



Asiakas: Muhoksen kunta

Projekti: Lukkarinkankaan asemakaavamuutos, junatärinämittaukset ja sulfaatti-
maaselvitys

Asiakirja: Sulfaattimaaselvitys

Projektinumero: 101017968-001

Sulfaattimaaselvitys

Yhteyshenkilö
Anu Kivistö-Rahnasto

Puhelin
050 329 0645
Sähköposti
anu.kivisto-rahnasto@afry.com

Pvm.
11/01/2022

Projektiviite
101017968-001

Asiakas
Muhoksen kunta

Lukkarinkankaan asemakaavamuutos sulfaattimaaselvitys

AFRY Finland Oy
Infrapalvelut, Oulu
Elektroniikkatie 13
FI-90590 Oulu
Tel. +358 10 3311
E-mail: etunimi.sukunimi@afry.com
www.afry.fi

Anu Kivistö-Rahnasto
FM, ympäristökonsultti

Anneli Wichmann
FM, vanhempi konsultti



Sisältö

1	Toimeksianto	1
2	Sulfaattimaaselvitys.....	1
2.1	Yleistä	1
2.2	Tehdyt tutkimukset	1
2.3	Tutkimustulokset ja johtopäätökset	2
2.4	Jatkotoimenpiteet	3
3	Lähteet	3

Liitteet

Sulfaattimaaselvityksen analyysitulokset

Liite 1

Piirustukset

Tutkimuspistekartta

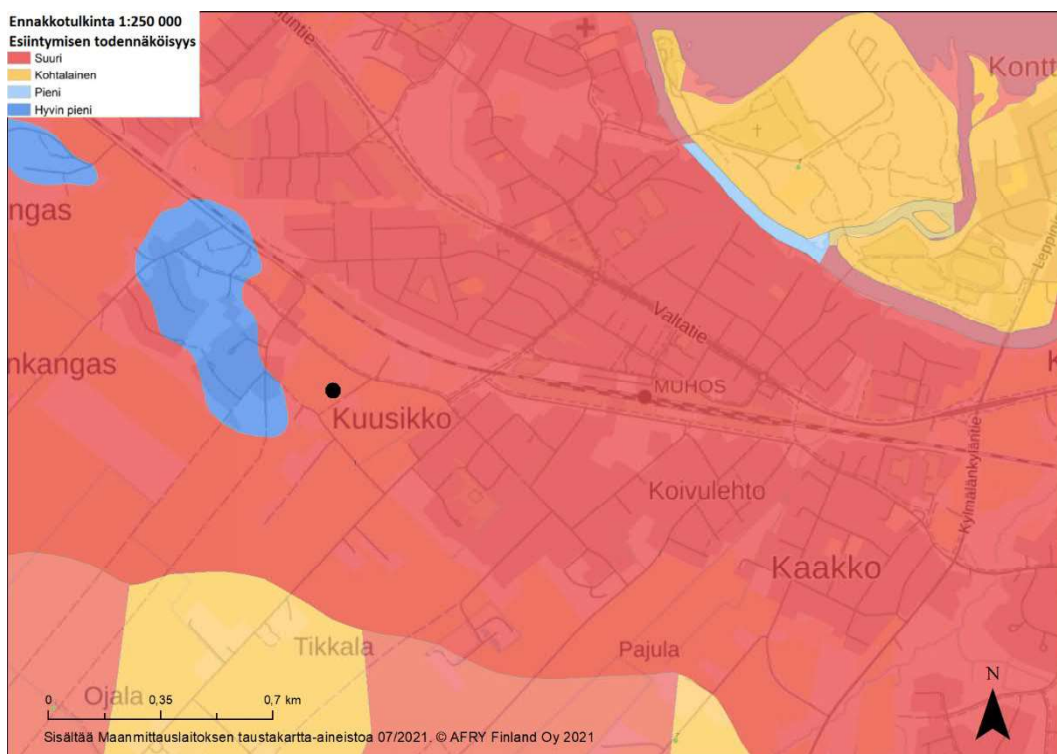
1 Toimeksianto

Muhoksen kunnan toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt sulfaattimaaselvityksen Lukkarinkankaan asemakaavamuutosalueella. Kenttätutkimukset on tehty joulukuussa 2021.

2 Sulfaattimaaselvitys

2.1 Yleistä

Muhoksen Lukkarinkankaan hanke sijoittuu alueelle, jossa GTK on arvioinut sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden olevan suuri (Kuva 1). Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1 GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Muhoksen alueella. Lukkarinkankaan tutkimusalueen sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2020).

2.2 Tehdyt tutkimukset

Muhoksen Lukkarinkankaan alueelta on otettu yhteensä seitsemän sulfaattimaanäytettä, kahdesta näytestä (NP1 ja NP2). Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty tutkimuskartassa.

Kaikista näytteistä mitattiin alku-pH. Neljä näytettä lähetettiin laboratorioon (NP1 3m ja 6m sekä NP2 1,5m ja 5m), joista määritettiin kokonaisrikkipitoisuus, hapontuottoriski NAG-testillä sekä sähkönjohtavuus. Nettohapontuottokyky (NAG) ja NAG-pH mitataan hapettamalla näyte vetyperoksidilla. Tämän jälkeen näyte titrataan emäksellä pisteeseen, jossa pH on 4,5 tai 7. Emäksen (NaOH) kulutuksesta lasketaan nettohapontuotto. NAG-pH on teoreettinen arvo, johon päädyttäisiin, mikäli näytteen kaikki sulfidinen rikki hapettuisi kerralla.

Analyysitulokset on esitetty liitteessä 1.

2.3 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Silmämääräisesti tarkasteltuna näytepisteen 1 (1,5m ja 5m) ja 2 (6m) laboratorioon lähetetyissä näytteissä havaittiin tummaa ainesta, joka viittasi mahdollisesti sulfidiseen materiaaliin. Laboratorioon lähetetyt näytteet olivat silttistä savea (NP1/3m), sulfidista savea (NP1/6m, NP2/5m) ja hiekaista savea (NP2/1,5m).

Taulukossa 1 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentiaaliriski karkeasti NAG:n, NAG-pH:n ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella arvioituna. Lisäksi voidaan pitää rajana, että yli 0,2 % kokonaisrikkipitoisuus näytteessä korreloi hyvin happamoitumisen kanssa erityisesti hienorakeisissa mineraalimaalajeissa (Auri ym. 2018).

Taulukko 1 Maan hapontuottoriski karkeasti arvioituna NAG ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella.

NAG pH*	NAG [kg H ₂ SO ₄ /t] 4,5pH*	Rikkipitoisuus mg/kg (%)**	
≥5	0-2	< 600	maa tuottaa vähän tai ei ollenkaan happoa
2,5-5	2-50	600-10 000	maa tuottaa kohtalaisesti happoa
≤2,5	≥50	> 10 000	maa tuottaa voimakkaasti happoa

* Liao ym.2007

** Pousette ym.2008

Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Minkään näytteen kokonaisrikkipitoisuus ei ollut yli 0,2 %, eli sen perusteella maanäytteitä ei luokiteltaisi potentiaalisesti happamiksi sulfaattimaiksi ja ei näin ollen aiheuttaisi happamoitumista. Näytteen NP1 (3 m) pH laski myös NAG-testissä selvästi happamaksi, ja nettohapontuotonmäärät olivat jonkin verran koholla. Näytteiden NP2 (1,5 m ja 5 m) pH:t laskivat selvästi happamaksi NAG-testissä, mutta nettohapontuoton määrät jäivät alhaisiksi. Näytteet NP1 (6 m) pH ei laskenut selvästi happamaksi NAG-testissä, ja nettohapontuoton määrät jäivät alhaisiksi. Näiden tulosten perusteella pisteessä NP1 (3 m) maa on kohtalaisesti happoatuottavaa. Pousette ym. luokittelun mukaan kaikkien näytteiden kokonaisrikkipitoisuudet olivat koholla, jolloin maa-aineksilla on kohtalainen hapontuottopotentiaali.

On todennäköistä, että nyt näytepisteen NP1 (3 m) tarkastellut maa-ainekset aiheuttavat happamuushaittoja, mikäli kaivu- tai rakennustöiden yhteydessä sulfidinen maa-aines pääsee hapettumaan. Myös muiden näytepisteiden maa-ainekset voivat todennäköisesti aiheuttaa happamoitumista hapettuessaan.

Taulukko 2 NAG, NAG-pH, kokonaisrikkipitoisuus ja sähkönjohtavuus maanäytteissä.

Näyte	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H ₂ SO ₄ /t]	NAG (pH 7,0) [kg H ₂ SO ₄ /t]	Rikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähkönjohtavuus mS/m
NP1 (3 m)	6,2	3,2	3,4	5,7	1900 (0,19)	5700	20
NP1 (6 m)	6,3	4,5	0	2,6	980 (0,09)	2940	10
NP2 (1,5 m)	5,2	3,5	1,4	5,2	940 (0,09)	2820	10
NP2 (5 m)	6,4	3,7	1,1	5,4	1300 (0,13)	3900	12
NP1 (1,5 m)	5,2						

Näyte	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H ₂ SO ₄ /t	NAG (pH 7,0) [kg H ₂ SO ₄ /t]	Rikki- toisuus mg/kg (%)	Sulfaattipi- toisuus mg/kg (laskennal- linen)	Sähkön- johtavuus mS/m
NP2 (3 m)	6,0						
NP2 (6 m)	6,4						

2.4 Jatkotoimenpiteet

Jos tonttikohtaisten tutkimusten tai rakentamisen aikana kaivujen yhteydessä havaitaan sulfidisia maita, täytyy alueella tehdä lisätutkimuksia happamoitumisriskin selvittämiseksi.

Mahdolliset sulfidiset maat eivät estä rakentamista alueelle, mutta sulfidimaiden käsittelyyn on kiinnitettävä huomiota. Paras keino hallita happamuuden syntymistä on estää potentiaa- listen happamien sulfaattimaiden altistuminen ilmakehän hapelle. Hapan valunta voi syntyä, mikäli maaperää kuivatetaan sulfidikerrokseen asti tai mikäli maaperä pääsee hapettumaan esimerkiksi putkikaivantojen yhteydessä. Tällöin mahdollisten happamien kuivatusvesien käsittelyyn ja johtamiseen ympäristöön on kiinnitettävä huomiota. Mikäli maaperää joudutaan kuivattamaan sulfidikerrokseen asti, tulisi kuivatusvesien pH:ta seurata ja neutraloida, mikäli kuivatusvesien pH laskee alhaiseksi.

Maaperä voi päästä myös hapettumaan, mikäli sulfidisia maita joudutaan vaihtamaan rakennuspaikalla. Tällöin sulfidisten maiden läjitykseen on kiinnitettävä huomiota, jotta happamia valuntoja ei pääsisi valumaan ympäristöön. Yksinkertaisimmillaan poiskaivettujen sulfidisten massojen hapettuminen voidaan estää läjittämällä maamassat vedellä kyllästy- neeseen tilaan, mikäli tällaiseen läjitykseen sopiva kohde on tiedossa. Läjitetessä sulfidi- sia maita kuivalle maalle tulee sulfidimaat peittää ja eristää, jotta ilmakehän happi ei pääse hapettamaan sulfidia. Tarvittaessa kaivumaat on käsiteltävä esimerkiksi kalkilla. Läjitetä-essä kuivalle maalle valumavesien pH:n seuranta on suositeltavaa, jotta tiedetään, toimiiko peittorakenne vai kulkeutuuko läjityksen seurauksena happamia vesiä ympäristöön.

Happamien valuntojen lisäksi potentiaalisesti happamat sulfaattimaat voivat sisältää metal- leja, jotka voivat kulkeutuvat happamien valuntojen mukana ympäristöön.

Tämän lausunnon tulokset perustuvat otettuihin näytteisiin ja tehtyihin testeihin. On huo- mioitavaa, että potentiaalisesti happamat sulfaattimaat esiintyvät usein laikuittai- na/linssimäisinä alueina. Rakentamistöiden yhteydessä maa-ainesta on havainnoitava ja tarpeen mukaan tehtävä lisämäärytyksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta mahdol- listen sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella pystytään paremmin arvioimaan.

3 Lähteet

AMIRA international. (2002). ARD TEST HANDBOOK, Melbourne

Auri, J., Boman, A., Hadzic, M. ja Nystrand, M. 2018. Opas happamien sulfaattimaiden kar- toitukseen turvetuotantoalueilla. Sulfa II-hanke.

GTK (2015) Mine Closure WIKI: net acid generation

Liao, B., Huang, L.N., Ye, Z., Lan, C.Y. & Shu, W.S. (2007). Cut-off Net Acid Generation pH in Predicting Acid-Forming Potential in Mine Spoils. Journal of Environmental Quality vol. 36/2007: 887-891, Madison WI: ASA.

Pousette, K., Eriksson, L., Knutsson, S. (2008). Acidification properties of sulphide soil – a classification system based on leaching tests. Julkaisusta: Flate K, Frydenlund T-E, Prestegarden J & Senneset K (toim.) Nordisk Geoteknikermøte i Sandefjord 4.-6. september 2008. Norsk Geoteknisk Forening: 415–42.



Tutkimusno EUFI05-00011830
Asiakasno YB0001206
Anu Kivistö-Rahnasto

AFRY Finland Oy
Anu Kivistö-Rahnasto
 Elektriikkatie 13
 90590 OULU
 FINLAND
 s-posti: anu.kivisto-rahasto@afry.com

Tilauksen kuvaus

Muhos, Lukkarinkangas, Potentiaalinen hapan sulfaattimaa, maanäytteen NAG-testi, kokonaisrikki ja sähkönjohtavuus

Näyttenumero	693-2021-00036353	693-2021-00036354	693-2021-00036355	693-2021-00036356
Näytteen nimi	SM2 / 1,5m	SM2 / 5m	SM1 / 3m	SM1 / 6m
Näytteen kuvaus	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Matriisi	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Näytteenottopäivä	08.12.2021	08.12.2021	08.12.2021	08.12.2021
Vastaanottopäivä	13.12.2021	13.12.2021	13.12.2021	13.12.2021
Analysointi aloitettu	13.12.2021	13.12.2021	13.12.2021	13.12.2021
Näytteenottaja	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	10	12	20	10
pH (NAG)	YBC29		3,5	3,7	3,2	4,5
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	5,2	5,4	5,7	2,6
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	1,4	1,1	3,4	0,0
Alkuaineanalyysit						
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	940	1300	1900	980
Mikroaaltohajotus	YBE30		tehty	tehty	tehty	tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

Kommentti

pH ennen keittoa
 693-2021-00036353: 3,10/3,11
 693-2021-00036354: 3,45
 693-2021-00036355: 2,95
 693-2021-00036356: 3,77



ALLEKIRJOITUS

03.01.2022



Toni Mäkelä Analyysipalvelupäällikkö

ToniMakela@eurofins.fi +358 503111081

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC02	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1	Ei	ISO 10390:2005	YB
YBC29	pH (NAG)	± 0.2 pH yks.		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC29	NAG (pH 7.0)	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC29	NAG (pH 4.5)	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
Alkuaineanalyysit						
YB0DS	Rikki (S)	<250:±35mg/kgka >250:±14%	50	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; EPA 3051A	YB
YBE30	Mikroaaltohajotus			Ei	EPA 3051A	YB

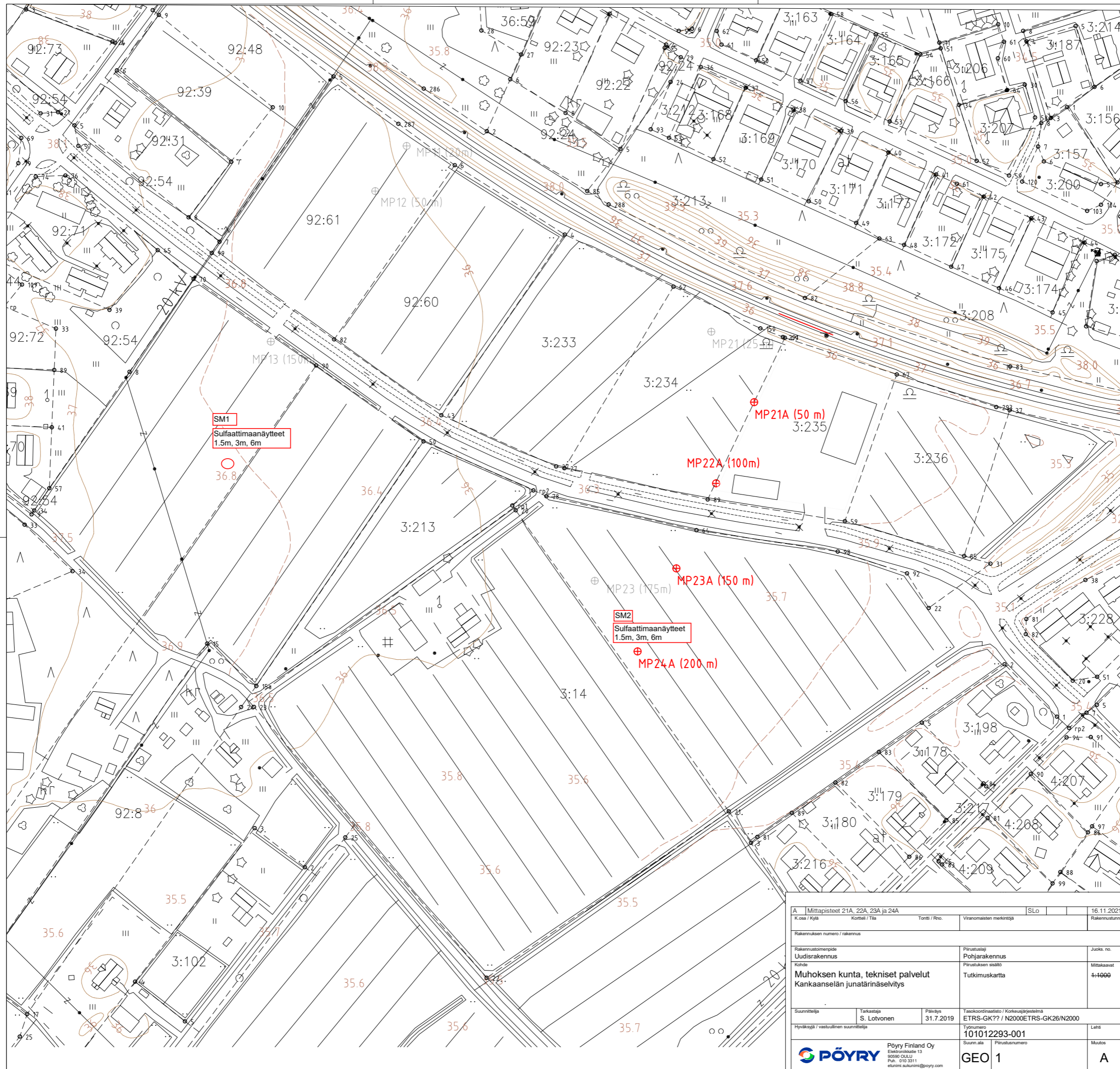
Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu
----	----------------------

Jakelu : Oulu (ymparisto.oulu@afry.com)

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Mahdollinen lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.



SM1
Sulfaattimaanäytteet
1.5m, 3m, 6m

SM2
Sulfaattimaanäytteet
1.5m, 3m, 6m

A Mittapisteen 21A, 22A, 23A ja 24A		SL0	16.11.2021
Kosa / Kyla	Korttelit / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintä
Rakennuksen numero / rakennus			
Rakennusomajärjestö	Uudisrakennus	Pinustaja	Juoks. no.
Kohde	Muhoksen kunta, tekniset palvelut Kankaanselän junatärinäselvitys	Pohjarakennus	Mittakaavat 4:4000
Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija	S. Lotvonen	31.7.2019	ETRS-GK?? / N2000ETRS-GK26/N2000
Pöyry Finland Oy Elektronikkatie 13 00001 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Työnumero	Lehti
Suunn. alla		Pinustusnumero	Muutos
GEO 1		101012293-001	A