

TYRNÄVÄN KUNTA

Temmeksen Haurukylän asemakaavan laajennus

Sulfidimaaselvitys

24.8.2018

Sisällysluettelo

1	Työn tausta	2
2	Happamien sulfaattimaiden esiintyminen ja tunnistaminen	2
2.1	Happamat sulfaattimaat	2
2.2	Sulfaattimaiden tunnistaminen	2
2.3	Happamien valumavesien muodostuminen	3
3	Tutkimusalue	3
4	Näytteenotto ja tutkimusmenetelmät	4
4.1	Maastotutkimukset	4
4.2	Tutkimusmenetelmät	4
5	Tutkimustulokset	5
6	Toimenpidesuositukset	6
6.1	Sulfidimaista aiheutuvien haittojen ennalta ehkäisy	6
6.1.1	Pohjaveden pinnan alin taso	6
6.1.2	Alueen tasauksen suunnittelu	6
6.1.3	Massanvaihto ja kaivumassojen käsittely	7
6.1.4	Maanalaiset rakenteet	7
6.2	Happaman valunnan hallinta	7
6.2.1	Työnaikaisen kaivannon kuivatus ja happamien valumavesien käsittelyratkaisut	7
6.2.2	Pysyvät kuivatusvesien käsittelyratkaisut	8
7	Yhteenveto	8
	Viitteet	9

LIITTEET:

1. Asemakaavakartta, luonnos 24.5.2018
2. Sulfidiselvitys Temmeksen Haurukylän asemakaava-alueella. Geologian tutkimuskeskus, 17.8.2018.

24.8.2018

1 Työn tausta

Tyrnävän kunnanhallitus on 16.10.2017 § 209 päättänyt käynnistää Haurukylän asemakaavan laatimisen ja asetti asemakaavan laajennustyön vireille 18.12.2017 § 277. Kunnan tavoitteena on kaavoittaa monipuolisesti kiertotalousyritystoimintaa tukevaa tonttitarjontaa yrityksille, jotka hyötyvät alueen logistisesta ja alueellisesta sijainnista. Asemakaavalla muodostuu huoltoaseman palveluita, kiertotalouteen perustuvia teollisia palveluja, sekä toimitilojen yhteyteen kyseistä toimialaa tarjoavia palveluja. Kaava kehittää Tyrnävän Temmeksen Haurukylän teollisuusalueetta.

Fortum Environmental Construction Oy suunnittelee teollisuusjätekeskuksen perustamista Tyrnävän kunnan Haurukylän alueelle, Temmeksen vanhan kaatopaikan itäpuolelle. Hankkeeseen kuuluu jätteiden käsittelykentän ja loppusijoitusalueen rakentaminen niihin liittyvine tiloineen. Alueella on vireillä Fortum Oy:n toimesta teollisuusjätekeskuksen perustamista varten ympäristövaikutusten arviointi. Ympäristövaikutusten arviointiselostus on tullut vireille 3.5.2018 ja on ollut nähtävillä 15.5.-13.7.2018 (tilanne 24.8.2018). Alueella sitoutuneita tulijoita ovat Fortum Oy:n lisäksi Kekkilä Oy.

Tehtävänä oli selvittää happamien sulfaattimaiden esiintymistä Temmeksen Haurukylän asemakaavan laajennusalueen maaperässä. Geologian tutkimuskeskuksen tekemät happamien sulfaattimaiden kartoitukset eivät ole ulottuneet kaava-alueelle, joten lisätutkimukset olivat tarpeen happamoitumisriskin selvittämiseksi. Happamia maita tutkittiin arvioitujen kaivu- ja massanvaihtotasojen syvyydelle, jotta saatiin tietoa mahdollisesti hapellisiin olosuhteisiin joutuvista sulfidimaista.

Maastotutkimuksista, näytteiden analysoinnista sekä tutkimustulosten raportoinnista vastasi Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusryhmä. Tämän asemakaava-alueen rakentamista koskevan vaikutusarvion ja toimenpidesuositusten laatimisesta on vastannut FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy.

2 Happamien sulfaattimaiden esiintyminen ja tunnistaminen

2.1 Happamat sulfaattimaat

Happamia sulfaattimaita esiintyy Suomessa pääasiassa entisen Litorinameren peittämällä alueilla ja alueilla, joiden kallioperässä on mustaliuskeita. Litorinameri-vaiheen aikana silloiseen merenpohjaan pelkistyi mikrobitoiminnan tuloksena sulfideja, jotka reagoivat meren pohjaan sitoutuneen pelkistyneen raudan kanssa ja saostuivat sedimenttiin rautasulfideina. Maan ko- hoamisen seurauksena entisen Litorinameren pohjasedimenttejä on noussut kuivalle maalle ja niitä esiintyy rannikolla noin 100 metrin korkeuteen asti. (Hadzic, ym. 2014)

Sulfidipitoisten maakerrosten tiedetään aiheuttavan maaperän ja vesistöjen happamoitumisriskin, mikäli pohjavedenpinnan alapuoliset hapettumattomat sulfidirikkipitoiset maakerrokset altistuvat hapettumiselle. Tyypillisesti hapettuminen liittyy maaperän peruskuivatukseen, ruoppauksiin tai rakentamisen yhteydessä tehtäviin maamassojen läjityksiin ja kuivatukseen.

2.2 Sulfaattimaiden tunnistaminen

Varsinainen hapan sulfaattimaa (AASS):

Todellisen happaman sulfaattimaan tärkein tunnusmerkki on pohjavedenpinnan yläpuolinen maakerros, joka on happamoitunut sulfidien hapettumisen seurauksena. Tämän maakerroksen

24.8.2018

pH-arvo on yleensä <4. Maaperän pH-arvo voi olla joskus hieman korkeampi, jos maaperän puskurikyky on hyvä tai syntynyt happamuus on ehtinyt huuhtoutua pois. (Hadzic, ym. 2014)

Potentiaallinen hapan sulfaattimaa (PASS):

Pohjavedenpinnan alapuolella voi olla potentiaalisia happamia sulfaattimaakerroksia. Maakerroksessa voi näkyä tumman harmaa hapettumaton sulfidipitoinen maa-aines. Hapettomassa tilassa maakerroksen pH on yleensä alle 6, mutta laskee hapetuksessa alle 4 ja pH:n muutos on yli 0,5 pH-yksikköä verrattuna maastossa mitattuun pH-tulokseen. (Hadzic, ym. 2014)

Inkubaatio:

Yksi tapa määrittää sulfidien läsnäolo sedimentissä ja saada arvio sulfidien hapettumispotentiaalista on suorittaa inkubaatio-koee. Inkubaatiossa sedimentin annetaan hapettua 8–19 viikkoa, jonka jälkeen maastossa mitattuja pH-arvoja verrataan hapetuksen jälkeisiin arvoihin. Mikäli pH-arvo on laskenut alle neljään ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä, voidaan näytteissä todeta esiintyvän sulfideja. (Liwata-Kenttälä 2018)

Sulfidisedimentit ovat rikkipitoisia (yleensä > 0,2 % S) kerrostumia, jotka ovat tyypillisesti liejupitoisia ja koostuvat lähinnä hienorakeisista maalajeista (savi, hiesu ja hieno hietä). Paikoin, myös karkeat maalajit (hietä ja hiekka) ja moreeni voivat muodostaa sulfidisedimenttejä. Karkearakeiset sulfidisedimentit sisältävät tyypillisesti huomattavasti vähemmän rikkiä kuin vastaavat hienorakeiset sedimentit. Alhaisesta rikkipitoisuudesta huolimatta karkearakeiset maalajit happamoituvat voimakkaasti inkubaatiossa. Tämä johtuu karkearakeisten maiden luontaisesti heikosta puskurikyvystä pH-muutosta vastaan. (Liwata-Kenttälä 2018)

2.3 Happamien valumavesien muodostuminen

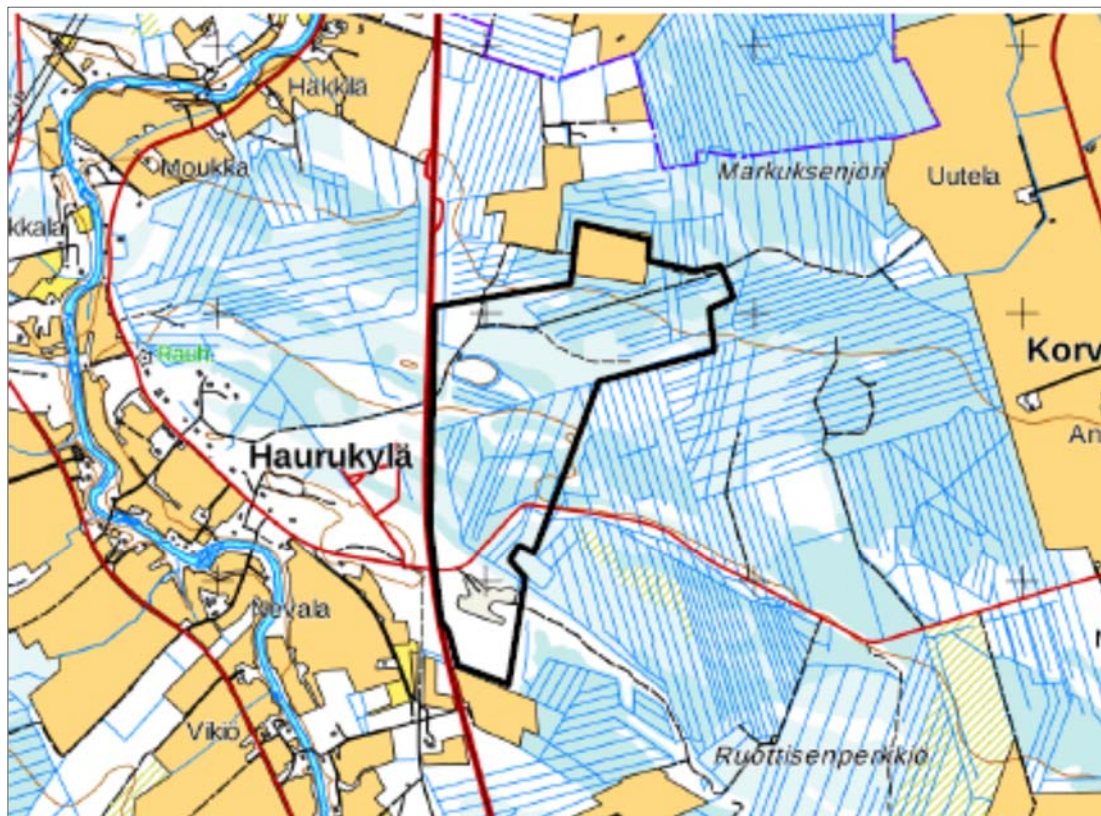
Sulfidimaiden rikkiyhdisteet muodostavat hapettuessaan rikkihappoa (H₂SO₄), jota maaperässä liikkuva vesi huuhtoo mukaansa ja vesi happamoituu. Happamoitumisen voimakkuuteen vaikuttaa muodostuneen rikkihapon määrä ja muut mahdollisesti puskuroivat yhdisteet, jotka ovat liuenneet veteen. Maaperän ollessa pohjavedenpinnan alapuolella, on maaperän happipitoisuus hyvin matala ja rikkihappoa ei pääse muodostumaan. Pohjaveden pinnan laskiessa, esimerkiksi kuivatusojituksen tai pohjavedenpinnan alapuolisten maamassojen läjityksen vuoksi, sulfidipitoinen maaperä joutuu kosketuksiin ilman hapen kanssa. Tällöin sulfidiyhdisteet hapettuvat ja veteen liuenneina muodostavat rikkihappoa. Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfidien hapettumistuotteet huuhtoutuvat yhdessä happaman valuman maaperästä liuottamien metallien kanssa vesistöihin. (Hadzic, ym. 2014)

3 Tutkimusalue

Kaavoitettava alue sijoittuu Tyrnävän kuntaan Temmeksen Haurukylään, noin 7 kilometriä Temmeksestä pohjoiseen, Valtatie 4 varrelle. Asemakaavan pinta-ala on noin 75 ha. Tutkimusalue sijaitsee muinaisen Litorina-meren korkeimman rantatason alapuolella (noin 30 m mpy). Maaperäkartan (1:20 000) mukaan tutkimusalueella esiintyy hienohietää, hietää, hiekkaa ja moreenia

Suunnittelualue kokonaisuudessaan on Tyrnävän kunnan alueella rajautuen idässä ja etelässä peltoalueisiin, lännessä Valtatie 4 ja pohjoisessa rakentamattomaan metsäalueeseen ja peltoalueeseen.

24.8.2018



Kuva 1. Haurukylän asemakaava-alueen raja.

4 Näytteenotto ja tutkimusmenetelmät

Näytteenotto ja tutkimusmenetelmät on yksityiskohtaisesti kuvattu Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusraportissa, *Sulfidiselvitys Temmeksen Haurukylän asemakaava-alueella*, GTK 17.8.2018 (liite 2).

4.1 Maastotutkimukset

Maaperäkairaukset (7 kpl) tehtiin näytteenottosuunnitelman mukaisilla kohteilla. Kairaukset pyrittiin ulottamaan näytteenottosuunnitelman mukaisesti kolmeen metriin, tai moreenikerroksen yläosaan. Kairauspisteillä tehtiin jatkuva litostratigrafinen havainnointi (maalajimäärittäminen, rakenteet, rajapinnat, väri) ja aistihavaintoihin perustuva tulkinta sulfidin esiintymisestä. Mineraalimaasta näytteet otettiin noin 20 cm osissa jatkuvana näytteenottona kuitenkin siten, että kaikista eri kerrosyksiköistä saatiin näyte. Näytteitä otettiin yhteensä 32 kpl.

4.2 Tutkimusmenetelmät

Kaikista näytteistä mitattiin maasto-pH suoraan maaperänäytteiden pinnalta maastossa. Inkubaatiossa maaperänäytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 10 viikon ajan ja pH-arvo mitattiin alkutilanteessa ja hapetusjakson jälkeen.

Näytteiden kokonaisrikkipitoisuus on hyvä lisätieto tulkittaessa happamoitumisriskiä, mutta se ei ota huomioon muun muassa maaperän puskurikykyä tai sitä missä muodossa rikki maaperässä esiintyy. Rikkipitoisuutta ei analysoitu kaikista näytteistä, vaan asiantuntija-arvion

24.8.2018

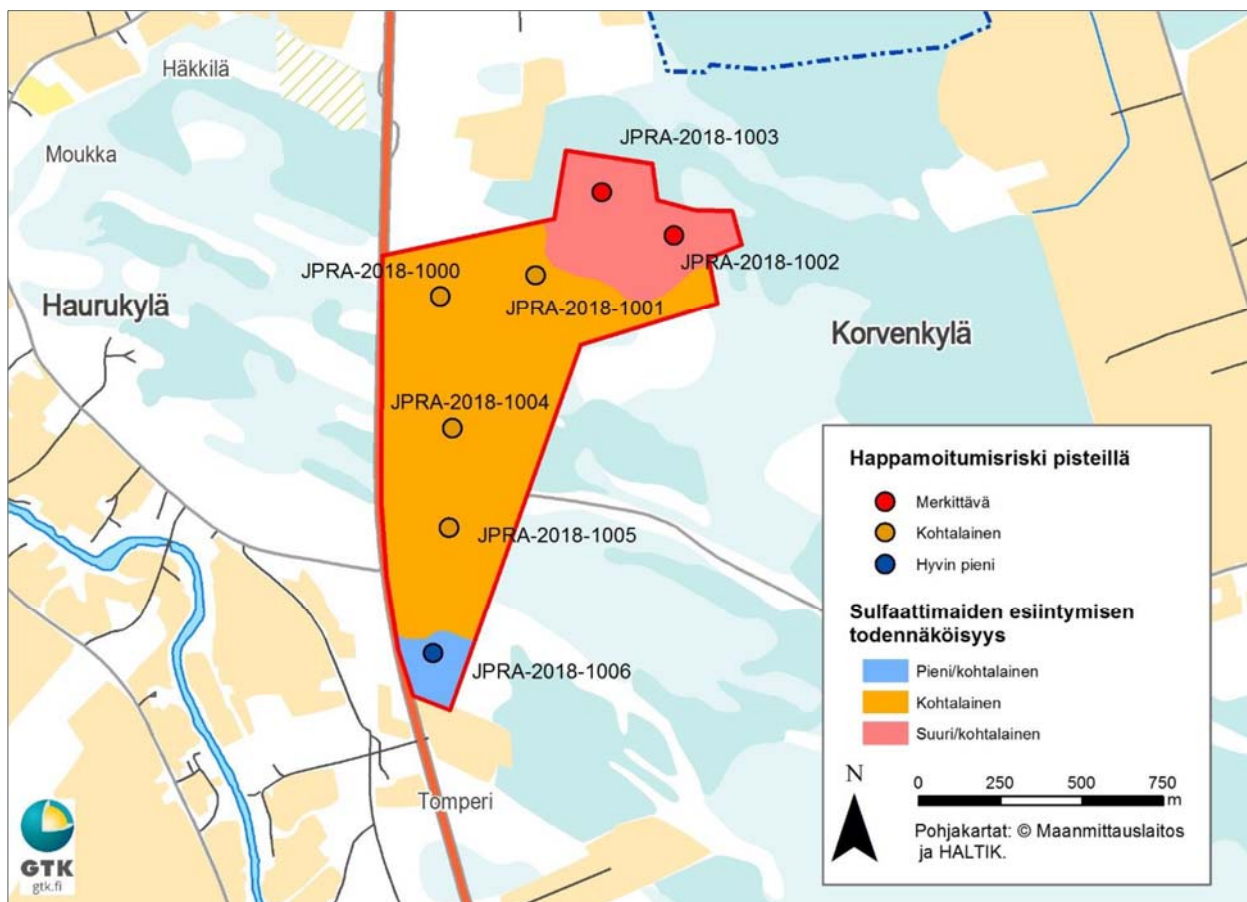
mukaan valituista neljästä mineraalimaanäytteestä. Rikkipitoisuudet analysoitiin Labtium Oy:ssä ICP-OES menetelmällä (kuningasvesiliuotus).

5 Tutkimustulokset

Tutkimustulokset on yksityiskohtaisesti kuvattu Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusraportissa, *Sulfidiselvitys Temmeksen Haurukylän asemakaava-alueella, GTK 17.8.2018* (liite 2). Profiilipisteiden kairaustiedot (maalajit, havainnot ja korkeustaso), pH (maasto ja inkubaatio) sekä rikkipitoisuus ja arvioitu neliluokkainen happamoitumisriski (suuri, kohtalainen, pieni, hyvin pieni) on esitetty taulukkomuodossa tutkimusraportin liitteessä 1 ja kuvina liitteessä 3. Alkuaineanalyysitulokset on esitetty taulukkomuodossa liitteessä 2.

Tutkimusalueelle tehtiin seitsemän kairaus (pisteet JPRA-2018-1000...1007). Kairausvyvyys vaihteli 1,0–3,0 metrin välillä. Tutkimuspisteet luokiteltiin tässä työssä arvioidun happamoitumisriskin perusteella neljään luokkaan: merkittävä, kohtalainen, pieni, hyvin pieni.

Rikkipitoisuuksien ja pH-inkubaation perusteella 6/7 pistettä voidaan luokitella happamaksi sulfaattimaaksi. Merkittävin happamoitumisriski liittyy hienorakeisiin lajittuneisiin hiesukerroksiin, joita esiintyy alueen pohjoisosassa hiekka- ja hietakerrosten alla. Alueen moreeneihin ja hiekkoihin liittyvä happamoitumisriski on korkeintaan kohtalainen. Turvenäytteiden maasto- ja inkuboitujen pH-arvojen perustella alueen turpeisiin liittyvä happamoitumisriski arvioidaan hyvin pieneksi.



Kuva 2. Haurukylän asemakaava-alueen tutkimuspisteiden sijainti, happamoitumisriski ja happamien sulfaattimaiden tulkittu esiintyminen (GTK 2018).

24.8.2018

6 Toimenpidesuosituks

Tutkitulla Haurukylän asemakaavan laajennusalueella havaittiin sulfidipitoisia maakerroksia eli potentiaalisia happamia sulfaattimaita sekä maakerroksia, jotka voivat aiheuttaa happamia valuntia. Happamia valuntia voi muodostua pohjavedenpinnan laskun seurauksena tai kaivumaiden läjityksen myötä massanvaihtojen sekä muiden kaivuutöiden (kadut, putket, yms.) yhteydessä. Sulfidipitoiset alueet tulee huomioida alueen suunnittelussa ja rakentamisessa, jotta vältetään happamilta valunnoilta ympäröiviin vesistöihin. Tässä kappaleessa on esitetty ensisijaisina menetelminä happamien valuntien syntymisen ehkäisy sekä esitelty vaihtoehtoisia menetelmiä kohteisiin, joissa ei voida välttää happamien valuntien syntymistä.

Ennen rakentamista on alueelle laadittava hulevesien hallintasuunnitelma, jossa osoitetaan hulevesien keräämisen ja poistamisen periaatteet sekä hulevesirakenteiden mitoitus. Hulevesien hallintasuunnitelmaan perustuen on rakentamisen ajalle suositeltavaa laatia pintavesien laadunseurantaohjelma, jonka avulla mahdollisiin happamiin valuntoihin voidaan reagoida tehokkaasti. Mikäli pintavesitarkkailussa havaitaan, että alueelta purkautuu happamia valuntia, on seurantaohjelmaa hyvä laajentaa myös rakentamisen jälkeiselle ajalle. Hulevesien hallintarakenteiden avulla valunta saadaan kerättyä hallitusti ja voidaan suorittaa tarvittavat toimenpiteet mahdollisten happamuushaittojen ehkäisemiseksi.

6.1 Sulfidimaista aiheutuvien haittojen ennalta ehkäisy

6.1.1 Pohjaveden pinnan alin taso

Ensisijainen toimenpide happamien vesien muodostumisen ehkäisemiseksi on pohjavedenpinnan tason pitäminen nykyisellä tasolla, jotta potentiaaliset happamat sulfaattimaakerrokset eivät pääse hapettumaan. Alueelle tehtyjen kairausten perusteella pohjavesi on verrattain lähellä maanpintaa, noin metrin molemmin puolin. Tähän viittaavat myös alueen runsaat metsäojitukset.

Kuvassa 2 esitetyn kohtalaisen happamoitumisriskin (oranssi väri) omaavalla alueella pohjavedenpintaa voidaan laskea enintään pintaturvekerroksen alapuolisen hiekan alapinnantasolle, joka vaihtelee alueella 0,6–1,4 metrin syvyydellä. Merkittävän happamoitumisriskin (punainen väri) omaavalla alueella happamoitumista aiheuttavat hietä, hiesu- ja savikerrokset ovat paikoin hyvin lähellä maanpintaa, eikä kaivutöiden suorittamista pintamaan poistoa lukuun ottamatta ko. alueilla suositella.

6.1.2 Alueen tasauksen suunnittelu

Rakentamisen sijoittamista sulfidimaa-alueelle, ja etenkin merkittävän happamoitumisriskin omaavalle alueelle, tulee välttää. Mikäli rakentamista sulfidimaa-alueelle halutaan osoittaa, tulee rakentamistasot määritellä siten, että kaivutoimenpiteet ja kuivatuksen taso (salaojitus) ovat mahdollisimman pitkälti esitettyä alinta kuivatustasoa ylempänä. Tontit tulee tarvittaessa perustaa pengerryksille, jotta kuivatustaso pysyy alimman kuivatustason yläpuolella. Etenkin kaava-alueen pohjoisosan merkittävän happamoitumisriskin alueella infran rakentaminen vaatii pengerryksiä, sillä potentiaaliset happamat sulfaattimaat sijaitsevat lähellä maanpintaa.

Pohjarakenteet suunnitellaan lopullisesti rakennussuunnittelun yhteydessä ko. alueelle suunniteltujen rakenteiden vaatimusten mukaiseksi. Sulfidimaa-alueelle sijoitettavia tontteja luovutettaessa tulee rakentajalle tuoda esille alueen rakentamisen haasteet ja niistä aiheutuva kustannusvaikutus.

24.8.2018

6.1.3 Massanvaihto ja kaivumassojen käsittely

Massanvaihtotöiden yhteydessä on varauduttava kaivannon kuivatusvesien käsittelyyn. Potentiaalisten happamien sulfaattimaiden hapettuessa pohjavedenpinnan laskiessa esim. kaivutyön vaikutuksesta, käynnistyy rikkihapon muodostuminen kohdassa 2.3 kuvatus mukaisesti. Rikkihapon muodostusreaktiot vaativat aikaa muutamia päiviä eikä maaperän hapettuminen ole välitöntä. Pienissä kohteissa massanvaihto voidaan siten suorittaa ilman erillistä kuivatusvesien käsittelyä, mikäli kaivanto pystytään täyttämään välittömästi tai viimeistään saman työvuoron aikana yli kuivatustason, jolloin sulfidimaa ei ehdi hapettumaan, eikä riskiä happamista valunnoista tule.

Mikäli massanvaihtoja tulee paljon tai ne ovat laaja-alaisia, on sulfidipitoisille kaivuumassoille järjestettävä sijoituspaikka, jossa maa-ainekset käsitellään asianmukaisesti happamien valuntojen ehkäisemiseksi.

Potentiaaliset happamat sulfaattimaat on hapettumisen ja happamien valuntojen ehkäisemiseksi aina turvallisinta sijoittaa niiden kaivupaikkaa vastaaviin olosuhteisiin maanpinnan tason alapuolelle ja mieluiten vesipinnantason alapuolelle vähä happisiin olosuhteisiin. Vaihtoehtoisesti massat voidaan neutraloida ja hyöty käyttää maisemointi- tai pengerrakenteina tiiviillä maakerroksella peitettynä. Tiivis maakerros sulfaattimaiden päällä vähentää massojen läpi suotauvan veden määrää ja edelleen happamien valuntojen muodostumista sekä tasaa happaman valunnan muodostumista pidemmälle aikavälille.

6.1.4 Maanalaiset rakenteet

Maanalaista rakentamista sulfidimaa-alueilla tulee välttää. Esimerkiksi kellarillisten talojen rakentamista tulee ohjata kaavoituksella ja pyrkiä välttämään, jotta kuivatustasoja ei tarpeettomasti lasketa happamien sulfaattimaiden tason alapuolelle.

Putkikaivannot suositellaan perustettavaksi sulfidipitoisten maiden alapuolelle. Perustettaessa putkilinjoja sulfidimaille tulee rakennussuunnittelussa varmistaa käytettävien materiaalien (putket ja toimilaitteet) soveltuvuus sulfidimaiden happamiin, korrodoiviin olosuhteisiin.

Sulfidimaa-alueilla veden virtaus putkikaivantoa pitkin tulee estää virtauskatkoilla, jotka rakennetaan tiivistä maa-aineksesta (savi, tiivis moreeni) ja ulotetaan yläosastaan sulfidimaakerrokseen asti. Lisäksi tulee huolehtia, etteivät katujen, kenttäalueiden ja rakennusten perustusrakenteet mahdollista pohjaveden purkautumista hallitsemattomasti alueelta.

6.2 Happaman valunnan hallinta

6.2.1 Työnaikaisen kaivannon kuivatus ja happamien valumavesien käsittelyratkaisut

Alueen rakentamisen yhteydessä ei todennäköisesti voida täysin välttyä kaivamiselta tai pohjavedenpinnan alentamiselta sulfidipitoisen kerroksen alapuolelle. Selvityksessä todetuilla sulfidimaa-alueilla tulee varautua kuivatusvesien asianmukaiseen käsittelyyn, mikäli kuivatustaso ulottuu kaava-alueen pohjoisosassa multakerroksen ja muualla alueella pintaturpeen alapuolisen hiekkakerroksen alapuolelle.

Työnaikainen kuivatus tapahtuu kaivannoista pumppaamalla, jolloin kontti- tai kaivomallinen kalkkikivisuodatin tai muu vastaavaa ko. kohteeseen soveltuva neutralointilaitteisto on helposti toteutettavissa ja tarvittaessa siirrettävissä eri kohtaan tai toiselle työmaalle. Suodatinlaitteiston soveltuvuus ja mitoitus tulee tarkastella vesienkeräysalueen tulovirtaamat ja vedenlaatu

24.8.2018

huomioon ottaen. Käsittelyt kuivatusvedet suositellaan johdettavaksi laskeutusaltaaseen ennen niiden johtamista vastaanottavaan vesistöön.

Käsittelyjärjestelmään tulee liittää minimissään poistoveden pH seuranta, jolloin voidaan todeta neutraloinnin toimivuus. Myös tulovesien pH:n seuranta on suositeltavaa, jolloin voidaan ohjata vain happamat vedet käsittelyyn ja johtaa muut ei-happamat vedet suoraan vesistöön.

Happamuuden raja-arvo käsittelyä vaativille valumavesille tulee määrittää tapauskohtaisesti suunnitelmien tarkentuessa. Raja-arvoon vaikuttavia asioita ovat valumaveden pH:n lisäksi mm. kaivualueen laajuudesta riippuva happaman valunnan määrä, happaman valunnan ajallinen jakautuminen sekä vastaanottavan vesistön ominaisuudet (puskurikyky, virtaama/vesimäärä).

6.2.2 Pysyvät kuivatusvesien käsittelyratkaisut

Mikäli rakentaminen ja perustusten kuivatus tulee ulottumaan sulfidimaakerroksiin, tulee varautua pitkäaikaiseen kuivatusvesien käsittelyyn. Järjestelmän toteuttamisen kannalta on tärkeintä pitää happamat vedet erillään ns. neutraaleista vesistä ennen käsittelyä, jolloin neutralointilaitteen mitoitus pysyy kohtuullisena ja päästään käsittelemään pitoisuudeltaan suuremman väkevyyden omaavaa vettä.

Pysyvissä kuivatuskohteissa voidaan käyttää vastaavaa kaivoratkaisua kuin työaikaisissakin järjestelyissä. Vaihtoehtoisesti pysyvänä neutralointirakenteena voidaan toteuttaa maapohjainen suoto-/imeytyskenttä kalkkikivimurskeesta.

7 Yhteenveto

Tutkitulla Haurukylän asemakaavan laajennusalueella havaittiin sulfidipitoisia maakerroksia eli potentiaalisia happamia sulfaattimaita, joihin kohdistuvien kaivutöiden seurauksena voi muodostua happamia valuntoja ko. maakerrosten joutuessa hapellisiin olosuhteisiin. Merkittävin happamoitumisriski liittyy hienorakeisiin lajittuneisiin hiesukerroksiin, joita esiintyy alueen pohjoisosassa hiekka- ja hietakerrosten alla. Alueen moreeneihin ja hiekkoihin liittyvä happamoitumisriski on korkeintaan kohtalainen. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamilta haitoilta voidaan välttyä suunnittelemalla alueen korkotasot siten, että rakentamisen aikana voidaan välttyä kaivamasta pohjavedentason alapuolelle.

Todennäköisesti rakentamisen aikana ei voida kokonaan välttyä kaivamasta sulfidipitoisten maakerrosten tasosta, tulee kaivettujen sulfidipitoisten massojen ja alueella syntyvien happamien valuntojen käsittelyyn varautua asiaankuuluvien toimenpitein. Rakentamisen ajalle on suositeltavaa laatia pintavesien laadunseurantaohjelma, jonka avulla mahdollisiin happamiin valuntoihin voidaan reagoida tehokkaasti ja jota voidaan tarvittaessa laajentaa rakentamisen jälkeiselle ajalle.

Happamien valuntojen välttämiseksi sulfidipitoisten maiden asettamat rajoitteet ja vaatimukset tulee huomioida alueen kaavoituksessa ja jatkosuunnittelussa.

24.8.2018

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Laatinut:



Kari Kreus
suunnitteluinsinööri, DI

Tarkistanut:



Kari Hietala
geotekninen asiantuntija, DI



Lauri Solin
projektipäällikkö, DI

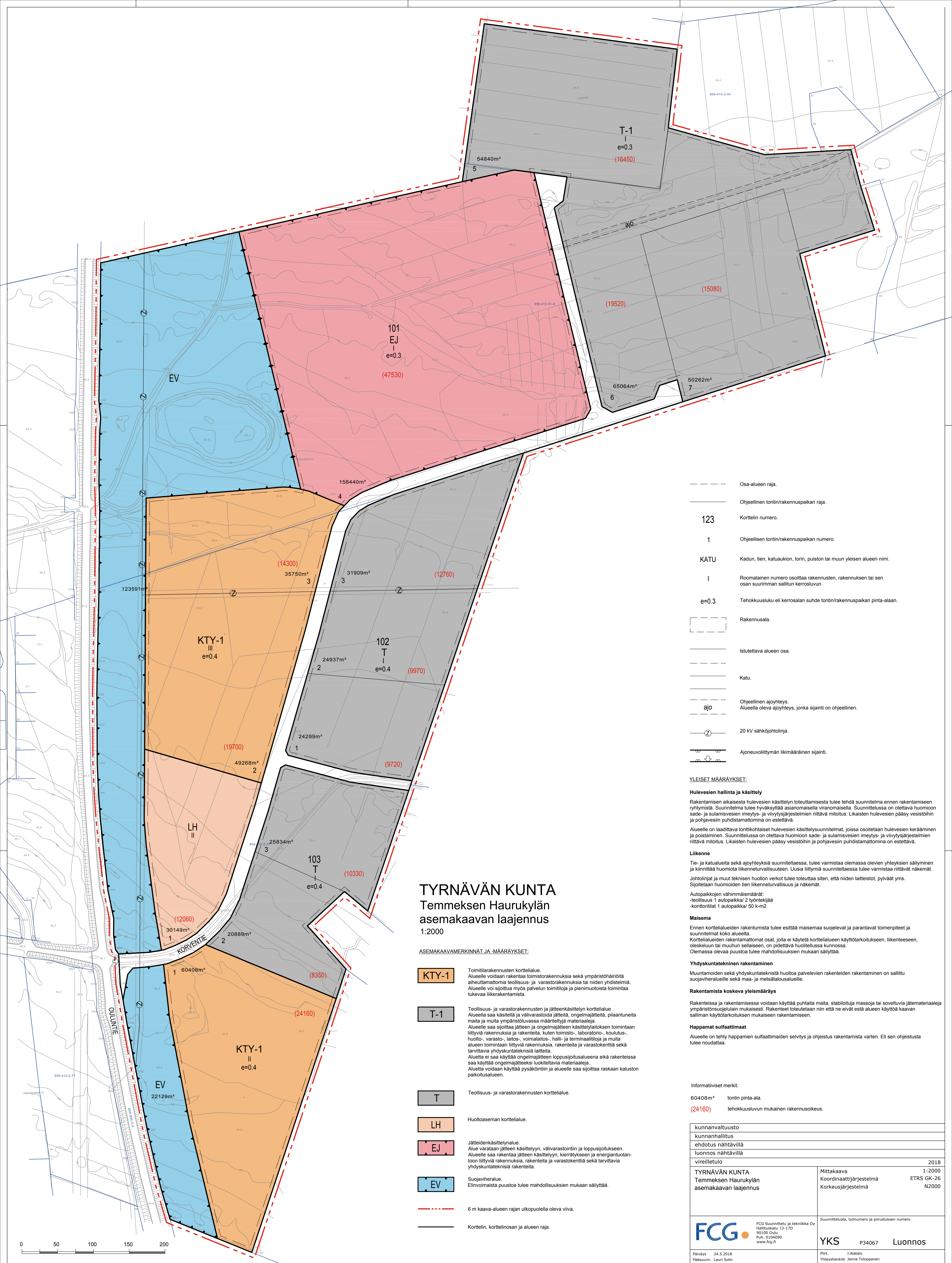
Viitteet

Hadzic, M., Postila, H., Österholm, P., Nystrand M., Pahkakangas, S., Karppinen, A., Arola, M., Nilivaara-Koskela, R., Häkkinen, K., Saukkoriipi, J., Kunnas, S. ja Ihme, R. 2014. Sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät – SuHE-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2014. 88 s.

Liwata-Kenttälä, P., Räisänen, J., Auri, J., ja Lippo, P. 2018. Sulfidiselvitys Temmeksen Haurukylän asemakaava-alueella. Geologian tutkimuskeskus, Rovaniemi 17.8.2018.

LIITE 1





TYRNÄVÄN KUNTA

Temmeksen Haurukylän asemakaavan laajennus

1:2000

ASEMAKAAVAMERKINNÄT JA -MÄÄRÄYKSET:

- KTY-1

Toimitilarakennusten korttelialue.
Alueelle voidaan rakentaa toimitilarakennuksia sekä ympäristöhäiriöitä aiheuttamattomia teollisuus- ja varastorakennuksia tai niiden yhdistelmiä. Alueelle voi sijoittaa myös palvelun toimittajia ja pienimuotoista toimintaa tukevaa liikerakentamista.
- T-1

Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue.
Alueella saa käsitellä ja välivarastoida jätettä, ongelmajätteitä, pilaantuneita maita ja muita ympäristöluvassa määrättyjä materiaaleja. Alueelle saa sijoittaa jätteen ja ongelmajätteen käsittelylaitoksen toimintaan liittyviä rakennuksia ja rakenteita, kuten toimisto-, laboratorio-, koulutus-, huolto-, varasto-, laitos-, voimalaitos-, halli- ja terminaali-tiloja ja muita alueen toimintaan liittyviä rakennuksia, rakenteita ja varastokenttiä sekä tarvittavia yhdyskuntateknisiä laitteita. Aluetta ei saa käyttää ongelmajätteen loppusijoitusalueena eikä rakenteissa saa käyttää ongelmajätteeksi luokiteltavia materiaaleja. Aluetta voidaan käyttää pysäköintiin ja alueelle saa sijoittaa raskaan kaluston paikoitusalueen.
- T

Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue.
- LH

Huoltoaseman korttelialue.
- EJ

Jätteidenkäsittelyalue.
Alue varataan jätteen käsittelyyn, välivarastointiin ja loppusijoitukseen. Alueelle saa rakentaa jätteen käsittelyyn, kierrätykseen ja energiantuotantoon liittyviä rakennuksia, rakenteita ja varastokenttiä sekä tarvittavia yhdyskuntateknisiä rakenteita.
- EV

Suojajäheralue.
Elinvoimaista puustoa tulee mahdollisuuksien mukaan säilyttää.
- 6 m kaava-alueen rajan ulkopuolella oleva viiva.
- Korttelin, korttelinosan ja alueen raja.

- Osa-alueen raja.
- Ohjeellinen tontin/rakennuspaikan raja.
- 123

Korttelin numero.
- 1

Ohjeellisen tontin/rakennuspaikan numero.
- KATU

Kadun, tien, katuaukion, torin, puiston tai muun yleisen alueen nimi.
- I

Roomalainen numero osoittaa rakennusten, rakennuksen tai sen osan suurimman sallitun kerrosluvun.
- e=0.3

Tehokkuusluku eli kerrosalan suhde tontin/rakennuspaikan pinta-alaan.
- Rakennusala.
- Istutettava alueen osa.
- Katu.
- ajo

Ohjeellinen ajoyhteys.
Alueella oleva ajoyhteys, jonka sijainti on ohjeellinen.
- 20

20 kV sähköjohtolinja.
- Ajoneuvoliittymän likimääräinen sijainti.

YLEISET MÄÄRÄYKSET:

Hulevesien hallinta ja käsittely
Rakentamisen aikaisesta hulevesien käsittelyn toteuttamisesta tulee tehdä suunnitelma ennen rakentamiseen ryhtymistä. Suunnitelma tulee hyväksyttää asianomaisella viranomaisella. Suunnittelussa on otettava huomioon sade- ja sulamisvesien imeytys- ja viivytysjärjestelmien riittävä mitoitus. Likaisten hulevesien pääsy vesistöihin ja pohjavesiin puhdistamattomina on estettävä.
Alueelle on laadittava tontikohtaiset hulevesien käsittelysuunnitelmat, joissa osoitetaan hulevesien kerääminen ja poistaminen. Suunnittelussa on otettava huomioon sade- ja sulamisvesien imeytys- ja viivytysjärjestelmien riittävä mitoitus. Likaisten hulevesien pääsy vesistöihin ja pohjavesiin puhdistamattomina on estettävä.

Liikenne
Tie- ja katualueita sekä ajoyhteyksiä suunniteltaessa, tulee varmistaa olemassa olevien yhteyksien säilyminen ja kiinnittää huomiota liikenneturvallisuuteen. Uusia liittymiä suunniteltaessa tulee varmistaa riittävät näkemät. Johtolinjat ja muut teknisen huollon verkot tulee toteuttaa siten, että niiden laitteistot, pylväät yms. Sijoitetaan huomioiden tien liikenneturvallisuus ja näkemät.

Autopaikkojen vähimmäismäärät:
-teollisuus 1 autopaikka/ 2 työntekijää
-konttoritilat 1 autopaikka/ 50 k-m2

Maisema
Ennen korttelialueiden rakentumista tulee esittää maisemaa suojelevat ja parantavat toimenpiteet ja suunnitelmat koko alueelta.
Korttelialueiden rakentamattomat osat, joita ei käytetä korttelialueen käyttötarkoitukseen, liikenteeseen, oleskeluun tai muuhun sellaiseen, on pidettävä huolitellussa kunnossa. Olemassa olevaa puustoa tulee mahdollisuuksien mukaan säilyttää.

Yhdyskuntatekninen rakentaminen
Muuntamoiden sekä yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakenteiden rakentaminen on sallittu suojajäherueille sekä maa- ja metsätalousalueille.

Rakentamista koskeva yleismääräys
Rakenteissa ja rakentamisessa voidaan käyttää puhtaita maita, stabiloituja massoja tai soveltuvia jättemateriaaleja ympäristönsuojelulain mukaisesti. Rakenteet toteutetaan niin että ne eivät estä alueen käyttöä kaavan salliman käyttötarkoituksen mukaiseen rakentamiseen.

Happamat sulfaattimaa
Alueelle on tehty happamien sulfaattimaiden selvitys ja ohjeistus rakentamista varten. Eli sen ohjeistusta tulee noudattaa.

Informatiiviset merkit.

60408m² tontin pinta-ala.

(24160) tehokkuusluvun mukainen rakennusoikeus.

kunnanvaltuusto		
kunnanhallitus		
ehdotus nähtävillä		
luonnos nähtävillä		
vireilletulo		
2018		
TYRNÄVÄN KUNTA		Mittakaava
Temmeksen Haurukylän		Koordinaattijärjestelmä
asemakaavan laajennus		Korkeusjärjestelmä
		1:2000
		ETRS GK-26
		N2000
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy		Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero
Haltuskatu 13-17D		
90100 Oulu		
Puh. 0104090		
www.fcg.fi		
YKS		P34067 Luonnos
Päiväys	24.5.2018	Piirt.
Pääsuunn.	Lauri Solin	Yhteyshenkilö
		J. Alatalo
		Janne Toloppanen
		Tiedosto
		C_suunv_Kaava_

LIITE 2



Sulfidiselvitys Temmeksen Haurukylän asemakaava-alueella

Pauliina Liwata-Kenttälä, Jukka Räisänen, Jaakko Auri ja Petri Lippo

17.8.2018

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

17.8.2018 / GTK/224/03.04.18/2018

Tekijät Pauliina Liwata-Kenttälä Jukka Räisänen Jaakko Auri Petri Lippo		Raportin laji Tilaustyö	
		Toimeksiantaja FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy	
Raportin nimi Sulfidiselvitys Temmeksen Haurukylän asemakaava-alueella			
Tiivistelmä Tässä raportissa esitetään arvio sulfidisedimenttien esiintymisestä ja ominaisuuksista Temmeksen Haurukylän asemakaava-alueella. Arvio perustuu kairauksiin (7 kpl), joilla tunnistettiin maalajit ja otettiin näytteitä sekä turpeesta että mineraalimaasta (32 kpl). Kaikista näytteistä mitattiin maasto-pH ja inkuboitu-pH ja valikoiduista näytteistä rikki- ja alkuainepitoisuuksia (4 kpl). Kairaukset kohdistuivat ennakoon lähetetyn näytteenottosuunnitelman mukaisille kohteille VT4 itäpuolelle. Jokaisen tutkimuspisteen pinnassa oli ohut turvekerros, jonka paksuus oli enimmillään 45 senttiä. Turpeen alla oli vaihtelevan paksuisia hiekka ja karkeahietakerroksia, joiden alla esiintyi yleensä hiekkamoreenia. Kahdella pisteellä moreenin päällä oli hiesu- ja savikerroksia. Hiesukerroksissa vaikutti olevan sulfidiainesta aistinvaraisesti tunnistettuna. Kairauksista kaksi ulottui kolmeen metriin saakka. Muut pisteet ulottuivat moreenin takia vain 1-1,7 metrin syvyyteen saakka. Yhden pisteen moreenikerroksessa havaittiin lievää rikin hajua. Rikkipitoisuuksien ja pH-inkubaation perusteella 6/7 pistettä voidaan luokitella happamaksi sulfaattimaaksi. Merkittävin happamoitumisriski liittyy alueen pohjoisosassa esiintyviin hienorakeisiin lajittuneisiin hiesukerroksiin. Alueen moreeneihin ja hiekkoihin liittyvä happamoitumisriski on korkeintaan kohtalainen ja turpeisiin liittyvä happamoitumisriski hyvin pieni.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Temmes, Haurukylä, sulfidiriski, maaperäkartoitus, maalajit, pH-mittaus, pH-inkubaatio			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Temmes, Tyrnävä			
Karttalehdet			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
Kokonaissivumäärä	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus Ei julkinen
Yksikkö ja vastuualue Ympäristögeologia		Hanketunnus 50401-10285	
Allekirjoitus/nimen selvennys <i>Pauliina Liwata-Kenttälä</i> Pauliina Liwata-Kenttälä		Allekirjoitus/nimen selvennys	

Sisällysluettelo

Kuvailulehti

1	TUTKIMUKSEN TAUSTA	1
1.1	Merkittävää happamoitumista aiheuttavat sulfidisedimentit	1
2	TUTKIMUSALUE	2
3	TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	4
3.1	GTK:n aineisto	4
3.2	Maaperäkairaukset ja maastohavainnot	5
3.3	Maasto-pH ja inkuboitu pH	5
3.4	Rikkipitoisuus ja alkuaineanalyysit	5
3.5	Tutkimuspisteiden happamoitumisriskiluokitus	5
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	6
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	7
6	VIITELUETTELO	8

17.8.2018

1 TUTKIMUKSEN TAUSTA

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy tilasi 25.4.2018 päivätyllä tilauksella sulfidiselvityksen Temmeksen Haurukylän asemakaava-alueella. Sulfidipitoisten maakerrosten tiedetään aiheuttavan maaperän ja vesistöjen happamoitumisriskin mikäli pohjavedenpinnan alapuoliset hapettumattomat sulfidirikkipitoiset maakerrokset altistuvat hapettumiselle. Tyypillisesti hapettuminen liittyy maaperän peruskuivatukseen (maatalous, metsätalous ja turvetuotanto), ruoppauksiin tai rakentamisen yhteydessä tehtäviin maamassojen läjityksiin ja kohteellisiin kuivatuksiin.

Happamat sulfaattimaat on todettu ongelmalliseksi myös rakentamisessa, sillä hapan maaperä syövyttää betoni- ja teräsrakenteita ja aiheuttaa siten lisäkustannuksia materiaalivalinnoissa ja/tai korjauskuluissa. Hienorakeisilla ja liejuisilla sulfaattimailla on myös yleisesti heikot geotekniset ominaisuudet. Tyypillisiä ongelmia rakentamisessa ovat heikko kantavuus, kokoonpuristuminen ja häiriintyminen jo kaivun aikana. Tämän työn tarkoituksena on selvittää sulfidipitoisten maakerrosten esiintyminen ja ominaisuudet alueella.

Tutkimusmenetelminä työssä käytettiin maaperäkairauksia (7 kpl) joilla kuvattiin maaperän maalajit ja kerrosjärjestys sekä otettiin näytteitä (32 kpl), joista mitattiin maasto-pH ja inkuboitupH. Neljästä näytteestä analysoitiin myös kokonaisrikkipitoisuudet.

1.1 Merkittävää happamoitumista aiheuttavat sulfidisedimentit

Sulfidisedimentit ovat rikkipitoisia (yleensä > 0,2 % S) kerrostumia, jotka ovat tyypillisesti liejupitoisia ja koostuvat lähinnä hienorakeisista maalajeista (savi, hiesu ja hieno hietä). Paikoin, myös karkeat maalajit (hietä ja hiekka) ja moreeni voivat muodostaa sulfidisedimenttejä. Moreenissa sulfideja voi esiintyä erityisesti kalliooperän mustaliuskeiden läheisyydessä. Tyypillisesti hienorakeinen sulfidisedimentti on väriltään musta tai tumman harmaa ja haisee selvästi rikiltä. Jos sulfidisedimentit pääsevät hapettumaan, esimerkiksi ruoppaus- ja kuivatustilanteessa, syntyy maaperässä rikkihappoa rautasulfidien hapettumisen seurauksena. Mikäli sulfidisedimentin puskurikyky ei riitä neutraloimaan muodostunutta happamuutta, ympäristö voi happamoitua merkittävästi. Yksi tapa määrittää sulfidien läsnäolo sedimentissä ja saada arvio sulfidien hapettumispotentiaalista on suorittaa inkubaatio-koee. Tämä tarkoittaa että sedimentin annetaan hapettua 8 - 19 viikkoa, jonka jälkeen maastossa mitattuja pH-arvoja verrataan hapetuksen jälkeisiin arvoihin. Mikäli pH-arvo on laskenut alle neljään ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä, voidaan näytteissä todeta esiintyvän sulfideja.

Karkearakeiset sulfidisedimentit (hietä, hiekka ja moreeni) sisältävät tyypillisesti huomattavasti vähemmän rikkiä kuin vastaavat hienorakeiset sedimentit. Alhaisesta rikkipitoisuudesta huolimatta karkearakeiset maalajit happamoituvat voimakkaasti inkubaatiossa. Tämä johtuu karkearakeisten maiden luontaisesti heikosta puskurikyvystä pH-muutosta vastaan. Vaikka sulfidipitoinen karkearakeinen maaperä happamoituu voimakkaasti hapettuessaan, ei niiden aiheuttamasta vesistöjen tai ympäristön happamoitumisriskistä ole juurikaan tutkimustietoa.

17.8.2018

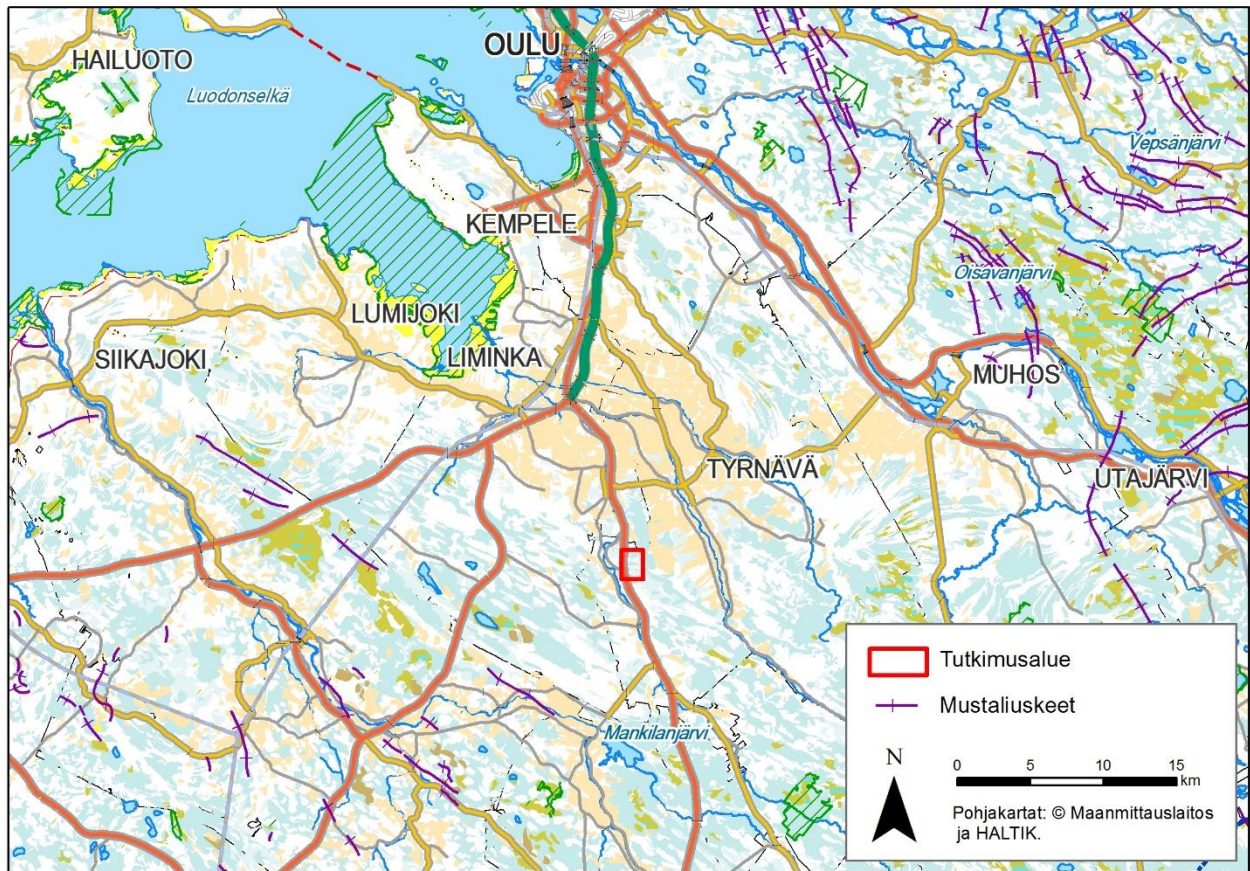
SYKE:n hallinnoimassa ”Sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät” –hankeessa (SuHE) (Hadzic ym. 2014) todettiin, että useiden turvetuotantoalueilta otettujen moreeninäytteiden pH laski inkubaatiossa merkittävästi, vaikka asiditeetti ja kokonaisrikkipitoisuudet olivat lähes normaalilla tasolla. Tämä todettiin selittyvän karkeamman maalajin heikolla puskurikyvyllä. Samalla arvioitiin, että käytännössä hapen kuormitus tällaisesta maasta on vähäisempää. Hadzic ym. 2014 myös toteavat, että alhaisen puskurikyvyn vuoksi moreenien pH voi olla luonnostaan alhainen ja että näiden maiden riskiluokittelussa tulee ottaa huomioon pH-arvojen muutosten suuruus inkubaatiossa. Hadzic ym. 2014 mukaan moreenit, joissa pH laskee inkubaatiossa kolmen ja neljän välille ja laskua on tapahtunut yli yhden yksikön ($\Delta\text{pH} > 1$), aiheuttavat todennäköisesti suhteellisen pientä kuormitusta. Mikäli pH laskee inkubaatiossa alle kolmeen ja pudotusta tapahtuu yli yhden yksikön ($\Delta\text{pH} > 1$), arvioitiin happaman kuormituksen riski suurella todennäköisyydellä merkittäväksi.

Australialaisen ”Queensland Acid Sulfate Soil Technical Manual: Soil Management Guidelines” -julkaisun (Dear et al. 2014) mukaan hapettuvan sulfidipitoisen materiaalin raekoko vaikuttaa merkittävästi happamoitumisriskiin. Julkaisun mukaan sulfidipitoiset hiekat voivat happamoitua hyvin nopeasti hienorakeisia maalajeja paremman läpäisevyyden ja heikomman puskurikyvyn vuoksi. Vesi myös liikkuu hiekassa tehokkaasti, minkä vuoksi niistä voi vapautua suuria volyymeja hapanta ja liuenneilla metalleilla kontaminoitunutta vettä. Hiekkojen sulfidipitoisuus on yleensä huomattavasti alhaisempi kuin vastaavien hienorakeisten materiaalien.

2 TUTKIMUSALUE

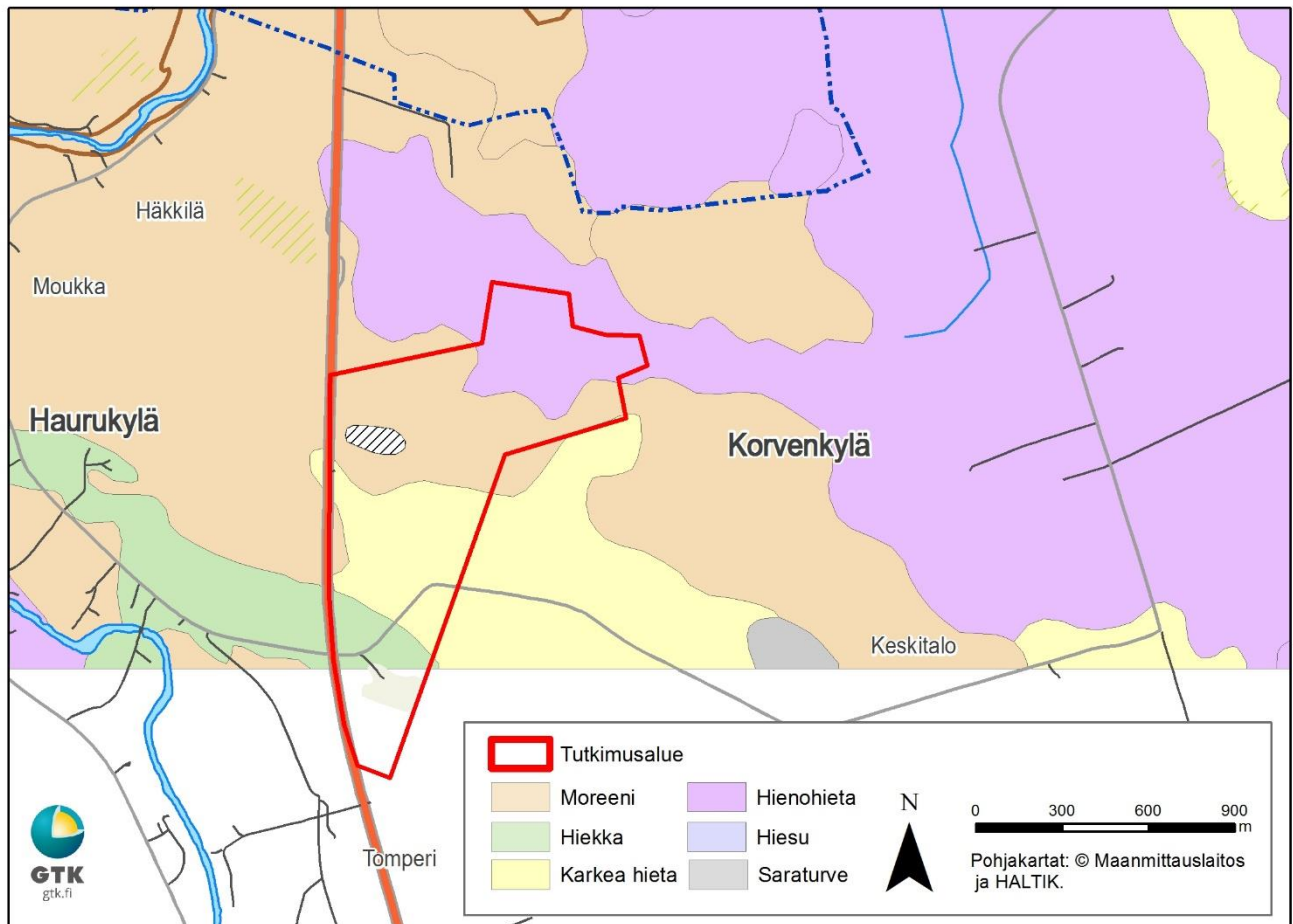
Haurukylän asemakaava-alue sijaitsee Tyrnävällä Pohjois-Pohjanmaalla (Kuva 1). Tutkimusalue on pinta-alaltaan noin 85 ha ja se sijaitsee muinaisen Litorina-meren korkeimman rantatason alapuolella (n. 30 m mpy). Maaperäkartan (1:20 000) mukaan tutkimusalueella esiintyy hienohietaa, hietaa, hiekkaa ja moreenia (Kuva 2). GTK:n kallioperäkarttojen mukaan alueen kallioperä koostuu graniitista. Lähin mustaliuskealue sijaitsee GTK:n aerogeofysikaalisen tulkinta-aineiston mukaan noin 10 km päässä alueen lounaispuolella. Alueelta ei ole saatavilla GTK:n turvetutkimustietoja.

17.8.2018



Kuva 1. Haurukylän asemakaava-alueen sijainti.

17.8.2018



Kuva 2. Selvitysalueen maaperäkartoitustiedot (1:20 000).

3 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

3.1 GTK:n aineisto

Tässä tutkimuksessa kerätyn aineiston lisäksi hyödynnettiin tutkimuksen suunnittelussa ja happamien sulfaattimaiden esiintymisen tulkinnassa seuraavia aineistoja:

- GTK:n turvetutkimusaineisto
- GTK:n mustaliuskevektoritaso (tulkinta-aineisto)
- GTK:n kallioperä- ja maaperäaineisto

GTK:n mustaliuskekartoitusaineisto perustuu pääasiassa aerogeofysikaalisen (aerosähkö- ja magneettinen) aineiston tulkintaan ja kuvaa mustaliuskeiden esiintymisen melko karkeasti.

17.8.2018

3.2 Maaperäkairaukset ja maastohavainnot

Maaperäkairaukset (7 kpl) tehtiin näytteenottosuunnitelman mukaisilla kohteilla (Kuva 3). Kairaukset tehtiin venäläisellä turvekairalla tai moottoritäykairaan kiinnitettävällä maaperänäytteenottimella, jolla saatiin jatkuvat näytesarjat 100 cm osissa. Kairaukset pyrittiin ulottamaan näytteenottosuunnitelman mukaisesti kolmeen metriin, tai moreenikerroksen yläosaan. Kairauspisteillä tehtiin jatkuva litostratigrafinen havainnointi (maalajimääritys, rakenteet, rajapinnat, väri) ja aistihavaintoihin perustuva tulkinta sulfidin esiintymisestä. Mineraalimaasta näytteet otettiin noin 20 cm osissa jatkuvana näytteenottona kuitenkin siten, että kaikista eri kerrosyksiköistä saatiin näyte. Turvekerroksista otettiin yhdet näytteet. Näytteitä otettiin yhteensä 32 kpl ja niistä mitattiin maasto-pH sekä inkuboitu-pH. Maalajit nimettiin RT-luokituksen mukaisesti. Kairauspisteet on nimetty tunnuksella **JPRA-2018-x** (esim. JPRA-2018-1000) ja kultakin pisteeltä otetut näytteet tunnuksella **EN_JPRA-2018-x.x** (esim. EN_JPRA-2018-1000.1).

3.3 Maasto-pH ja inkuboitu pH

Maasto-pH mitattiin suoraan maaperänäytteiden pinnalta maastossa. Maasto-pH:n ollessa mineraalimaanäytteessä alle 4,0, voidaan maaperä luokitella happamaksi sulfaattimaaksi. pH-inkubaatiossa maaperänäytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 10 viikon ajan. Näytteet pidettiin kosteana lisäämällä tarvittaessa deionisoitua vettä. pH-arvo mitattiin alkutilanteessa ja hapetusjakson jälkeen. Mikäli pH inkubaation jälkeen mineraalimaanäytteessä on alle 4,0 ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä lähtötilanteeseen nähden, voidaan inkubaation perusteella todeta näytteessä olevan sulfidia. Turpeen voidaan tulkita aiheuttavan happamoitumiskuormitusta, mikäli maastossa mitattu pH on alle 3, inkuboitu pH < 3 tai inkuboitu pH < 3,5 ja pH laskenut inkubaation yhteydessä yli yhden yksikön.

3.4 Rikkipitoisuus ja alkuaineanalyysit

Neljästä mineraalimaanäytteestä analysoitiin rikkipitoisuus ICP-OES-tekniikalla. Näytteet liuotettiin kuningasvedellä ja esikäsiteltiin kuivamalla ja jauhamalla. Analyysit tehtiin Labtium Oy:ssä.

3.5 Tutkimuspisteiden happamoitumisriskiluokitus

Tutkimuspisteet luokiteltiin tässä työssä arvioidun happamoitumisriskin perusteella neljään luokkaan: merkittävä, kohtalainen, pieni, hyvin pieni. Luokituksessa otettiin huomioon happamoituvan kerroksen maalaji ja paksuus ja se perustui ensisijaisesti inkubaatio-pH-arvoihin ja arvojen alenemisen määrään, sekä näytteiden rikkipitoisuuteen. Hienorakeisen maaperän happamoitumisriski arvioidaan pääsääntöisesti merkittäväksi, mikäli pH on laskenut inkubaatiossa alle neljään ja pudotusta on tapahtunut yli yhden yksikön ($\Delta\text{pH} > 1$). Karkearakeisen ja vähärikkisen maaperän happamoitumisriski arvioidaan pääsääntöisesti merkittäväksi, mikäli pH on laskenut inkubaatiossa alle kolmeen ja pudotusta on tapahtunut yli yhden yksikön ja kohtalaiseksi, mikäli inkuboitu pH on välillä 3 ja 4 ja pudotusta on tapahtunut yli yhden yksikön. Happamoitumisriski syntyy, mikäli pohjavedenpinnan alapuolista sulfidipitoista maata kuivatetaan tai maamassoja läjitetään pohjavedenpinnan yläpuolelle.

17.8.2018

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Temmeksen Haurukylän asema-kaava-alueelta tehtiin 7 kairausta. Kairaussyvyys vaihteli 1,0-3,0 m välillä. Profiilipisteiden kairaustiedot (maalajit, havainnot ja korkeustaso), pH (maasto ja inkubaatio) sekä rikkipitoisuus ja arvioitu neliluokkainen happamoitumisriski (suuri, kohtalainen, pieni, hyvin pieni) on esitetty taulukkomuodossa liitteessä 1 ja kuvina liitteessä 2. Alkuaineanalyysitulokset on esitetty taulukkomuodossa liitteessä 3. Tutkimuspisteiden sijainti, happamoitumisriski ja happamien sulfaattimaiden tulkittu esiintyminen on esitetty kuvassa 3.

Turve peitti pohjamaalajit kaikissa tutkimuspisteissä ja turvekerroksen paksuus vaihteli välillä 0,15 – 0,45 m. Kuudella pisteellä turpeen alla oli hiekkaa ja yhdellä karkeaa hietaa. Hiekka- ja hietakerrokset ovat selkeästi rantavoimien huuhtomia ja kerrostamia. Hiekka- ja hietakerrosten alla oli hiekkamoreeni viidellä pisteellä. Kahdella pisteellä hiekka- ja hietakerrosten alla oli pääasiassa harmaita ja osin mustanharmaita hiesukerroksia. Mustan harmaasta hiesusta voitiin havaita lievää rikinhajua pisteellä JPRA-2018-1003. Myös harmaassa hiesussa esiintyi heikosti havaittavia sulfidiraitoja. Hiesun alapuolella esiintyi näillä kahdella pisteellä punertavan harmaata glasiaalisavea, jossa ei havaittu sulfidin tunnusmerkkejä. Pisteiden JPRA-2017-1002 harmaassa hiesukerroksessa erotettiin mustia sulfidiraitoja ja lievää rikin hajua. Moreeniaines tutkimusalueella oli osittain väriltään varsin tummaa ja pisteen JPRA-2018-1000 moreeninäytteestä voitiin havaita jopa rikinhajua. Nämä seikat voivat viitata mustaliusketta olevan moreeniaineksessa. Tumma väri voi johtua myös tummista kiilteistä.

Turvenäytteiden maasto-pH-arvot (N = 5) vaihtelivat välillä 3,3 – 4,4 (mediaani 3,6) ja inkubaation jälkeen pH-arvot vaihtelivat välillä 3,7 – 4,0 (mediaani 3,9). Turvenäytteistä ei määritetty rikkipitoisuutta.

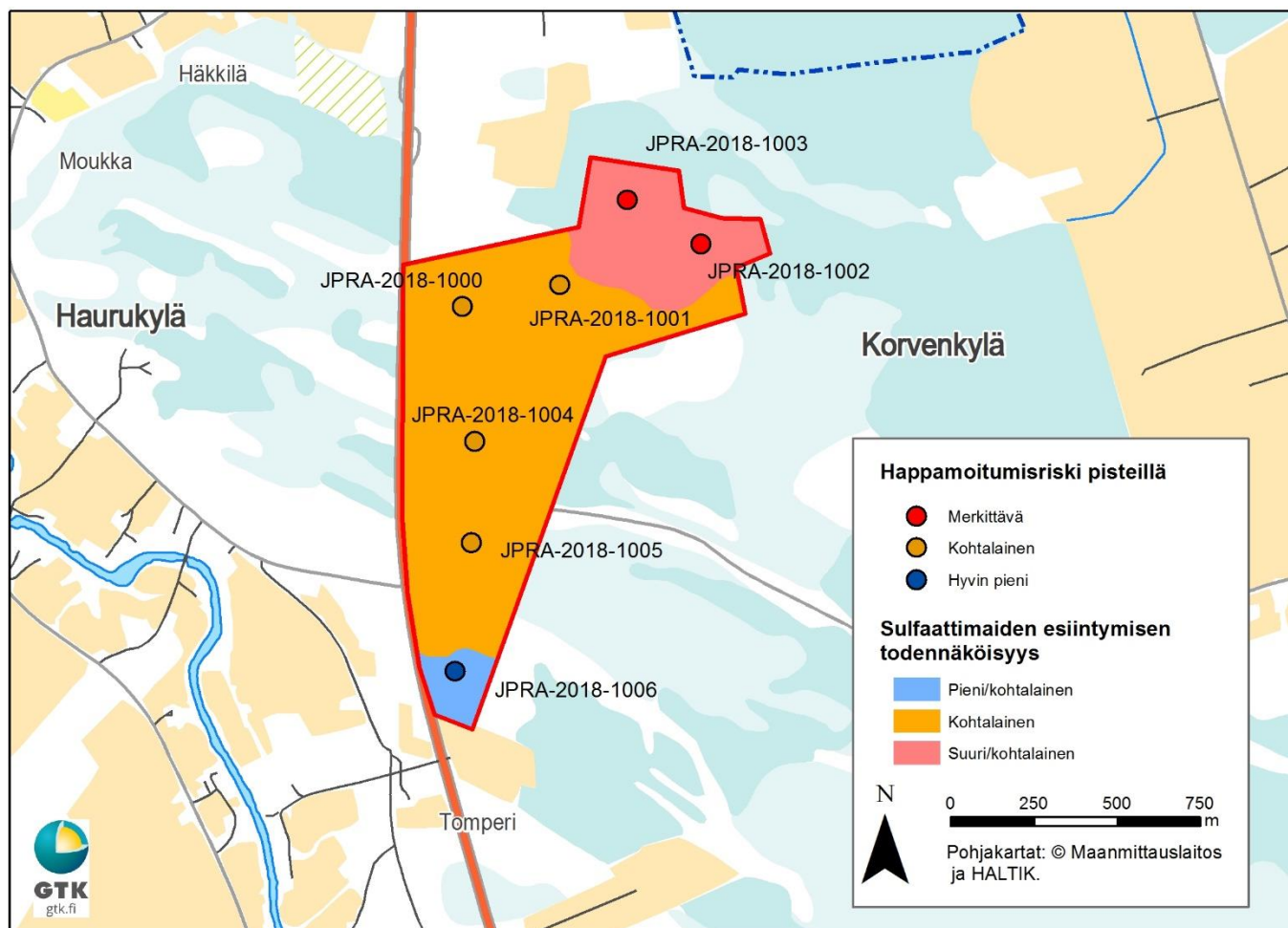
Lajittuneiden mineraalinäytteiden maasto-pH-arvot (N = 19) vaihtelivat välillä 4,6 – 6,7 (mediaani 5,9) ja inkubaation jälkeen välillä 2,7 – 5,4 (mediaani 4,0). Kolmella pisteellä mineraalimaanäytteen pH laski inkubaatiossa alle neljään (JPRA-2018-1002, -1003 ja -1004). Mineraalinäytteiden rikkipitoisuus (N = 2) oli alhainen vaihdellen välillä 0,04 – 0,1 %.

Moreeninäytteiden maasto pH-arvot (N = 5) vaihtelivat välillä 5,5 – 6,9 (mediaani 6,5) ja inkubaation jälkeen välillä 3,5 – 5,5 (mediaani 3,9). Kolmella pisteellä moreeninäytteen pH laski inkubaatiossa alle neljään (JPRA-2018-1000, -1001 ja -1005). Näytteiden rikkipitoisuudet (N = 2) olivat hyvin matalia vaihdellen välillä 0,01 – 0,04 %.

Rikkipitoisuuksien ja pH-inkubaation perusteella 6/7 pistettä voidaan luokitella happamaksi sulfaattimaaksi (Kuva 3, Liite 1). Niissä merkittävin happamoitumisriski liittyy alueen pohjoisosan hienorakeisiin lajittuneisiin hiesukerroksiin. Pisteillä JPRA-2018-1002 ja -1003 esiintyvän hiesun pH laski alle neljän, pisteellä -1003 jopa alle kolmen (näyte EN_JPRA-2018-1003.3, pH 2,7). Myös hiesukerroksen yläpuolella olevan karkean hiedan pH laski arvoon 2,8. Alueen sulfidipitoiset moreenit ja hiekat voivat hapettuessaan aiheuttaa kohtalaisen

17.8.2018

happamoitumisriskin (neljällä pisteellä näytteiden pH laski välille 3-4, pisteet JPRA-2018-1000, -1001, -1004 ja -1005). Turvenäytteiden pH:t eivät laskeneet inkubaatiossa merkittävästi. Tulkinta sulfaattimaiden esiintymisestä esitetään kartalla kuvassa 3.



Kuva 3. Haurukylän asemakaava-alueen tutkimuspisteiden sijainti, happamoitumisriski ja happamien sulfaattimaiden tulkittu esiintyminen.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rikkipitoisuuksien ja pH-inkubaation perusteella 6/7 pistettä voidaan luokitella happamaksi sulfaattimaaksi (Kuva 3). Merkittävin happamoitumisriski liittyy hienorakeisiin lajittuneisiin hiesukerroksiin, joita esiintyy alueen pohjoisosassa hiekka- ja hietakerrosten alla. Alueen moreeneihin ja hiekkoihin liittyvä happamoitumisriski on korkeintaan kohtalainen.

17.8.2018

Turvenäytteiden maasto- ja inkuboitujen pH-arvojen perustella alueen turpeisiin liittyvä happamoitumisriski arvioidaan hyvin pieneksi.

6 VIITELUETTELO

Dear, S-E., Ahern, C. R., O'Brien, L. E., Dobos, S. K., McElnea, A. E., Moore, N. G. & Watling, K. M., 2014. Queensland Acid Sulfate Soil Technical Manual: Soil Management Guidelines. Brisbane: Department of Science, Information Technology, Innovation and the Arts, Queensland Government.

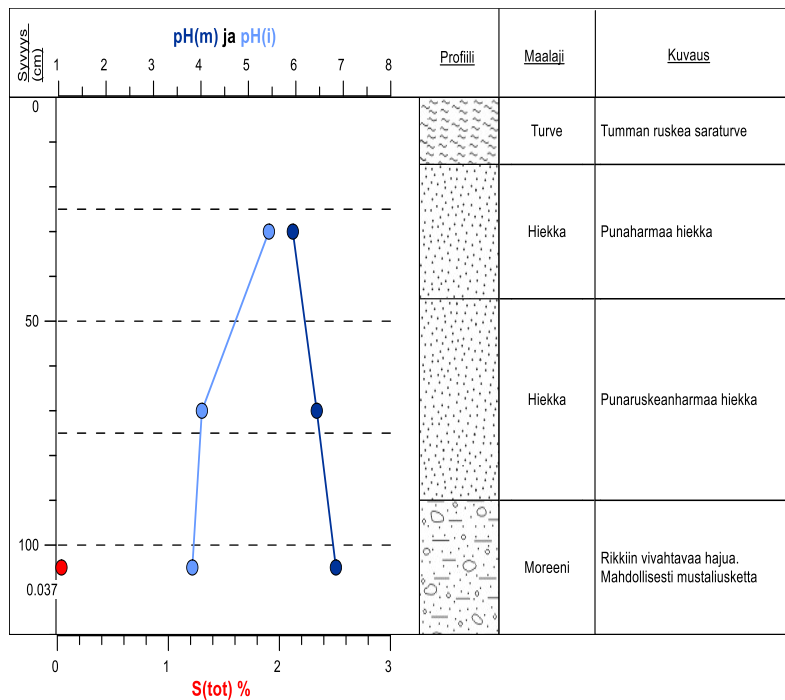
Hadzic, M., Postila, H., Österholm, P., Nystrand M., Pahkakangas, S., Karppinen, A., Arola, M., Nilivaara-Koskela, R., Häkkinen, K., Saukkoriipi, J., Kunnas, S. ja Ihme, R. 2014. Sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät – SuHE-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2014. 88 s

Koordinaatit ETRS-TM35FIN ja maanpinnan (mp.) korkeustaso N2000

Koutuansuo		Maalaji	Kerrospaksuus (m)	Kuvaus	Näytetunnus	Näytesyvyys (m)	pH	pH	S(tot) %	Happamoitumisriski
		RT-luokitus				ja maalaji	Maasto	Inkubaatio		
Havaintotunnus:	JPRA-2018-1000	Turve (Tv)	0-0.15	Tumman ruskea saraturve, punaruskean harmaa hiekka. Mustan harmaa moreeni, jossa hieman rikin hajua.	EN_JPRA-2018-1000.1	0.15-0.45 (Hk)	5.9	5.4	0.04	Hyvin pieni
Havaintopäivä:	1.6.2018	Hiekka (Hk)	0.15-0.9		EN_JPRA-2018-1000.2	0.45-0.9 (Hk)	6.4	4		Hyvin pieni
X-koordinaatti:	431965	Hiekkamoreeni (Mr)	0.9-1.2		EN_JPRA-2018-1000.3	0.9-1.2 (Mr)	6.8	3.8		Kohtalainen
Y-koordinaatti:	7177890									
Korkeustaso (mp.)	28.4									
Havaintotunnus:	JPRA-2018-1001	Turve (Tv)	0-0.45	Tumman ruskea saraturve, ruskean harmaa hiekka. Ei sulfidien tunnusmerkkejä. Moreeni on väriltään harmaata	EN_JPRA-2018-1001.1	0.1-0.45 (Tv)	4.4	4		Hyvin pieni
Havaintopäivä:	1.6.2018	Hiekka (Hk)	0.45-0.6		EN_JPRA-2018-1001.2	0.45-0.6 (Hk)	5.7	4.3		Hyvin pieni
X-koordinaatti:	432258	Hiekkamoreeni (Mr)	0.6-1		EN_JPRA-2018-1001.3	0.6-0.9 (Mr)	6.5	3.5		Kohtalainen
Y-koordinaatti:	7177954									
Korkeustaso (mp.)	26.3									
Havaintotunnus:	JPRA-2018-1002	Turve (Tv)	0-0.3	Tumman ruskea turve, oranssin harmaa hiekka ja tumman harmaa karkea hieta. Harmaassa hiesussa muutama hyvin ohut sulfidiraita ja lievä rikin haju. Punaharmaa savi ja tumman harmaa hiekkamoreeni.	EN_JPRA-2018-1002.1	0.1-0.3 (Tv)	3.3	3.7	0.04	Hyvin pieni
Havaintopäivä:	1.6.2018	Hiekka (Hk)	0.3-0.7		EN_JPRA-2018-1002.2	0.3-0.7 (Hk)	5.5	4.7		Hyvin pieni
X-koordinaatti:	432684	karkea Hieta (KHt)	0.7-1.5		EN_JPRA-2018-1002.3	0.7-1 (kHt)	5.4	3		Kohtalainen
Y-koordinaatti:	7178077	Hiesu (Hs)	1.5-1.8		EN_JPRA-2018-1002.4	1-1.5 (kHt)	5.8	3.1		Kohtalainen
Korkeustaso (mp.)	25.0	Savi (Sa)	1.8-2.6		EN_JPRA-2018-1002.5	1.5-1.8 (Hs)	6.2	3.9		Merkittävä
		Hiekkamoreeni (Mr)	2.6-3		EN_JPRA-2018-1002.6	1.8-2.6 (Sa)	6.3	4.2		Hyvin pieni
					EN_JPRA-2018-1002.7	2.6-3 (Mr)	6.9	4.3		Hyvin pieni
Havaintotunnus:	JPRA-2018-1003	Multamaa (Mm)	0-0.2	Harmaa multamaa hiekkaista. Karkeassa harmaassa hiedassa oransseja rauta-mangaani-saostumia 0.2 - 0.5 m syvyydellä. Hiesu mustan harmaata syvyydellä 1.2 - 2.3 m, ja siinä on erotettavissa rikinhajua. Syvemmällä hiesussa hieman epäselviä tummia raitoja. Savi punertavan harmaata.	EN_JPRA-2018-1003.1	0.2-0.5 (kHt)	4.9	4.2	0.10	Hyvin pieni
Havaintopäivä:	1.6.2018	karkea Hieta (KHt)	0.2-0.85		EN_JPRA-2018-1003.2	0.5-0.85 (kHt)	5.5	2.8		Merkittävä
X-koordinaatti:	432461	Hiesu (Hs)	0.85-2.5		EN_JPRA-2018-1003.3	0.85-1.2 (Hs)	6.2	2.7		Merkittävä
Y-koordinaatti:	7178210	Savi (Sa)	2.5-3		EN_JPRA-2018-1003.4	1.2-1.7 (Hs)	6.5	3.3		Merkittävä
Korkeustaso (mp.)	24.1				EN_JPRA-2018-1003.5	1.7-2.3 (Hs)	6.5	4.2		Hyvin pieni
					EN_JPRA-2018-1003.6	2.3-2.5 (Hs)	6.7	4.6		Hyvin pieni
					EN_JPRA-2018-1003.7	2.5-3 (Sa)	6.7	4.7		Hyvin pieni
Havaintotunnus:	JPRA-2018-1004	Turve (Tv)	0-0.45	Turve on tummaa. Hiekka on väliillä 0,45-0,8 m. väriltään punaharmaata ja 0,8-1,4 m välillä tumman harmaata. Moreeni on harmaan ruskeata. Ei sulfidien tunnusmerkkejä.	EN_JPRA-2018-1004.1	0.25-0.45 (Tv)	4.2	4		Hyvin pieni
Havaintopäivä:	1.6.2018	Hiekka (Hk)	0.45-1.4		EN_JPRA-2018-1004.2	0.45-0.8 (Hk)	4.9	4.6		Hyvin pieni
X-koordinaatti:	432003	Hiekkamoreeni (Mr)	1.4-1.7		EN_JPRA-2018-1004.3	0.8-1.1 (Hk)	5.6	3		Kohtalainen
Y-koordinaatti:	7177484				EN_JPRA-2018-1004.4	1.1-1.4 (Hk)	6	3		Kohtalainen
Korkeustaso (mp.)	30.3				EN_JPRA-2018-1004.5	1.4-1.7 (Mr)	6.2	4		Hyvin pieni
Havaintotunnus:	JPRA-2018-1005	Turve (Tv)	0-0.2	Saraturve on tumman ruskeaa. Hiekka punertavan harmaata ja hiekkamoreeni tumman harmaata. Ei sulfidien tunnusmerkkejä.	EN_JPRA-2018-1005.1	0-0.2 (Tv)	3.5	3.9		Hyvin pieni
Havaintopäivä:	1.6.2018	Hiekka (Hk)	0.2-0.6		EN_JPRA-2018-1005.2	0.2-0.6 (Hk)	4.6	4		Hyvin pieni
X-koordinaatti:	431992	Hiekkamoreeni (Mr)	0.6-1.4		EN_JPRA-2018-1005.3	0.6-1 (Mr)	6.5	3.8		Kohtalainen
Y-koordinaatti:	7177177				EN_JPRA-2018-1005.4	1-1.4 (Mr)	6.9	3.8		Kohtalainen
Korkeustaso (mp.)	31.5									
Havaintotunnus:	JPRA-2018-1006	Turve (Tv)	0-0.2	Turve on tummaa ja hiekkamoreeni ruskean harmaata. Ei sulfidien tunnusmerkkejä.	EN_JPRA-2018-1006.1	0-0.2 (Tv)	3.6	3.9	0.01	Hyvin pieni
Havaintopäivä:	1.6.2018	Hiekkamoreeni (Mr)	0.2-1		EN_JPRA-2018-1006.2	0.2-0.6 (Mr)	5.5	5		Hyvin pieni
X-koordinaatti:	431943				EN_JPRA-2018-1006.3	0.6-1 (Mr)	5.5	5.5		Hyvin pieni
Y-koordinaatti:	7176789									
Korkeustaso (mp.)	34.2									

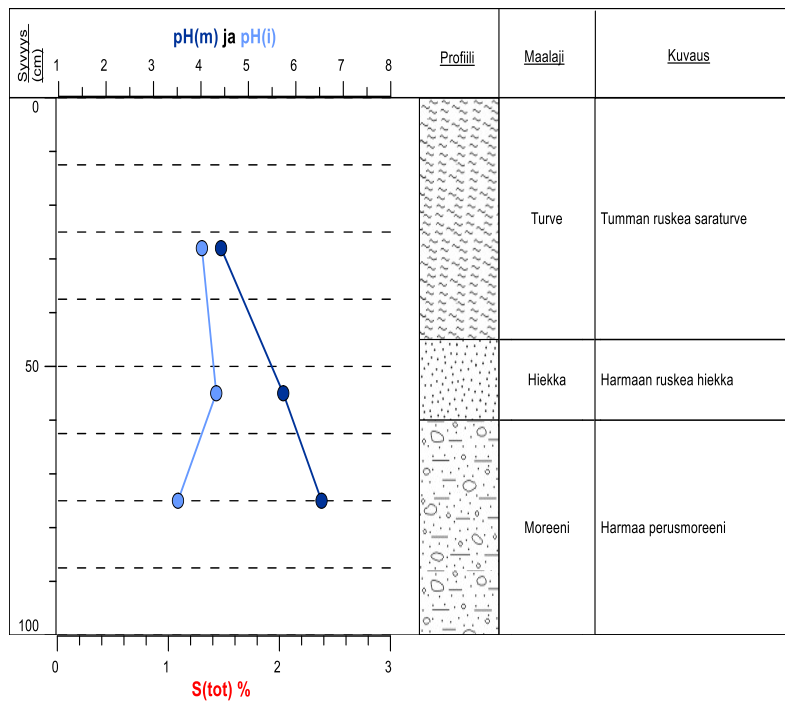
Suorite			511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	511P *	
Suoritteen kuvaus			Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla	Monialkuaine määritys ICP- OES- tekniikalla			
Parametri			Ag *	Al *	As *	B *	Ba *	Be *	Ca *	Cd *	Co *	Cr *	Cu *	Fe *	K *	La *	Li *	Mg *	Mn *	Mo *	Na *	Ni *	P *	Pb *	S *	Sb *	Sc *	Sr *	Th *	Ti *	V *	Y *	Zn *
Määntysraja			1	20	5	5	1	0.2	50	1	1	1	1	50	100	1	1	50	1	1	50	2	50	5	20	20	0.5	0.5	10	1	1	0.5	1
Asiakkaan näytetunnus		Näytteen kuvaus	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
EN_JPRA-2018_1001.3			<1	4140	5,1	5	36	<0.2	2760	<1	3,5	14,5	6,2	8370	883	13,5	3,7	2080	111	<1	445	7,7	425	<5	387	<20	1,85	12,1	<10	830	18,3	6,1	12
EN_JPRA-2018_1001.3 (2)			<1	3860	<5	<5	34	<0.2	2510	<1	3,5	13,3	5,6	7910	828	13,3	3,4	1940	104	<1	398	7,5	382	<5	354	<20	1,67	11,1	<10	767	17,3	5,7	11
EN_JPRA-2018_1002.5			<1	24700	10,1	8	152	1,03	6650	<1	17,6	69,6	43,2	39800	5940	44	30,8	13100	474	<1	918	38,1	743	9	377	<20	9,42	32,3	17	2750	85,8	19,8	84
EN_JPRA-2018_1003.5			<1	25500	13	10	168	1,16	5720	<1	15,7	59,5	40,7	41700	7420	42,1	35,1	11500	520	<1	787	35,8	867	10,3	966	<20	9,15	34,9	14	2540	72,8	21,3	101
EN_JPRA-2018_1006.2			<1	4740	<5	<5	37	<0.2	2490	<1	3	15,2	18,1	9770	901	11,4	4,8	1770	94	<1	449	6,4	377	<5	53	<20	1,91	12,3	<10	805	18,5	5,8	17
18020798		QCGBMS304-6	6	15900	2740	7	152	0.37	65800	7.2	115	195	4320	61200	3500	21	10.3	13600	670	11.2	1140	2150	827	326	20600	125	8.44	109	<10	635	113	14.4	1260
18020799		QCMCS	<1	6050	9.9	11	22	0.37	20900	<1	4	18.3	5.6	11500	1290	8.6	10.6	4030	284	<1	146	13.2	366	11.5	957	<20	1.65	55.5	<10	132	15.4	5.8	46
18020800		QCSOKEA	<1	<20	<5	<5	3	<0.2	<50	<1	<1	<1	<1	<50	<100	<1	<1	<50	<1	<1	80	<2	<50	<5	<20	<20	<0.5	<0.5	<10	<1	<1	<0.5	<1
18020801		OCTILL2	<1	27900	30	5	100	1.54	1620	<1	13	35	148	35700	3410	35	34.9	7040	636	11.8	355	31.3	593	20.6	342	<20	4.87	14.6	13	1280	43.4	12.3	114

JPRA-2018-1000



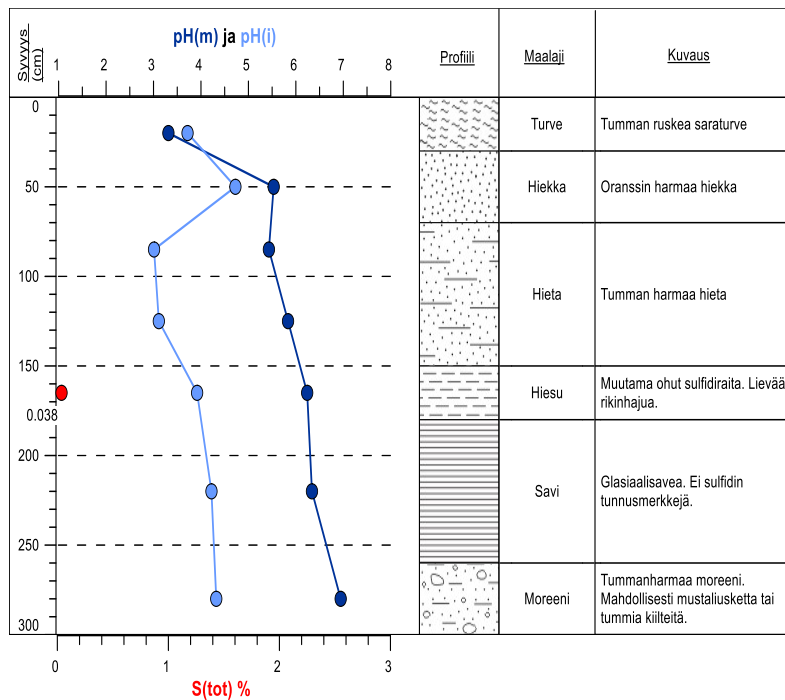
Piste luokitellaan moreenikerroksen perusteella happamaksi sulfaattimaaksi ja happamoitumisriski arvioidaan kohtalaiseksi.

JPRA-2018-1001



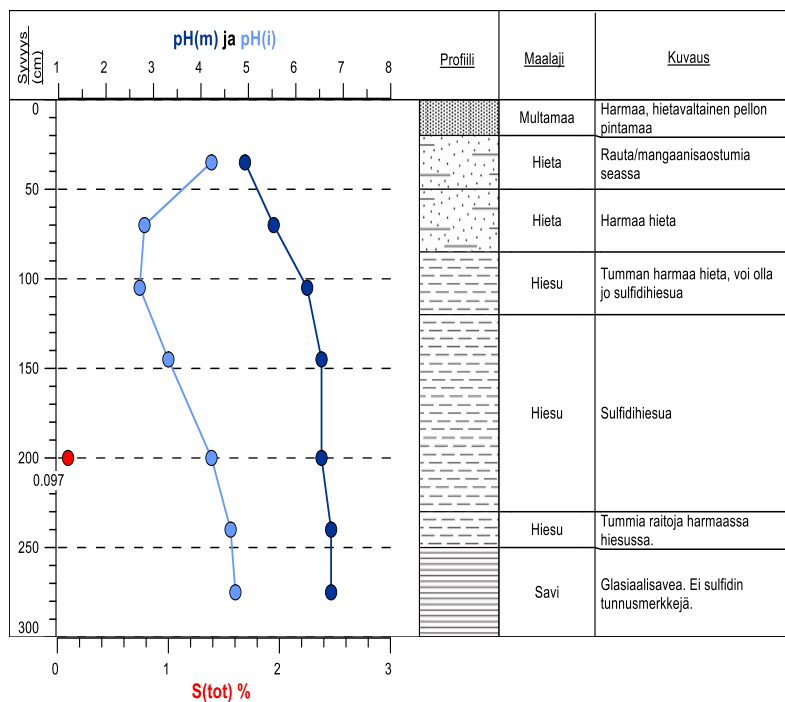
Piste luokitellaan moreenikerroksen perusteella happamaksi sulfaattimaaksi ja happamoitumisriski arvioidaan kohtalaiseksi.

JPRA-2018-1002



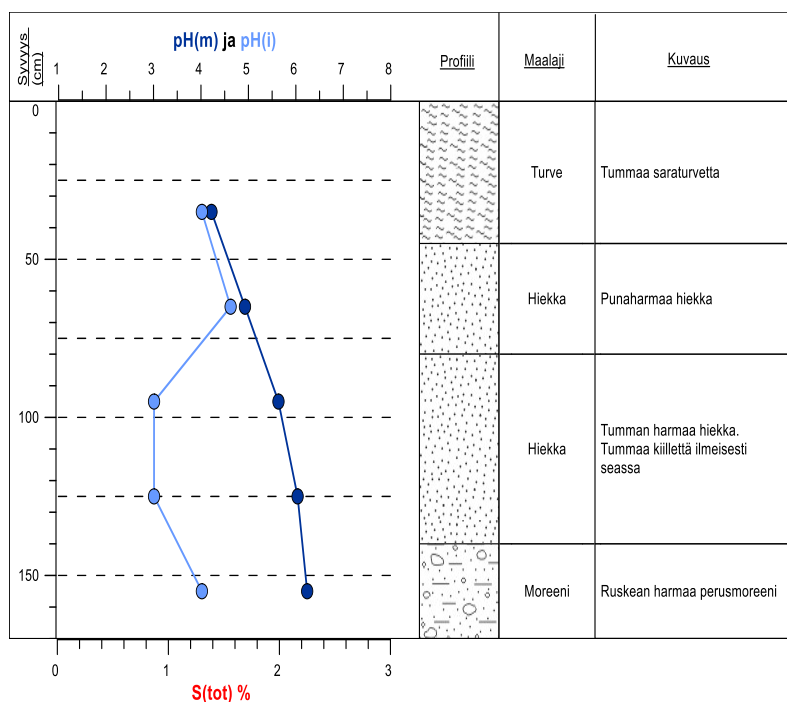
Piste luokitellaan hietä- ja hiesukerrosten perusteella happamaksi sulfaattimaaksi ja happamoitumisriski arvioidaan merkittäväksi.

JPRA-2018-1003



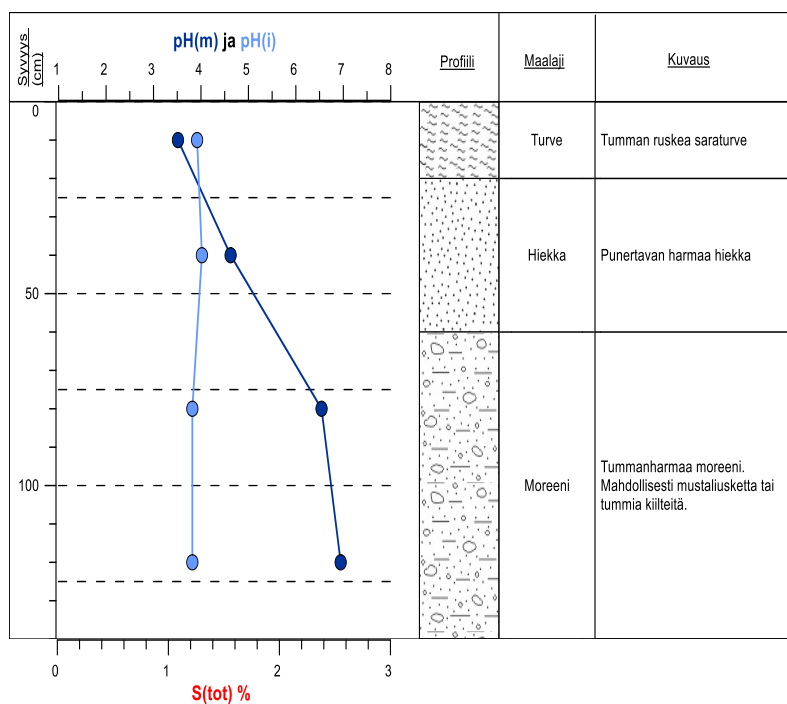
Piste luokitellaan hietä- ja hiesukerrosten perusteella happamaksi sulfaattimaaksi ja happamoitumisriski arvioidaan merkittäväksi.

JPRA-2018-1004



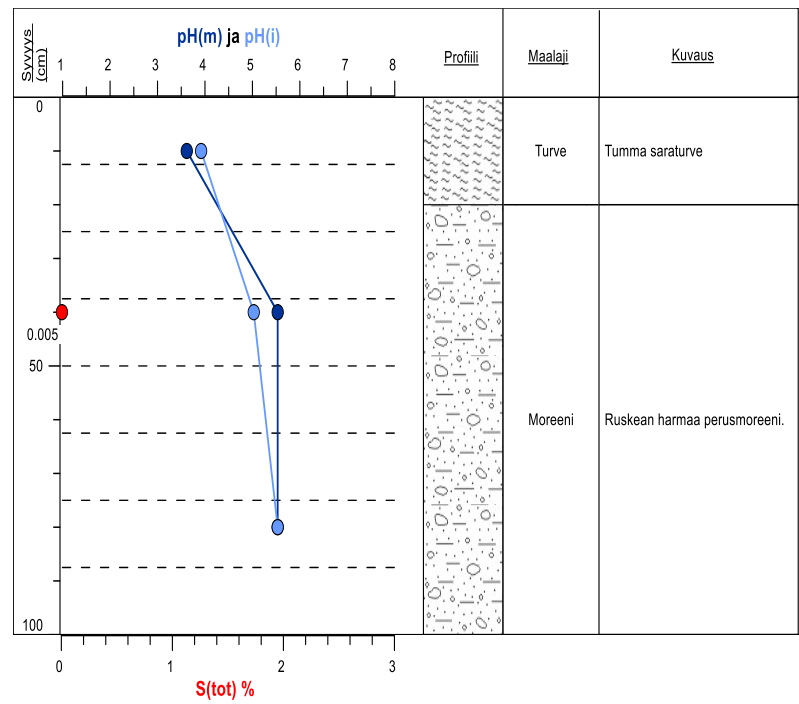
Piste luokitellaan hiekkakerroksen perusteella happamaksi sulfaattimaaksi ja happamoitumisriski arvioidaan kohtalaiseksi.

JPRA-2018-1005



Piste luokitellaan moreenikerroksen perusteella happamaksi sulfaattimaaksi ja happamoitumisriski arvioidaan kohtalaiseksi.

JPRA-2018-1006



Pistettä ei luokitella happamaksi sulfaattimaaksi.