

Vastaanottaja

Oulun kaupunki
Erkki Martikainen

Asiakirjatyyppi

Selvitys

Päivämäärä

29.03.2019

OULUN KAUPUNKI

SARVIKANKAAN ASEMAKAAVAN

LAATIMISEEN LIITTYVÄ

SULFIDIMAASELVITYS



**OULUN KAUPUNKI
SARVIKANKAAN ASEMAKAAVAN LAATIMISEEN LIITTYVÄ
SULFIDIMAASELVITYS**

Projekti **Hiukkavaaran Sarvikankaan asemakaavavaiheen yleissuunnittelu –
hulevedet ja sulfidimaat**

Projekti nro **1510043288-003**

Versio **01**

Päivämäärä **29.3.2019**

Laatija **Enni Suonperä, Ramboll Finland Oy**

Tarkastaja **Sari Suvanto, Ramboll Finland Oy**

Hyväksyjä **Erkki Martikainen, Oulun kaupunki**

Kuvaus **Hiukkavaaran Sarvikankaan asemakaavavaiheen yleissuunnitteluun liittyvä
sulfidimaaselvitys**

Ramboll
Vaasantie 6 A, 3. krs
67100 KOKKOLA

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	2
2.	Happamat sulfaattimaat	3
2.1	Tausta	3
2.2	Luokittelu	4
2.3	Tunnistaminen	5
2.3.1	Kenttähavainnot	5
2.3.2	Laboratoriotutkimukset	6
2.4	Mahdolliset vaikutukset	7
2.4.1	Vesistövaikutukset	7
2.4.2	Korroosio	8
3.	Tutkimussuunnittelu ja näytteenotto	8
4.	Tulokset	10
4.1	Maaperäolosuhteet	10
4.1.1	Pohjavesi	11
4.2	Analyysitulokset	11
4.2.1	pH ja kokonaisrikkipitoisuus	11
4.2.2	Puskurikapasiteetti	12
5.	Tulosten yhteenveto ja tunnistetut sulfidimaat	13
6.	Johtopäätökset	13
7.	Lyhenteet	13
8.	Kirjallisuusviitteet	14

LIITTEET

Liite 1

Tutkimusohjelma

Liite 2

Näytteenotto-ohje

Liite 3

Kenttähavainnot

Liite 4

Tutkimustulosten yhteenveto

Liite 5

Karttaesitys tutkimustuloksista

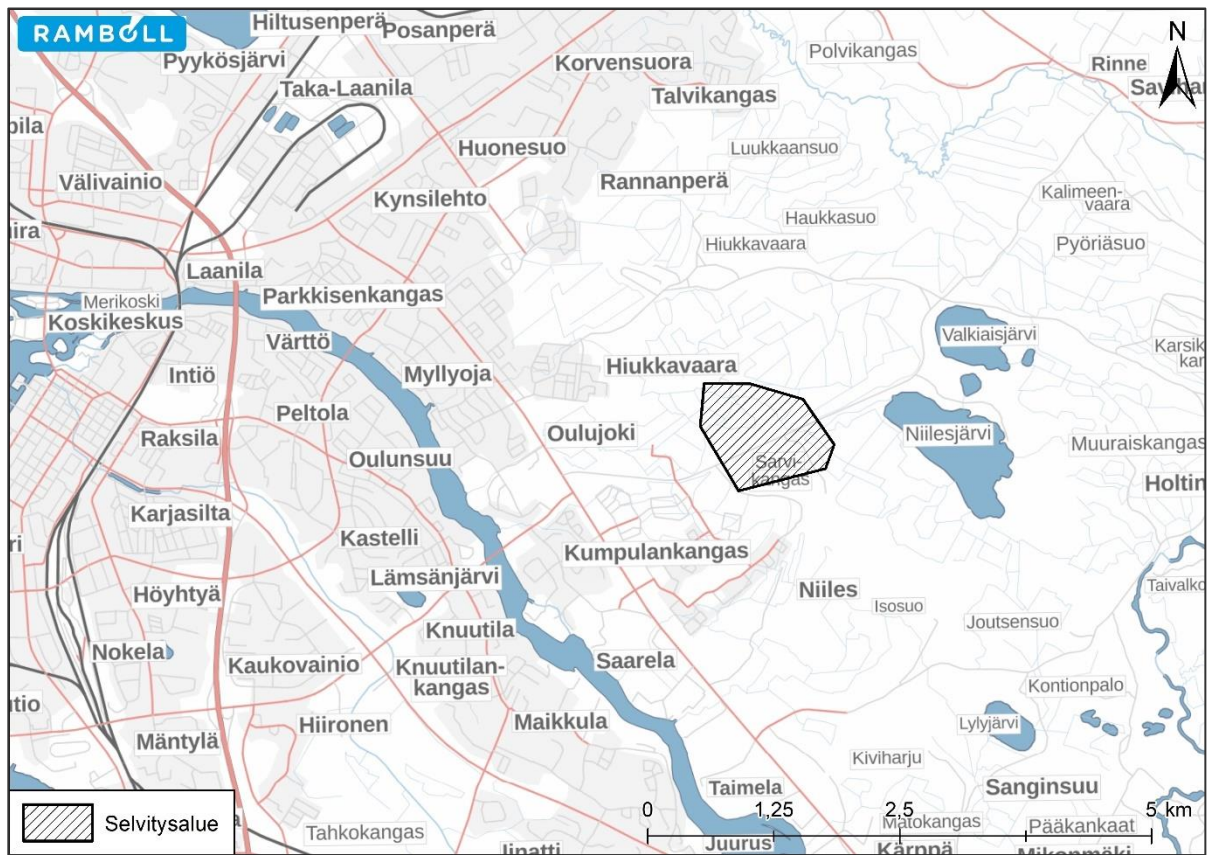
Liite 6

Tutkimustodistukset

1. JOHDANTO

Työn lähtökohtana oli selvittää, esiintyykö Sarvikankaan asemakaavan suunnittelualueella todellisia tai potentiaalisia happamia sulfaattimaita. Sulfidimaaselvitystä varten yhteensä viidestä tutkimuspisteestä otettiin näytteitä tutkimusohjelman ja näytteenotto-ohjeen mukaisesti. Tutkimuspisteet sijoitettiin aiempien pohjatutkimusten ja muun olemassa olevan lähtötiedon perusteella todennäköisimmille happamien sulfaattimaiden esiintymisalueille siten, että näytteenotolla voitiin saada kattava käsitys koko suunnittelualueen maaperän tilasta. Tässä raportissa on esitetty kootusti sulfidimaaselvityksen tulokset. Tutkimuskohteen sijainti on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 1-1).

Oulun Hiukkavaaran kaupunginosaan Sarvikankaan alueelle on käynnistymässä asemakaavan laatiminen. Alue sijaitsee Hiukkavaaran keskuksen koillispuolella ja sinne on sijoittumassa pääosin pientalovaltaista asumista. Asemakaavoitettavan alueen pinta-ala on noin 100 hehtaaria, josta asuinrakentamiseen soveltuvaa aluetta on noin 37 ha.



Kuva 1-1. Sarvikankaan selvitysalueen sijainti Oulun kaupungissa. Selkokartta © MML 2019.

Sulfaatti- ja sulfidimaat tulee huomioida alueiden rakentamista suunniteltaessa niiden happamoittavan vaikutuksen vuoksi. Hapan vesi liuottaa maa-aineksesta metalleja, jotka voivat aiheuttaa haittaa ympäristölle, erityisesti kaloille.

Työ on tehty Oulun kaupungin toimeksiannosta, jossa yhteyshenkilönä on toiminut Erkki Martikainen. Sulfidimaaselvitys on laadittu Ramboll Finland Oy:ssä, jossa työstä ovat vastanneet:

Projektipäällikkö	DI Sari Suvanto
Tutkimusohjelma ja sulfidimaaselvitys	FM Enni Suonperä
Näytteenotto	FM Anne Jokiniemi
Laboratoriotyöt	FM Tuomas Suikkanen

2. HAPPAMAT SULFAATTIMAAT

2.1 TAUSTA

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkiä sisältäviä sedimenttejä, joista vapautuu hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin. Happamoitumisen seurauksena liukenee maaperästä myös haitallisia metalleja (esim. Al, Cd, Co, Cu, Ni, Zn, U), jotka kulkeutuvat edelleen vesistöihin. Maaperän happamoitumiseen on syynä juuri rautasulfidien hapettuminen sedimenttien joutuessa pohjavedenpinnan yläpuolelle maankohoamisen ja maankäyttöön liittyvän kuivatustoiminnan seurauksena. Hapettumisen seurauksena sulfideista muodostuu maaperässä rikkihappoa, joka alentaa maan pH-tasoa.

Rikkiä sisältävät sedimentit ovat pääasiassa veteen kerrostuneita sedimenttejä, jotka ovat syntyneet ympäristössä, jossa sulfaattipitoiseen veteen, pääasiassa meriveteen, on kerrostunut orgaanista ainesta ja sekoittunut mantereelta kulkeutuneita sedimenttien rautaoksidaa. Hapettomissa olosuhteissa bakteerit hajottavat orgaanista ainesta pohjan sedimentissä pelkistäen sulfaatin sulfidiksi, joka saostuu edelleen raudan kanssa rautasulfideiksi (Boman, et al., 2008).

Sulfidisedimentit ovat tyypillisesti liejuista silttiä tai savea ja esiintyvät rannikkoseudun alavilla mailla. Ne ovat usein väriltään mustia tai tumman harmaita. Paikoin rikkiä saattaa esiintyä kuitenkin haitallisia määriä myös karkeammassa maalajissa kuten hiekassa ja hiekkaisessa siltissä. Näille maalajeille on tyypillistä heikko puskurikyky happamoitumista vastaan, jolloin jo pienikin määrä hapettuvaa sulfidia voi alentaa maaperän pH:ta voimakkaasti.

Suomessa sulfidisedimentit ovat kerrostuneet pääasiassa viime jääkauden jälkeisten meri- ja järvivaiheiden aikana ja esiintymien arvioidaan olevan Euroopan laajimmat. Ongelmallisimpia ovat Litorina-merivaiheessa ja sen jälkeen kerrostuneet sedimentit, koska tällöin ympäristöolot ovat olleet suotuisimmat rikkiä sisältävien kerrostumien muodostumiselle. Litorina-meri on ulottunut noin 9 800 vuotta sitten ylimmillään Perämeren seudulla yli 100 metrin, Pohjanmaalla hieman alle 100 metrin ja Etelä-Suomessa noin 50 metrin korkeudelle nykyisen merenpinnan yläpuolelle.

Kuivana ajanjaksona happamoitumisen seurauksena liuenneet happosulfaatit ja metallit pidättäytyvät maaperään. Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet huuhtoutuvat vesistöihin ja valumien pH voi olla alle 3. Herkimmät kalat voivat kuolla, jos vesistön pH laskee tason 5,5 alle. Happaman veden liuottama alumiini saostuu vesistöissä kalan kiduksissa aiheuttaen kalojen tukehtumista.

2.2 LUOKITTELU

Happamalla sulfaattimaalla tarkoitetaan sulfidirikkipitoista maaperää, jossa on sekä hapettunut hapan maakerros, että hapettumaton sulfidirikkipitoinen maakerros, tai vain toinen näistä. Maaperä määritellään happamaksi sulfaattimaaksi maastohavaintojen ja laboratorioanalyysien perusteella, mikäli vähintään yksi seuraavista kriteereistä täyttyy:

- pH < 4,0 mineraalimaassa tai liejussa sulfidien hapettumisen seurauksena; ja/tai
- näytteen pH inkubaation (hapettunut kosteana 9–19 viikkoa huoneenlämmössä) jälkeen on pH < 4,0

Happamat sulfaattimaat ovat yleisesti liejuisia ja hienorakeisia maalajeja (savi ja siltti), mutta myös karkearakeiset maalajit (silttinen hiekka ja hiekka), joissa kokonaisrikkipitoisuus on alhainen (< 0,2 %, jopa 0,01%) voivat hapettuessaan tuottaa happamuutta huonon puskurikapasiteetin takia (Nieminen, et al., 2016).

Happamat sulfaattimaat voidaan luokitella kahteen ryhmään: 1. Todelliset happamat sulfaattimaat (THS) ja 2. Potentiaaliset happamat sulfaattimaat (PHS).

1. Todellinen hapan sulfaattimaa (THS)

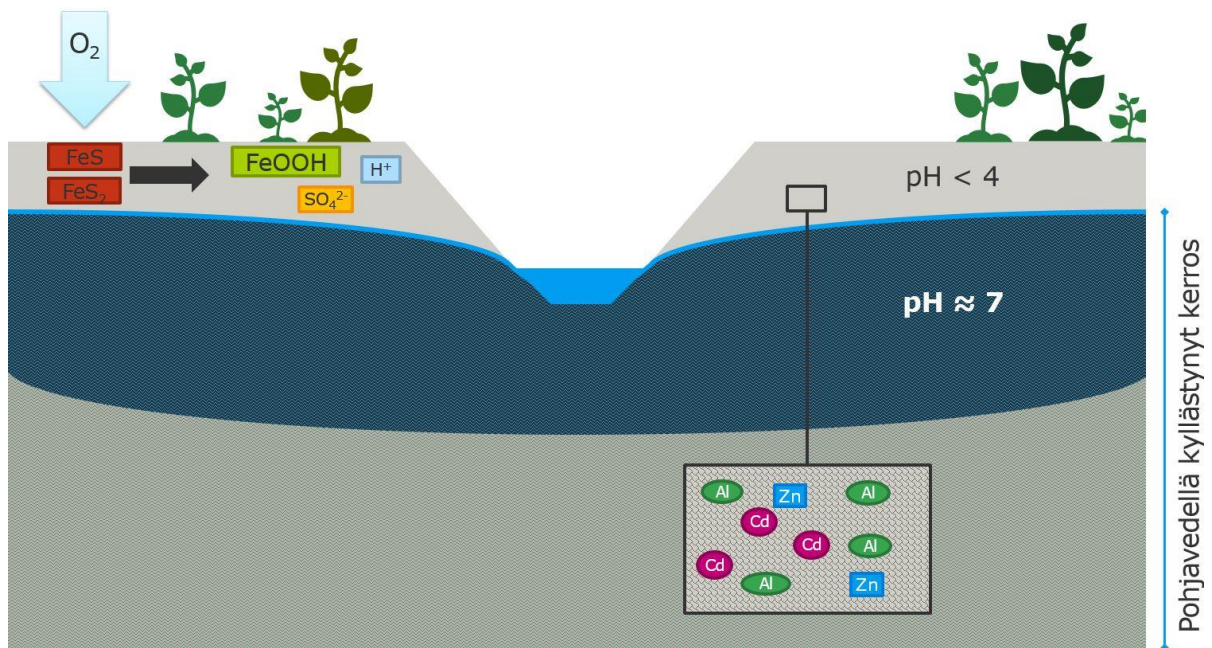
- pH < 4,0 maastossa suoraan näytteestä mitattuna hapettuneessa mineraalimaassa tai liejuissa (ei turpeessa) sulfidien hapettumisen seurauksena.
- mikäli savi-/silttinäytteen maastossa mitattu pH on 4,0 - 4,4 eikä alemmasta maakerroksesta ole tehty sulfidisavihavaintoja, jatkotutkimukset ovat tarpeen. Jatkotutkimuksissa tehdään esimerkiksi pH:n määrittäminen inkuboidusta näytteestä (vetyperoksidihapetus) ja/tai kokonaisrikkipitoisuusmäärittäminen.

Happaman maakerroksen ja sulfidirikkipitoisen maakerroksen välillä on tyypillisesti kapea vaihtumisvyöhyke (noin 0 - 50 cm) missä pH:n vaihtelu voi olla erittäin suurta (noin 4,0 - 7,0).

2. Potentiaalinen hapan sulfaattimaa (PHS)

Potentiaalisella happamalla sulfaattimaalla tarkoitetaan sulfidirikkipitoista maaperää, jolla on potentiaalia muuttua todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi, mikäli maaperä pääsee hapettumaan. Sulfidirikkipitoisen maakerroksen pääpiirteet ovat:

- rikki esiintyy sulfidimuodossa (pelkistyneenä, ei hapettuneena)
- yleensä pH > 6.0
- rikin pitoisuus, $S_{\text{tot}} \geq 0,2 \%$
- inkuboidun näytteen pH < 4,0 (vetyperoksidihapetettuna) ja pH:n muutos on yli 0,5 yksikköä verrattuna maastossa mitattuun pH-tulokseen



Kuva 2-1. Ylin harmaa maakerros kuvaa jo hapettuneessa tilassa olevaa hapanta sulfaattimaata, joka on vallitsevan pohjavesipinnan yläpuolella. Musta kerros kuvaa pelkistyneessä tilassa pohjavesipinnan alapuolella olevaa sulfidimaata. Sulfidimaahan on sitoutuneena metalleja, jotka hapettuneessa sulfaattimaassa pääsevät liukenemaan ja kulkeutumaan vesistöön.

2.3 TUNNISTAMINEN

Tässä luvussa on kuvattu tässä selvityksessä käytettyjä tunnistusmenetelmiä. Myös muita menetelmiä on kehitetty, mutta ne ovat vähemmän käytettyjä, eikä niitä ole tässä tarkemmin kuvattu.

2.3.1 Kenttähavainnot

pH-mittaus

Maaperän pH mittaus on yksi tärkeimmistä happamien sulfaattimaiden tunnistusmenetelmistä. Eri syvyydeltä tehdyn pH mittauksen avulla voidaan maaperästä määrittää syvyysuuntainen profiili, jonka perusteella voidaan arvioida pintamaan hapettumista. Happamien sulfaattimaiden tapauksessa hapettuneen pintamaan pH laskee yleensä alle 4, jolloin kyseessä on todellinen hapan sulfaattimaa (THS).

Pohjavedenpinnan taso

Pohjaveden pinnan korkeus (tai sen painetaso) sekä kuivatustaso ovat hyödyllisiä tietoja happamien sulfaattimaiden kartoituksessa ja sitä voidaan käyttää apuna yhdessä silmämääräisen tarkastelun kanssa. Pohjaveden pinnan alapuolella huokostilavuuden ollessa veden täyttämä vallitsee hapettomat olosuhteet, jotka estävät sulfidimineraalien hapettumisen.

Silmämääräinen maalajin arviointi

Happamien sulfaattimaiden ja erityisesti sulfidisavien tunnistamiseen on useasti käytetty kentällä tehtävää silmämääräistä arviointia maalajin ja maaperän värin avulla. Sulfidisavet ovat usein mustia, mikä helpottaa niiden visuaalista tunnistamista. Visuaalinen tarkastelu on hyvä apukeino happamien sulfaattimaiden tunnistamisessa, mutta sitä ei tule käyttää ainoana tutkimusmenetelmänä.

2.3.2 Laboratoriotutkimukset

Kokonaisriikki

Maaperän kokonaisrikkipitoisuutta on käytetty sulfidipitoisten maiden tunnistamiseen ja mahdollisen hapontuoton arviointiin laajalti. Kokonaisrikkipitoisuus antaa hyvän kuvan maaperän happamoitumispotentialista. Suomessa yli 0,2 m-% kokonaisrikkipitoisuutta on pidetty rajana happamille sulfaattimaille, mutta karkeampien maalajien yhteydessä jo pienemmät rikkipitoisuudet voivat laskea pH:n hyvinkin matalaksi maaperän heikon puskurikyvyn vuoksi. Kokonaisriikki määritetään yleensä polttomenetelmällä esim. LECO uunissa tai kuningasvesiuutto-liuoksesta ICP:llä (esim. SFS-EN ISO 11885).

Inkubaatio pH

pH-inkubaation perusteella voidaan tunnistaa sulfaattimaa ja arvioida sekä ennustaa maaperässä tapahtuvaa happamoitumista. Inkubaatio vastaa kutakuinkin maaperässä luonnossa hapettumisen aikana tapahtuvaa pH-muutosta, ottaen huomioon maaperän luonnollisen puskurikapasiteetin. Inkubaation perusteella ei kuitenkaan voida arvioida suoraan maaperästä lähtevän happamuuskuormituksen määrää.

Inkubaatiossa maaperänäytteiden annetaan hapettua huoneilmassa 9 – 19 viikon ajan (tavallisesti 10 viikkoa). Näytteet pidetään inkubaation ajan ”luonnonkosteina”. Näytteen pH mitataan alkutilanteessa ja hapetusjakson jälkeen. Inkubaation kesto on joko:

- I. Kunnes pH on < 4 ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä maastossa mitattuun pH-arvoon verrattaessa ja/tai
- II. kunnes pH (< 4) stabiloituu vähintään yhdeksän viikon ja korkeintaan 19 viikon jälkeen

Mikäli näytteen pH on yhdeksän viikon inkubaation jälkeen yli 6,5, voidaan todeta, että näytteessä ei esiinny merkittävästi sulfideja ja inkubaatio voidaan lopettaa. Mikäli näytteen pH on 9 viikon inkubaation jälkeen välillä 4,0 - 6,5, jatketaan inkubaatiota vielä 10 viikkoa. Mikäli tämän jälkeen näytteen pH on < 4, voidaan näytteessä todeta esiintyvän sulfideja ja maaperä luokitella sulfaattimaaksi.

NAG-pH ja nettohapontuotto

NAG-pH:n mittausta tehdään vetyperoksidilla hapetetusta maaperänäytteestä. Vetyperoksidin avulla maaperän hapettumista voidaan nopeuttaa verrattuna luonnolliseen hapettumiseen (vrt. inkubointi). Vetyperoksidihapetus voidaan tehdä joko kertalisäyksenä tai useampana eri lisäyksenä, joiden välissä näytettä keitetään 2 tuntia. Hapetuksen jälkeen jäädytetystä näytteestä mitataan hapetetun näytteen pH (NAG-pH). Suomessa happaman sulfaattimaan rajana on yleisesti käytetty pH-tasoa 4,5. Jos näytteen pH on laskenut alle raja-arvon, on näyte happoa tuottavaa. NAG-pH:n avulla voidaan arvioida maaperän happamoitumisesta aiheutuvaa riskiä.

NAG-pH määrittämisen etuna on luonnollista hapettumista nopeampi hapettumisreaktio, joka on eduksi kaikissa rakennusprojekteissa, joissa aikataulut ovat yleensä tiukat eikä esimerkiksi 9-19 viikon inkubointiin ole aikaa. Vetyperoksidihapetus on yleensä luonnonolosuhteita voimakkaampi reaktio, jonka vuoksi NAG-pH arvo yleensä kuvaa ääritapausta, jossa lähes kaikki maaperässä oleva rikki pääsee hapettumaan. Luonnonolosuhteissa hapettuminen ei välttämättä ole näin täydellistä ja hapettuneen maaperän pH voi jäädä korkeammaksi kuin NAG-pH. Tämän vuoksi NAG-pH määrittämistä ei suositella käytettäväksi ainoana menetelmänä sulfaattimaiden aiheuttaman happamoitumisriskin arvioinnissa.

Nettophaponuotto määritetään hapetetusta näytteestä titraamalla pH arvoon 4,5 ja laskemalla titrauskulutuksesta hapontuotto. Nettophaponuoton avulla voidaan arvioida maaperän

happamoitumisesta aiheutuvaa riskiä. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2-1) on esitetty nettohapontuoton avulla tehtävä hapontuottopotentiaalin arviointi.

Taulukko 2-1. NAG-pH:n ja nettohapontuoton avulla tehtävä hapontuottopotentiaalin arviointi (GTK, 2015).

NAG-pH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)	Näytteen hapontuottopotentiaali
4,5	0	Ei happoa tuottava
alle 4,5	0 – 5	Potentiaalisesti happoa tuottavaa, alhainen kapasiteetti
alle 4,5	yli 5	Potentiaalisesti happoa tuottavaa

Maalajimäärittäminen

Pelkän maalajin perusteella ei voida arvioida onko maaperä hapanta sulfaattimaata vai ei. Maalajimäärittäminen antaa kuitenkin happamien sulfaattimaiden osalta tärkeää tietoa maaperän puskurikapasiteetista ja hapettumisnopeudesta. Karkeampirakeisilla maalajeilla vedenläpäisevyys on suurta, jolloin huuhtoutuva vesi pääsee leviämään maaperässä nopeasti ja pH voi laskea jo pienillä rikkipitoisuuksilla alhaisiksi olemattoman puskurikapasiteetin vuoksi. Riskinarviointia varten maaperän vedenläpäisevyyttä voidaan arvioida maaperän rakeisuuden perusteella. Maaperän tarkempi vedenläpäisevyys voidaan tarvittaessa todentaa erillisellä laboratoriotutkimuksella.

Vesipitoisuus ja hehkutushäviö

Hehkutushäviön avulla saadaan määritettyä näytteen sisältämän palavan aineksen osuus. Happamien sulfaattimaiden osalta hehkutushäviön avulla voidaan arvioida maaperän puskurikapasiteettia, koska humuksella on tunnetusti pH:ta puskuroivia ominaisuuksia.

Rikkipitoiselle happamalle sulfaattimaalle on havaittu olevan ominaista myös korkea vesipitoisuus. Vesipitoisuus ei yksinään kerro maaperän rikkipitoisuudesta, koska myös humuspitoisuus ja rakeisuus vaikuttavat siihen suuresti, mutta se voi olla yksi indikaattori korkealle rikkipitoisuudelle.

2.4 MAHDOLLISET VAIKUTUKSET

2.4.1 Vesistövaikutukset

Happamilta sulfaattimailta syntyvä valumavesi sisältää yleensä runsaasti sulfidimineraalien hapettumisesta peräisin olevia sulfaatteja sekä liukoisia metalleja, jotka nostavat veden sähkönjohtavuutta. Happamista sulfaattimaista on Suomessa arvioitu huuhtoutuvan vesistöihin jopa enemmän haitallisia metalleja, kuten mangaania, sinkkiä, alumiinia, kuin yhteensä kaikista Suomen teollisuuden jätevesistä (Sutela, et al., 2012; Sundström, et al., 2002). Veden happamuuden laskiessa alle 5,5 voidaan vesistön happamuustilaa pitää kriittisenä.

Vesielistöille ja useimmille kalalajeille erityisen haitallisia vaikutuksia syntyy silloin, jos happamia sulfaattimaiden esiintymisalueilla tehdään maankäsittelyä, esimerkiksi ojitusta, kuivan kauden aikana. Kuivan kauden jälkeen esimerkiksi syysateiden aiheuttama runsas huuhtoutuminen aiheuttaa happaman ja metallirikkaan pulssin vastaanottavaan vesistöön. Hapan pulssi voi aiheuttaa laajoja kalakuolemia, joita on raportoitu rannikkoalueiden vesistöissä ympäri Suomen. Veden laadun seurannassa on tärkeää huomioida vuositasolla mitatut alimmat pH-tasot, eikä seurata pelkästään veden keskimääräistä pH:ta.

Happamien sulfaattimaiden synnyttämä happaman valunnan vaikutus on erityisen voimakasta pahimpien sulfaattimaa-alueiden pienissä puroissa ja joissa, joissa veden virtaus on hidasta. Hitaan

virtaaman vuoksi pienten purojen veden pH voi pysyä matalana pitkään, toisin kuin isommissa joissa, joissa happamuus pääsee laimenemaan suureen vesimäärään. Happamissa vesissä sekä eliöstön että kasvillisuuden monimuotoisuus vähenee voimakkaasti, koska harvat lajit pystyvät elämään ja lisääntymään happamoituneissa vesissä.

2.4.2 Korroosio

Todellinen hapan sulfaattimaa (THS) on hapettunut ympäristö, jonka pH on laskenut hapettumisen myötä alle 4,0. Hapan ympäristö lisää merkittävästi korroosionopeutta useilla metalleilla – myös teräksillä. Todellisilla happamilla sulfaattimailla maanalaisten rakenteiden korroosio aiheutuukin suurelta osin matalan pH:n ja paikallisten happikonsentraatioerojen seurauksena. Korroosionopeutta lisää sähköjohtavuus, jonka edellytyksiä ovat riittävä vesipitoisuus ja liukoisten ionien määrä.

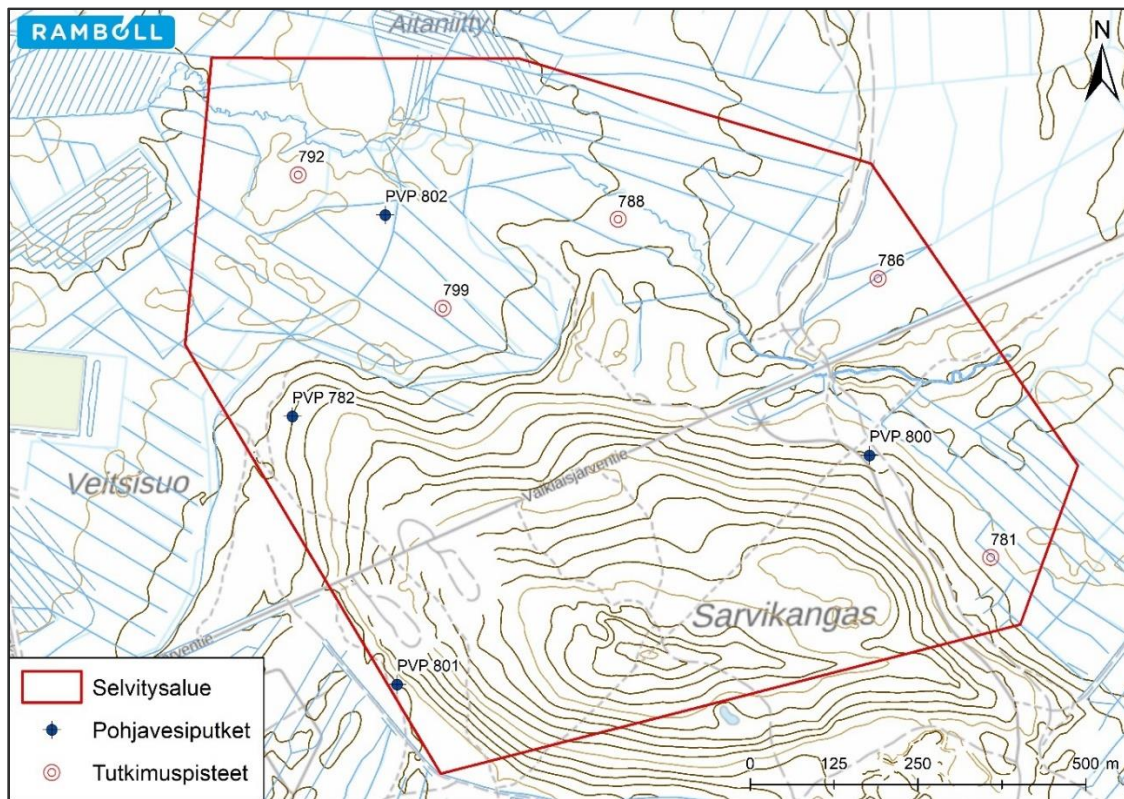
Potentiaalinen hapan sulfaattimaa (PHS) on anaerobisessa tilassa oleva, happamuudeltaan neutraali, rikkipitoinen ympäristö, joka hapettuessaan tuottaa rikkihappoa muuttuen todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi. Korroosioympäristönä potentiaalisesti hapan sulfaattimaa on ongelmallinen metalleilla etenkin teräkselle sulfaatinpelkistäjäbakteerien mahdollisen vaikutuksen vuoksi. SRB mikrobit käyttävät hengittämiseen hapen sijaan sulfaattia tuottaen muun muassa sulfideja ja rikkivetyä (H_2S), vettä ja hiilidioksidia. Raudan ja orgaanisen aineksen läsnäolo (myös ihmisen rakentamat teräsrakenteet) lisäävät SRB mikrobien aktiivisuutta.

Kahden erilaisen korroosioympäristön rajavyöhyke on yleisesti ottaen voimakkaammin syövyttävä kuin kumpikaan korroosioympäristö yksin. Veden pinnan muutokset rajavyöhykkeellä voivat aiheuttaa aikaisempaa syövyttävämmät olosuhteet mm. hapontuoton sekä elektrolyyssiveden läsnäolon seurauksesta.

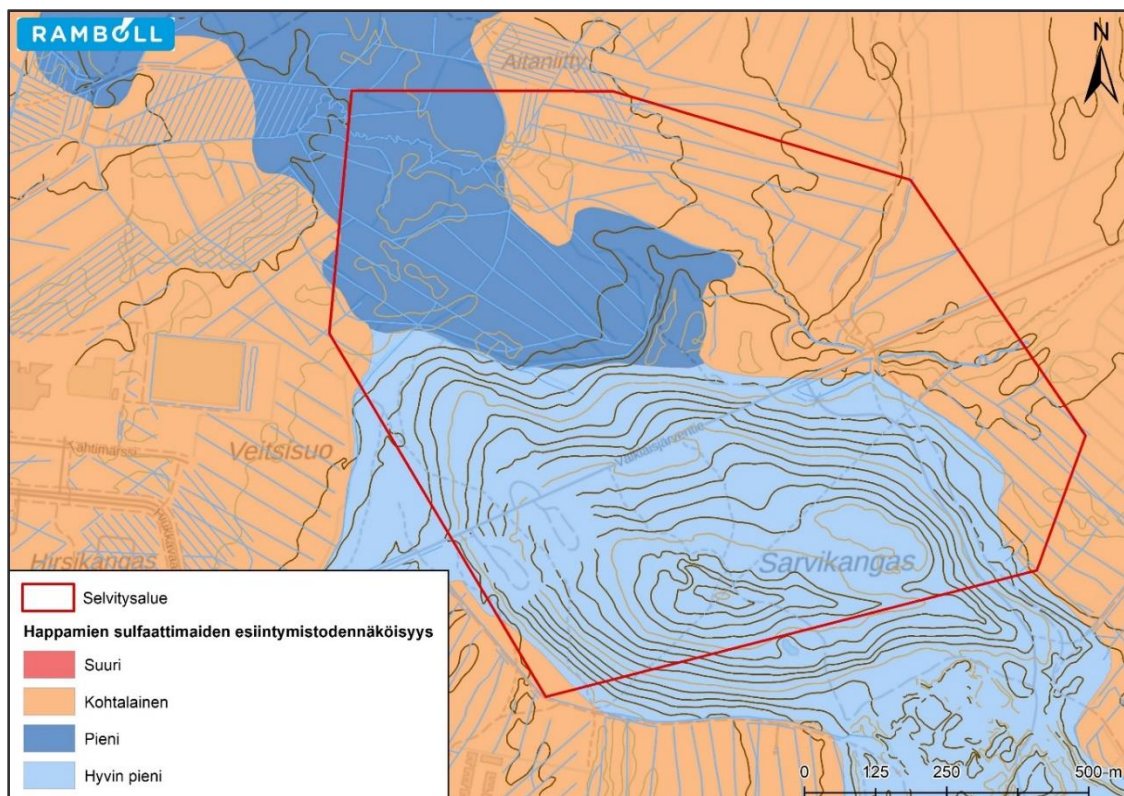
3. TUTKIMUSSUUNNITTELU JA NÄYTTEENOTTO

Sarvikankaan uuden asemakaava-alueen sulfidimaaselvityksen tutkimussuunnittelu yhteensovitettiin pohjatutkimusohjelman kanssa. Sulfidimaaselvitykseen valittavien pohjatutkimuspisteiden valinta tehtiin pohjautuen alueelta olemassa olevaan tietoon maaperän laadusta ja happamien sulfaattimaiden mahdollisesta esiintymisestä. Oleellimmat tietolähteet olivat alueen aiemmat pohjatutkimustulokset, sekä Geologian tutkimuskeskuksen tiedot maaperän laadusta.

Sarvikankaan uuden asemakaava-alueen sulfidimaaselvityksen näytteenotto suoritettiin kairamenetelmällä 13.2.2019. Näytteenotto suoritettiin yhteensä viidestä tutkimuspisteestä (781, 786, 788, 792, 799), joista osanäytteitä otettiin näytteenotto-ohjeen mukaisesti 40 kpl. Näytteitä otettiin 0,5 m välein 4,0 m määräsyyvyteen saakka. Tutkimusohjelma on esitetty liitteessä 1, näytteenotto-ohje liitteessä 2 ja yhteenveto kenttähavainnoista liitteessä 3.



Kuva 3-1. Sulfidimaaselvityksen tutkimuspisteiden sijainti, sekä selvitysalueella sijaitsevan pohjavesiputket. Taustakartta © MML 2019.



Kuva 3-2. Happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyys selvitysalueella. Aineisto © GTK 2019.



Kuva 3-3. Valokuvia näytteenotosta 13.2.2019. Vasemmalla tutkimuspisteestä 792 syvyydeltä 3...3,5 m otettu näyte. Oikealla tutkimuspisteestä 788 syvyydeltä 0,5...1,0 m otettu näyte. Kummassakaan osanäytteessä ei ole selkeitä viitteitä happamista sulfaattimaista.

4. TULOKSET

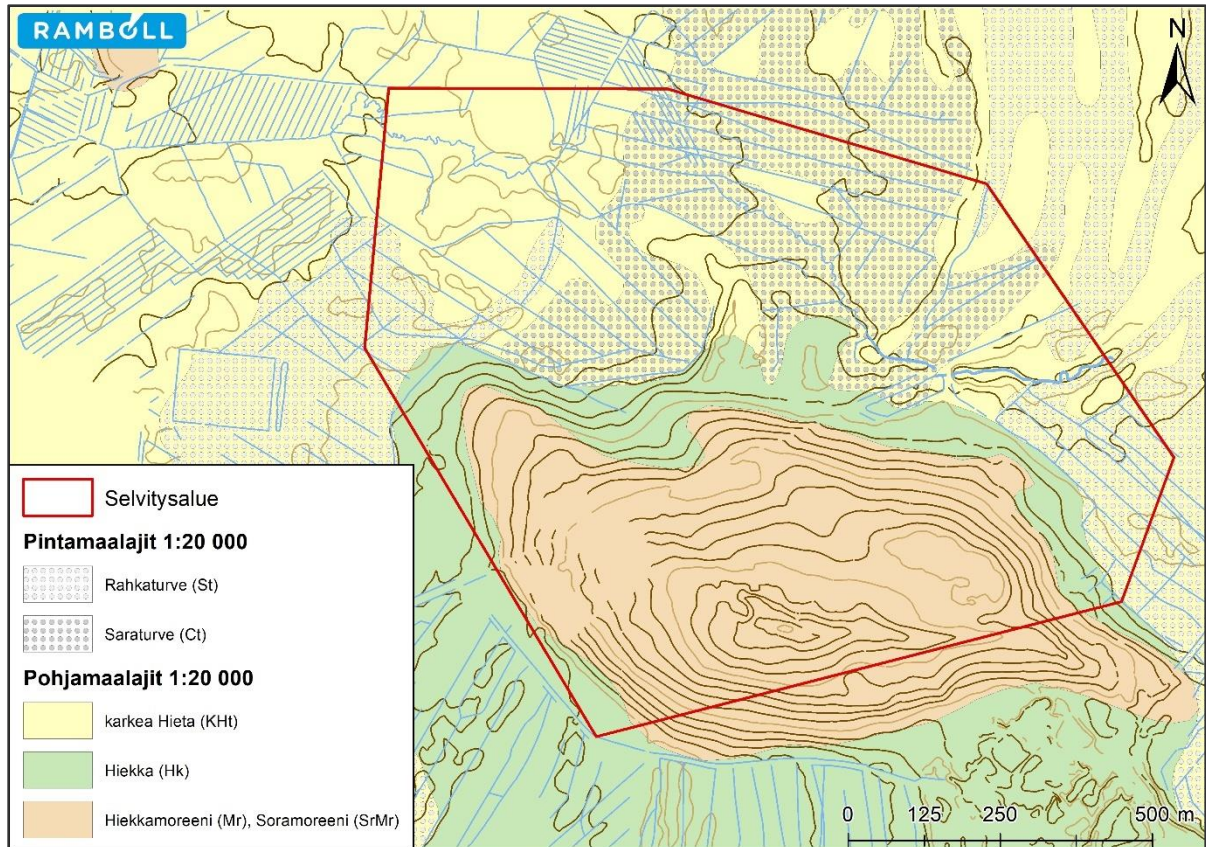
4.1 MAAPERÄOLOSUHTEET

Sarvikankaan selvitysalueella on tehty aiemmin pohjatutkimuksia. Rakennettavuusselvitystä varten pohjatutkimuksia tehtiin lisää tammi-/helmikuussa 2019, jolloin suoritettiin myös sulfidimaaselvityksen näytteenotto. Pohjatutkimukset käsittivät painokairauksia, häiriintyneiden maanäytteiden ottoa ja pohjavesiputkien asennuksia. Maanäytteistä määritettiin rakeisuusdet ja vesipitoisuusdet. Pohjatutkimukset on tehnyt Oulun tekninen liikelaitos. Kaikissa suunnitelmissa on käytetty ETRS-GK26 -koordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää.

Suunnittelualueella maanpinnan korkeus vaihtelee välillä +24,1...+45,0. Moreeni-alueella pohjamaa on pääosin hiekkamoreenia (HkMr), paikoin siltistä hiekkamoreenia (SiHkMr). Paikoin esiintyy ohut (alle 1,0 m) löyhä pintamaakerros. Hiekka-alueella maanpinnassa on 0,8...2,8 m löyhässä tilassa olevaa hiekkaa (HK) ja hienoa hiekkaa (HHK), jonka alapuolella on moreenia. Siltti-alueella maanpinnassa on 1,0...4,8 m paksu löyhä maakerros. Maaperä on pääosin silttiä (Si), hiekkaista

silttiä (HkSi) ja silttistä hiekkaa (SiHK) sekä savista silttiä (SaSi). Alueella esiintyy pohjamaana myös hiekkaa ja moreenia. (Ramboll Finland Oy 2019)

Maa-aineksen vesipitoisuus vaihteli välillä 9,3...29 %. Suurimmat vesipitoisuudet havaittiin pisteessä 799, joka sijaitsee selvitysalueen keskiosassa alueella, jolla pintamaana esiintyy ohut turvekerros (Kuva 3-1).



Kuva 4-1. Selvitysalueen maaperä. Aineisto © GTK 2019.

4.1.1 Pohjavesi

Pohjavedenpinta on havaittu alueen pohjoisosassa 0..0,2 m syvyydessä maanpinnasta, tasolla +24,8...+25,0; alueen länsiosassa 3,6...3,8 m syvyydessä maanpinnasta, tasolla +24,1...+24,3; alueen lounaisosassa 2,3...2,5 m syvyydessä maanpinnasta, tasolla +26,2...+26,4; alueen lounaisosassa 1,6...2,3 m syvyydessä maanpinnasta, tasolla +28,6...+29,3 ja alueen keskellä 0,7...2,5 m syvyydessä maanpinnasta, tasolla +23,6...+25,34.

4.2 ANALYYSITULOKSET

4.2.1 pH ja kokonaisrikkipitoisuus

Kaikista Sarvikankaan selvitysalueelta otetuista osanäytteistä mitattiin maastossa pH-taso. Pintamaanäytteissä, joissa esiintyi ohuelti turve- ja humusmaata, vaihteli pH-taso välillä 3,2...4,2. Humushappojen vuoksi turvemaan pH on tyypillisesti matala, eikä se viittaa todellisten happamien sulfaattimaiden esiintymiseen. Hiekkaisissa maakerroksissa pH vaihteli välillä 5,8...7,1, mikä viittaa tyypilliseen metsämaan pH-tasoon. Silttisissä maakerroksissa pH vaihteli välillä 6,7...7,7.

Yhdessäkään turvemaan alapuolisessa osanäytteessä ei maastossa havaittu pH-tason 4 alittavaa tulosta.

Taulukko 4-1. pH-taso ja kokonaisrikkipitoisuus laboratorioon lähetettyjen näytteiden osalta.

Piste	Syvyys (m)	pH	S _{tot} (%)
781	1...1,5	5,8	0,019
	1,5...2	7	0,032
	2...2,5	6,8	0,026
786	1...1,5	6,3	0,05
	1,5...2	6,8	0,034
	2...2,5	7,0	0,049
	3...3,5	7,7	0,041
	3,5...4	7,7	0,038
788	0,5...1	6,8	0,095
	1...1,5	7	0,081
	2...2,5	6,9	0,037
	2,5...3	6,8	0,038
792	1,5...2	6,1	0,094
	2...2,5	6,7	0,087
	3...3,5	6,8	0,094
	3,5...4	6,7	0,082
799	1...1,5	6,3	0,07
	1,5...2	6,7	0,026
	2,5...3	6,7	0,029
	3...3,5	6,8	0,036

Analysoiduissa osanäytteissä kokonaisrikkipitoisuus vaihteli välillä 0,019...0,095 %, ollen siten hyvin alhainen. Piste 792 syvyydeltä 3...3,5 m otetusta osanäytteestä, jonka kokonaisrikkipitoisuus oli 0,094 %, määritettiin myös NAG-pH ja nettohapontuotto. NAG-pH ko. osanäytteessä oli 3,7 ja nettohapontuotto 1,1 kg H₂SO₄/t, viitaten maa-aineksen alhaiseen hapontuottokapasiteettiin.

Alhaisten rikkipitoisuuksien ja muiden tulosten perusteella alueella ei ollut syytä epäillä sulfidimaiden esiintymistä, minkä vuoksi pH-inkubaatiot päätettiin keskeyttää. Kaikki analyysitulokset ja tutkimustodistukset on esitetty kootusti liitteessä 4.

4.2.2 Puskurikapasiteetti

16 osanäytteestä määritettiin hehikutushäviö, joka korreloi näytteen sisältämän orgaanisen aineksen määrän kanssa. Hehikutushäviötä voidaan käyttää hienojakoisen maa-aineksen (savi, siltti) puskurikapasiteetin arvioimiseen (Pousette 2007). Mitä suurempi hehikutushäviö ja orgaanisen aineksen määrä, sitä suurempi on puskuroiva vaikutus, joka puolestaan pienentää happamoittavaa vaikutusta. Aiempien tutkimusten perusteella hehikutushäviön ylittäessä 8 % on puskuroiva vaikutus merkityksellinen ja happamoittava vaikutus pienenee suhteessa vähemmän

orgaanista ainesta sisältävään maa-ainekseen. Sarvikankaan selvitysalueen näytteissä hehkutushäviö vaihteli välillä 0,3...1,2 %, minkä vuoksi alueen maaperän puskurikapasiteettia voidaan pitää merkityksettömänä.

5. TULOSTEN YHTEENVETO JA TUNNISTETUT SULFIDIMAAT

Sarvikankaan selvitysalueella ei maastossa mitattujen pH-tasojen perusteella havaittu todellisia happamia sulfaattimaita (THS) havaittu. Maastossa mitatut pH-tasot vaihtelivat välillä 3,2...7,7. Matalimmat, tason pH 4 alittavat, pH-tasot havaittiin osassa tutkimuspisteitä havaitussa turve-/humusmaassa, jolle matala pH on humushappojen esiintymisen vuoksi tyypillistä. Yhdessäkään kivennäismaaosanäytteessä ei havaittu pH-tason 4 alittavaa tulosta.

Myöskään potentiaalisia happamia sulfaattimaita (PHS) ei tutkimustulosten perusteella havaittu Sarvikankaan selvitysalueella. Korkein pohjavesipinnan alapuolinen rikkipitoisuus 0,094 % havaittiin pisteessä 792 syvyydellä 3...3,5 m. Tulos alittaa sulfaattimaiden kokonaisrikkipitoisuuden rajana pidetyn 0,2 % selvästi. Samassa näytteessä havaittiin NAG-pH 3,7 ja nettohapontuotto 1,1 kg H₂SO₄/t, jotka viittaavat maa-aineksen alhaiseen hapontuottokapasiteettiin.

pH-inkubaatiot päätettiin keskeyttää sillä muiden tulosten perusteella alueella ei ollut viitteitä todellisista tai potentiaalisista happamista sulfaattimaista.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkitulla Sarvikankaan selvitysalueella ei havaittu todellisia tai potentiaalisia happamia sulfaattimaita. Sulfidimaaselvityksen perusteella alueella ei ole tarvetta happaman valunnan aiheuttamille riskintorjuntatoimenpiteille tai muille erityisille jatkotoimenpiteille. Rakennettavuus selvityksessä tunnistetuilla siltti-alueilla esiintyy maa-aineksia, joilla on alhainen hapontuottokapasiteetti. Hapontuotto on arvioitu kuitenkin niin vähäiseksi, että sillä ei arvioida olevan haitallisia rakentamisen aikaisia vaikutuksia.

7. LYHENTEET

NAG	Nettohapontuotto (net acid generation), ilmoitetaan yleensä yksikössä kg H ₂ SO ₄ /tonni
NAG-pH	Vetyperoksidihapetetusta näytteestä mitattu pH
H₂SO₄	Rikkihappo
PHS	Potentiaalinen hapan sulfaattimaa (rikki pelkistyneenä sulfidimuodossa)
THS	Todellinen hapan sulfaattimaa (rikki hapettuneena sulfaattimuodossa)
Hh (LOI)	Hehkutushäviö (Loss on Ignition). Massaprosenttiosuus, joka uunikuivatusta (105 °C) näytteestä häviää hehkutuksen aikana. Hehkutuksen lämpötila on tyypillisesti 550 °C tai 800 °C
Inkuboitu pH	Huoneilmassa 9 – 19 viikon ajan hapetetusta näytteestä mitattu pH. Näytteet pidetään hapetuksen aikana kosteana

TOC	Orgaanisen hiilen (Total Organic Carbon) kokonaispitoisuus, m-%
HCl	Suolahappo
H2O2	Vetyperoksidi, kemikaali, jota käytetään mm. näytteiden hapetuksessa
Stot	Kokonaisrikkipitoisuus, ilmoitetaan yleensä m-% tai ppm

8. KIRJALLISUUSVIITTEET

- Boman, A., Astrom, M. & Frojdo, S., 2008. Sulfur dynamics in boreal acid sulfate soils rich in metastable iron sulfide - The role of artificial drainage. *Chemical Geology, Osa/vuosikerta 255*, pp. 68-77.
- GTK tiedonanto, 2018. Sähköinen ja suullinen tiedonvaihto happamista sulfaattimaista.
- GTK. 2009. Happamien sulfaattimaiden haitat hallintaan, *Geofoorumi 2/2009* (Geologian tutkimuskeskuksen asiakaslehti).
- Nieminen, T. M., Hökkä, H., Ihalainen, A. & Finér, L., 2016. Metsänhoito happamilla sulfaattimailla, Helsinki: Luonnonvarakeskus.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2011. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivat vuoteen 2020. *Maa- ja metsätalousministeriö 2/2011*.
- Pousette, K., 2007. Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordsmassor, s.l.: Luleå tekniska universitet.
- Ramboll Finland Oy, 2019. Sarvikangas, Oulu: Rakennettavuusselvitys. Oulun kaupunki.
- Sutela, T. ym., 2012. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa, Helsinki: Edita Prima Oy.

LIITE 1
TUTKIMUSOHJELMA

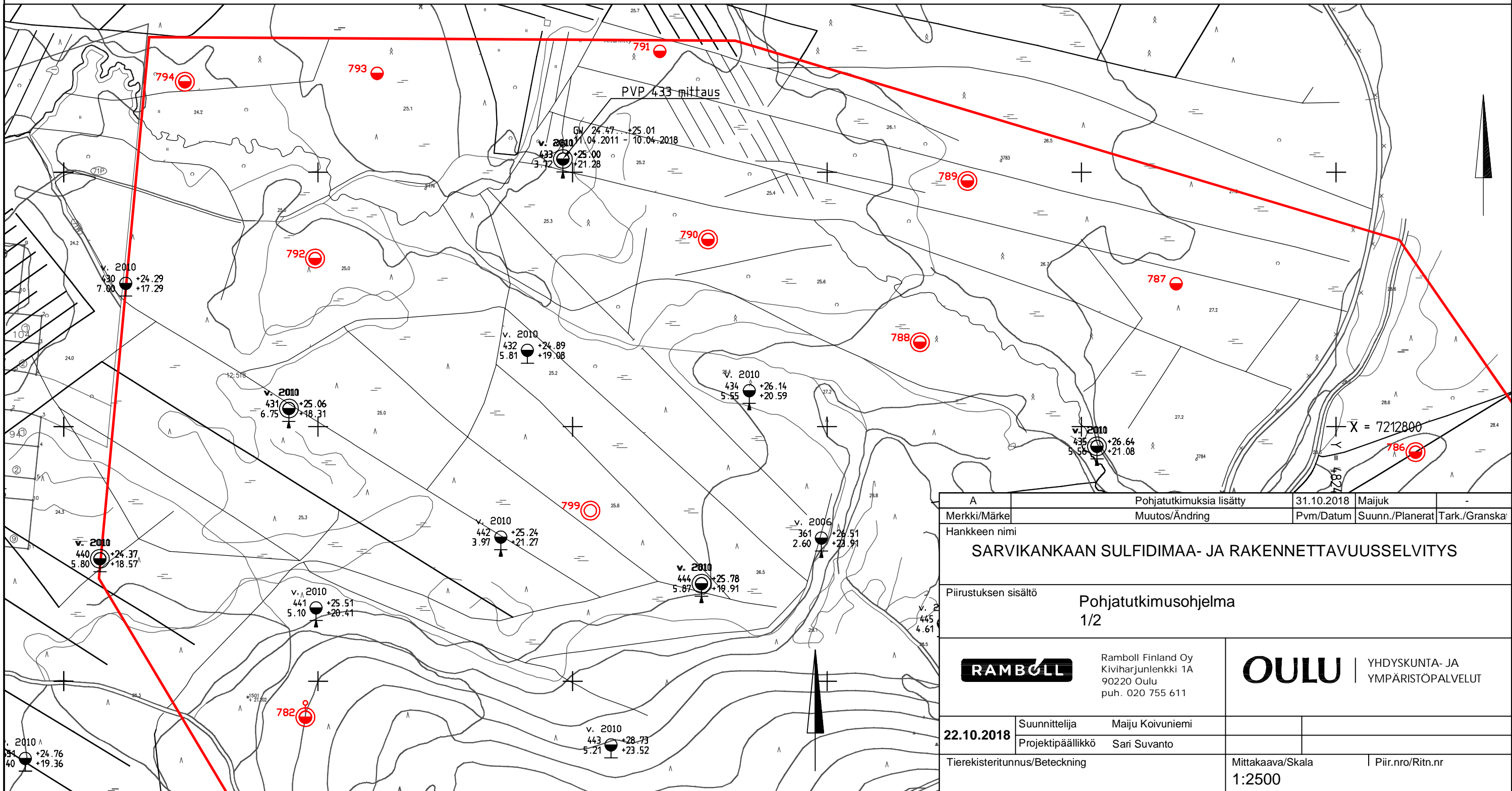
POHJATUTKIMUSOHJELMA 1

Kaikki kairauspisteet tulee mitata (x, y, z). Kaikki putket ja kaapelit on varmistettava ennen kairaustöiden aloittamista. Pisteitä voi tarvittaessa siirtää putkien, kaapeleiden ja muiden rakenteiden kohdalla. Kaikki tulokset toimitetaan tekla-formaatissa.

Painokairaukset ulotetaan kovaan pohjaan saakka. Tutkimuspisteistä häiriintyneitä maanäytteitä otetaan 1,5 m ja 2,5 m syvyydeltä. Mikäli on turvetta, maanäytteet otetaan turvekerroksen alapuolelta. Näytteistä määritetään maalaji, rakeisuus ja vesipitoisuus.

Tutkimuspisteistä 781, 786, 788, 792 ja 799 tehdään sulfiditutkimukset. Sulfiditutkimuksiin näytteet otetaan jatkuvana näytteenottona 0,5 m välein 4,0 m syvyyteen maanpinnasta. Näytteistä havainnoidaan kentällä pH, maalajiarvio, väri, haju ja pohjavesipinnantasotaso, mikäli mahdollista. Sulfidisavien näytteenotossa on mukana Rambollin näytteenottaja. Erillistä näytteenotto-ohjetta noudatetaan. Näytteet toimitetaan laboratorioon jatkotutkimuksia varten. Näytteet jatkotutkimuksiin toimittaa Rambollin näytteenottaja. Näytteenoton yhteyshenkilönä toimii Jari Heiskari, jonka kanssa tulee sopia näytteenottoajankohta vähintään 5 arkipäivää ennen näytteenotto päivää. (Jari Heiskari 0400 913410)

Pohjavesiputkista mitataan vesipinnat asennuksen yhteydessä ja näytteenoton yhteydessä. Lisäksi mitataan vesipinta nykyisestä pohjavesiputkesta 433. Käytettävä koordinaattijärjestelmä ETRS-GK26 (Ouka) -koordinaattijärjestelmä ja N2000-korkeusjärjestelmä



A	Pohjatutkimuksia lisätty	31.10.2018	Maijuk	-
Merkki/Märke	Muutos/Ändring	Pvm/Datum	Suunn./Planerat	Tark./Granska
Hankkeen nimi				
SARVIKANKAAN SULFIDIMAA- JA RAKENNETTAVUUSSELVITYS				
Piirustuksen sisältö				
Pohjatutkimusohjelma 1/2				
		Ramboll Finland Oy Kiviharjunlenkki 1A 90220 Oulu puh. 020 755 611		YHDYSKUNTA- JA YMPÄRISTÖPALVELUT
22.10.2018	Suunnittelija	Maiju Koivuniemi		
	Projektipäällikkö	Sari Suvanto		
Tierekisteritunnus/Beteckning			Mittakaava/Skala	Piir.nro/Ritn.nr
			1:2500	

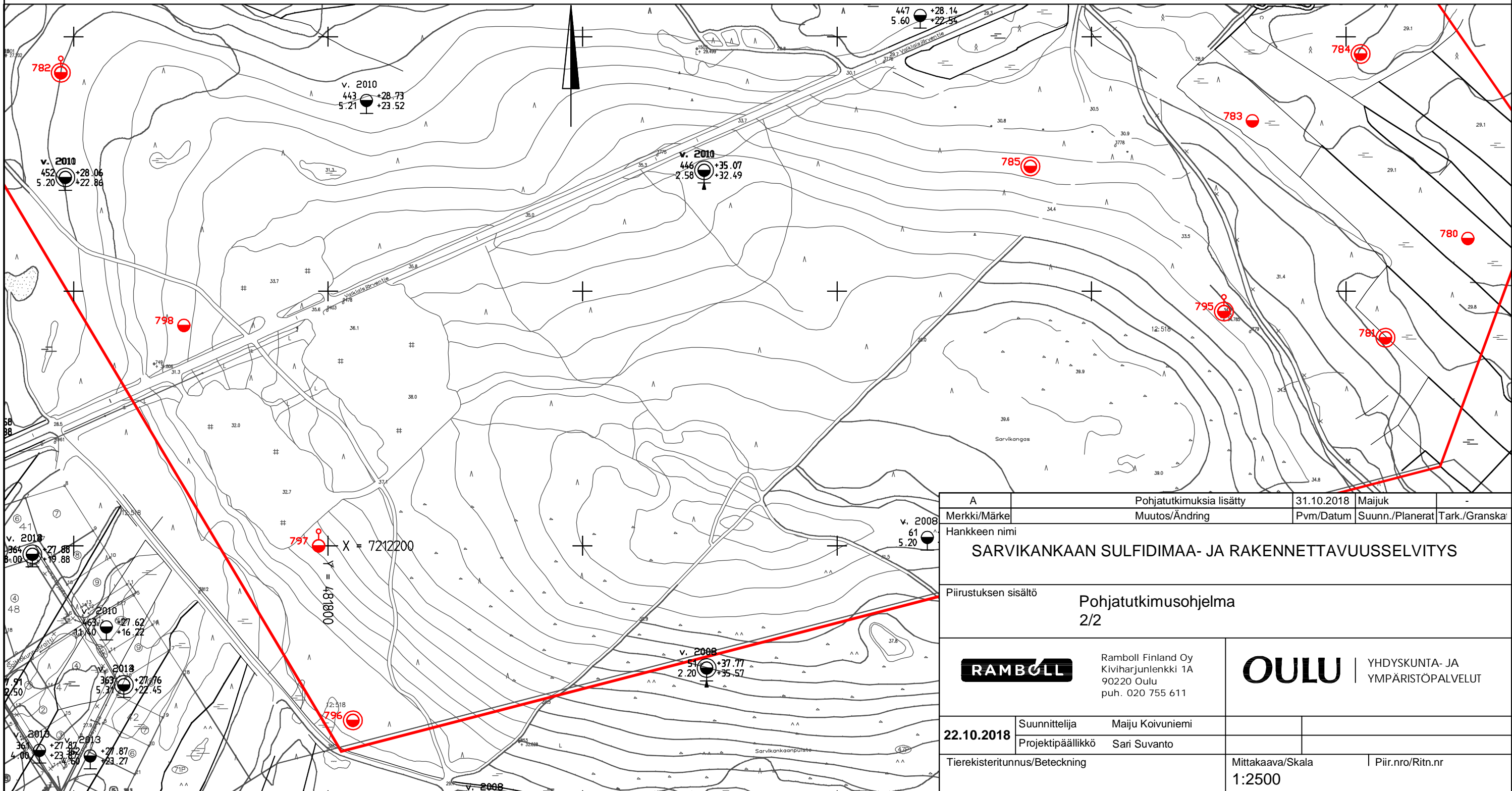
POHJATUTKIMUSOHJELMA 1

Kaikki kairauspisteet tulee mitata (x, y, z). Kaikki putket ja kaapelit on varmistettava ennen kairaustöiden aloittamista. Pisteitä voi tarvittaessa siirtää putkien, kaapeleiden ja muiden rakenteiden kohdalla. Kaikki tulokset toimitetaan tekla-formaatissa.

Painokairaukset ulotetaan kovaan pohjaan saakka. Tutkimuspisteistä häiriintyneitä maanäytteitä otetaan 1,5 m ja 2,5 m syvyydeltä. Mikäli on turvetta, maanäytteet otetaan turvekerroksen alapuolelta. Näytteistä määritetään maalaji, rakeisuus ja vesipitoisuus.

Tutkimuspisteistä 781, 786, 788, 792 ja 799 tehdään sulfiditutkimukset. Sulfiditutkimuksiin näytteet otetaan jatkuvana näytteenottona 0,5 m välein 4,0 m syvyyteen maanpinnasta. Näytteistä havainnoidaan kentällä pH, maalajiarvio, väri, haju ja pohjavesipinnantas, mikäli mahdollista. Sulfidisavien näytteenotossa on mukana Rambollin näytteenottaja. Erillistä näytteenotto-ohjetta noudatetaan. Näytteet toimitetaan laboratorioon jatkotutkimuksia varten. Näytteet jatkotutkimuksiin toimittaa Rambollin näytteenottaja. Näytteenoton yhteyshenkilönä toimii Jari Heiskari, jonka kanssa tulee sopia näytteenottoajankohta vähintään 5 arkipäivää ennen näytteenotto päivää. (Jari Heiskari 0400 913410)

Pohjavesiputkista mitataan vesipinnat asennuksen yhteydessä ja näytteenoton yhteydessä. Lisäksi mitataan vesipinta nykyisestä pohjavesiputkesta 433. Käytettävä koordinaattijärjestelmä ETRS-GK26 (Ouka) -koordinaattijärjestelmä ja N2000-korkeusjärjestelmä



LIITE 2 NÄYTTEENOTTO-OHJE

NÄYTTEENOTTO-OHJE

SARVIKANKAAN ALUEEN

SULFIDIMAASELVITYS

Sulfidimaaselvityksen avulla selvitetään, onko Sarvikankaan suunnittelualueen maaperä luokiteltavissa happamaksi sulfaattimaaksi. Hapen kanssa tekemiseen joutueessaan sulfidimaan sisältämät rikkiä sisältävät mineraalit hapettuvat ja muodostavat rikkihappoa, joka liuottaa maaperästä sen luontaisesti sisältämiä metalleja. Sulfidimailla syntyvien valumavesien pH voi olla alle 3, jolloin happamalla valunnalla on haitallisia vesistövaikutuksia.

Näytteenotto

Päivämäärä 26.10.2018

Tutkimuspisteistä P781, P786, P788 ja P792 otetaan näytteet 0,5 m välein jatkuva näytteenottona määräsyyvyteen saakka. Toisin sanoen 0,5 m näytteenotto toteutetaan mahdollisten maalajikerrosten yli ja maalajien mahdollinen vaihtuminen kirjataan näytteenottomuistioon. Mikäli maalajit vaihtuvat selkeärajaisesti toisiinsa, eri maalajeista otetaan omat osanäytteet. Yksittäisen osanäytteen on edustettava kattavasti koko 0,5 m paksuutta. Näytteenottosyvyyydet ovat 0,0-0,5 m, 0,5-1,0 m jne. Kerrospaksuus on määritettävä mittaamalla. Maatumattomia kasvinosia ei sisällytetä näytteeseen. Näytemäärä tulee olla vähintään noin 0,5 litraa / näyte. Määräsyyvyys tässä hankkeessa on 4,0 metriä nykyisestä maanpinnasta.

Ramboll
Kiviharjunlenkki 1A
90220 OULU

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
www.ramboll.fi

Jokaisesta näytteestä tehdään kentällä pH-mittaus kenttämittarilla. Lisäksi kirjataan jokaisesta näytteestä kentällä havainnot väristä (musta, harmaa, ruskeita paakkuja/raitoja), hajusta sekä maalajista. Kustakin tutkimuspisteestä havainnoidaan pohjaveden pinnan taso sekä mitataan maan pinnan taso.

Näytteet suljetaan ilmatiiviiseen pussiin. Jokaiseen näytepussiin tulee kirjata mistä tutkimuspisteestä on kyse ja miltä syvyydeltä näyte on otettu. Näytteet toimitetaan kylmässä säilyttäen mahdollisimman nopeasti Rambollin maaperälaboratorioon Luopioisiin jatkotutkimuksiin osoitteeseen:

Ramboll Finland Oy
Vohlisaarentie 2B
36760 Luopioinen

Luopioisten laboratoriosta osa näytteistä lähetetään edelleen rikkiä sisältävien määrityksiin.

Näytteestä näytteenottimessa tulee myös ottaa valokuva jokaiselta tutkimuspisteeltä. Valokuvat on yksilöitävä siten, että niistä on tunnistettavissa miltä tutkimuspisteeltä kukin kuva on.

Tutkimuspisteiden sijainnit ja näytteenottosyvyydet on esitetty pohjatutkimusohjelmassa.

Lisätiedot

Sari Suvanto
sari.suvanto@ramboll.fi
p. 040 136 6543

LIITE 3 KENTTÄHAVAINNOT

Liite 3 Kenttähavainnot

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Väri	Kosteus (0...3)	Haju	Täyttö/Luonnon	Muuta
781	0...0,5	Tv/SiHk	4,2	Ruskea	0	Ei	Luonnon	osittain jäässä
	0,5...1	SiHk	5,4	Ruskea/Harmaa	2	Ei	Luonnon	kivinen
	1...1,5	HkSi	5,8	Ruskea	3	Ei	Luonnon	pohjavesipinta 1-1,5 m
	1,5...2	Si	7	Harmaa	3	Ei	Luonnon	mustia juovia
	2...2,5	Si	6,8	Harmaa	3	Ei	Luonnon	mustia juovia, tiivis
	2,5...3	Si	6,8	Harmaa	3	Ei	Luonnon	näytteenottimen vaihto ...> putkiotin, tiivis
	3...3,5	Si+Ki	6,9	Harmaa	3	Ei	Luonnon	tiivis
	3,5...4	HkSi+Ki	7,5	Harmaa	3	Ei	Luonnon	tiivis, kivinen

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Väri	Kosteus (0...3)	Haju	Täyttö/Luonnon	Muuta
786	0...0,5	Tv/Hk	3,2	Ruskea	0	Ei	Luonnon	osittain jäässä
	0,5...1	Hk	5,3	Ruskea	0	Ei	Luonnon	
	1...1,5	HHk	6,3	Harmaa	2	Ei	Luonnon	maalaji vaihtuu n. 1,1 m (näytteeseen kerätty vain HHk)
	1,5...2	HHk	6,8	Harmaa	3	Ei	Luonnon	pohjavesipinta n. 1...1,5 m
	2...2,5	HHk	7,0	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	2,5...3	HHk	7,1	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	3...3,5	Si	7,7	Harmaa	3	Ei	Luonnon	maalaji vaihtuu n. 3 m
	3,5...4	Si	7,7	Harmaa	3	Ei	Luonnon	tummempia juovia

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Väri	Kosteus (0...3)	Haju	Täyttö/Luonnon	Muuta
788	0...0,5	Tv	5,4	Musta	0	Ei	Luonnon	maalajiraja n. 0,45 m
	0,5...1	HkSi	6,8	Harmaa	1	Ei	Luonnon	
	1...1,5	Si	7	Harmaa	3	Ei	Luonnon	pohjavesipinta n. 1 m
	1,5...2	Si	7,1	Harmaa	3	Ei	Luonnon	kivinen, näytteenottimen vaihto
	2...2,5	Si	6,9	Harmaa	3	Ei	Luonnon	kivinen
	2,5...3	Si	6,8	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	3...3,5	Si	7,1	Harmaa	3	Ei	Luonnon	märkä & häiriintynyt näyte, ei pysy putkessa, vain vähän näytettä, ei valokuvaa
	3,5...4	Si	7,2	Harmaa	3	Ei	Luonnon	

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Väri	Kosteus (0...3)	Haju	Täyttö/Luonnon	Muuta
792	0...0,5	Hk	5,8	Ruskea	0	Ei	Luonnon	Tv n. 0,15 m pinnalla, näytteeseen ei kerätty Tv
	0,5...1	Hk	5,9	Ruskea	0	Ei	Luonnon	
	1...1,5	Hk/HHk	5,8	Ruskea /Harmaa	2	Ei	Luonnon	maalajit osittain sekaisin, omien osanäytteiden otto ei ole mahdollista, maalajiraja n. 1,3 m
	1,5...2	HHk	6,1	Harmaa	3	Ei	Luonnon	pohjavesipinta n. 1,5 ... 2 m
	2...2,5	SiHk	6,7	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	2,5...3	Si	7,2	Harmaa	3	Ei	Luonnon	ei selvää maalajirajaa
	3...3,5	Si	6,8	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	3,5...4	Si	6,7	Harmaa	3	Ei	Luonnon	

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Väri	Kosteus (0...3)	Haju	Täyttö/Luonnon	Muuta
799	0...0,5	Tv	4,1	Musta	0	Ei	Luonnon	osittain jäässä
	0,5...1	HHk	5,8	Harmaa	1	Ei	Luonnon	maalajiraja n. 0,6 m (näytteeseen kerätty vain HHk)
	1...1,5	HHk	6,3	Harmaa	3	Ei	Luonnon	pohjavesipinta n. 1 m
	1,5...2	HHk	6,7	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	2...2,5	HHk	7,1	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	2,5...3	HHk	6,7	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	3...3,5	HHk	6,8	Harmaa	3	Ei	Luonnon	
	3,5...4	HHk	6,5	Harmaa	3	Ei	Luonnon	

LIITE 4 TUTKIMUSTULOSTEN YHTEENVETO

Sarvikankaan sulfidimaaselvitys

Projektinumero 1510043288-003

Liite 4 Tutkimustulosten yhteenveto

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Hehkutushäviö (%)	Vesipitoisuus (%)	S _{tot} (%)	NAG-pH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)
781	0...0,5	Tv/SiHk	4,2					
	0,5...1	SiHk	5,4					
	1...1,5	HkSi	5,8		16,1	0,019		
	1,5...2	Si	7	0,8	19	0,032		
	2...2,5	Si	6,8	1,2	19,8	0,026		
	2,5...3	Si	6,8		9,4			
	3...3,5	Si+Ki	6,9		10,5			
	3,5...4	HkSi+Ki (Mr?)	7,5		10,6			

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Hehkutushäviö (%)	Vesipitoisuus (%)	S _{tot} (%)	NAG-pH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)
786	0...0,5	Tv/Hk	3,2					
	0,5...1	Hk	5,3					
	1...1,5	HHk	6,3	0,3	21,9	0,05		
	1,5...2	HHk	6,8	0,1	19	0,034		
	2...2,5	HHk	7,0		21,5	0,049		
	2,5...3	HHk	7,1		21,4			
	3...3,5	Si	7,7	0,6	18,7	0,041		
	3,5...4	Si	7,7	0,7	21,8	0,038		

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Hehkutushäviö (%)	Vesipitoisuus (%)	S _{tot} (%)	NAG-pH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)
788	0...0,5	Tv	5,4					
	0,5...1	HkSi	6,8		25,7	0,095		
	1...1,5	Si	7		21,7	0,081		
	1,5...2	Si	7,1		18,1			
	2...2,5	Si	6,9	0,5	9,3	0,037		
	2,5...3	Si	6,8	0,4	11	0,038		
	3...3,5	Si	7,1		13,4			
	3,5...4	Si	7,2		11,2			

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Hehkutushäviö (%)	Vesipitoisuus (%)	S _{tot} (%)	NAG-pH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)
792	0...0,5	Hk	5,8					
	0,5...1	Hk	5,9					
	1...1,5	Hk/HHk	5,8		23,5			
	1,5...2	HHk	6,1	0,4	22,3	0,094		
	2...2,5	SiHk	6,7	0,4	19,7	0,087		
	2,5...3	Si	7,2		20,9			
	3...3,5	Si	6,8	0,5	20,3	0,094	3,7	1,1
	3,5...4	Si	6,7	0,6	21,8	0,082		

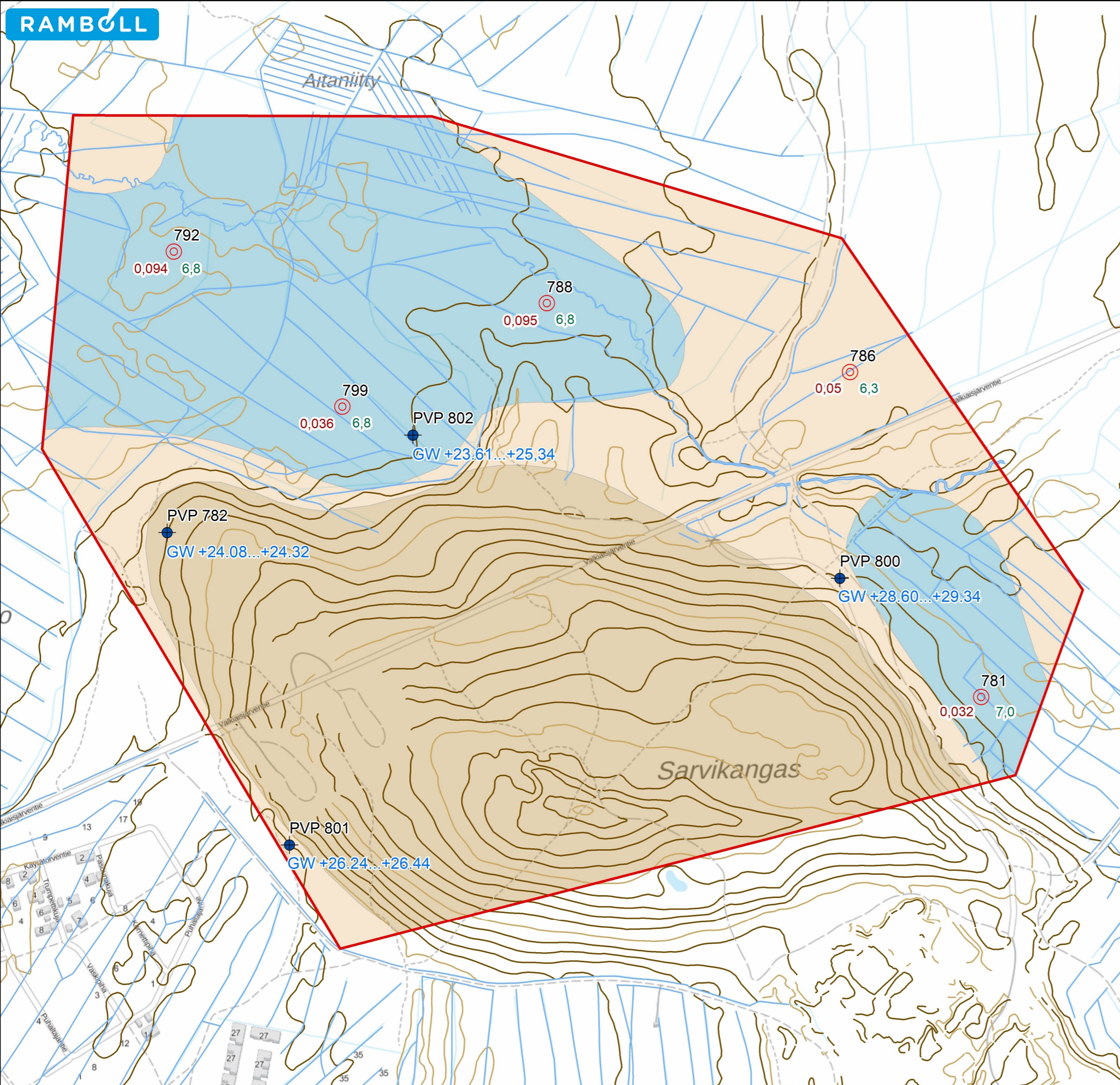
Piste	Syvyys (m)	Maalaji	pH	Hekkutushäviö (%)	Vesipitoisuus (%)	S _{tot} (%)	NAG-pH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)
799	0...0,5	Tv	4,1					
	0,5...1	HHk	5,8		27,1			
	1...1,5	HHk	6,3	0,3	27,1	0,07		
	1,5...2	HHk	6,7	0,3	25,1	0,026		
	2...2,5	HHk	7,1		25,3			
	2,5...3	HHk	6,7	0,6	29	0,029		
	3...3,5	HHk	6,8	0,6	28	0,036		
	3,5...4	HHk	6,5		27,7			

S_{tot} = kokonaisrikkipitoisuus (% kuiva-aineesta)

NAG-pH = vetyperoksidihapetettu pH

NAG = nettohapontuotto

LIITE 5 KARTTAESITYS TUTKIMUSTULOKSISTA



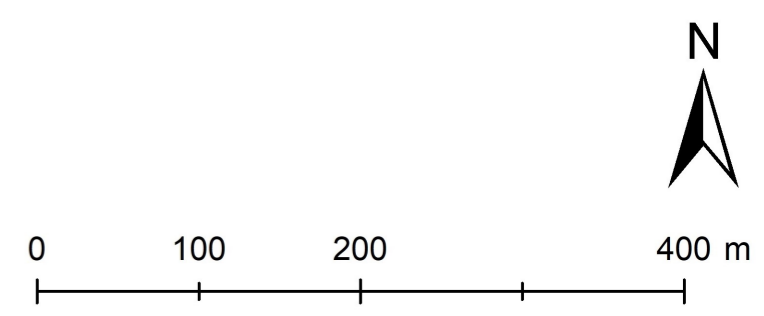
- Selvitysalue
- Tutkimuspisteet
- + Pohjavesiputket
- Rakennettavuusluokka**
- MOREENI-ALUE
- HIEKKA-ALUE
- SILTTI-ALUE

792
 792
 0,094 6,8

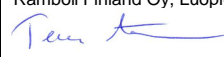

792 Tutkimuspisteen tunnus
 0,094 Tutkimuspisteen korkein kokonaisrikkipitoisuus (%)
 6,8 Rikkipitoisuutta vastaava maasto-pH

PVP 801
+ GW +26.24...+26.44



PVP 801 Pohjavesiputken tunnus
 GW +26.24...+26.44 Pohjavesipinta 2019 (N2000)



LIITE 6 TUTKIMUSTODISTUKSET

Projektin nimi				Projektin numero										
Sarvikangas, Hiukkavaara				1510043288-003										
Näytepiste / pvm	Syvyys [m]	Silmämääräinen arvio		Määritetty	NAG-pH	inkubointi pH	Nettohapon-tuotanto [kg H ₂ SO ₄ /tonni]	Stot [% k.a.]	w [%]	H _h 550 °C [%]	Rakeisuusmäärittäminen			Muu tutkimus
		Maalaji*	Muut havainnot	Maalaji**							Pesuseul.	Kuivaseul.	Areom.	
781 / 13.2.2019	1-1,5		ruosteen väriä					0,019	16,1					
	1,5-2							0,032	19,0	0,8				
	2-2,5		kiviä					0,026	19,8	1,2				
	2,5-3								9,4					
	3-3,5								10,5					
	3,5-4								10,6					
786 / 13.2.2019	1-1,5							0,050	21,9	0,3				
	1,5-2							0,034	19,0	0,1				
	2-2,5							0,049	21,5					
	2,5-3								21,4					
	3-3,5							0,041	18,7	0,6				
	3,5-4							0,046	21,8	0,7				
788 / 13.2.2019	0,5-1		(humus?)					0,095	25,7					
	1-1,5							0,081	21,7					
	1,5-2								18,1					
	2-2,5		kiviä					0,037	9,3	0,5				
	2,5-3		kiviä					0,038	11,0	0,4				
	3-3,5								13,4					
	3,5-4								11,2					
792 / 13.2.2019	1-1,5		ruosteen väriä reilusti						23,5					
	1,5-2		ruosteen väriä					0,094	22,3	0,4				
	2-2,5							0,087	19,7	0,4				
	2,5-3								20,9					
	3-3,5					3,7	1,1	0,094	20,3	0,5				
	3,5-4							0,082	21,8	0,6				
* Silmämääräisessä maalajimäärittämisessä on käytetty GEO-luokitusta.				Ramboll Finland Oy, Luopioinen										
** Rakeisuuden perusteella tehdyn maalajimäärittäksen yhteydessä on esitetty sekä ISO- että GEO-luokituksen mukaiset tulokset (GEO-luokitus sulussa).				 Terhi Aittokumpu Tutkija										
				 Tuomas Suikkanen Tark.										
				29.3.2019 Pvm										

Testit on suoritettu seuraavien standardien tai ohjeiden mukaisesti:	
Vesipitoisuuden määrittäminen	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-1:fi
Hehkutushäviön määrittäminen	SFS-EN 1997-2 5.6
Pesu- ja kuivaseulonta	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-4:fi
Areometrikoe	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-4:fi
Maalajimäärittäminen (ISO-luokitus)	SFS 2008 179-1 - EN ISO 14688-1
Maalajimäärittäminen (GEO-luokitus)	Korhonen, K.-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. 1974. Geotekninen maalajiluokitus. VTT.
pH-määrittäminen	SFS-EN 1997-2 5.6
NAG pH-määrittäminen	ARD Test handbook, AMIRA International, single addition NAG test

Projektin nimi				Projektin numero										
Sarvikangas, Hiukkavaara				1510043288-003										
Näytepiste / pvm	Syvyys [m]	Silmämääräinen arvio		Määritetty	NAG-pH	inkubointi pH	Nettohapon-tuotanto [kg H ₂ SO ₄ /tonni]	Stot [% k.a.]	w [%]	H _h 550 °C [%]	Rakeisuusmääritys			Muu tutkimus
		Maalaji*	Muut havainnot	Maalaji**							Pesuseul.	Kuivaseul.	Areom.	
799 / 13.2.2019	0,5-1								27,1					
	1-1,5							0,070	27,1	0,3				
	1,5-2							0,026	25,1	0,3				
	2-2,5								25,3					
	2,5-3							0,029	29,0	0,6				
	3-3,5							0,036	28,0	0,6				
	3,5-4								27,7					
Huom! Vettä vuotanut näytepusseista kuljetuksen aikana														
* Silmämääräisessä maalajimäärityksessä on käytetty GEO-luokitusta.				Ramboll Finland Oy, Luopioinen										
** Rakeisuuden perusteella tehdyn maalajimäärityksen yhteydessä on esitetty sekä ISO- että GEO-luokituksen mukaiset tulokset (GEO-luokitus suluissa).				 Terhi Aittokumpu Tutkija										
				 Tuomas Suikkanen Tark.										
				29.3.2019 Pvm										

Testit on suoritettu seuraavien standardien tai ohjeiden mukaisesti:	
Vesipitoisuuden määrittäminen	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-1:fi
Hehkutushäviön määrittäminen	SFS-EN 1997-2 5.6
Pesu- ja kuivaseulonta	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-4:fi
Areometrikoe	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-4:fi
Maalajimääritys (ISO-luokitus)	SFS 2008 179-1 - EN ISO 14688-1
Maalajimääritys (GEO-luokitus)	Korhonen, K.-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. 1974. Geotekninen maalajiluokitus. VTT.
pH-määritys	SFS-EN 1997-2 5.6
NAG pH-määritys	ARD Test handbook, AMIRA International, single addition NAG test



ANALYYSIRAPORTTI

Tilausnumero	: HL1900298	Sivu	: 1 / 6
Laboratorio	: ALS Finland Oy	Asiakas	: Ramboll Finland Oy
Yhteyshenkilö	: Asiakaspalvelu	Yhteyshenkilö	: Tuomas Suikkanen
Osoite	: Ruosilankuja 3 A 00390 Helsinki	Osoite	: Vohlisaarentie 2 B 36760 Luopioinen
Sähköposti	: asiakaspalvelu.hki@alsglobal.com	Sähköposti	: tuomas.suikkanen@ramboll.fi
Puhelin	: +358 10 470 1200	Puhelin	: ----
Faksi	: ----	Faksi	: ----
Projekti	: 1510043288-003 Sarvikangas, Hiukkavaara		
Ostotilausnro / viite	:	Näytteiden vastaanottopäivä	: 2019-02-20 11:58
Näytelähetteen numero	: ----		
Näytteenottaja	: ----	Kirjauspäivä	: 2019-03-04 09:50
Paikka	: ----	Vastaanotettujen näytteiden lukumäärä	: 20
Tarjousnumero	: HL2019FI-RAM-FIN0001 (OF180793)	Analysoitavien näytteiden lukumäärä	: 20

Kommentit

Jos näytteenottoaikaa ei ole toimitettu, käytetään näytteenottoajan oletusarvoa 00:00 näytteenottopäivänä. Jos näytteenottopäivää ei ole toimitettu, käytetään oletusnäytteenottopäivää ja se näytetään sulkeissa ilman kellonaikaa.

Tämä raportti edustaa alkuperäistä analyysiraporttia. Raporttia ei saa muokata ja sen saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muusta kopioinnista on saatava erillinen kirjallinen lupa laboratorioilta. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lisätietoa laboratorion vastuuvollisuuksista löytyy kotisivuiltamme <http://www.alsglobal.fi>

Allekirjoitukset

Allekirjoitukset

Asema

Jari Hautala

Maajohtaja



Analyysitulokset

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		Laboratorion näytetunnus		Asiakkaan näytteenottopäivä/aika	
				781 / 1-1,5					
				HL1900298001					
				2019-02-13 00:00					
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio		
Fysikaaliset parametrit									
kuiva-aine 105°C	87.6	± 5.29	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS		
Epäorgaaniset parametrit									
kokonaisriikki	0.019	± 0.007	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS		

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		Laboratorion näytetunnus		Asiakkaan näytteenottopäivä/aika	
				781 / 1,5-2					
				HL1900298002					
				2019-02-13 00:00					
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio		
Fysikaaliset parametrit									
kuiva-aine 105°C	83.8	± 5.06	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS		
Epäorgaaniset parametrit									
kokonaisriikki	0.032	± 0.008	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS		

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		Laboratorion näytetunnus		Asiakkaan näytteenottopäivä/aika	
				781 / 2-2,5					
				HL1900298003					
				2019-02-13 00:00					
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio		
Fysikaaliset parametrit									
kuiva-aine 105°C	83.8	± 5.06	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS		
Epäorgaaniset parametrit									
kokonaisriikki	0.026	± 0.008	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS		

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		Laboratorion näytetunnus		Asiakkaan näytteenottopäivä/aika	
				786 / 1-1,5					
				HL1900298004					
				2019-02-13 00:00					
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio		
Fysikaaliset parametrit									
kuiva-aine 105°C	82.7	± 4.99	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS		
Epäorgaaniset parametrit									
kokonaisriikki	0.050	± 0.010	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS		

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		Laboratorion näytetunnus		Asiakkaan näytteenottopäivä/aika	
				786 / 1,5-2					
				HL1900298005					
				2019-02-13 00:00					
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio		
Fysikaaliset parametrit									
kuiva-aine 105°C	84.0	± 5.07	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS		
Epäorgaaniset parametrit									
kokonaisriikki	0.034	± 0.008	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS		



Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		786 / 2-2,5	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298006	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	81.8	± 4.94	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.049	± 0.010	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		786 / 3-3,5	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298007	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	88.8	± 5.36	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.041	± 0.009	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		786 / 3,5-4	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298008	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	82.3	± 4.97	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.046	± 0.010	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		788 / 0,5-1	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298009	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	81.6	± 4.93	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.095	± 0.016	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		788 / 1-1,5	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298010	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	83.3	± 5.03	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.081	± 0.014	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		788 / 2-2,5	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298011	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio



Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		788 / 2-2,5	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298011	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	91.4	± 5.51	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.037	± 0.009	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		788 / 2,5-3	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298012	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	91.6	± 5.53	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.038	± 0.009	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		792 / 1,5-2	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298013	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	81.5	± 4.92	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.094	± 0.016	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		792 / 2-2,5	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298014	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	83.4	± 5.04	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.087	± 0.015	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		792 / 3-3,5	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298015	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit							
kuiva-aine 105°C	83.2	± 5.02	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS
Epäorgaaniset parametrit							
kokonaisriikki	0.094	± 0.016	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		792 / 3,5-4	
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298016	
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00	



Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		792 / 3,5-4		
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298016		
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00		
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit								
kuiva-aine 105°C	82.6	± 4.98	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset parametrit								
kokonaisriikki	0.082	± 0.014	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS	

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		799 / 1-1,5		
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298017		
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00		
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit								
kuiva-aine 105°C	78.5	± 4.74	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset parametrit								
kokonaisriikki	0.070	± 0.012	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS	

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		799 / 1,5-2		
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298018		
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00		
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit								
kuiva-aine 105°C	79.6	± 4.81	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset parametrit								
kokonaisriikki	0.026	± 0.008	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS	

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		799 / 2,5-3		
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298019		
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00		
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit								
kuiva-aine 105°C	78.5	± 4.74	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset parametrit								
kokonaisriikki	0.029	± 0.008	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS	

Näytetriisi: MAA				Asiakkaan näytetunnus		799 / 3-3,5		
				Laboratorion näytetunnus		HL1900298020		
				Asiakkaan näytteenottopäivä/aika		2019-02-13 00:00		
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio	
Fysikaaliset parametrit								
kuiva-aine 105°C	78.7	± 4.75	%	0.10	S-DRY-GRCI/FI	S-DRY-GRCI	CS	
Epäorgaaniset parametrit								
kokonaisriikki	0.036	± 0.008	% k.a.	0.010	S-TS-IRL/FI	S-TS-IR-LL	CS	



Analyysiraportin tulososa päättyy tähän

Lyhyt menetelmäkuvaus

Analyysimenetelmät	Menetelmäkuvaukset
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346), CZ_SOP_D06_07_046 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346, CSN 46 5735) Kuiva-aineen määrittäminen gravimetrisesti ja kosteuden määrittäminen laskennallisesti mitatuista arvoista.
S-TS-IR-LL	CZ_SOP_D06_07_121.A (CSN ISO 29541, CSN EN ISO 16994, CSN EN ISO 16948, CSN EN 15407, CSN ISO 19579, CSN EN 15408, CSN ISO 10694, CSN EN 13137) Kokonaishiilen (TC), orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC), kokonaisrikin ja vedyn määrittäminen polttomenetelmällä käyttäen IR-detektointia ja kokonaistypen määrittäminen polttomenetelmällä käyttäen TCD-detektointia. Hapen, epäorgaanisen hiilen kokonaismäärän (TIC) ja karbonaattien määrittäminen laskennallisesti mitatuista arvoista.
Esikäsittelymenetelmät	Menetelmäkuvaukset
*S-PPHOM.07	CZ_SOP_D06_07_P01 Kiinteiden näytteiden esikäsittely analyyseja varten (murskaus, jauhaminen ja pulverisointi).
*S-PPHOM0.3	CZ_SOP_D06_07_P01 Kiinteiden näytteiden esikäsittely analyyseja varten (murskaus, jauhaminen ja pulverisointi).
*S-SAMPLESPLIT	Näytteen jakaminen (laboratorion sisäinen toimenpide)

Lyhenteet: **LOR** = Raportointiraja (Limit Of Reporting) edustaa normaalia raportointirajaa kyseessä olevalle parametrille ja menetelmälle. Huomioithan, että raportointiraja voi nousta esim. liian pienen näyttemäärän vuoksi tai jos näyte joudutaan laimentamaan matriisihäiriöiden vuoksi.

MU = Mittausepävarmuus

* = Merkki tuloksen yhteydessä tarkoittaa akkreditoimatonta analyysia.

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena (dokumentin "Guide to the Expression of Measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010" määritelmän mukaan), jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%. Mittausepävarmuus raportoidaan vain havaituille yhdisteille, joiden pitoisuudet ovat yli raportointirajan.

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

Analysoiva laboratorio

	Laboratorio
CS	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Bendlova 1687/7 Ceska Lipa 470 01 Akkreditointinumero: 1163
PR	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Praha 9 - Vysocany 190 00 Akkreditointinumero: 1163