

Vastaanottaja

Arttu Väänänen
Oulun kaupunki

Päivämäärä

5.7.2022

NIEMENRANTA

SULFAATTIMAASELVITYS

NIEMENRANTA SULFAATTIMAASELVITYS

Asiakirjatyyppi **Loppuraportti**
Laatija **Sanna Vienonen, Ramboll Finland Oy**
Tarkastaja **Merja Autiola, Ramboll Finland Oy**

Ramboll
Kiviharjunlenkki 1 A
90220 OULU

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

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	3
2.	Happamat sulfaattimaat	3
2.1	Tausta	3
2.2	Luokittelu	3
2.3	Vaikutukset	4
2.4	Tunnistaminen	4
3.	Näytteenotto ja kenttähavainnot	5
4.	Tulokset	5
5.	Yhteenveto	6

LIITTEET

Liite 1

Näytepisteet

Liite 2

Vesinäytteen laboratoriotulokset

1. JOHDANTO

Tässä työssä toteutettiin Oulunsalon Niemenrantaan sulfaattimaaselvitys. Työstä on laadittu jo aiemmin tutkimussuunnitelma (Sweco 25.5.2022).

2. HAPPAMAT SULFAATTIMAAT

2.1 TAUSTA

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkiptoisia sedimenttejä, joista vapautuu hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin. Hapettuminen tapahtuu, kun maaperä pääsee kosketuksiin ilman hapen kanssa. Happamoitumisen seurauksena liukenee maaperästä myös haitallisia metalleja (esim. Al, Cd, Co, Cu, Ni, Zn), jotka kulkeutuvat edelleen vesistöihin. Happamista sulfaattimaista on Suomessa arvioitu huuhtoutuvan vesistöihin jopa enemmän haitallisia metalleja, kuten mangaania, sinkkiä, alumiinia, kuin yhteensä kaikista Suomen teollisuuden jätevesistä.

Maaperän happamoitumiseen on syynä rautasulfidien hapettuminen sedimenttien joutuessa pohjavedenpinnan yläpuolelle maankohoamisen ja maankäyttöön liittyvän kuivatustoiminnan seurauksena. Hapettumisen seurauksena sulfideista muodostuu maaperässä rikkihappoa, joka alentaa maan pH-tasoa. Rikkiptoiset sedimentit ovat pääasiassa veteen kerrostuneita sedimenttejä, jotka ovat syntyneet ympäristössä, jossa sulfaattipitoiseen veteen, pääasiassa meriveteen, on kerrostunut orgaanista ainesta ja sekoittunut mantereelta kulkeutuneita sedimenttien rautaoksideja. 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 karkeammissa maalajeissa 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 järvi- aikojen aikana ja esiintymien arvioidaan olevan Euroopan laajimmat. Ongelmallisimpia ovat Litorina-merivaiheessa ja sen jälkeen kerrostuneet sedimentit, koska tällöin ympäristöolot ovat olleet suotuisimmat rikkiptoisten kerrostumien muodostumiselle. Litorina-meri on ulottunut noin 9800 vuotta sitten ylimmillään Perämeren seudulla yli 100 metrin, Pohjanmaalla hieman alle 100 metrin ja Etelä-Suomessa noin 50 metrin korkeudelle nykyisen merenpinnan yläpuolelle.

2.2 LUOKITTELU

Happamalla sulfaattimaalla tarkoitetaan sulfidirikkiptoista maaperää, jossa on sekä hapettunut hapen maakerros, että hapettumaton sulfidirikkiptoinen maakerros, tai vain toinen näistä. Happamat sulfaattimaat ovat yleisesti liejuisia ja hienorakeisia maalajeja (savi ja siltti), mutta myös karkearakeiset maalajit (silttinen hiekka ja hiekka) voivat hapettuessaan tuottaa happamuutta huonon puskurikapasiteetin takia. GTK:n ohjeistuksissa koheesiomaat luokittelevat happamiksi sulfaattimaiksi, kun niiden kokonaisrikkipitoisuus ylittää 2000 mg/kg (0,2 m-%). Kitkamaalajit

luokittuvat happamiksi sulfaattimaiksi, jos niiden rikkipitoisuus ylittää 600 mg/kg (0,06 m-%). Liejut ja turpeet luokittuvat happoa tuottavaksi, jos niiden kokonaisrikkipitoisuus ylittää 10 000 mg/kg (1,0 m-%).

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

- Todellinen hapan sulfaattimaa (THS) on hapettunut ympäristö, jonka pH on laskenut hapettumisen myötä alle 4,0.
- Potentiaalinen hapan sulfidimaa (PHS) on anaerobisessa tilassa oleva, happamuudeltaan neutraali, rikkipitoinen ympäristö, joka hapettuessaan tuottaa rikkihappoa muuttuen todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi. Potentiaalisella happamalla sulfidimaalla tarkoitetaan sulfidirikkipitoista maaperää, jolla on potentiaalia muuttua todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi, mikäli maaperä pääsee hapettumaan.

2.3 VAIKUTUKSET

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. Happamissa vesissä sekä eliöstön että kasvillisuuden monimuotoisuus vähenee voimakkaasti, koska harvat lajit pystyvät elämään ja lisääntymään happamoituneissa vesissä. Herkimmät kalat voivat kuolla jo, kun vesistön pH laskee tason 5,5 alle. Happaman veden liuottama alumiini saostuu vesistöissä kalan kiduksissa aiheuttaen kalojen tukehtumista.

Hapan ympäristö myös lisää merkittävästi korroosionopeutta useilla metalleilla – myös teräksillä, mikä vaikuttaa rakentamissuunnitelmiin ja käytettäviin materiaaleihin.

Todellisilla happamilla sulfaattimailla maanalaisten rakenteiden korroosio aiheutuu suurelta osin matalan pH:n ja paikallisten happikonsentraatioerojen seurauksena. Korroosionopeutta lisää sähköjohtavuus, jonka edellytyksiä ovat riittävä vesipitoisuus ja liukoisten ionien määrä.

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 (H₂S), 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 elektrolyysiveden läsnäolon seurauksesta.

2.4 TUNNISTAMINEN

Potentiaaliset happamat sulfidimaat tunnistetaan kenttähavaintojen ja laboratorioanalyysien perusteella. Kentällä tehdään havaintoja maalajista, maaperän kosteudesta, pohjavedenpinnan tasosta sekä mitataan maaperän alku-pH näytteistä. Kenttänäytteenottajan on oltava perehdytetty

sulfaattimaa-näytteenottoon ja osattava tarkastella halutut asiat kentällä. Laboratoriossa analysoidaan:

- Happaman sulfaattimaan tunnistamiseksi kokonaisriikki sekä happamoitumispotentialiaali (TPA pH) ja potentiaalinen asiditeetti.
- Lisäksi tehdään tarpeen mukaan tarkempi maalajimääritys pesuseulonnalla sekä vesipitoisuus ja hehikutushäviö maaperän happamoitumislukituksen täsmentämiseksi.
- Jos halutaan varmistaa maaperän hapettumisnopeus hallintatoimien suunnittelua varten, suoritetaan inkubointi.
- Korroosio-ominaisuudet selviävät tarvittaessa sulfaatti- ja kloridianalyysillä.

3. NÄYTTEENOTTO JA KENTTÄHAVAINNOT

Näytteenotto suoritettiin 23.6.2022 neljästä pisteestä (Pisteet P1, P2, P3, P4, Liite 1) kolmeen metriin (3 m) saakka. Näytteitä otettiin 1 m välein. Pohjavesi tuli vastaan kenttähavaintojen perusteella noin syvyydellä 1...2 m. Kenttähavaintojen perusteella maaperä on pääosin silttistä hiekkaa/hiekkaa. Kenttä-pH oli välillä 5,46...7,09.

Sulfaattimaanäytteenoton lisäksi otettiin vesinäyte Karhuojasta pisteestä P4, tulokset on esitetty liitteessä 2.

4. TULOKSET

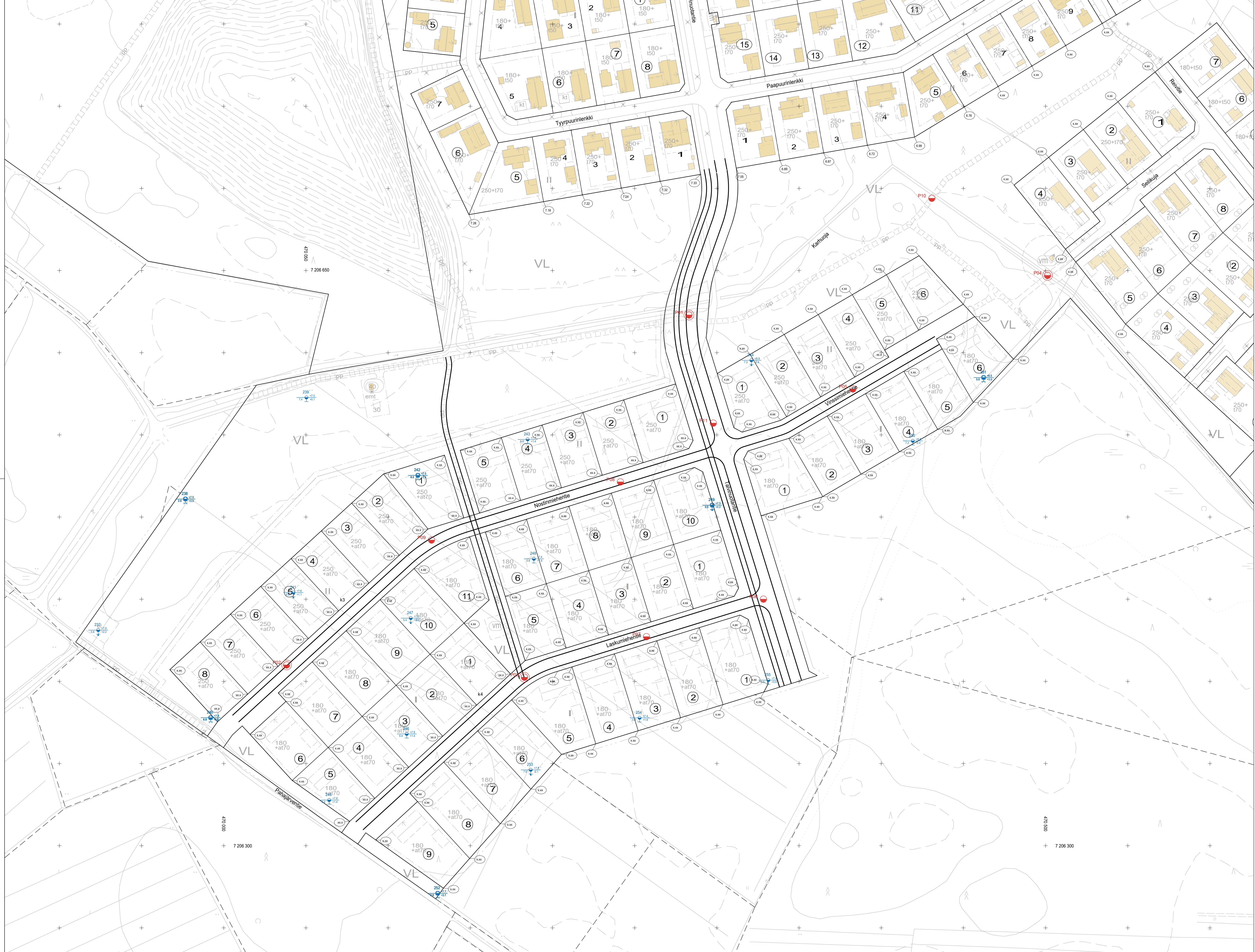
Jokaisesta 1 m välein otetusta näytteestä mitattiin kentällä pH. Kaikista näytteistä tutkittiin laboratoriossa kokonaisriikki, joka vaihteli välillä <0,005...0,035 m-%. Kenttähavaintojen ja kokonaisriikin perusteella ei nähty tarpeelliseksi suorittaa muita analyysejä. Tulokset on esitetty taulukossa 4-1.

Taulukko 4-1. Yhteenveto tutkimustuloksista.

Piste	Näytteenotto-kerroksen syvyys maanpinnasta (m)	Maastohavainnot				Laboratorioanalyysit			
		Maalaji	Kosteus	Väri	Maasto-pH	Kokonaisriikki (m-%)	Hapetetun näytteen pH	Hapontuotto-potentiaali	Puskuri-kapasiteetti
P1	0...1	Hk	1	ru	5,46	<0,005			
	1...2	saSi	3	ru	7,04	0,035			
	2...3	Si	3	ha	6,64	0,024			
P2	0...1	Hk	1	ru	5,90	<0,005			
	1...2	siHk	3	ha	7,08	0,017			
	2...3	siHk	3	ha	7,11	0,024			
P3	0...1	Hk	1	ru	6,81	<0,005			
	1...2	siHk	3	ha	7,07	0,017			
	2...3	siHk	3	ha	6,67	0,011			
P4	0...1	Hk	1	ru	5,67	0,012			
	1...2	Hk	3	ha	6,63	0,031			
	2...3	Hk/Si	3	ha	7,09	0,027			

5. YHTEENVETO

Niemenrannan näytteet lasketaan pääosin kitkamaalajiksi, joka luokittuisi happamiksi sulfaattimaiksi, jos rikkipitoisuus ylittäisi 600 mg/kg (0,06 m-%). Analyysitulosten perusteella näytteet eivät luokitu happamiksi sulfaattimaiksi, mikä aiheuttaisi jatkotoimia suunnitteluun tai rakentamiseen.



Punaisella esitetty uusi tutkimus
Sinisellä nykyiset tutkimukset

LUONNOS

Merkki	Muutos	Pvm	Suunnittelija	Hyväksyjä
Koordinaattijärjestelmä		ETRS-GK26	Korkeusjärjestelmä	N2000
Kaupunginosa		Oulunsalo 140	Mittakaava	1:1000
Hanketunnus	LYK 2022_0022			
Hanke		Niemenranta V-alueen katu- ja rakennussuunnittelu		
Kohde	XXXXX			
Suunnitteluvaihe	Hyväksymiskäsittely	Asiakistyyppi	Piiustus	
Aihe	Pohjatutkimusohjelma			
Asiasisältö	Pohjatutkimusohjelma			
Suunnittelija		SWECO Sweco Infra & Real Oyj Korttelitehtävä 33 0100 OULU		YHDYSKUNTA- JA YMPÄRISTÖPALVELUT
Suunnittelutaja		OULU		
Projektipäällikö	ei hyväksymiskäsittelyyn	Pvm	25.5.2022	Piir.nro
Piir.nro (konsultti)	ei hyväksymiskäsittelyyn	ei hyväksymiskäsittelyyn		

Näyte-erä EUAA56-00112898
Tilausviite 1510071718Ramboll Finland Oy
Anne Jokiniemi
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

OUKA Niemenranta sulfidiselvitys

Näytenumero	750-2022-00043753		
Näytteen nimi	P4 Karhuoja		
Näyttematriisi	Pintavesi		
Näytteen kuvaus	Pintavesi		
Vastaanottopäivä	16.06.2022		
Näytteenottopäivä	15.06.2022		
Näytteenottaja rekisteristä	Kasurinen Nina / Ramboll		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	
Kenttätestit ja tiedot näytteestä			
Lämpötila	RZ915 °C	14,5	
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset			
pH *	RZB10	7,2	
Sähkönjohtavuus 25°C *	RZB59 µS/cm	120	
Liuennut happi (O2) *	RZB18 mg/l	5,3	
Kloridi (Cl-) *	RZB76 mg/l	5,7	
Sulfaatti (SO4) *	RZB86 mg/l	7,0	

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

23.06.2022



Salla Partio Analyysipalvelupäällikkö

SallaPartio@eurofins.fi +358 44 7421564

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kenttätestit ja tiedot näytteestä						
RZ915	Lämpötila			Ei	Kenttämittaus, Lämpötilan mittaus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB10	pH	± 0,2 yks./3%		Kyllä	SFS 3021:1979, mod.	RZ
RZB59	Sähkönjohtavuus 25°C	10%(<40µS/m) 5%(>40µS/m)	1 µS/cm	Kyllä	SFS-EN 27888:1994, mod.	RZ
RZB18	Liuennot happi (O2)	0,2mg/l(<2) 10%(≥2)	0,2 mg/l	Kyllä	SFS-EN 25813:1993, mod.	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), 16887-00-6	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO4), 18785-72-3	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
----	--	--------------------------------------

Tutkimustodistuksen jakelu: anne.jokiniemi@ramboll.fi, nina.kasurinen@ramboll.fi, sanna.vienonen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.