

Lidl Suomi Ky  
**LIDL OULU KAAKKURI POHJATUTKIMUS  
METSOKANKAANTIE, OULU**

23.11.2021



## SISÄLLYSLUETTELO

1. TAUSTAA.....	3
2. YLEISESTI SULFAATTIMAISTA.....	3
2.1 Muodostuminen .....	3
2.2 Määritelmät.....	3
2.3 Suomalainen riskiluokittelu .....	4
2.4 Pousetten luokittelu .....	5
2.5 Muita kriteereitä.....	6
2.6 Vaikutukset.....	6
3 TEHDYT TUTKIMUKSET .....	7
3.1 Tutkimustulokset .....	8
3.2 Tutkimustulosten tulkinta .....	8
3.3 Yhteenveto tuloksista .....	9
4. TOIMENPITEET .....	9

## LIITTEET

Tutkimuskartta	8730.3
Maanäytteiden tutkimustulokset	6/8730

## 1. TAUSTAA

Aluetaito Oy on suorittanut marraskuussa 2021 tutkimusta uuden Lidlin suunnitellulla rakennuspaikalla Oulun Kaakkurissa. Työssä laadittiin alueelle sulfaattimaaselvitys. Sulfaattimaaselvitys liitetään aiemmin laaditun pohjatutkimusselostuksen (Aluetaito Oy, 2020) liitteeksi.

## 2. YLEISESTI SULFAATTIMAISTA

### 2.1 Muodostuminen

Happamat sulfaattimaat ovat maaperässä luonnollisesti esiintyviä rikkiä sisältäviä sedimenttejä, jotka ovat tyypillisesti kerrostuneet muinaiselle merenpohjalle, merenlahtiin tai jokisuistoihin. Suomen kannalta merkittävimmät happamat sulfaattimaat ovat pääasiassa muodostuneet Itämeren muinaisen Litorina-meri-vaiheen aikana noin 4 000–8 000 vuotta sitten kerrostuneista rikkiä sisältävistä sedimenteistä. Litorina-meri-vaiheen aikana muodostuneisiin sedimentteihin rikki on varastoitunut sulfidirikkinä mikrobien pelkistämässä meriveden sulfaattia sulfidiksi. (Geologian tutkimuskeskus)

Sulfaattimaakerroksien pinnalla esiintyy usein vaihtelevan paksuisia kerroksia multamaata, turvetta tai esimerkiksi karkeaa silttiä tai hiekkaa. Hapettumattomat rikkiä sisältävät kerrostumat esiintyvät keskimäärin 1–2 metrin syvyydellä maanpinnasta ja niiden paksuus vaihtelee alle puolesta metristä useisiin metreihin. (Geologian tutkimuskeskus)

### 2.2 Määritelmät

Sulfaattimaassa voi olla sekä hapettunut maakerros (= todellinen sulfaattimaa) että hapettumaton sulfidirikkipitoinen maakerros (= potentiaalinen sulfaattimaa) tai vain toinen näistä. Hapettunut maakerros, todellinen sulfaattimaa, syntyy, kun potentiaalisesti hapan sulfaattimaa joutuu kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa, jolloin sulfidit alkavat hapettua.

Todellinen hapan sulfaattimaa, THS:

- pH suoraan maastossa mitattuna <4,0 (mineraalimaa)
- Jos pH on 4,0–4,4 eikä ole selvää havaintoa sulfidien läsnäolosta, selvitetään asiaa lisämäärityksillä (inkubaatio tai rikkiä sisältävyys). (Edén ym. 2012)
- väriltään ruskean harmaata savea ja silttiä, usein liejupitoista
- maa saattaa sisältää oransseja ja kellertäviä rautasaostumia

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa, PHS:

- rikki on sulfaattimuodossa pelkistyneenä, pH >6,0
- rikkipitoisuus savessa  $\geq 2\ 000$  mg S/kg
- inkuboitu pH  $\leq 4,0$  ja pudotusta on vähintään 0,5 yksikköä maastossa mitattuun pH-arvoon verrattuna
- usein väriltään mustaa tai tumman (likaisen) harmaata
- yleensä savea tai silttiä
- selvä rikin haju

### 2.3 Suomalainen riskiluokittelu

Suomessa laadittu sulfaattimaista käytettävä riskiluokittelu perustuu yhteensä kolmeen tekijään: sulfidipitoisen kerroksen alkamissyvyys maanpinnasta (taulukko 1), kenttämittausten pH-arvon minimi (taulukko 2) ja rikkipitoisuus (taulukko 3).

Taulukko 1. Sulfidipitoisen kerroksen alkamissyvyys maanpinnasta.

Luokka	Sulfidin alkamissyvyys, m
1	0-1,0
2	1,0-1,5
3	1,5-2,0
4	2,0-3,0
5	sulfidi kokonaan hapettunut
6	ei sulfidia välillä 0-3,0 m

Taulukko 2. In situ pH:n minimi.

Lisämääre	Minimi pH syvyydellä 0-3 m
A	<3,5
B	3,5-3,9
C	4,0-4,5
D	>4,5

Taulukko 3. Rikkipitoisuus.

Lisämääre	Rikkipitoisuus, %
I	$S \text{ (tot)} \geq 1$
II	$0,6 \leq S \text{ (tot)} < 1$
III	$0,2 \leq S \text{ (tot)} < 0,6$
IV	$S \text{ (tot)} < 0,2$

## 2.4 Pousetten luokittelu

Luokittelussa tarkastellaan mm. rikin kokonaispitoisuutta, rikin ja raudan suhdetta, hehikutushäviötä, sulfaattimaiden määrää sekä pH minimiä. Rikin kokonaispitoisuuden perusteella voidaan arvioida happamoittamispotentiaalia (taulukko 4), hehikutushäviön (orgaanisen aineksen määrä) avulla maan puskuroivaa vaikutusta (taulukko 5) ja pH-minimin avulla happamoittamistehoa (taulukko 6).

Taulukko 4. Rikin kokonaispitoisuus vs. happamoittamispotentiaali.

Rikin kokonaismäärä mg/kg kuiva-ainetta	Happamoittamispotentiaali
>10 000	Erittäin korkea
5000-10000	Korkea
600-5000	Keskimääräinen
<600	Matala

Taulukko 5. Hehikutushäviö vs. puskuroiva vaikutus.

Hehikutushäviö, %	Puskuroiva vaikutus
0-3	ei ole
3-5	ei ole
5-8	mahdollisesti
>8	todennäköisesti

Taulukko 6. pH-minimi vs. happamoittamisteho.

pH-minimi	Happamoittamisteho
<3	erittäin korkea
3-4	korkea
4-5	kohtalainen
>5	matala

## 2.5 Muita kriteereitä

Hienorakeisen maaperän happamoitumisriski arvioidaan pääsääntöisesti merkittäväksi, mikäli pH on laskenut inkubaatioissa alle neljään ja pudotusta on tapahtunut yli yhden yksikön ( $\Delta\text{pH} > 1$ ). (Auri, 2018)

Taulukko 7. Hapontuottoriskin arviointi NAG-testin ja rikkipitoisuuden perusteella. (Poussette/Liao).

NAG pH	NAG (kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t)	Rikki (mg/kg)	Arvio maan hapontuotosta
≥5	0-2	<600	hapontuotto vähäinen tai olematon
2,5-5	2-50	600-10000	hapontuotto kohtalainen
<2,5	≥50	>10000	hapontuotto voimakas

## 2.6 Vaikutukset

Veden kyllästäminä sulfaattimaat eivät aiheuta ongelmia ympäröivälle luonnolle. Sulfidit alkavat hapettua ja happamoituminen käynnistyy, kun sulfidipitoiset kerrokset joutuvat vedenpinnan yläpuolelle ja pääsevät kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa. Pohjavedenpinnan aleneminen voi seurata esimerkiksi maan kuivattamisesta (ojitus ja salaojitus) maankaivamisesta tai rakenteiden kuivatusjärjestelyistä. Hapettumisen seurauksena syntyy rikkihappoa, joka liuottaa maaperästä sen luontaisesti sisältämiä metalleja.

Happamien sulfaattimaiden merkittävimmät vaikutukset liittyvät yleensä pintavesien laadun heikkenemiseen pH:n muutosten ja haitallisten alkuainepitoisuuksien kasvun takia. Tällä on negatiivisia vaikutuksia vesieliöille ja kaloille. Vaikutuksia ihmisten terveydelle ei ole.

### 3 TEHDYT TUTKIMUKSET

Rakennuspaikalle on tehty vuonna 2020 pohjatutkimus, jonka yhteydessä sulfaattimaita on käsitelty rakenteiden kestävyuden kannalta. Tällöin pisteestä 16 eri syvyyksiltä otetuista maanäytteistä määritettiin pH, happoliukoinen sulfaatti, Baumann-Gully-happamuusaste, vesiliukoinen kloridi ja sähkönjohtavuus. Näiden määrittymistulosten perusteella pohjatutkimusselostuksessa arvioitiin maaperän vaikutuksia betonirakenteisiin.

Oulun kaupungin kehotuksesta tehtiin marraskuussa 2021 lisäselvityksiä potentiaalisista sulfaattimaista. Maanäytteitä otettiin kolmesta pisteestä (15, 18 ja 25) kustakin kolme kappaletta eri syvyyksiltä siten, että ensimmäinen näyte otettiin pohjavesipinnan yläpuolelta ja kaksi muuta sen alapuolelta. Näytteistä määritettiin pH, sähkönjohtavuus, pH (NAG), pH (NAG 7,0), pH (NAG 4,5), sulfaatti (happoliukoinen), rikki<sub>kok</sub> ja rauta<sub>kok</sub>.

### 3.1 Tutkimustulokset

Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8.

Näytenro	Syvyys, m	pH	Sähkön- johtavuus mS/m	pH (NAG)	NAG (pH 7,0) Kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t	NAG (pH 4,5) Kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t	Sulfaatti (mg/kg)	Rauta (mg/kg)	Rikki (mg/kg)
15A	0,8-1,0	6,2	3,2	3,2	3,7	1,9	<200	10000	780
15B	1,6-1,8	6,3	6,9	4,4	2,7	0,3	300	40000	760
15C	3,5-3,8	6,6	4,3	5,6	0,5	0,0	<200	32000	660
25A	0,8-1,0	6,3	5,1	4,3	2,4	<0,2	<250	29000	960
25B	1,9-2,1	6,4	7,6	5,5	0,6	0,0	<200	40000	450
25C	3,8-4,0	6,6	5,4	5,7	0,4	0,0	<200	32000	700
18A	0,8-1,0	6,5	3,4	5,6	0,5	0,0	<200	37000	470
18B	1,8-2,0	6,4	3,1	5,9	0,3	0,0	<200	31000	450
18C	3,5-3,7	6,7	2,3	5,9	<0,2	0,0	<200	30000	510

### 3.2 Tutkimustulosten tulkinta

Alkutilanteen pH:n perusteella tutkitulla alueella ei esiinny todellisia sulfaattimaita.

#### Suomalainen riskiluokittelu

Suomalaisen riskiluokittelun mukainen luokka pisteessä 15 on 2/D/II, pisteessä 25 2/D/II ja pisteessä 18 2/D/III.

#### Pousetten luokittelu

Tutkimuspisteissä 15 ja 25 happamoittamispotentiaali on keskimääräinen ja pisteessä 18 matala. Happamoittamisteho on pisteen 18 näytteissä matala, pisteen 15 pohjavesipinnan yläpuolelta otetussa näytteessä korkea, pohjavesipinnan alapuolelta otetussa näytteessä kohtalainen ja syvemmältä otetussa näytteessä matala ja pisteen 25 näytteissä pohjavesipinnan yläpuolelta otetussa kohtalainen ja pohjavesipinnan alapuolelta otetuissa näytteissä matala.

#### Muut kriteerit

Taulukon 7 arvoin tuloksia vertaamalla saadut arviot näytteiden hapontuottoriskistä on merkitty taulukkoon 8, käyttäen taulukon 7 värikoodeja. Pisteiden 15 ja 25 alueilla hapontuotto saattaa olla kohtalaista.



Pisteessä 25 pohjavesipinnan yläpuolelta (eli teoriassa hapellisista oloista) otetussa näytteessä pH laski hapetettaessa huomattavan alas. NAG-testissä näytteitä hapetetaan vetyperoksidilla, mikä on luonnollista hapettumista tehokkaampaa ja saa aikaan suuremman hapontuoton. Koska maa oli jo altistunut hapen vaikutukselle, eikä silti lähtötilanteen pH ollut mitattua alhaisempi, voidaan arvioida, että luontaisen hapettumisen aiheuttama hapontuotto olisi suhteellisen pientä. Rikkipitoisuus oli koholla kahdessa pisteestä otetuista näytteistä.

Pisteessä 15 pH laski hapetettaessa melko alhaiseksi sekä pohjavesipinnan yläpuolelta että sen alapuolelta otetuissa näytteissä. Rikkipitoisuus oli koholla kaikissa pisteen näytteissä, tosin hyvin lähellä 600 mg/kg:n raja-arvoa.

Pisteen 18 näytteissä ei tapahtunut vastaavaa pH:n laskua hapetettaessa vaan pH jäi kaikissa näytteissä yli 5:een. Myös rikkipitoisuudet olivat kaikissa näytteissä alle 600 mg/kg:n raja-arvon.

### 3.3 Yhteenveto tuloksista

Pisteiden 15 ja 25 edustamilla alueilla näyttää tulosten perusteella olevan taipumusta kohtalaiseen hapontuottoon. Sekä sulfaatti- että rikkipitoisuudet olivat kaikissa näytteissä kuitenkin matalat. Taulukon 7 mukaan hapontuoton (NAG kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/t) ollessa 2-50, katsotaan maa-aineksen hapontuottoriski kohtalaiseksi. Tämä arvo oli korkeimmillaan näytteessä 15A, jossa se oli 3,7. Korkeinkin tulos oli siis hyvin lähellä alarajaa.

Pisteessä 18 hapontuotto ei ole tulosten perusteella merkittävää.

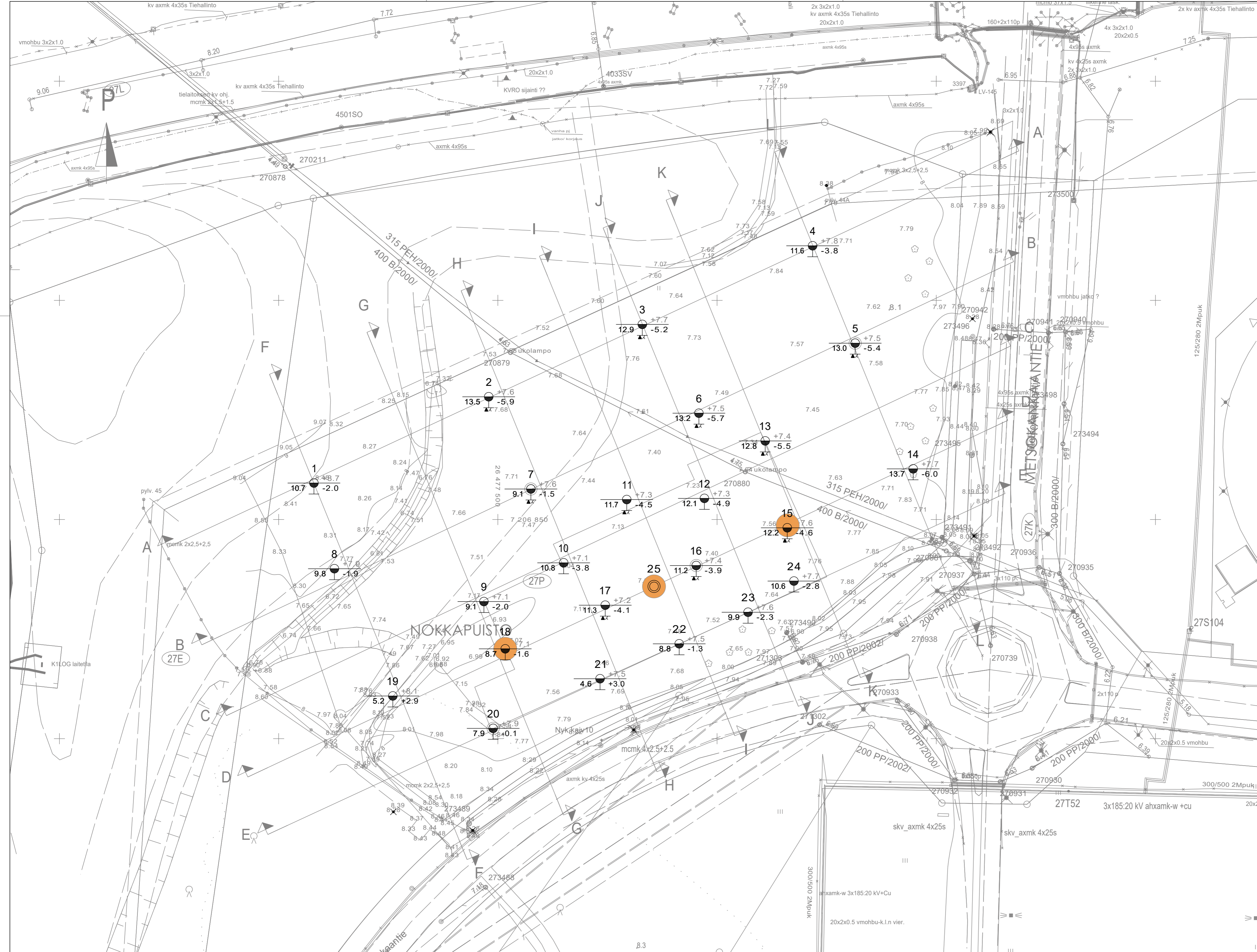
## 4. TOIMENPITEET


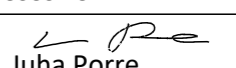
Tulosten perusteella suositellaan, että ruokamultakerroksen alapuoliset kaivumaat kalkitaan, mikäli sellaisia syntyy.

Rakennukset suositellaan perustettavaksi tukipaaluituksen varaan pohjatutkimusraportin mukaisesti.



**SULFAATTIMAASELVITYKSEN  
NÄYTEPISTE**



Tilaja ja suunnittelukohde <b>Lidl Suomi Ky</b> LIDL OULU KAAKKURI, POHJATUTKIMUS METSOKANKAANTIE 1, 90420 OULU		Piirustuksen sisältö TUTKIMUSKARTTA	Mittakaavat 1:500
 Aluetaito Oy Asemakatu 1, 62100 LAPUA etunimi.sukunimi@aluetaito.fi www.aluetaito.fi p. 040-8383 281		Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä ETRS-GK 26 N2000	Työn ja piirustuksen n:o <b>8730.3</b>
25.11.2021 Jaakko Rentola  Juha Porre			





Tutkimusno EUFI05-00011002  
 Asiakasno YB0000058  
 Lidl Kaakkuri Oulu

**Aluetaito Oy**  
**Juha Porre**  
 Asemakatu 1 B 17  
 62100 LAPUA  
 FINLAND  
 s-posti: juha.porre@aluetaito.fi

**Tilauksen kuvaus**

Lidl Kaakkuri Oulu, maanäytteiden sulfaattimaa-analyysit

Näyttenumero	693-2021-00030193	693-2021-00030194	693-2021-00030195	693-2021-00030196	693-2021-00030197
Näytteen nimi	15A	15B	15C	25A	25B
Näytteen kuvaus	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Matriisi	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Näytteenottopäivä	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021
Vastaanottopäivä	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021
Analysointi aloitettu	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021
Näytteenottaja	Asiakas / Matti Välimaa	Asiakas / Matti Välimaa	Asiakas / Matti Välimaa	Asiakas / Matti Välimaa	Asiakas / Matti Välimaa

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>							
pH	YBC04		6,2	6,3	6,6	6,3	6,4
Sähkönjohtavuus	YBC01	mS/m	3,2	6,9	4,3	5,1	7,6
pH (NAG)	YBC29		3,2	4,4	5,6	4,3	5,5
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	3,7	2,7	0,5	2,4	0,6
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	1,9	0,3	0,0	<0,2	0,0
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44	mg/kg ka	<200	300	<200	<250	<200
Happouutto	YBC87		tehty	tehty	tehty	tehty	tehty
<b>Alkuaineanalyysit</b>							
Rauta (Fe) *	YB0DR	mg/kg ka	10000	40000	32000	29000	40000
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	780	760	660	960	450
Mikroaaltohajotus	YBE30		tehty	tehty	tehty	tehty	tehty



Näytenumero	693-2021-00030198	693-2021-00030199	693-2021-00030200	693-2021-00030201
Näytteen nimi	25C	18A	18B	18C
Näytteen kuvaus	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Matriisi	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Näytteenottopäivä	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021
Vastaanottopäivä	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021
Analysointi aloitettu	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021	03.11.2021
Näytteenottaja	Asiakas / Matti Välimaa	Asiakas / Matti Välimaa	Asiakas / Matti Välimaa	Asiakas / Matti Välimaa

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>						
pH	YBC04		6,6	6,5	6,4	6,7
Sähkönjohtavuus	YBC01	mS/m	5,4	3,4	3,1	2,3
pH (NAG)	YBC29		5,7	5,6	5,9	5,9
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/tonni	0,4	0,5	0,3	<0,2
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/tonni	0,0	0,0	0,0	0,0
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44	mg/kg ka	<200	<200	<200	<200
Happouutto	YBC87		tehty	tehty	tehty	tehty
<b>Alkuaineanalyysit</b>						
Rauta (Fe) *	YB0DR	mg/kg ka	32000	37000	31000	30000
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	700	470	450	510
Mikroaaltohajotus	YBE30		tehty	tehty	tehty	tehty

\*Menetelmä on akkreditoitu.

**ALLEKIRJOITUS**

18.11.2021



Ilkka Välimäki Yksikönpäällikkö  
 IlkkaValimaki@eurofins.fi +358 44 256 3322

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


**Menetelmätiedot**

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
<b>Fysikaalis-kemialliset tutkimukset</b>						
YBC04	pH	± 0.2 pH yks.		Ei	SFS-EN 13037:2000	YB
YBC01	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1	Ei	SFS-EN 13038:2000	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
YBC44	Sulfaatti, happoliukoinen	<1000:±100mg/kgka >1000:±10%	250	Ei	SFS-EN 1744-1; ISO 11048:1995; SFS-EN ISO 10304:2009	YB
YBC87	Happouutto			Ei	SFS-EN 1744-1; ISO 11048:1995	YB
<b>Alkuaineanalyytit</b>						
YB0DR	Rauta (Fe)	<200:±30mg/kgka >200:±15%	30	Kyllä	SFS-EN ISO 11885:2009; EPA 3051A	YB
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	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
----	----------------------	--------------------------------------

Jakelu : Porre (kaisa.porre@aluetaito.fi)

**Huomautukset**

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