



SULFIDIMAA- JA KORROOSIOTUTKIMUS

TORNIO ARCTIO TEOLLISUUSALUE
TORNIO

työ: 304139

28.11.2025

1 YLEISTÄ

Torniossa tehtiin Tornion kaupungin toimeksiannosta sulfidimaa- ja korroosiotutkimus vuonna 2023. Suunnitellulta teollisuusalueelta alueelta tutkittiin maaperän pH-pitoisuutta sekä kokonaisrikkipitoisuutta. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kohteen alueen maaperän korroosio-ominaisuuksia ja aggressiivisuutta.

Todellinen hapan sulfaattimaa tai potentiaalisesti hapan sulfidimaa on kemiallisesti aggressiivista maaperää, josta voi aiheutua teräs- ja betonirakenteille voimakasta korroosiota. Sulfidimaan hapettuessa sulfaattimaaksi muodostuu rikkihappoa (H_2SO_4).

Todellinen hapan sulfaattimaa:

- Pohjavedenpinnan yläpuolella
- Rikki sulfaatteina (hapettunut)
- Maaperä hapanta, kenttämittauksissa maanäytteiden pH < 4,0 sulfidien hapettumisen seurauksena

Potentiaalisesti hapan sulfidimaa:

- Pohjavedenpinnan alapuolella
- Rikki sulfideina (pelkistynyt, ei hapettunut)
- Maaperä lievästi hapanta tai neutraalia, tyypillisesti maanäytteiden pH $\geq 6,0$
- Rikin kokonaispitoisuus savipitoisilla mailla Skok $\geq 0,2$ % eli ≥ 2000 mg/kg
- Hiekkaisilla mailla kokonaisrikkipitoisuuden raja Skok $\geq 0,01$ % eli ≥ 100 mg/kg

Maanäytteille on tehty ns. NAG-testi, jolla voidaan myös arvioida maan hapontuottoa (Net Acid Generation). Siinä maanäytettä hapetetaan vetyperoksidilla niin kauan, ettei pH enää laske (NAG-pH). Tämän jälkeen maanäytettä titrataan emäksellä pH-tasolle 4,5 tai 7. Emäksen kulutuksesta laskeaan nettohapontuotto NAG (kg H_2SO_4/t). Maan hapontuoton arviointi NAG-testin tuloksiin perustuen on esitetty taulukossa 1.

2 NÄYTTEENOTTO

Näytteet on otettu tutkimussuunnitelma mukaisesti pisteistä 2, 7, 38, 62, 125. Näytteet toimitettiin Mitta Oy:n laboratorioon Ouluun. Kuvaukset käytetyistä analyysimenetelmistä ovat liitteenä olevissa laboratorioiden tutkimusluonnosteissa.

3 TULOKSET

Sulfidimaa- ja korroosiotutkimuksessa sovelletaan liikenneviraston julkaisun 13/2017, Geotekninen suunnittelu NCC17 Liitteen 5 taulukkoa 1. Liitteessä 5 on määritelty tutkimusohjelman sisältö ja raja-arvot. Mikäli maaperän tutkittavien ominaisuuksien arvot poikkeavat liikenneviraston julkaisun raja-arvoista, ovat maaperän olosuhteet suotuisia korroosiolle.

Analysoitujen sulfaattimaa- ja korroosio-ominaisuuksien arvot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 1. Maan hapontuoton arviointi NAG-testin tuloksien perusteella		
NAG-pH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)	Arvio hapontuottokyvystä
≥ 5	0–2	Maa ei tuota ollenkaan / tuottaa vähän happoa
2,5–5	2–50	Maa tuottaa kohtalaisesti happoa
≤ 2,5	> 50	Maa tuottaa voimakkaasti happoa

Taulukko 2. Maanäytteiden tulosten vertailu sovellettaviin raja-arvoihin.						
Näyte	Syvyys metriä	maalaji	pH (NAG) pH	NAG (pH 4.5) kg H ₂ SO ₄ /tonni	NAG (pH 7.0) kg H ₂ SO ₄ /tonni	Kokonaisriikki (S) m-%
P002	0...1	---	3,30	2,9	11,3	0,14
	1...2	siltti	3,88	2,4	12,6	0,15
	2...3	savinen siltti	3,03	9,8	17,0	0,68
	3...4	---	2,51	27,8	36,2	1,50
P007	0...1	---	3,54	1,9	10,1	0,09
	1...2	siltti	3,38	2,9	8,8	0,21
	2...3	savinen siltti	4,04	1,3	11,0	0,29
	3...4	---	2,50	26,7	32,9	1,35
P038	0...1	---	3,02	7,6	22,1	0,21
	1...2	siltti	3,45	5,7	23,6	0,36
	2...3	siltti	3,67	4,8	21,2	0,29
	3...4	---	3,03	6,5	24,0	0,12
P062	0...1	---	3,36	1,6	11,9	0,03
	1...2	hiekkamoreeni	3,5	1,2	10,8	0,04
	2...3	siHkMr	3,94	0,6	6,1	0,05
	3...4	---	4,29	0,1	5,4	0,04
P125	0...1	---	3,6	1,7	10,2	0,04
	1...2	siHkMr	4,18	0,2	4,6	0,06
	2...3	hiekkamoreeni	4,03	0,4	5,5	0,06
	3...4	---	4,64	0,0	4,9	0,05
Raja-arvo						Skok ≥ 0,2 % * Skok ≥ 0,01 % **

28.11.2025
304139

*Suomessa yli 2000 mg/kg (0,2 %) rikkipitoisuutta pidetään happamille sulfaattimaille tyypillisenä savi- ja silttipitoisilla mailla.

**Hiekkaisilla mailla kokonaisrikkipitoisuuden rajana voidaan pitää $Skok \geq 0,01 \%$ (100 mg/kg)

Karkearakeisemmat maalajit tuottavat eloperäisen aineksen ja savimineraalien puuttumisen vuoksi happoa alhaisemmilla rikkipitoisuuksilla (0,01–0,2 %), kun hienorakeisempien savi- ja silttimaa-ainesten on todettu aiheuttavan vesistöhaittoja rikkipitoisuuden ollessa $> 0,2 \%$ (Suomela ym. 2014, 16).

4 YHTEENVETO

Tämän tutkimuksen perusteella riski tutkimusalueella tapahtuvalle maaperän korroosiolle on todennäköinen. Laboratorioanalyysien tulosten perusteella maaperän hapontuottopotentiaali arvioidaan vähintään kohtalaiseksi.

Maanalaiset rakenteet suositellaan tehtäväksi korroosionkestävästä materiaalista tai muussa tapauksessa suositellaan rakennusalueen maaperän neutralointia. Happamien sulfaattimaiden kaivu ja läjitys vaatii ympäristöviranomaisen luvan.

MITTA OY



Jukka Räsänen

Mitta Oy
 Matteus Jämsä
 matteus.jamsa@mitta.fi

Sulfaattimaatutkimukset		
<i>Kohde/projektinumero</i>	<i>Näytteenottaja ja päivämäärä</i>	<i>Laboratorion tilausnumero</i>
200630	-	2620
<i>Saapumispäivämäärä</i>	<i>Raportointipäivämäärä</i>	<i>Tutkija</i>
18.12.2023	21.12.2023	Tommi Bimberg, 046 920 4342 tommi.bimberg@mitta.fi

Näyte	Vesipitoisuus	pH (NAG)	NAG (pH 4.5)	NAG (pH 7.0)	Rikki (S)
Yksikkö	%	pH	kg H2SO4/tonni	kg H2SO4/tonni	m-%
P002 (0-1 m)	30,9	3,30	2,9	11,3	0,14
P002 (1-2 m)	62,5	3,88	2,4	12,6	0,15
P002 (2-3 m)	69,4	3,03	9,8	17,0	0,68
P002 (3-4 m)	61,5	2,51	27,8	36,2	1,50
P007 (0-1 m)	27,6	3,54	1,9	10,1	0,09
P007 (1-2 m)	37,4	3,38	2,9	8,8	0,21
P007 (2-3 m)	82,7	4,04	1,3	11,0	0,29
P007 (3-4 m)	41,5	2,50	26,7	32,9	1,35
P038 (0-1 m)	36,3	3,02	7,6	22,1	0,21
P038 (1-2 m)	86,1	3,45	5,7	23,6	0,36
P038 (2-3 m)	88,8	3,67	4,8	21,2	0,29
P038 (3-4 m)	28,2	3,03	6,5	24,0	0,12

Näyte	Vesipitoisuus	pH (NAG)	NAG (pH 4.5)	NAG (pH 7.0)	Rikki (S)
Yksikkö	%	pH	kg H ₂ SO ₄ /tonni	kg H ₂ SO ₄ /tonni	m-%
P062 (0-1 m)	10,5	3,36	1,6	11,9	0,03
P062 (1-2 m)	8,8	3,5	1,2	10,8	0,04
P062 (2-3 m)	11,2	3,94	0,6	6,1	0,05
P062 (3-4 m)	11,0	4,29	0,1	5,4	0,04
P125 (0-1 m)	21,0	3,6	1,7	10,2	0,04
P125 (1-2 m)	8,9	4,18	0,2	4,6	0,06
P125 (2-3 m)	9,9	4,03	0,4	5,5	0,06
P125 (3-4 m)	10,0	4,64	0,0	4,9	0,05