



Asiakas: Oulun kaupunki

Projekti: Valkiaisjärventie, Hiukkavaara

Asiakirja: Sulfaattimaaselvitys

Projektinumero: 101015970-002



AFRY
ÄF PÖYRY

Sulfaattimaaselvitys

Yhteyshenkilö
Anu Kivistö-Rahnasto
Puhelin
050 329 0645
Sähköposti
anu.kivisto-rahasto@afry.com

Pvm.
02/09/2021
Projektiviite
101015970-002

Asiakas

Valkiaisjärventie, Hiukkavaara

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

Anu Kivistö-Rahnasto
FM, ympäristöasiantuntija

Anneli Wichmann
FM, vanhempi konsultti



Sisältö

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Sulfaattimaaselvitys | 1 |
| 2.1 | Yleistä | 1 |
| 2.2 | Tehdyt tutkimukset | 2 |
| 2.3 | Tutkimustulokset ja johtopäätökset | 2 |
| 2.4 | Jatkotoimenpiteet | 4 |
| 3 | Lähteet | 4 |

Liitteet

Sulfaattimaaselvityksen analyysitulokset

Liite 1

1 Johdanto

Tutkimuskohde sijaitsee Oulun kaupungissa Hiukkavaaran kaupunginosassa. AFRY Finland Oy teki Oulun kaupungin toimeksiannosta kohteessa maaperän pilaantuneisuus- ja happamien sulfaattimaiden tutkimuksia 1.4. ja 15.-16.4.2021. Tutkimus tehtiin koekuoppakaivuna kaivinkoneella.

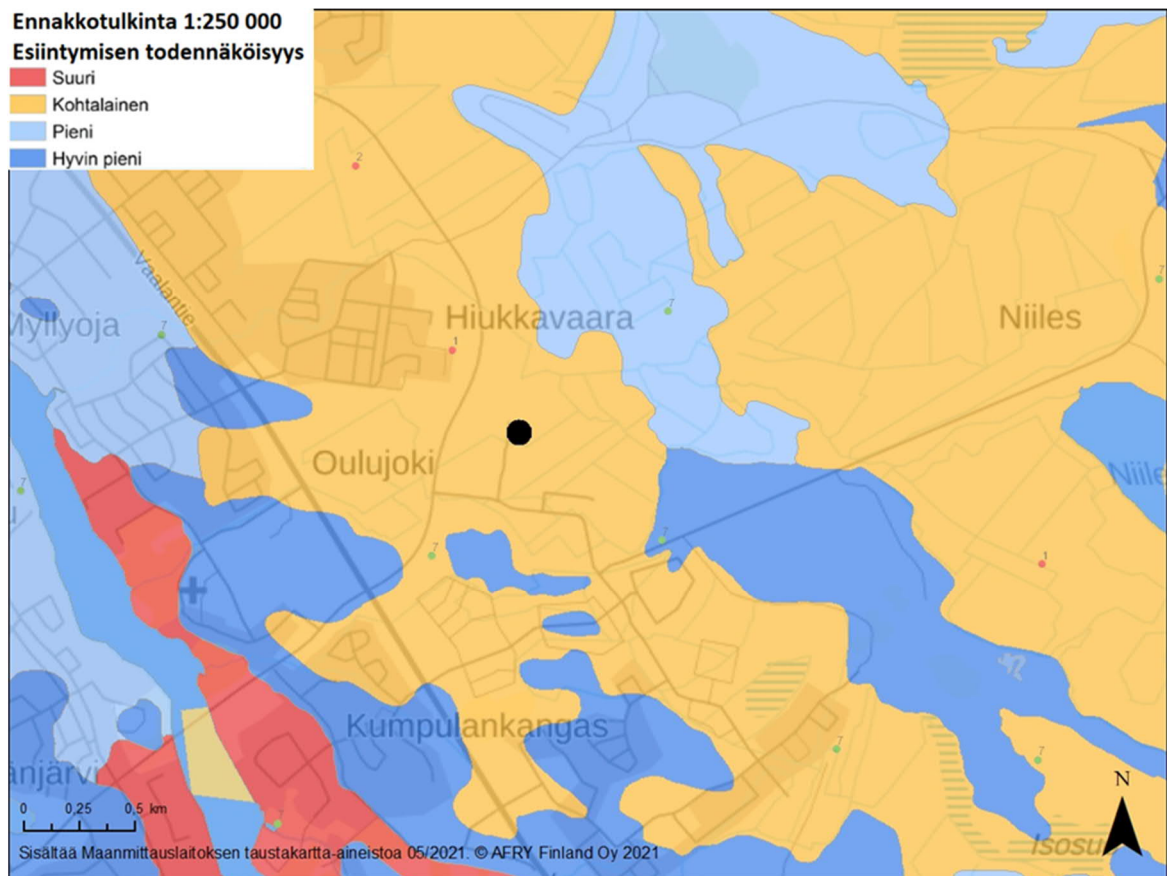
Ramboll Finland Oy on tehnyt alueella happamien sulfaattimaiden tutkimuksia 19. ja 29.3.2021. Tutkimuksessa havaittiin potentiaalisia happamia sulfaattimaita (savi) Merkkisoitontien alueella. Savikerroksen ei kuitenkaan arvioida olevan yhtenäisenä kerroksena vaan alueella on paikallisia savilinssejä (Ramboll Finland Oy).

Maaperän pilaantuneisuustutkimukset on esitetty erillisessä raportissa.

2 Sulfaattimaaselvitys

2.1 Yleistä

Hiukkavaaran Valkiaisjärventien suunniteltu rakennusalue sijoittuu alueelle, jossa GTK on arvioinut sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden olevan kohtalainen (Kuva 1). Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



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

2.2 Tehdyt tutkimukset

Hiukkavaaran Valkiaisjärventien rakennushankkeen alueelta on otettu yhteensä 35 sulfaattimaanäytettä, kuudesta eri näytepisteestä KK1 - KK6.

Maanäytteitä otettiin 0-3 metrin syvyydeltä puolen metrin välein. Osa maanäytteistä lähetettiin laboratorioon, jossa näytteistä KK3 (2-2,5 m), KK4 (2-2,5 m), KK4 (2,5-3,0 m), KK5 (1-1,5 m) ja KK6 (1-1,5 m) määritettiin sähkönjohtavuus, kokonaisrikkipitoisuus sekä hapontuottoriski NAG-testillä. 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 näytteissä KK4 (2-3 m) näkyi tummaa savista ainesta, joka olisi mahdollisesti sulfidiseen materiaaliin viittaavaa ainesta. Kaikissa näytepisteissä oli pintakerroksena noin 0,5 metrin paksuinen hiekkakerros. Pisteissä KK1, KK3, KK4, KK5 ja KK6 savinen silttikerros tai hiekkainen silttikerros alkaa noin 1,5 metrin syvyydeltä. Pisteessä KK2 kaikki syvyyskerrokset olivat hiekkää.

Taulukossa 1 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentialiriski 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

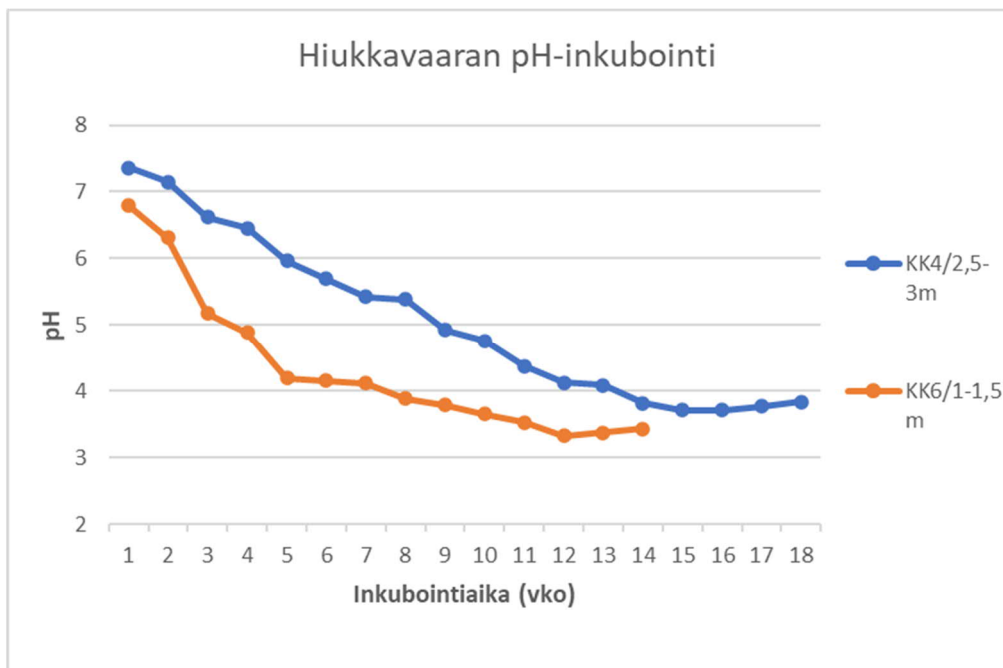
** Pousette ym.2008

Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Pisteeseen KK4 näytteiden sähkönjohtavuudet olivat hieman koholla verrattuna muiden näytteiden vastaaviin tuloksiin. Yhdenkään näytepisteen näytteen kokonaisrikkipitoisuus ei ollut yli 0,2 %, eli maanäytteet eivät sen perusteella aiheuttaisi happamoitumista. Näytteen KK4 (2-2,5 m) pH laski selvästi happamaksi NAG-testissä, ja nettohapontuoton määrä oli hieman koholla. Näytteiden KK4 (2,0-2,5 m ja 2,5-3,0 m) rikkipitoisuudet olivat muihin näytteisiin verrattuna koholla. Pousette ym. luokittelun (Taulukko 1) mukaan tarkasteltuna näytepisteen KK4 näytteiden kokonaisrikkipitoisuudet olivat koholla, joten tämän luokittelun mukaan maa-aineksella on kohtalainen hapontuottopotentiali. Näytteiden KK3, KK5 ja KK6 pH:n melko voimakas lasku NAG-testissä on todennäköisesti seuraus maa-aineksen alhaisesta puskurikyvystä kuin rikkipitoisuudesta.

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] | Riikkipitoisuus mg/kg (%) | Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen) | Sähkönjohtavuus mS/m |
|---------------|---------|--------|---|---|---------------------------|---|----------------------|
| KK1 (2-2,5 m) | 6,3 | 5,6 | 0,0 | 10,9 | 270 (0,027) | 810 | 2,1 |
| KK3 (2-2,5m) | 7,1 | 4,8 | 0,0 | 2,3 | 360 (0,036) | 1080 | 2,5 |
| KK4 (2-2,5 m) | 7,2 | 3,4 | 1,9 | 4,0 | 1600 (0,16) | 4800 | 7,5 |
| KK4 (2,5-3 m) | 7,4 | 4,1 | 0,3 | 3,6 | 1700 (0,17) | 5100 | 10 |
| KK5 (1-1,5) | 7,3 | 4,6 | 0,0 | 2,7 | 260 (0,026) | 780 | 2,4 |
| KK6 (1-1,5 m) | 6,8 | 4,4 | <0,2 | 3,0 | 470 (0,047) | 1410 | 2,8 |

Näytteille KK4 (2,5-3 m) ja KK6 (1-1,5 m) tehtiin laboratorioanalyysien lisäksi pH-inkubaatio (Kuva 2). Näytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 14-18 viikkoa 16.4.-13.8.2021 välisenä aikana. Näytteen KK4 (2,5-3 m) pH oli inkubaation alussa 7,4 ja näytteen KK6 (1-1,5 m) 6,8. 14-18 viikon hapettumisen aikana molempien näytteiden pH:t laskivat selvästi happamaksi. Inkuboinnin jälkeen näytteen KK4 (2,5-3 m) pH oli 3,8 ja näytteen KK6 (1-1,5 m) pH oli 3,4. Kokonaisrikkipitoisuuden perusteella todettiin näytteellä KK4 (2,5-3 m) olevan kohtalainen hapontuottopotentiaali. pH-inkubaation tulokset vahvistivat, että näyte luokitellaan potentiaalisesti happamiksi sulfaattimaiksi. Myös näyte KK6 (1-1,5 m) luokitellaan inkuboinnin perusteella happamaksi sulfaattimaaksi.



Kuva 2 Hiukkavaaran sulfaattimaanäytteiden pH:n muutos inkuboinnin aikana.

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 potentiaalisten 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 poiskaiuttujen sulfidisten massojen hapettuminen voidaan estää läjittämällä maamassat vedellä kyllästyneeseen tilaan, mikäli tällaiseen läjitykseen sopiva kohde on tiedossa. Läjitetessä sulfidisia maita kuivalle maalle tulee sulfidimaat peittää ja eristää, jotta ilmakehän happi ei pääse hapettamaan sulfidia. Tarvittaessa kaivumaat on käsiteltävä esimerkiksi kalkilla. Läjitetessä 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 metalleja, jotka voivat kulkeutuvat happamien valuntojen mukana ympäristöön.

Tämän lausunnon tulokset perustuvat otettuihin näytteisiin ja tehtyihin testeihin. On huomioitavaa, että potentiaalisesti happamat sulfaattimaat esiintyvät usein laikuittaisina/linssimäisinä alueina. Rakentamistöiden yhteydessä maa-ainesta on havainnoitava ja tarpeen mukaan tehtävä lisämäärytyksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta mahdollisten 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 kartoitukseen 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 EUFI05-00007732
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

Hiukkavaara, Potentiaalisten sulfaattimaanäytteiden analyysit

| Näyttenumero | 693-2021-00007306 | 693-2021-00007307 | 693-2021-00007308 | 693-2021-00007309 | 693-2021-00007310 |
|-----------------------|--|--|--|--|--|
| Näytteen nimi | KK1 2-2,5 m | KK3 2-2,5 m | KK4 2-2,5 m | KK4 2,5-3 m | KK5 1-1,5 m |
| Näytteen kuvaus | MAAPERÄ | MAAPERÄ | MAAPERÄ | MAAPERÄ | MAAPERÄ |
| Matriisi | MAAPERÄ | MAAPERÄ | MAAPERÄ | MAAPERÄ | MAAPERÄ |
| Näytteenottopäivä | 15.04.2021 | 15.04.2021 | 15.04.2021 | 15.04.2021 | 15.04.2021 |
| Vastaanottopäivä | 16.04.2021 | 16.04.2021 | 16.04.2021 | 16.04.2021 | 16.04.2021 |
| Analysointi aloitettu | 16.04.2021 | 16.04.2021 | 16.04.2021 | 16.04.2021 | 16.04.2021 |
| Näytteenottaja | Asiakas / Joonas Raunila / AFRY Finland Oy | Asiakas / Joonas Raunila / AFRY Finland Oy | Asiakas / Joonas Raunila / AFRY Finland Oy | Asiakas / Joonas Raunila / AFRY Finland Oy | Asiakas / Joonas Raunila / AFRY Finland Oy |

| Analyysit | Testikoodi | Yksikkö | Tulokset | Tulokset | Tulokset | Tulokset | Tulokset |
|---|------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Fysikaalis-kemialliset tutkimukset | | | | | | | |
| Sähkönjohtavuus | YBC02 | mS/m | 2,1 | 2,5 | 7,5 | 10 | 2,4 |
| pH (NAG) | YBC29 | | 5,6 | 4,8 | 3,4 | 4,1 | 4,6 |
| NAG (pH 7.0) | YBC29 | Kg H2SO4/ton ni | 10,9 | 2,3 | 4,0 | 3,6 | 2,7 |
| NAG (pH 4.5) | YBC29 | Kg H2SO4/ton ni | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 0,3 | 0,0 |
| Alkuaineanalyysit | | | | | | | |
| Rikki (S) | YB0DS | mg/kg ka | 270 | 360 | 1600 | 1700 | 260 |
| Mikroaaltohajotus | YBE30 | | tehty | tehty | tehty | tehty | tehty |



| | |
|-----------------------|--|
| Näyttenumero | 693-2021-00007311 |
| Näytteen nimi | KK6 1-1,5 m |
| Näytteen kuvaus | MAAPERÄ |
| Matriisi | MAAPERÄ |
| Näytteenottopäivä | 15.04.2021 |
| Vastaanottopäivä | 16.04.2021 |
| Analysointi aloitettu | 16.04.2021 |
| Näytteenottaja | Asiakas / Joonas Raunila / AFRY Finland Oy |

| Analyysit | Testikoodi | Yksikkö | Tulokset |
|---|------------|-----------------------|----------|
| Fysikaalis-kemialliset tutkimukset | | | |
| Sähkönjohtavuus | YBC02 | mS/m | 2,8 |
| pH (NAG) | YBC29 | | 4,4 |
| NAG (pH 7.0) | YBC29 | Kg H2SO4/ton ni | 3,0 |
| NAG (pH 4.5) | YBC29 | Kg H2SO4/ton ni | <0,2 |
| Alkuaineanalyysit | | | |
| Rikki (S) | YB0DS | mg/kg ka | 470 |
| Mikroaaltohajotus | YBE30 | | tehty |

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

30.04.2021



Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi

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.