkeudet ovat koko havaintojakson keskiarvon mukaan moreenissa maanpinnantasoa korkeammalla. Pohjavesiputki GA101 oli jäänyt syksyn 2014 ajan.

Tutkimusalueen eteläosassa havaintoputkiryhmän GA102 (turve), GA302 (hiekkä), GA402 (kallio) pohjavedenpinnoissa ei ole suurta muutosta roudan ja lumen sulaessa. Alueella pohjavedenpinnankorkeudet ovat koko havaintojakson keskiarvon mukaan turpeessa ja kalliossa maanpinnantasoa korkeammalla.

Pohjavesiputkien GA103 (turve), GA303 (moreeni) ja GA403 (kallio) alueella pohjavedenpinnoissa ei ole suurta muutosta roudan ja lumen sulaessa. Pohjavedenpinnankorkeudet ovat koko havaintojakson keskiarvon mukaan turpeessa maanpinnantasoa korkeammalla.

Suoalueella pohjaveden painetaso näyttäisi olevan korkeammalla turpeessa ja mahdollisesti kalliossa GA402 alueella. Pohjavesi virtaa todennäköisesti turpeesta ja kallioista kohti niiden välissä olevia paremmin vettä johtavia hiekkä- ja moreenikerroksia.

Deltan hiekkaiset ja soraiset alueet

Tutkimusalueen länsiosassa, lähellä Kitisen jokea olevan havaintoputkiryhmän GA203 (hiekkä/sora), GA305 (moreeni) ja GA405 (kallio) alueella pohjaveden pinnan korkeus vaihtelee selvässä rytmissä vuodenaikojen mukaan. Pohjavedenpinnan taso nousee noin 1,0–1,5 metriä roudan ja lumien sulaessa alueelta ja laskee sen jälkeen tasaisesti syksyyn asti. Syksyllä on havaittavissa



vähäinen pohjaveden pinnan nousu ennen talvella tapahtuvaa vedenpinnan laskua.

Tämän alueen pohjavedenpinnantasotaso on keskimäärin muutamia metrejä maanpinnantasoa alempana. Hiekkaisilla ja soraisilla alueilla on havaittavissa pohjaveden painetaso olevan kalliossa alempana kuin hiekoissa, sorissa ja moreenissa. Näillä alueilla vaikuttaisi siltä, että veden virtaus olisi pintakerroksista kohti kallioperää.

6.2.3.2 Pohjavedenvirtaussuunnat

Liitteissä D ja E on esitetty tutkimusalueelle asennettujen havaintoputkien automaattimittausten havainnot 1.10.2014, pohjavedenpintojen korkeudet sekä niiden perusteella luodut pohjaveden virtaussuunnat samanarvokäyräkartoilla eri maaperämuodostumissa ja kalliossa.

Turpeen pohjavedenpinnan korkeuksista käytettävissä olevan vähäisen tiedon perusteella pohjavedenpinta viettää hieman etelää kohti. Turpeen alhaisen vedenläpäisevyyden ja havaintopisteiden vähyyden vuoksi tätä havaintoa voidaan pitää vain suuntaa antavana.

Sorien, hiekkojen ja moreenien pohjavedenpinnankorkeudet osoittavat pientä horisontaalista virtausta muodostumassa kohti Kitisen jokea idästä ja Kiimakuusikolta kohti etelää.

Kallioperän pintaosan pohjavedenkorkeuksien perusteella horisontaalinen pohjavedenvirtaus kallion rakosysteemissä on yleisesti länteen kohti Kitisen jokea.

Pohjavesien virtaussuunnat eri muodostumissa ovat lähes samat verrattaessa vuoden 2014 aineistoa vuoden 2012 aineistoon.

6.2.3.3 Pohjaveden kemiallinen laatu

Tutkimusalueen pohjaveden kemiallista tilaa on tarkkailtu vuosien 2012...2014 aikana Ahma Ympäristö Oy (aiemmin Lapin Vesitutkimus Oy) toimesta. Pohjavesinäytteistä on analysoitu peruskemian (mm. pH, sähköjohtokyky) lisäksi mm. alkuaineiden pitoisuuksia ja kemiallista laatua.

Analyysituloksia vuosilta 2012...2014 verrattiin GTK:n tutkimusraportissa nro 155: ”Tuhat kaivoa – Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999” esitettyyn rengaskaivojen aineistoon.

Pohjaveden alkuainepitoisuudet

Analyysituloksien perusteella raskasmetallien liukoiset pitoisuudet ylittävät suomalaisten rengaskaivojen keskimääräiset pitoisuudet erityisesti antimonin ($<0,05 - 19 \mu\text{g/l}$), arseenin ($<0,05 - 5,0 \mu\text{g/l}$), kromin ($<0,2 - 13 \mu\text{g/l}$) sekä vanadiinin ($<0,15 - 7,4 \mu\text{g/l}$) osalta pääosin hiekka- ja moreenikerroksista otetuissa pohjavesinäytteissä. Vanadiinin ja arseenin osalta tutkimusalueelta havaitut pitoisuudet mahtuvat kuitenkin Tuhat kaivoa -tutkimuksessa esitettyjen analyysitulosten vaihtelurajoihin. Raskasmetalleiden suuret pitoisuudet heijastavat todennäköisesti alueen kivilajikoostumusta. Todetut suuret antimonin pitoisuudet voivat johtua siitä, että se saattaa liikkua vedessä humuksen kanssa komplekseina.



Pohjaveden fysikaalis-kemiallinen laatu

Pohjavesistä laboratoriossa määritetyt sähkönjohtavuudet havaintoputkissa GA201 (4.4.2012 81 mS/m, 31.5.2012 78 mS/m ja 17.7.2012 67 mS/m) sekä GA202 (4.4.2012 80 mS/m) ylittävät GTK:n Tuhat kaivoa -tutkimuksen rengaskaivoaineiston keskiarvotason. Muissa näytteissä ei todettu viitearvon ylittäviä sähkönjohtavuuksia.

Laboratoriossa tehtyjen määritysten perusteella pH:n vertailuarvo 7,8 (98% kvartaali rengaskaivoaineistossa) ylittyy yleisesti havaintoputkessa GA400 (maksimi 8,6), jonka siiviläosa on kalliolla. Muilta osin tutkimusalueen pohjaveden pH on Suomen pohjavesien tavanomaisen vaihtelun rajoissa.

Laboratoriossa tehtyjen määritysten perusteella pohjavedessä todettiin vertailuaineiston keskimääräisen tason ylittäviä pitoisuuksia fosforia ja typpeä. Myös analysoidut kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) arvot ovat korkeampia kuin Tuhat kaivoa -aineistossa. Ravinteiden ja kemiallisen hapenkulutuksen keskimääräistä korkeammat arvot selittyvät suoveden vertailuaineistoa korkeammalla humus- ja ravinnepitoisuudella (verrattuna rengaskaivojen pohjaveteen).

Veden alkaliniteetti alitti vertailuaineisto keskiarvon lukuun ottamatta vesinäytettä GA204 (23.10.2014 4,1 mmol/L). Laboratoriossa tehtyjen määritysten perusteella vesien sulfaattipitoisuudet alittavat viitearvon lukuun ottamatta tutkimuspisteiden GA201 ja GA202 vuoden 2012 vesinäytteitä. Suurin osa vesinäytteistä alitti nitriittitypen ja ammoniumtypen pitoisuuksien osalta laboratorion analyysimenetelmän määrittämissä rajoissa.

Laboratoriossa tehtyjen määritysten perusteella liukoisen raudan ja raudan kokonaispitoisuudet ylittävät vertailuarvot monikymmenkertaisesti lähes kaikissa näytteissä. Tämä johtuu todennäköisesti alueen kivilajikoostumuksesta.

6.2.3.4 Maakerrosten hydrauliset ominaisuudet

Tutkimusalueen maakerrokset voidaan hydraulisten ominaisuuksiensa mukaan jakaa kolmeen ryhmään: turvekerrokset, sora- ja hiekkakerrokset ja moreeni. Lisäksi peruskallion rakoillut pintaosa on oma hydrogeologinen yksikkönsä, joka osaltaan vaikuttaa pohjaveden virtaukseen maakerroksissa.

Näiden maakerrosten hydraulisia ominaisuuksia tutkittiin 2012 laboratoriotestein ja pohjavesiputkissa tehtyjen Slug-testien avulla. Tarkempi kuvaus tutkimuksista ja niiden tuloksista on esitetty vuoden 2012 raportissa. Alla on esitetty yleistetty kuvaus eri maakerrosten hydraulisista ominaisuuksista perustuen em. raporttiin.

Turvekerrosten vedenjohtavuus ja vedenjohtokyky vaihtelee voimakkaasti, mutta pääsääntöisesti turpeen vedenläpäisevyys on alhainen. Turpeen vedenjohtavuuteen vaikuttavat voimakkaasti turpeen tiiviys ja maatuneisuus.

Vedenläpäisevyyden ja vedenjohtavuuden suurimmat arvot mitattiin sora- ja hiekkakerroksissa.

Moreenin vedenjohtokyky on yleisesti alhaisempi kuin sora- ja hiekkakerrosten, mutta tutkimusalueelta mitatut vedenläpäisevyyden arvot eivät olleet merkittävästi pienempiä kuin sora- ja hiekkakerrosten vastaavat arvot. Tämä johtuu siitä, että toimenpidealueella moreeni on pääsääntöisesti hiekkamoreenia.



7.0 KAIRAREIKIEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Golder Associates Oy selvitti AA Sakatti Mining Oy:n toimeksiannosta Viiankiaavalle kairattujen kairareikien mahdollisia ympäristövaikutuksia syksyllä 2012. Tutkimukseen sisältyi sekä teoreettinen tarkastelu että näytteenottoa, kenttämittauksia ja analyyskejä kairareikien kalliopohjavedestä ja pintavedestä. Tutkimuksesta on laadittu erillinen raportti. Raportin johtopäätösten mukaan syväkairausrei'istä ei aiheudu haittaa Viiankiaavan luontoarvoille kun huolehditaan sitä, että kairarei'istä ei purkaudu kemiallisesti suovedestä poikkeavaa kalliopohjavettä maanpinnalle. Raportissa ei tarkastelu kairaustyön vaikutuksia, josta on laadittu erillinen arvio.

Uutta kallionäytekairaussuunnitelmaa varten AA Sakatti Mining Oy on pyytänyt Golder Associates Oy:tä päivittämään em. raportin johtopäätökset siltä osin kuin se on tarpeellista ottaen huomioon tällä hetkellä suunnitelluista kairauksista olemassa oleva tieto.

Suunniteltu uusi tutkimusalue on merkitty Liitteiden A ja B karttoihin. Kallionäytekairauksia on suunniteltu tehtävän seuraavien kolmen vuoden aikana noin 30...38 kappaletta vuosittain. Kairausten syvyys vaihtelee n. 350 metristä aina noin 950 metriin saakka. Suunnitelluissa kallionäytekairauksissa käytettävät menetelmät ja laitteet ovat pääpiirteissään samanlaisia kuin aikaisemmin toteutetut kairaukset. Maa- ja kallioperään jäävät maaputki ja kallioreikä ovat siten teknisesti samanlaisia kuin aikaisemmat kairareiät.

Karttatarkastelun perusteella suunniteltu tutkimusalue on maaperä- ja pohjavesiolosuhteiden osalta pääpiirteissään samanlaista kuin aikaisemmassa raportissa tarkasteltu alue. Pohjaveden pinta on suoalueella lähellä maanpintaa ja karkearakeisilla mailla muutamia metrejä (2...4 m) maanpinnan alapuolella.

Käytettävissä olevan tiedon perusteella suunnitelluilla kairarei'illä ei tule olemaan merkittäviä vaikutuksia Viiankiaavan luontoarvoihin, kunhan huolehditaan siitä, että kairarei'istä ei purkaudu kemiallisesti suovedestä poikkeavaa kalliopohjavettä maanpinnalle. Mikäli on olemassa mahdollisuus, että kalliopohjavettä purkautuu maanpinnalle rei'istä, on reiät syytä tulpata. Vuoden 2013 raportin johtopäätöksien ja toimenpidesuosituksen voidaan arvioida pätevän myös nyt suunniteltujen kairareikien osalta.



8.0 JOHTOPÄÄTÖKSET

8.1 Pintavesi olosuhteet

Hydrologisesti Viiankiaavan alueella on kolme erillistä valuma-alueita. Toimenpidealue, jossa uusia kallionäytekairauksia on suunniteltu tehtävän, sijaitsee tutkimusalueen valuma-alueella nro 2.

Valuma-alue 2 on suurimmaksi osaksi suoaluetta ja sitä hallitsee suon hydrologia. Suoalueen erottaa Kitisestä sora- ja hiekka muodostuma, joka on myös topografisesti selvästi suoaluetta korkeammalla. Alueella on useita lampia, mutta ne eivät ole yhteydessä toisiinsa. Tästä johtuen veden virtaus alueelta tapahtuu suoveden, pohjaveden ja pintavesien monimutkaisten vuorovaikutuksien kautta kohti kahta veden purkautumiskohtaa, joiden kautta pintavedet purkautuvat Kitisen jokeen.

Oletettavasti Kitisen joen viereisen alueen maaperän hiekat ja sorat ovat hyvin vettä johtavia. Näillä joen viereisillä hiekka- ja sora-alueilla tapahtuu suotautumista, koska pintavaluntaa kohti jokea tapahtuu vähemmän ja suo rajaa aluetta. Pohjavettä purkautuu rantapenkereen lähteistä Kitiseen.

Tähänastisten tutkimuksien perusteelta vaikuttaisi siltä, että pohjaveden virtaukset säännöstelevät tämän valuma-alueen vesitasetta.

8.2 Hydrogeologiset yksiköt

Tutkimusalueelta on tunnistettavissa neljä hydrogeologista yksikköä:

- Turve, jota on tutkimusalueen keski- ja itäosissa. Aapasuo toimii alueen vesivarastona;
- Hiekka ja sora, jota on todettu tutkimusalueen keksi- ja länsiosassa;
- Hiekkainen moreeni, jota on todettu joka puolella tutkimusaluetta;
- Rakoillut kallio, erityisesti sen pintaosa.

8.3 Pohjaveden muodostuminen

Pohjavettä muodostuu keskimäärin toukokuun ja syyskuun välisenä aikana kun maa ei ole roudassa. Eniten pohjavettä muodostuu tutkimusalueen länsiosan suottomilla alueilla. Tutkimusalueen itäosissa ei todettu muodostuvan lainakaan pohjavettä lumipeitteen sulaessa.

Sateesta muodostuvan pohjaveden määrän arvioimiseksi tarvitaan lisää tutkimustietoa alueen pohjavedenpinnankorkeuksista ja sadekertymistä.

8.4 Pohjaveden virtaus

Tutkimusalueen hydrogeologisista yksiköistä luotiin pohjaveden pinnankorkeuden samanarvokäyräkartat, joista nähdään pohjaveden virtaussuunnat ja gradientit.

Turpeen pohjavedenpinnankorkeudet osoittavat, että alueella on vähän horisontaalista virtausta ja pohjavedenpinta viettää hieman etelää kohti. Turpeen alhaisen vedenläpäisevyyden ja havaintopisteiden vähyden vuoksi tätä havaintoa voidaan pitää vain suuntaa antavana.

Sorista, hiekoista ja moreenista mitattujen pohjavedenpinnankorkeuksien perusteella virtaussuunta on näissä muodostumissa lounaaseen, kohti Kitistä.



Kallioperän pinnan pohjavedenkorkeuksien perusteella horisontaalinen pohjavedenvirtaus on yleisesti länteen kohti Kitisen jokea.

Neljän hydrogeologisen yksikön pohjavedenpintojen vertailun perusteella pohjavedenvirtausta tapahtuu tutkimusalueen keski- ja itäosissa kalliosta kohti moreenia, hiekkaa ja soraa. Alueen länsiosissa lumipeitteen sulaessa vettä imeytyy hiekkoihin ja soriin, joista virtausta tapahtuu alas kohti kalliota Kitisen joen lähellä.

Syvemmillä kalliassa olevasta pohjavedestä ei ole käytettävissä tietoa siinä määrin, että virtaussuuntia tai muita hydrogeologisia parametreja voitaisiin arvioida.

8.5 Pohja- ja pintaveden vuorovaikutus

Vertailtaessa vuoden 2012 ja 2014 saman ajanjakson pohjaveden korkeuksien keskiarvoja voidaan todeta pohjavesipintojen laskeneen keskimäärin maanpinnan tasalle tai vähän sen alle. Pohjavesiputkissa GA102 (turve), GA301 (moreeni), GA402 (kallio) ja GA103 (turve) pohjavedenpinta oli edelleen maanpintaa ylempänä.

Eri yksiköiden pohjavedenvirtauksien perusteella tutkimusalueella pohjavesi virtaa kohti Kitisen jokea.

8.6 Pohja- ja pintaveden kemiallinen laatu

Tutkimusalueen pohjaveden kemiallinen laatu poikkeaa jonkin verran GTK:n Tuhat kaivoa -tutkimuksen vertailuaineiston tutkimustuloksista, jotka ylittyvät raskasmetallien liukoisten pitoisuuksien osalta antimonin, arseenin, kromin sekä vanadiinin kohdalla joissakin hiekka- ja moreenikerroksista otetuissa pohjavesinäytteissä. Raskasmetalleiden keskimääräistä korkeammat pitoisuudet johtuvat todennäköisesti alueen kivilajikoostumuksesta.

Laboratoriossa tehtyjen määritysten perusteella vedessä todettiin vertailuaineiston keskimääräisen tason ylittäviä pitoisuuksia fosforia ja typpeä. Myös analysoidut kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat korkeampia kuin Tuhat kaivoa -aineistossa keskimäärin. Ravinteiden ja kemiallisen hapenkulutuksen keskimääräistä korkeammat arvot selittyvät suoveden tyypillisesti korkealla humus- ja ravinnepitoisuudella (verrattuna pohjaveteen rengaskaivoissa).

Eräiden raskasmetallien ja ravinteiden kohonneita pitoisuuksia lukuun ottamatta pohjaveden kemiallinen laatu vastaa suomalaisen pohjaveden keskimääräistä laatua. Kyseiset kohonneet raskasmetallien pitoisuudet johtuvat alueen kallioperän ominaisuuksista ja ravinteiden pitoisuudet heijastelevat suoveden vaikutusta pohjaveteen. Käytettävissä olevissa pohjavesinäytteiden analyysituloksissa ei ole havaittavissa sellaisia poikkeamia, joiden voitaisiin olettaa olevan alueella harjoitetun malminetsinnän aiheuttamia.

Pintavesistä käytettävissä oleva mittaussaineisto rajoittuu vuonna 2011 tehtyihin kenttämittauksiin ja on siten hyvin rajallinen. Näiden kertaluonteisten kenttämittausten perusteella Viiankiaavan purovesien laatu vastaa suomalaisten purovesien keskimääräistä laatua, eikä mittaustuloksissa ole havaittavissa sellaisia poikkeamia, joiden voitaisiin olettaa olevan alueella harjoitetun malminetsinnän aiheuttamia.



8.7 Kairareikien ympäristövaikutukset

Käytettävissä olevien suunnitelmien ja aikaisempien tutkimusten perusteella arvioituna suunniteltujen kallionäytekairausten kairarei'illä ei ole merkittäviä vaikutuksia Viiankiaavan luontoarvoihin kunhan huolehditaan siitä, että kairarei'istä ei purkaudu kemiallisesti suon pintavedestä poikkeavaa kalliopohjavettä.



9.0 LÄHTEET

Pintavesien tutkimuksessa on käytetty seuraavia lähteitä:

- Golder Associates Oy:n kentältä kesäkuussa 2011 keräämä aineisto
- Maanmittauslaitoksen ilmakuvat ja korkeusaineisto
- AA Sakatti Oy:n LIDAR laserkeilausaineisto alueen eteläosasta
- Kemijoki yhtymän virtaama mittausaineisto Matara- ja Kelukosken vesivoimalaitoksilta
- Ilmatieteenlaitoksen mittausaineisto Sodankylän automaattiselta sääasemalta
- Suomen ympäristökeskuksen vuosien 1970-2006 ja 2011-2014 talvien lumensyvyyydet ja roudan paksuudet
- Suomen Suoseuran julkaisu "Mire Systems in Finland – special view to Aapa mires and their water-flow pattern" (Laitinen et al. 2007)

Pohjaveden perustilan ja alueen geologian selvityksessä on käytetty seuraavia lähteitä:

- Alueen geologia, Geologian tutkimuskeskus (GTK) (www.geo.fi/en/index.html);
- Alueen geologia, Maanmittauslaitoksen Paikkatietokkuna (<http://www.paikkatietokkuna.fi/web/en/frontpage>)
- Pohjavesiputkien mittaustieto, Golder Associates 2012 kenttämittaukset
- Laboratorio ja Slug-testitulokset, Golder Associates 2012 tekemät tutkimukset
- Pohjavedenpinnan automaattimittausten tulokset vuosina 2012-2014 (www.ehp-data.com)
- Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja "Keski-Lapin aapasoiden luonto: Sarja A No 145. (Pääkkö E. 2004)
- Geologian tutkimuskeskus "Pohjois-Suomen maaperä" (Johansson, E ja Kujansuu, R. 2005)
- Geologian tutkimuskeskus "Tuhat kaivoa – Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999" tutkimusraportti nro 155: (Lahermo et al. 2002)



GOLDER ASSOCIATES OY


Janne Niinikoski
Ympäristögeologi


Erkki Paatonen
Projektipäällikkö

QA: EPa

FI09825906 (Helsinki, Suomi)

Ruosilankuja 3 E, 00390 Helsinki, Suomi



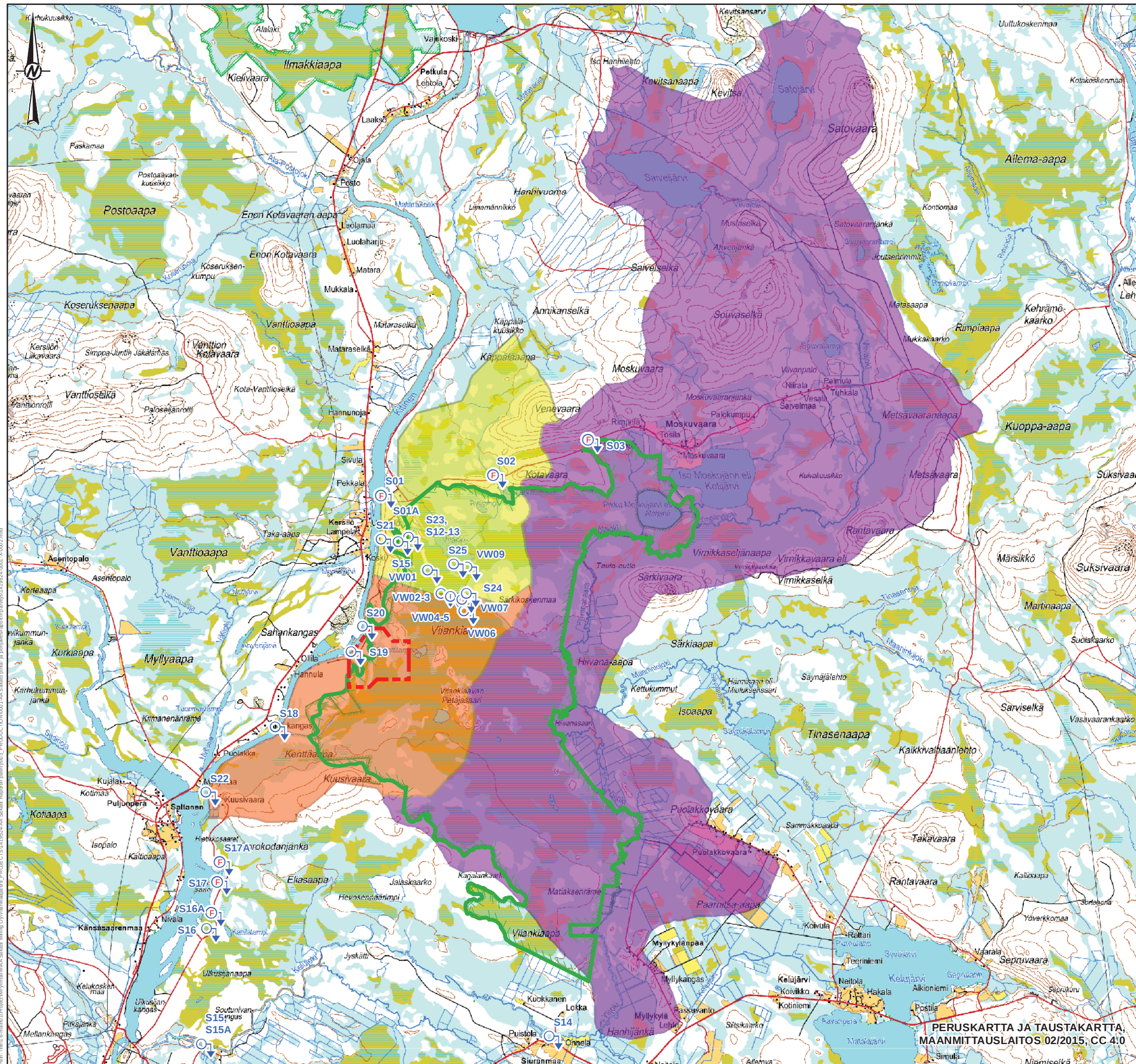
LIITE A

Sijaintikartta ja suunniteltu toimenpidealue



LIITE B

Valuma-alueet ja pintavesien havaintopisteet



INDEKSİKARTTA

MERKINNÄT

- Suunniteltu kairausalue
- Natura-alue
- Valuma-alue 1
- Valuma-alue 2
- Valuma-alue 3
- Virtausmittaus
- Pintavedenpinnan korkeusmittaus

0 21 000 42 000
1:500 000 METERS

0 4 200 8 400
1:100 000 METERS

ASIAKAS
AA SAKATTI MINING OY

PROJEKTI
AA SAKATTI
PINTA- JA POHJAVESIRAPORTIN PÄIVITYS

SISÄLTÖ
VALUMA-ALUEET JA PINTAVESIEN HAVAINTOPISTEET

KONSULTTI

Goldier Associates

PERUSKARTTA JA TAUSTAKARTTA, MAANMITTAUSLAITOS 02/2015, CC 4.0

VVVV-KK-PP	2015-02-05
LAATINUT	LTA
SUUNNITELLUT	LTA
TARKASTANUT	JNI
HYVÄKSYNYT	EPA

PROJEKTI NRO 1419524 DOK.NRO 0001 REV. A PIIR.NRO 2



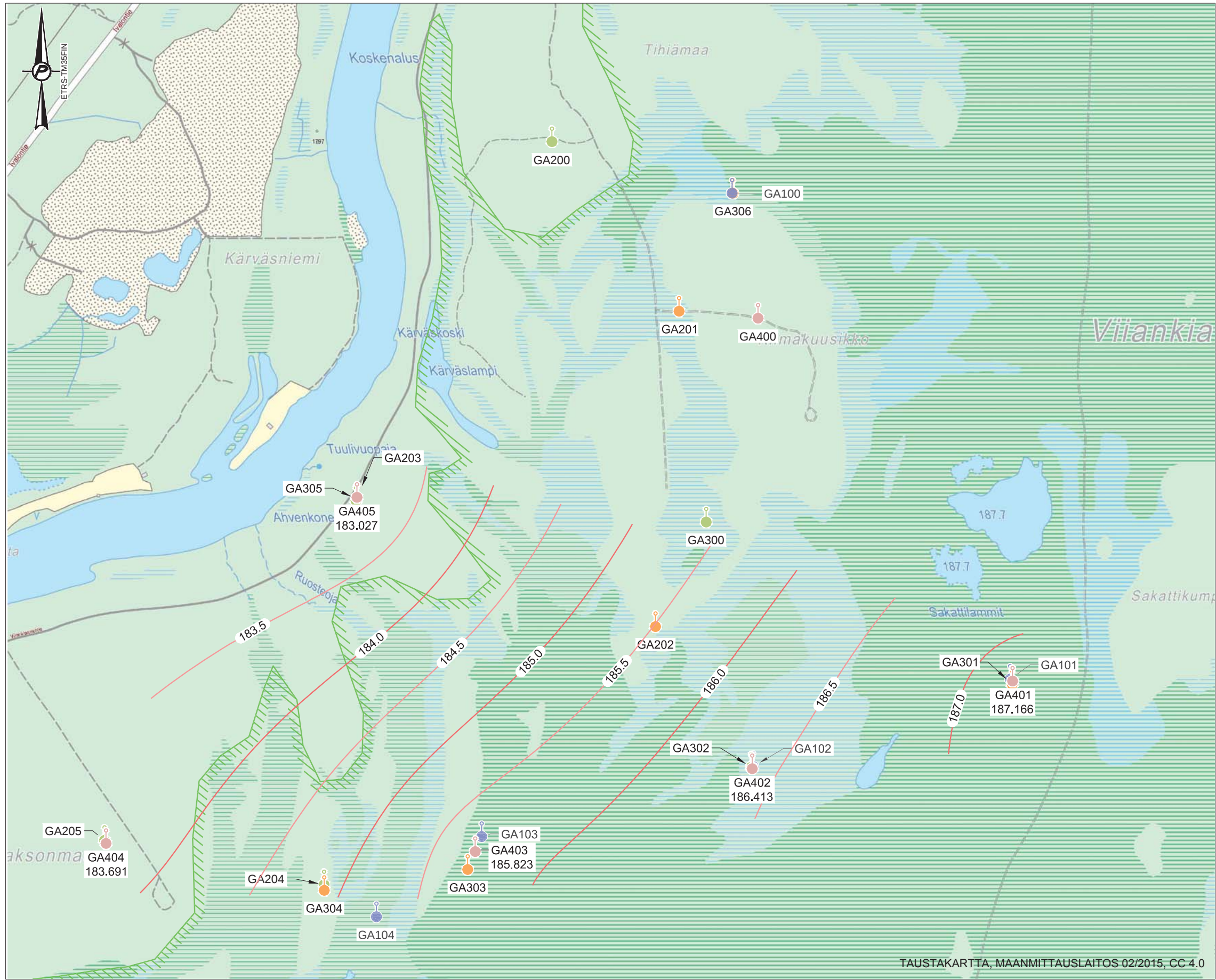
LIITE C

Vääräväri ortokuva



LIITE D

Pohjavedenpinnan korkeustaso kalliossa



- MERKKIEN SELITYS
- POHJAVEDEN HAVAINTOPUTKI HIEKKA/SORA
 - POHJAVEDEN HAVAINTOPUTKI MOREENI
 - POHJAVEDEN HAVAINTOPUTKI TURVE
 - POHJAVEDEN HAVAINTOPUTKI KALLIO
 - NATURA-ALUEEN RAJA

0 250 500
1:10 000 METRIÄ

TAUSTAKARTTA, MAANMITTAUSLAITOS 02/2015, CC 4.0

ASIAKAS
AA SAKATTI MINING OY

KONSULTTI



VVV-KK-PP	2015-02-13
LAATINUT	MPI
SUUNNITELLUT	MPI
TARKASTANUT	LTA
HYVÄKSYNYT	EPA

PROJEKTI
AA SAKATTI
PINTA- JA POHJAVESIRAPORTIN PÄIVITYS

SISÄLTÖ
POHJAVEDENPINNAN KORKEUSTASO 1.10.2014 KALLIO

PROJEKTI NRO 1419524	DOK.NRO 0001	Rev. C	PIIR.NRO 3
-------------------------	-----------------	-----------	---------------

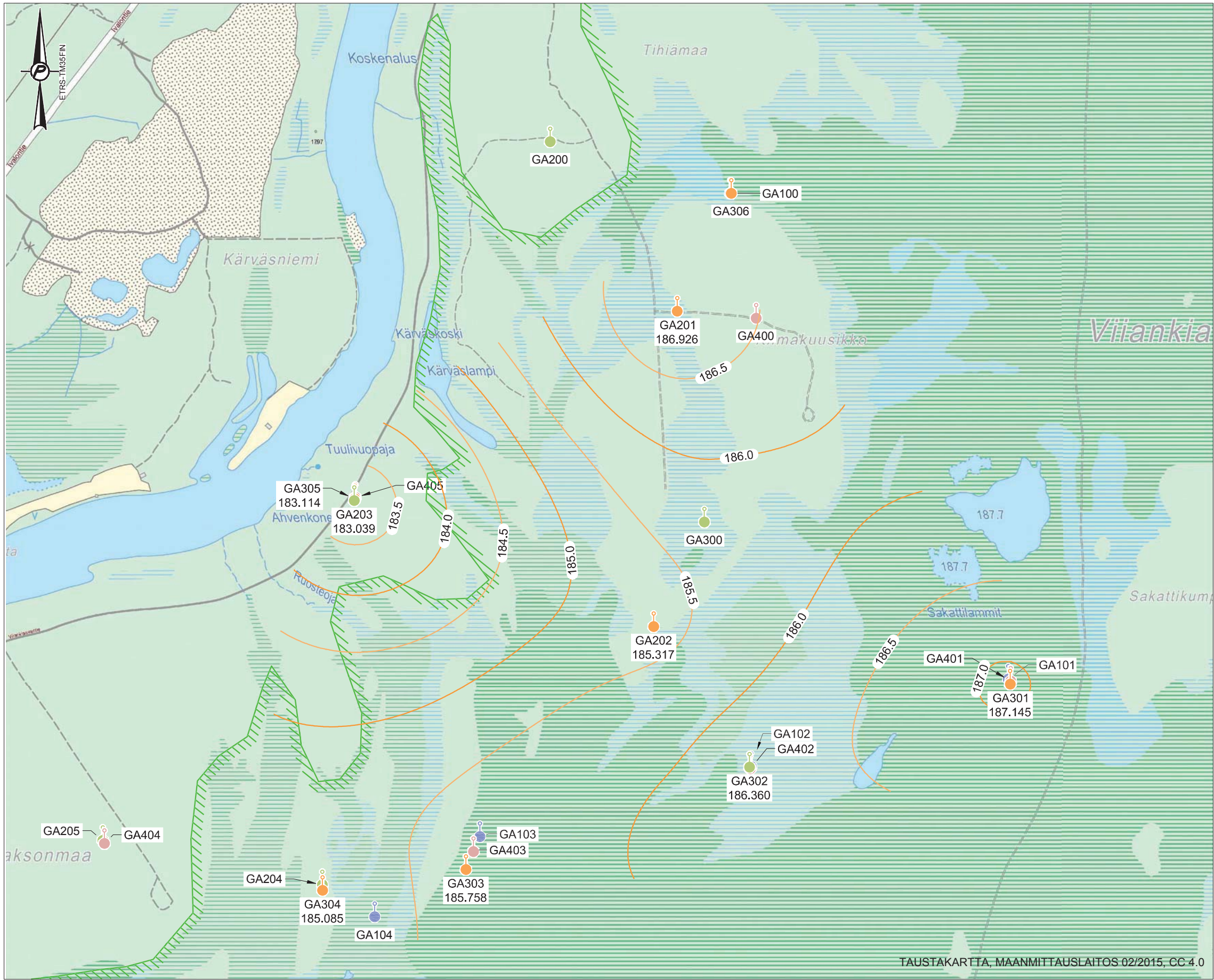


LIITE E

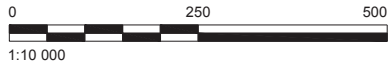
Pohjavedenpinnan korkeustaso hiekassa,
sorassa ja moreenissa

Tiedoston nimi: 1419524_0001-X-0004.dwg

Pohja:



- MERKKIEN SELITYS
- POHJAVEDEN HAVAINTOPUTKI HIEKKA/SORA
 - POHJAVEDEN HAVAINTOPUTKI MOREENI
 - POHJAVEDEN HAVAINTOPUTKI TURVE
 - POHJAVEDEN HAVAINTOPUTKI KALLIO
 - NATURA-ALUEEN RAJA



TAUSTAKARTTA, MAANMITTAUSLAITOS 02/2015, CC 4.0

ASIAKAS
AA SAKATTI MINING OY

KONSULTTI



VVVV-KK-PP	2015-02-13
LAATINUT	MPI
SUUNNITELLUT	MPI
TARKASTANUT	LTA
	EPA

PROJEKTI
AA SAKATTI
PINTA- JA POHJAVESIRAPORTIN PÄIVITYS

**POHJAVEDENPINNAN KORKEUSTASO 1.10.2014 HIEKKA, SORA,
MOREENI**

PROJEKTI NRO 1419524	DOK.NRO 0001	Rev. C	PIIR.NRO 4
-------------------------	-----------------	-----------	---------------

25 mm

Golder Associates pyrkii olemaan arvostetuin geotekniikan ja ympäristöalan palveluihin erikoistunut, maailmanlaajuinen yritysryhmä.

Golder Associates on ollut työntekijöidensä omistuksessa vuoden 1960 perustamisestaan lähtien. Olemme luoneet ainutlaatuisen yrityskulttuurin, jossa työntekijät ovat ylpeitä osuudestaan, mikä heijastuu toiminnassamme pitkäaikaisena rakenteellisena vakautena.

Golderin ammattilaiset työskentelevät tiiviissä yhteistyössä asiakkaidemme kanssa ymmärtääkseen asiakkaidemme tarpeet sekä heidän toimialojensa ja toimintaympäristöjensä erikoispiirteet.

Olemme kasvattaneet toimintaamme tasaisesti. Yrityksellämme on tällä hetkellä toimipisteitä Afrikassa, Aasiassa, Australiassa, Euroopassa sekä Pohjois- ja Etelä-Amerikassa.

Afrikka	+ 27 11 254 4800
Pohjois-Amerikka	+ 1 800 275 3281
Etelä-Amerikka	+ 55 21 3095 9500
Aasia	+ 852 2562 3658
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

