

101001364-010  
21.2.2018

TEMOTEK OY

**RANTA-TASKILA, Oulu**  
Kortteli 403, Tontti 2

<b>Sisältö</b>	<b>sivu</b>
<b>1 TOIMEKSIANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 YLEISTÄ SULFAATTIMAISTA</b>	<b>1</b>
2.1 Sulfaattimaiden synty ja esiintyminen	1
2.2 Sulfaattimaat rakentamisessa	1
2.3 Sulfaattimaiden määrittely	1
2.4 Sulfaattimaiden riskiluokittelu	2
2.5 Ymäristövaikutukset	2
<b>3 TEHDYT TUTKIMUKSET</b>	<b>3</b>
3.1 Tehdyt maastotutkimukset	3
3.2 Laboratoriotutkimukset	3
<b>4 POHJASUHTEET JA SULFAATTIMAASELVITYS</b>	<b>3</b>
4.1 Pohjasuhteet	3
4.2 Sulfaattimaaselvitys	4
<b>5 SUUNNITELLUN RAKENNUSHANKKEEN VAIKUTUS YMPÄRISTÖÖN</b>	<b>5</b>
<b>6 JATKOTOIMET</b>	<b>5</b>
<b>Liitteet</b>	
Pohjatutkimuskartta 1:1000	101001364-010/1 Liite 1
Maa- ja vesinäytteen laboratorioanalyysitulokset	Liite 2

## 1 TOIMEKSIANTO

Temotek Oy:n toimeksiannosta Pöyry Finland Oy on laatinut sulfaattimaaselvityksen Ranta-Taskilan korttelin 403 tontin 2 rakennushankkeeseen liittyvää kaavamuutosta varten. Sulfaattimaanäytteen (maanäyte ja vesinäyte) on otettu tammikuussa 2017.

Kohteessa on tehty yleispiirteiset pohjatutkimukset ja alustava perustamistapaselvitys joulukuussa 2017. Tulokset ja lausunto on esitetty erillisessä liitteessä (Pöyry Finland Oy 21.12.2017).

Tutkimuskohde sijaitsee Oulussa Ranta-Taskilassa Rajahaudan venesataman kaakkoispuolella (Rajahauta). Tutkimuskohteen itä-pohjoispuolella sijaitsee Taskilantie ja pohjoispuolella Piispanletontie.

## 2 YLEISTÄ SULFAATTIMAISTA

### 2.1 Sulfaattimaiden synty ja esiintyminen

Noin 8 000–4 000 vuotta sitten Suomen rannikkoseudut olivat Litorina-meren peitossa, ja lämpimässä ilmastossa kasvillisuus oli runsas. Veteen kuolleet ja maatuvat kasvinosat rehevöittivät veden, ja merenpohjan hapettomissa osissa bakteeritoiminta pääsi muodostamaan rikkiyhdisteitä. Näin syntyi rikkipitoista sulfidisavea. Sulfidisavea tavataan itäiseltä Uudeltamaalta Perämeren rannikolle saakka. Yleisimpiä sulfidisavikot ovat Pohjanmaalla, erityisesti Kristiinankaupungin ja Oulun välisellä alueella. Esiintymisvyöhyke ulottuu merenpinnasta noin 80 metrin korkeudelle, esimerkiksi Seinäjoen ja Ilmajoen seuduille saakka. (Heikkinen 2009).

### 2.2 Sulfaattimaat rakentamisessa

Sulfaattimaat aiheuttavat haasteita rakentamisessa. Suuren vesipitoisuutensa ja orgaanisen aineksen määrän vuoksi maa on heikosti kantavaa ja runsaasti kokoonpuristuvaa. Rakennettaessa väyliä sulfaattimaa-alueille, jotka tarvitsevat pohjanvahvistusta, maa voidaan vahvistaa joko paikallaan, jolloin sulfaattimaita ei häiritä tai vaihtoehtoisesti maa on kaivettava pois ja sen jälkeen käsiteltävä ja läjitettävä asianmukaisesti. Poiskaivamisessa on otettava huomioon, että kaivettava vielä potentiaalisessa tilassa oleva sulfaattimaa päätyy kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa, sulfidit hapettuvat sulfaateiksi ja maasta tulee todellista hapanta sulfaattimaata, jonka pH on alhainen ja metalleja alkaa liueta.

### 2.3 Sulfaattimaiden määrittely

Sulfaattimaiden määrittely on tutkittu vuosikymmeniä eri laitosten ja tekijöiden toimesta. Usean laitoksen yhteistyönä on vuonna 2012 laadittu yleiset ohjeet happamien sulfaattimaiden kartoitukseen ja riskiluokitteluun. Geologian tutkimuskeskus on kartoittanut todellisia happamia sulfaattimaita sekä potentiaalisia sulfaattimaita. (Eklund 2014).

Sulfaattimaassa voi olla sekä hapettunut maakerros (todellinen hapanta sulfaattimaa) että hapettumaton sulfidirikkipitoinen maakerros tai vain toinen näistä (Edén et al. 2012).

Todellisessa happamassa sulfaattimaassa (THS) (actual acid sulphate soil, AASS) pH on maastossa suoraan näytteestä mitattuna  $< 4,0$  sulfidien hapettumisen seurauksena silloin, kun kyseessä on hapettunut mineraalimaa tai lieju (ei turve). Jos pH on  $4,0-4,4$  eikä ole selvää havaintoa sulfidien läsnäolosta, selvitetään asiaa lisämäärityksillä (inkubaatio tai rikkipitoisuus). (Edén et al. 2012)

Potentiaalisessa happamassa sulfaattimaassa (PHS) (potential acid sulphate soil, PASS) rikki on sulfidimuodossa (pelkistynyt, ei hapettunut) ja pH on yleensä yli  $6,0$ . Rikkipitoisuus (S(tot)) on  $\geq 0,2$  % kuivapainosta eli  $\geq 2\ 000$  mg S/kg, hiekassa rikkipitoisuus on  $> 0,01$  % kuivapainosta eli  $> 100$  mg S/kg. Inkuboitu pH on  $\leq 4,0$  ja pudotusta on vähintään  $0,5$  yksikköä maastossa mitattuun pH-arvoon verrattuna. (Edén et al. 2012)

## 2.4 Sulfaattimaiden riskiluokittelu

Suomessa on käytetty (mm. GTK) riskiluokittelua, jossa happamien sulfaattimaiden luokittelu perustuu kahteen tai kolmeen tekijään. Nämä tekijät ovat: Sulfidipitoisen maakerroksen alkamissyvyys (taulukko 1), maastossa mitatun pH:n minimi (taulukko 2) ja rikkipitoisuus (taulukko 3) niissä tapauksissa, joissa se on analysoitu. (Edén et al. 2012)

**Taulukko 1.** Sulfidimaakerroksen alkamissyvyys.

Luokka 1	Sulfidipitoisen maan alkamissyvyys (m)
1	0-1,0
2	1,0-1,5
3	1,5-2,0
4	2,0-3,0
5	sulfidi täysin hapettunut
6	ei sulfidia

**Taulukko 2.** Potentiaalisen happaman sulfaattimaan minimi-pH maastossa mitattuna

Luokka 2	Minimi pH 0-3 metrin syvyydellä
A	$< 3,5$
B	$3,5 - 3,9$
C	$4,0 - 4,4$
D	$\geq 4,5$

**Taulukko 3.** Potentiaalisen happaman sulfaattimaan rikkipitoisuus

Täydentävä luokka	Sulfidikerroksen ylimmän 40 cm kokonaisrikkipitoisuuden keskiarvo (%)
I	$\geq 1,0$
II	$0,6 - 0,99$
III	$0,2 - 0,59$
IV	$< 0,2$

Riskiluokka ilmoitetaan muodossa sulfidipitoisen maakerroksen alkamissyvyys/pH<sub>min</sub>/S(tot). Esimerkiksi 3 / A / II.

## 2.5 Ympäristövaikutukset

Veden kyllästäminen sulfaattimaat eivät aiheuta ongelmia ympäröivälle luonnolle. Sulfidit alkavat hapettua ja happamoituminen käynnistyy, kun sulfidipitoiset kerrokset joutuvat vedenpinnan yläpuolelle ja pääsevät kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa. Pohjaveden kyllästävät sulfaattimaat ovat harmittomia ympäristölle. Pohjaveden pinnan laskiessa esimerkiksi ojituksen, ruoppauksen tai maan kaivamisen seurauksena sulfidisavien

sisältämät rikkipitoiset mineraalit joutuvat kosketuksiin ilmakehän sisältämän hapen kanssa, hajoavat ja muodostavat rikkihappoa. Rikkihappo on voimakas syövyttäjä ja se liottaa maaperän luontaisesti sisältämiä metalleja. Kuivana aikana happosuolat ja metallit pysyvät maaperässä, mutta sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet huuhtoutuvat vesistöihin. (Karppinen et al. 2012)

### **3 TEHDYT TUTKIMUKSET**

#### **3.1 Tehdyt maastotutkimukset**

Alueelta on tehty yleispiirteiset pohjatutkimukset joulukuussa 2017 (Pöyry Finland Oy 21.12.2017). Pohjatutkimustulosten yhteydessä on havainnointu maaperän sulfaattipitoisuutta. Tutkimuspisteessä 176 on havaintojen perusteella arvioitu esiintyvän mahdollisesti sulfaattimaata. Tästä pisteessä on otettu lisämaanäytteitä ja vesinäyte tätä selvitystä varten. Maanäytteille on tehty pH mittaus in-situ näytteenoton yhteydessä.

Lisäksi yhdelle maanäytteelle ja vesinäytteelle on tehty tarvittavat laboratorioanalyysit sulfaattimaaselvitystä varten.

Tutkimusalue on esitetty tämän raportin liitteenä olevassa pohjatutkimuskartassa (liite 1).

#### **3.2 Laboratoriotutkimukset**

Häiriintyneitä lisämaanäytteitä on otettu tutkimuspisteestä 176 yhteensä 5 kpl. Kaikille otetuille maanäytteille on tehty maastossa pH:n määrittäminen ja silmämääräinen maalajiluokitus sekä havainnointu silmämääräisesti sulfaattimaan esiintymistä.

Yhdelle silmämääräisesti sulfaattipitoiseksi arvioidulle maanäytteelle ja yhdelle pohjavesinäytteelle on tehty laboratorioanalyysit. Laboratorion analyysitulokset on esitetty tämän raportin liitteessä 2.

### **4 POHJASUHTEET JA SULFAATTIMAASELVITYS**

#### **4.1 Pohjasuhteet**

Alueella tehtyjen pohjatutkimusten mukaan alue on suhteellisen tasaista aluetta. Maanpinta viettää loivasti länteen mereen päin. Maanpinnan korkeus vaihtelee tutkimusalueella tasovälillä +1,5...+2.

Pääasialliset maakerrokset tutkimus-alueella ovat

- pintamaat; humusmaa 0,2...0,3 m paksuna kerroksena
- löyhä pääosin routimaton rantamuodostuman hienohiekka noin 0,5 m paksuna kerroksena
- löyhä routiva hieno hiekka, hiekkainen siltti ja osittain laiha savi 0,5-1 m paksuna kerroksena
- keskitiivis-tiivis routiva silttinen hiekka, itäosassa pintaosassa osittain löyhä savinen siltti kerrostuma.

Tutkimusalueen pohjavedenpinta on havaittu pohjatutkimusten yhteydessä 8.12.2017 tasovälillä +1...+1,5 eli noin 0,5 m syvyydessä maanpinnasta. Pohjavedenpinta laskee länteen mereen päin.

## 4.2 Sulfaattimaaselvitys

Silmämääräisesti havainnoituna sulfaattia havaittiin silttikerroksessa pohjatutkimusten yhteydessä yhdestä tutkimuspisteestä otetusta maanäytteestä (piste 176). Tästä pisteessä on otettu lisämaanäytteet (5 kpl, syvyydet 1m, 1.5m, 2m, 2.5m, 3m), joista 1.5 m syvyydestä otetulle maanäytteelle on tehty erilliset laboratoriotestit potentiaalisen sulfaattimaan analysointiin. Lisäksi pohjavedestä on otettu näyte, joka on tutkittu laboratoriossa.

Taulukossa 4 on esitetty in-situ mitatut maanäytteiden pH-arvot.

**Taulukko 4.** Sulfaattimaanäytteiden in-situ mitatut pH-arvot. Tutkimuspiste 176.

Syvyys	Maalaji ja aistinvarainen arvio	Minimi pH
1 m	Hk	7,06
1,5 m	saSi, sulfidi	7,13
2 m	siHk	7,61
2,5 m	siHk	7,91
3 m	saSi	8,25

Tutkittu näyte on otettu pohjavedenpinnan alapuolelta noin tasolta +0,5 eli 1,5 metrin syvyydeltä maanpinnasta. Silttikerroksen yläpinta on tutkimuspisteen kohdalla noin tasolla +1,5 eli noin 0,5 metrin syvyydellä maanpinnasta.

Taulukossa 5 on esitetty tutkitun maanäytteen yhteenveto ja taulukossa 6 tutkitun pohjavesinäytteen analyysitulosten yhteenveto.

**Taulukko 5.** Tutkitun maanäytteen analyysitulokset.

Näytepiste ja syvyys	Maalaji ja aistinvarainen arvio	Sulfaatti SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/kg	Kokonaisrikkipitoisuus, mg/kg, (%)	Sähkönjohdavuus, mS/m	Kloridi mg/kg	minimi pH
Piste 176 / 1,5 m	saSi, sulfidi	610	1130 (0,113 %)	3,6	56	5,8

**Taulukko 6.** Tutkitun vesinäytteen analyysitulokset.

Näytepiste	Sulfaatti SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	Sähkönjohdavuus, mS/m	Kloridi mg/l	pH
Pvp 176 / vesipinta +0,69	640	150	39	5,9

Otettujen tulosten perusteella sulfaattipitoisuus näytteessä on korkeahko ja viittaa potentiaalisesti happamaan sulfaattimaanahan. Kokonaisrikkipitoisuus näytteessä on 0,113 % ja alittaa taulukon 3 luokittelun alimman riskiluokan raja-arvon. Riskiluokitusta käyttäen riskiluokitus on luvun 2.4 mukaan 1 / D / IV. Riskiluokituksen perusteella voidaan todeta, että sulfaattimaan hapontuottoa voidaan pitää alhaisena.

## 5 SUUNNITELLUN RAKENNUSHANKKEEN VAIKUTUS YMPÄRISTÖÖN

Sulfaattimaat eivät aiheuta happamuutta, mikäli maat eivät pääse hapettumaan. Sulfaattimaat voivat joutua hapen kanssa tekemisiin, mikäli kaivu ulottuu kerrokseen, mikäli pohjavettä alennetaan tai pohjavesi laskee kuivatuksen seurauksena. Tällöin sulfidiyhdisteet hapettuvat ja veteen liuenneina voivat muodostaa rikkihappoa. Hapan vesi myös monesti liuottaa maasta metalleja.

Tutkimusalueelle suunnitellut rakennukset ovat matalaan perustettavia pientaloja tai rivitaloja, joihin ei tule maanalaisia tiloja.

Pinnassa olevat löyhät silttimaakerrokset kaivetaan pois rakennusalueilta (massanvaihto) ja näin ollen matalassa olevat alhaisen riskin sulfaattimaat pääsevät hapettumaan rakennustöiden seurauksena. Kuitenkin riski happamien valuntojen (rikkihapon) muodostumiselle on alhainen. Kaivetut silttimaat on peitettävä maanläjitys paikalla, jotta sadevedet eivät pääse huuhtomaan kaivumaita.

## 6 JATKOTOIMET

Tehdyn selvityksen mukaan Ranta-Taskilan alueella riski happamien valuntojen syntymiselle on alhainen suunnitellun rakennushankkeiden seurauksena.

Analyysien mukaan sulfidimaissa (siltti, savi) on havaittu sulfaattia ja rikkiä, joiden pitoisuus alittaa alimman riskiluokan raja-arvon. Ohjeena on, että kaivetut silttimaat on peitettävä maanläjitys paikalla, jotta sadevedet eivät pääse huuhtomaan kaivumaita.

Rakennustöiden yhteydessä tulee aistinvaraisesti seurata kaivumaiden laatua. Mikäli havaitaan voimakkaasti rikkipitoisia (tummia) savi-silttimaita, tulee tarvittaessa selvittää maan laatu analysein. Tarvittaessa tällöin voi tulla kysymykseen kaivumaiden neutralisointi kalkituksella kuormauksen ja/tai läjityksen yhteydessä. Tarvetta tälle voidaan tutkimustulosten perusteella pitää epätodennäköisenä.

Oulussa 21.2.2018

Sakari Lotvonen  
TkL, suunnittelupäällikkö

Pöyry Finland Oy  
Ympäristötekniikka Pohjoinen  
Elektroniikkatie 13  
FI-90590 Oulu  
Tel. +358 10 3311  
E-mail: etunimi.sukunimi@poyry.com  
www.poyry.fi

**KIRJALLISUUTTA**

Edén, P., Rankonen, E., Auri, J., Yli-Halla, M., Österholm, P., Beucher, A. & Rosendahl, R. (2012). Definition and classification on Finnish acid sulfate soils. Julkaisusta: Österholm, P., Yli-Halla, M. ja Edén, P. (toim.) 7th International Acid Sulfate Conference in Vaasa, Finland 2012, Towards Harmony between Land Use and the Environment, Proceeding volume. Vaasa, Geologian tutkimuskeskus:

Eklund, M. (2014). Sulfidisavien tutkiminen, ympäristö- ja pohjatutkimuspäivä 29.10.2014, Geologian tutkimuskeskus

Heikkinen, S. (toim.) (2009). Happamien sulfaattimaiden haitat hallintaan. Geofoorumi 2/2009

Karppinen, H., Komulainen, H., Kousa, A., Nikkarinen, M. & Tornivaara, A. (2012). Haitalliset alkuaineet Kainuun kaivovesissä – Loppuraportti. Kajaani: Kainuun maakunta –kuntayhtymä



Eurofins Ahma Oy  
 Teollisuustie 6  
 96100 Rovaniemi

**LIITE 2 1/2**

 Saaja:  
 Pöyry Finland Oy  
  
 Elektoniikkatie 13  
 90590 OULU

 Tilauksen tiedot:  
 Asiakastunnus: 3807  
 Tilaustunnus: O-18-00226  
 Tilauksen kuvaus: 101001364-010 Temotek Oy: Ranta-Taskila,  
 sulfaattimaatutkimus

<b>Näytetunnus:</b> O-18-00226-001	<b>Kuvaus:</b> 176, 1,5m		
<b>Näyte otettu:</b>	<b>Vastaanottopvm:</b> 26.1.2018	<b>Tutkimus aloitettu:</b> 30.1.2018	
<b>Näytetyyppi:</b> Maa	<b>Näytteenottaja:</b>		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>			
pH (1:5)		5,8	ISO 10390:2005 / OUL
Sähkönjohtavuus	mS/m	3,6	SFS-EN 27888:1994 / OUL
Sulfaatti, happoliukoinen	mg/kg ka	610	SFS-EN 1744-1 / OUL
Vesiliukoinen kloridi	mg/kg ka	56	SFS-EN 1744-1, SFS-EN ISO 10304:09 / OUL
<b>Alkuaineanalyysit</b>			
Rikki, S	mg/kg ka	1130	EPA3051(HNO3\HCl),SFS-EN ISO11885:09/OUL
Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratorion.			

20.2.2018



 Laura Hurtig, Kemisti  
 040 592 3344, LauraHurtig@eurofins.fi

Yhteyshenkilöt

Alkuaineanalytiikka, Fysikaalis-kemiallinen analytiikka (Oulu): Ilkka Välimäki, 044 256 3322, IlkkaValimaki@eurofins.fi

Eurofins Ahma Oy  
Teollisuustie 6  
96100 Rovaniemi

LIITE 2 2/2

Saaja:  
Pöyry Finland Oy  
  
Elektroniikkatie 13  
90590 OULUTilauksen tiedot:  
Asiakastunnus: 3807  
Tilaustunnus: O-18-00210  
Tilauksen kuvaus: 101001364-010 TEMOTEK OY: Ranta-Taskila,  
sulfaattimaatutkimus

---

**Näytetunnus:** O-18-00210-001      **Kuvaus:** PVP 176  
**Näyte otettu:** 25.1.2018      **Vastaanottopvm:** 25.1.2018      **Tutkimus aloitettu:** 29.1.2018  
**Näytetyyppi:** Luonnonvesi      **Näytteenottaja:** Tero Luttinen

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Menetelmä / Laboratorio
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>			
pH		5,9	SFS 3021:1979 / OUL
Sähkönjohtavuus	mS/m	150	SFS-EN 27888:1994 / OUL
Kloridi	mg/l	39,0	SFS-EN ISO 10304-1:2009 / OUL
Sulfaatti	mg/l	640	SFS-EN ISO 10304-1:2009 / OUL

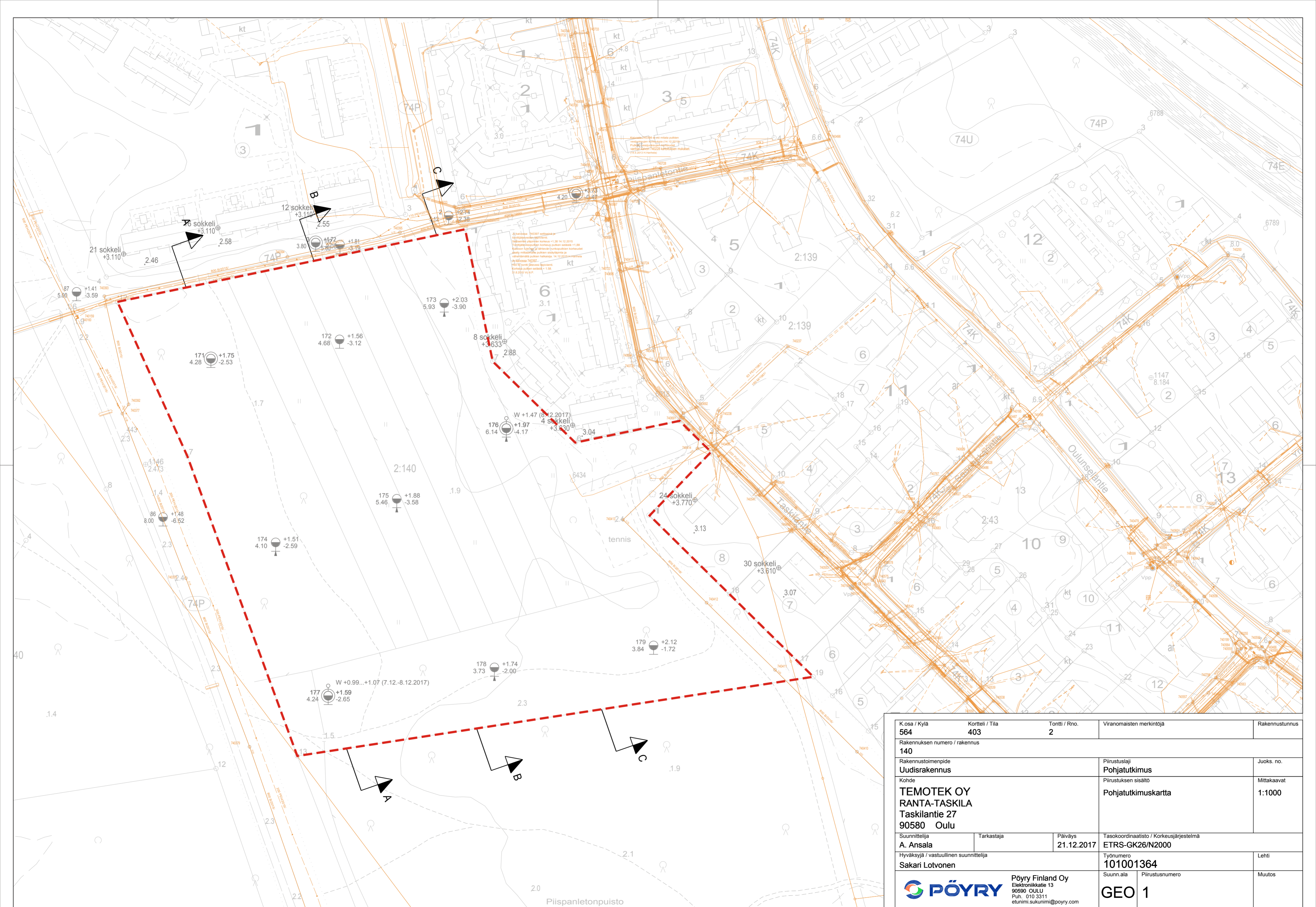
Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratorion.

13.2.2018

Tomi Nevanperä, Kemisti  
044 588 5268, TomiNevanpera@eurofins.fi

Yhteyshenkilöt

Fysikaalis-kemiallinen analytiikka (Oulu): Ilkka Välimäki, 044 256 3322, IlkkaValimaki@eurofins.fi



K.osa / Kyla	Kortteli / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä	Rakennustunnus
564	403	2		
Rakennuksen numero / rakennus				
140				
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks. no.
Uudisrakennus			Pohjatutkimus	
Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TEMOTEK OY RANTA-TASKILA Taskilantie 27 90580 Oulu			Pohjatutkimuskartta	1:1000
Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
A. Ansala		21.12.2017	ETRS-GK26/N2000	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija			Työnumero	Lehti
Sakari Lotvonen			101001364	
Pöyry Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala	Piirustusnumero
			101001364	Muutos
			<b>GEO 1</b>	