

Näytteenotto ja maastotutkimukset happamilla sulfaattimailla

FiksuHasu-hankkeen lisäaineisto

Jukka Räisänen Geologian tutkimuskeskus



Väylävirasto
Trafikledsverket



Euroopan unionin
osarahoittama

Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027



Elinvoimakas

MITÄ HAPPAMAT SULFAATTIMAAT OVAT

- Maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkiä sisältäviä kerrostumia
- Syntyneet pääasiassa Litorinamerivaiheen aikana, tällöin rannikkoalueelle kerrostui runsaasti rautaa ja sulfidimuotoista rikkiä sisältäviä sedimenttejä. Sisämaassa myös mustaliuskealueilla
- Sulfidipitoisille sedimenteille on kyky tuottaa happamuutta ja mahdollisia ympäristöhaittoja hapettuessaan ja siksi näitä maita kutsutaankin happamiksi sulfaattimaiksi.
- maaperän kuivatus- ja kaivuutoiminta voi aiheuttaa maaperässä olevan sulfidimuotoisen rikin hapettumista sulfaatiksi. Hapettomassa tilassa pohjaveden pinnan alapuolella sulfidimuotoinen rikki ei aiheuta haittaa ympäristölle
- Hapettumisen ja sateiden seurauksena maaperään muodostuu rikkihappoa, joka lisää voimakkaasti valumavesien happamuutta, ja liuottaa maaperästä veteen myös vesiliöille myrkyllisiä metalleja
 - ➡ Vesistön happamoituminen, kalakuolemat
- happamat sulfaattimaat aiheuttavat rakennusteknisiä ongelmia
 - ➡ Syöpyminen, korroosio, heikot geotekniset ominaisuudet



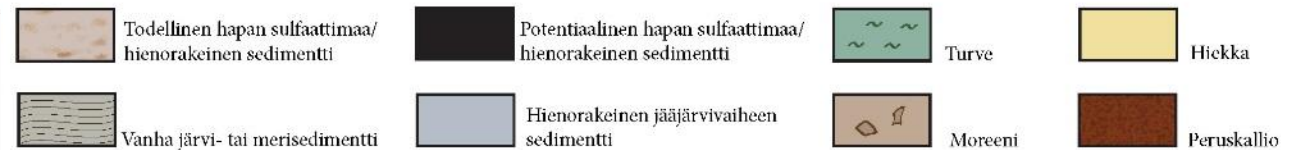
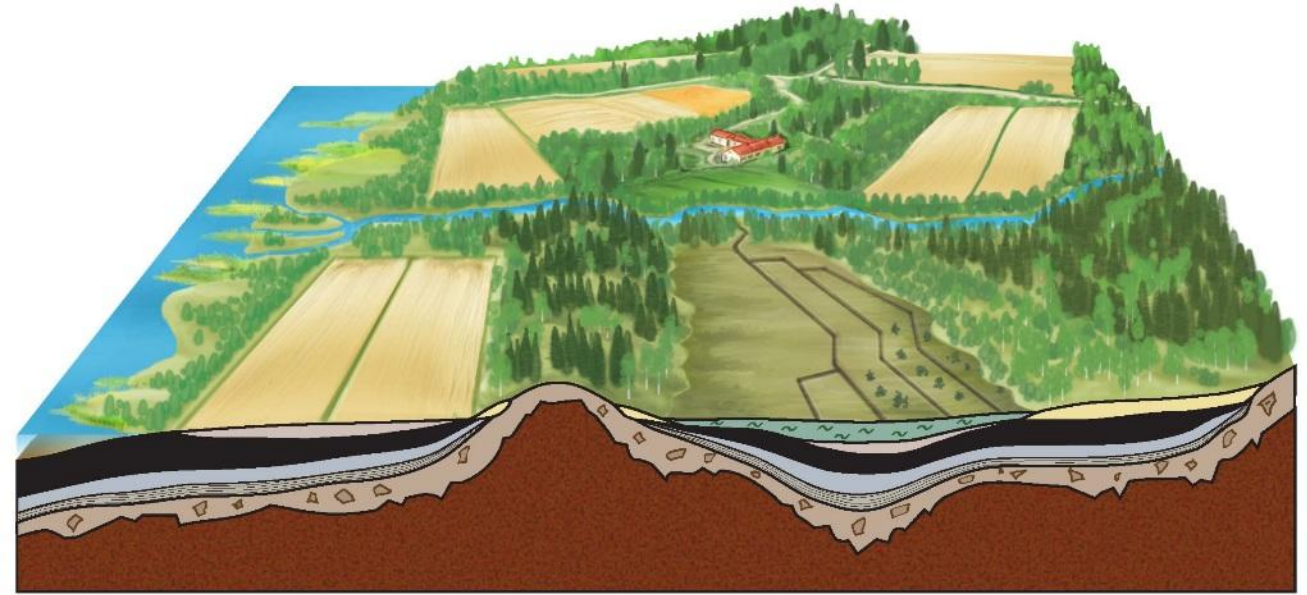
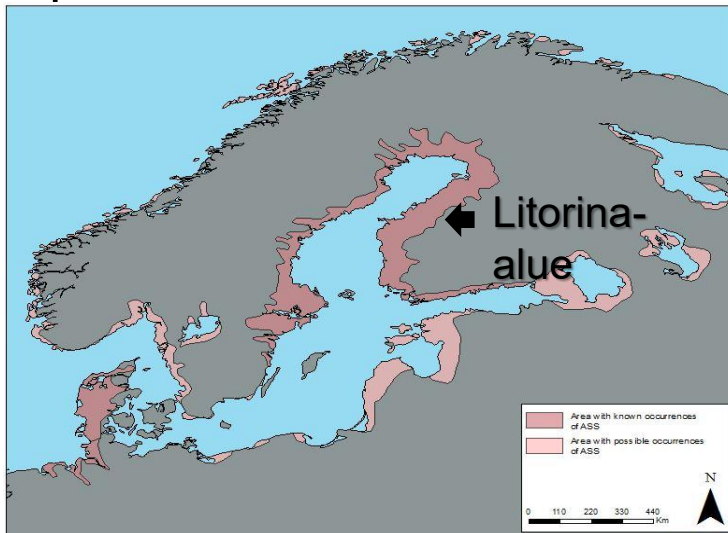
SULFAATTIMOIDEN MÄÄREET

- Rikkipitoiset maat ovat usein liejuista silttiä tai savea. Ne ovat pohjaveden pinnan alapuolella, eli hapettumattomina väriltään mustia tai tumman harmaita, mihin vaikuttaa sulfidin esiintyminen joko rautamonosulfideina (esim. FeS) tai pyriittinä (FeS_2). Myös karkeammat maalajit kuten hiekka ja joskus sora voivat sisältää haitallisia määriä rikkiä. Moreenissa lähinnä mustaliuskevyöhykkeillä.
- **Aktiivinen sulfaattimaa** = Hapettunut hapan kerros, jossa usein saostumia. **potentiaalinen sulfaattimaa** = hapettumaton (pelkistynyt) sulfidirikkipitoinen maakerros, usein mustansävyinen
- Aktiivisessa sulfaattimaakerroksessa maasto-pH < 4 mineraalimaassa / pH < 3 liejussa/turpeessa
- Potentiaalisessa sulfaattimaakerroksessa pH on inkubaation jälkeen alle 4 (mineraalimaa) / 3 (turve ja lieju)
 - *Inkubaatio=9-19 viikon hapetus*
- S(tot) indikoi happamuuspotentiaalia hyvin, mutta vaihtelee maalajeittain. (Hiekalla tunnistusraja > 0,06 %, kun taas siltillä ja savella 0,2 %)



HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN ESIINTYMISESTÄ

- Suomessa Euroopan laajimmat alueet
- Sijainti yleensä rannikon (Litorina-alue) laaksokohdissa tai jokien ympäristöissä.
- Yleiskartta-aineiston perusteella Suomessa n. 10 000 km² Hasumaata
- Litorinavyöhykkeen maatalousmaasta 35 % hasumaata
- Oulu, Pori, Vaasa, Kalajoki/Kokkola ja Kemijoen ympäristö



GTK:n yleiskarttoitus
2009-2021

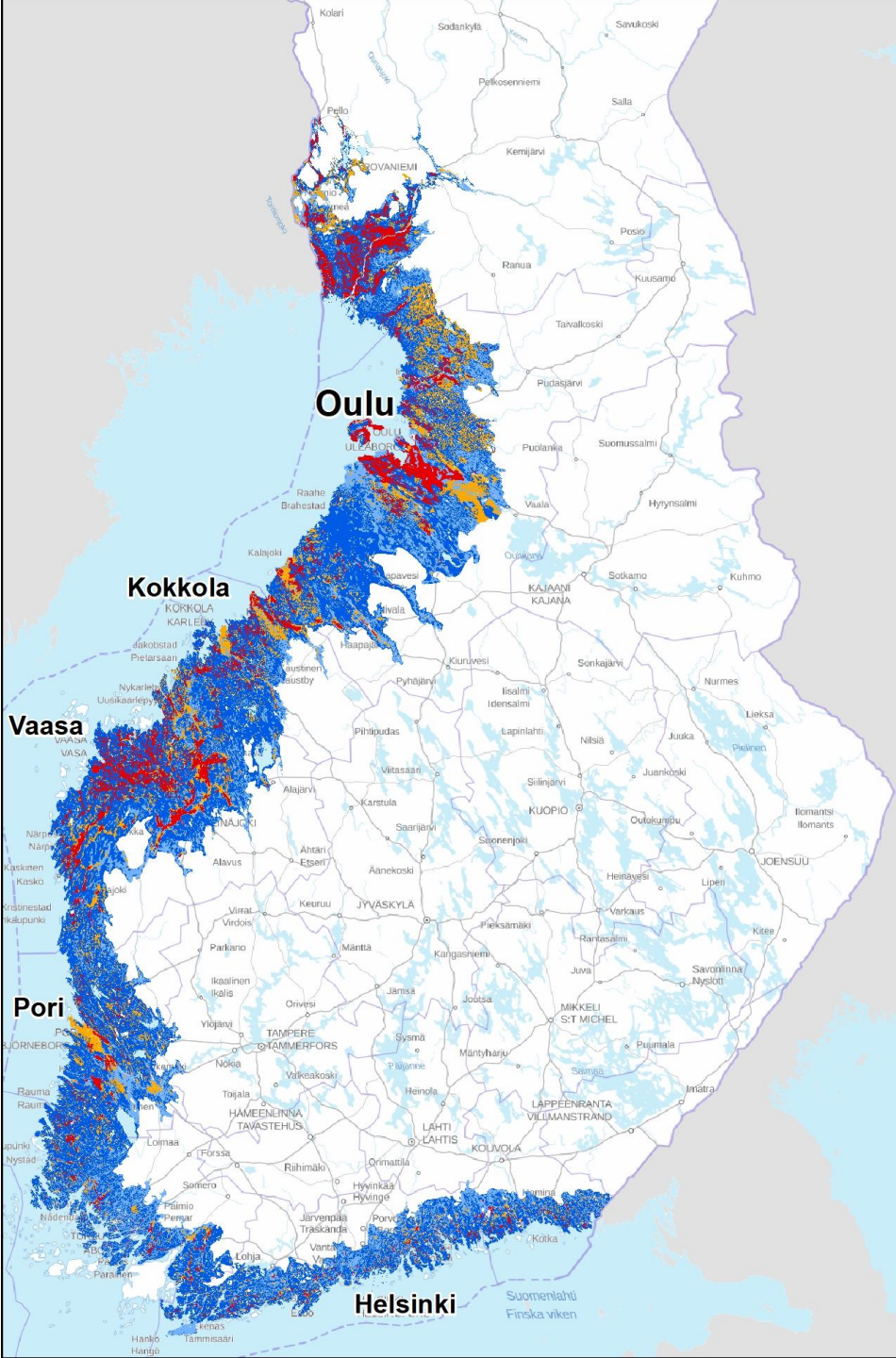
1:250 000

Rannikkoalue Litorina-
rajaan

Noin 24 000
näytteenottopistettä

Noin 50 000 km²

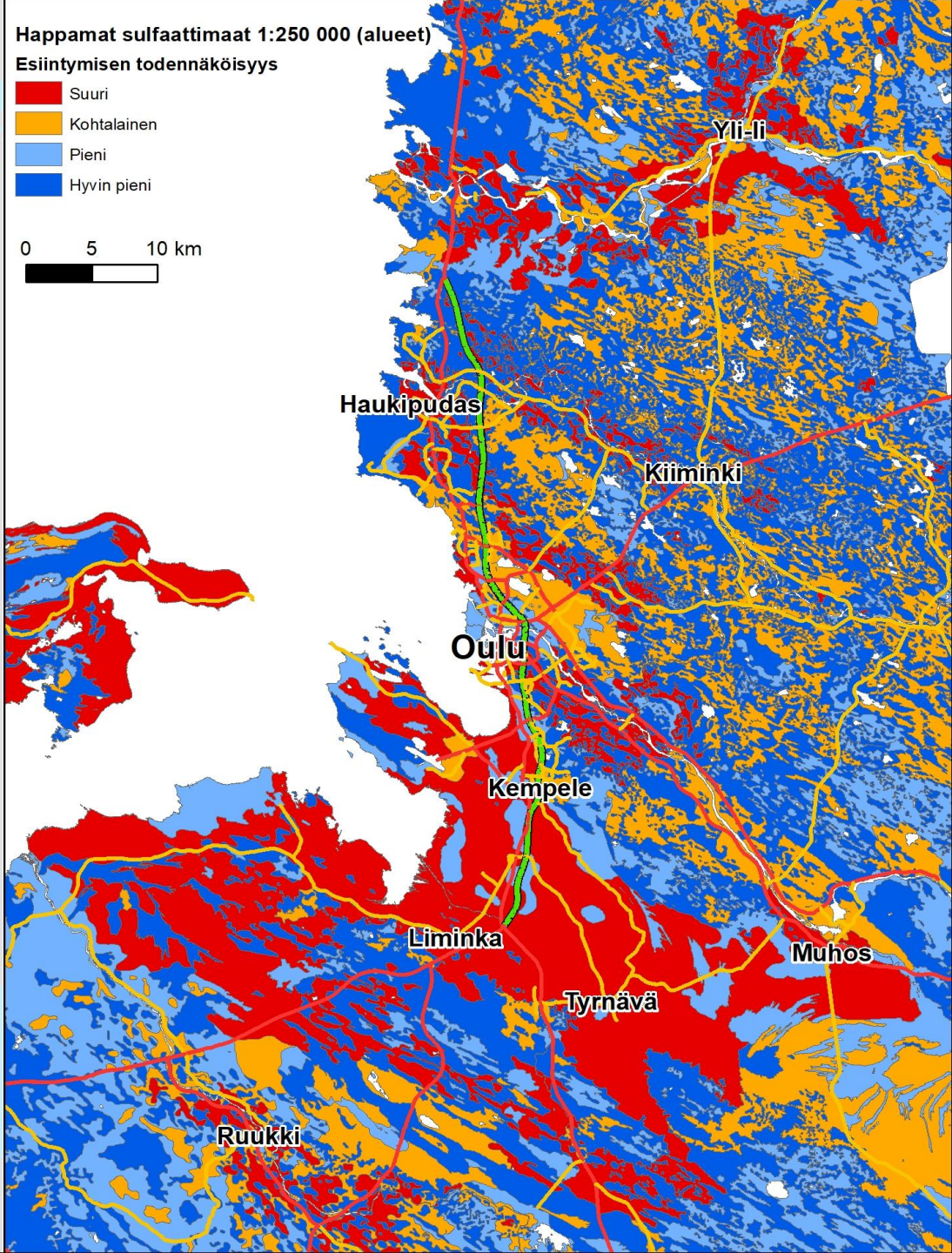
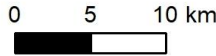
Esiintymiskartta on
apuna esim.
näytteenottokehtien
valinnassa

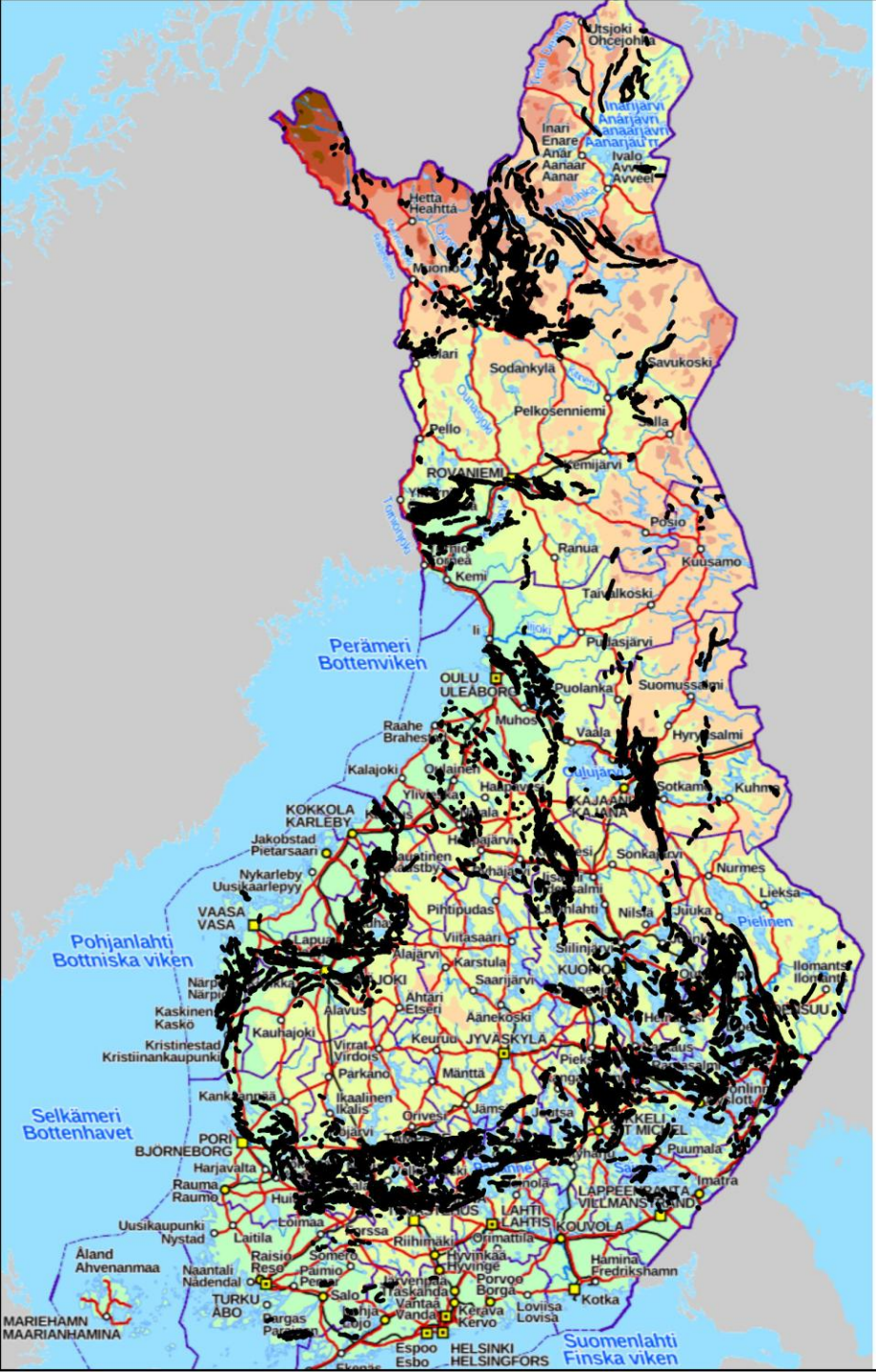


9.10.2026

Happamat sulfaattimaat 1:250 000 (alueet)

Esiintymisen todennäköisyys





- Mustaliuskevyöhykkeitä esiintyy monin paikoin koko maan alueella
- Rikin määrä mustaliuskeissa vaihtelee esim. Kiimingin vyöhykkeellä pitoisuus on 3-6 %, kun taas Oulujärven itäpuolella 6-15 %
- Mustaliuskeesta peräisin oleva aines näkyy moreenissa ja harjuaineuksessa
- Rikkipitoisuus voi olla korkea myös mustaliuskealueiden pohjaturpeessa
- Näytteenottopaikkojen suunnittelussa on otettava huomioon jäätikön liikesuunta



Ennen näytteenottoa huomioitavaa:

- Työturvallisuuden huomioiminen ennakoon
- Yleiskäsitys maaperästä
- Maanomistajaluvat oltava kunnossa
- Kaapeleiden, salaojien ym. sijainnit selvitettävä
- Tarvittaessa kumikenkien, näytteenottimien desinfioinnit
- Näytteenottimien puhdistus



9.10.2026



Näytteenottomenetelmiä

Koekuoppa

- Hidas, hyvät maastohavainnot, suuret näytteet

Kairakone

- Syvyys, näytteet häiriintyneitä

Käsi­käyt­­töiset näytteenottimet

- Esim. Iskevä akkuporakone, lapio, turvekaira
- Nopeaa ja halpaa, helppo kuljettaa maastoon
- Ei kovin syvälle, esim. moreenissa vaikeuksia
- Vaihtelevat näytemäärät
- Pääosin lähes häiriintymättömiä



Näytteenotto

9

- Jotta saadaan edustava kuva maaperästä tulisi sulfaattimaiden näytteet ottaa jatkuvana sarjana ja noin 20 cm osissa. Mikäli yksittäistä maalajia edustavat kerrospaksuudet ovat suuria voidaan näytteet kuitenkin ottaa enintään 50 cm osissa.
- Kahden eri maalajikerroksen näytteen yhdistämistä tulee välttää (kokoomanäytteet)
- Näytteen pintaan tarttunut ylimääräinen aines puhdistettava huolellisesti
- Suojahansikkaita käytettävä näytteenotossa, jos tehdään geokemian analyysit
- Näytemäärä riippuu mitä kenttätutkimuksia ja analyyskejä näytteille tehdään
- Otetut maanäytteet tulee pakata kentällä mahdollisimman nopeasti ilmatiiviisiin näyteastioihin/-pusseihin
- Homogenisointi voidaan tehdä esim. minigrip-pussissa
- Huolellinen dokumentointi näyterasioihin



Havainnointi maastossa

- Näytteiden ja profiilin tiedot esim. maastotallentimelle (paikkatieto automaattisesti) tai näytteenottovihkoon.
- Arvio maalajista silmämääräisesti
- Orgaanisen aineksen määrän arvio (liejuisuus) myös silmämääräisesti (tarvittaessa tarkemmin laboratoriossa)
- Väri, rakenteet, saostumat, kerrospaksuus, hapettumisraja (pv-pinta)
- Valokuvat
- Aistinvaraiset havainnot sulfideista
- Maasto-pH:n mittaus näytteenoton jälkeen näytteenpinnalta tai esim. ChipTray-laatikosta. Toisinaan sähkönjohtavuus vesistöstä.
- inkubaatio-pH myöhemmin samasta näytteestä
- Mahdolliset pikakokeet (esim. vetyperoksidihapetus) saman päivän aikana



Peter Eden



- Happaman sulfaattimaan tunnistuksessa oleellista erottaa hienorakeiset ja karkearakeiset lajittuneet maalajit toisistaan sekä tunnistaa moreeni, turve ja lieju. Liejuisuusasteen arvio maalajien tunnistuksen yhteydessä myös tarpeellinen
- Musta tai tumma sulfidimateriaali tekee maa-aineksesta liukkaamman ja kiiltävämmän, esim. siltti voi vaikuttaa savelle.
- Orgaaninen aines (liejuisuus) ja saostumat vaikuttavat myös väriin. Liejuisuus näkyy näytteessä mattamaisena vihertävänä tai ruskeana värinä. Lieju luo maa-ainekseen liukkaan ja 'kuohkean' tuntuman

Hienorakeiset maalajit

Savi (savilajitetta ($\varnothing < 0,002$ mm) vähintään 30 painoprosenttia)

- Selkeä kiilto, hyvin liukas, pysyy kuivana hyvin kasassa, kierityskokeessa noin 1 mm tai alle rihma

Hieno/keskisiltti ($\varnothing 0,06\text{--}0,002$ mm)

- himmeä kiilto, liukas, hyvin tahriva, kierityskokeessa noin 2-3 mm rihma

Karkea siltti ($\varnothing 0,06\text{--}0,02$ mm)

- Perunajauhomainen, vain yksittäisiä näkyviä rakeita, halkeilee lastalla tasoitettaessa, kuivana voimakkaasti pölyävä,
- Kierityskokeessa rihma katkeaa herkästi, rihman saa noin 5 mm paksuiseksi
- Seassa usein hienoahiekka ja/tai hienompaa silttiä

Karkearakeiset maalajit

Hieno hiekka ($\emptyset$ 0,2–0,06 mm)

- Erona hienohietaan, että rakeet tuntuvat kokonaisuudessaan sormissa ja ne voi nähdä paljain silmin
- 'Sokeripalatesti' kostealla näytteellä onnistuu, erottuu tällä kokeella hiekasta
- pölyää kuivana kohtalaisesti

Hiekka ($\emptyset$ 2,0–0,2 mm), Sora ($\emptyset$ 60–2 mm),

- Rakeet tuntuvat ja näkyvät selkeästi, ei pölyä kuivana. Sora käytännössä pieniä kiviä, yleensä ei-HaSua

Moreeni

- Sekalajitteinen maalaji (savi-kivet), tahrii käsiä hienoainesmäärästä riippuen, kivet melko särmikkäitä
- Oulun alueella voi esiintyä vähäkivistä moreenia, jossa on vain vähän saviainesta

Eloperäiset maalajit (turve ja lieju)

- Maatuneen pohjaturpeen ja liejun (LOI > 20 %) erottaminen toisistaan voi olla vaikeaa
- Turpeessa ei mineraaliainesta, liejussa usein myös vihreää sävyä
- Liejut Litorinavyöhykkeellä usein HaSua, turve hyvin harvoin HaSua (Mustaliuskealueet)

Happamien sulfaattimaiden aistinvarainen tunnistus

13

- Hapettuneessa maaperässä saostumat (kellertävä jarosiitti ja oranssinruskea schwertmanniitti) ovat lähes varmoja merkkejä sulfaattimaamateriaalista. Tavallinen punaruskea rautasaostuma ei yleensä tarkoita hasua
- Hapettumattomassa kerroksessa rautamonosulfidit antavat mustaa väriä, mutta pyriittimuotoinen sulfidi ei vaikuta väriin juuri ollenkaan.
- Usein hapettumaton liejuinen (pyriitti)sulfidipitoinen sedimentti onkin väriltään vihertävän- tai ruskeanharmaata
- Mustat raidat ja laikut sedimentissä eivät aina ole varma merkki happamasta sulfaattimaasta, vaan rikkipitoisuus ja hapontuottopotentiaali kyseisissä materiaaleissa saattaa olla joskus varsin pieni. Täysin mustat sedimentit sen sijaan ovat hyvin yleisesti hapanta sulfaattimaata.
- Sulfidipitoinen sedimentti usein haisee rikiltä. Useimmiten rikki haisee näytteessä vain hyvin lievästi ja pyriittimuotoisissa sedimenteissä ei välttämättä lainkaan. Haju muistuttaa yleensä tulitikun rikin hajua. Liejuisista ruoppausmassoista voi lähteä myös rikkivedyn (H_2S) aiheuttamaa mädäntyneen kananmunan hajua





Hapettunut hiekka, joka vaihetuu sulfidipitoiseksi pelkistyneeksi hiekaksi



Sulfidisiltti, jossa sulfidi pääasiassa monosulfidimuodossa



Sulfidisiltti, jossa sulfidi pääasiassa pyriittimuodossa



Sulfidisiltti, joka vaihetuu lähes rikittömäksi glasiaalisaveksi



Raidallinen siltti, jossa vaihteleva sulfidipitoisuus

9.10.2026



Happamilla sulfaattimailla toimiessa huomioitavaa

15

Kaivettuja happamia sulfaattimaita ei sellaisenaan luokitella pilaantuneiksi maa-aineksiksi tai jätteeksi, vaan ne ovat rinnastettavissa mihin tahansa kaivettavaan maa-ainekseen ja niiden hyötykäyttö tapahtuu lähtökohtaisesti samoja kriteerejä noudattaen. Kuitenkin happamien sulfaattimaiden hapontuottokyvyn vuoksi niiden käsittelystä, välivarastoinnista tai loppusijoittamisesta voi aiheuttaa ylimääräistä kuormitusta ympäristöön tai vesistöön, jolloin niiden käsittely voi vaatia ympäristöluvan.

Nykylainsäädäntö ei ota selkeästi kantaa happamien sulfaattimaiden huomioimiseen rakentamishankkeissa. Jokaista toiminnan harjoittajaa ohjaa kuitenkin Ympäristönsuojelulain (YSL) selvilläolovelvollisuuteen liittyvä pykälä.

YSL § 6 Toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja niiden hallinnasta sekä haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista (selvilläolovelvollisuus).

Selvilläolovelvollisuuden lisäksi määrätään velvollisuudesta ehkäistä ja rajoittaa ympäristön pilaantumista (YSL § 7). Mikäli toiminnasta voi aiheutua vaikutuksia, luvanvaraisuus tulee harkittavaksi.

- Tunnistus-hankkeen loppuraportti 2021 <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/336344>
- Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin 2022
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163782/YM_2022_3.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Opas mustaliuskeiden ympäristövaikutusten arviointiin ja hallintaan 2023
https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/6_2024.pdf
- Valtakunnallinen Hasu-kartta 1:250 000 <https://gtkdata.gtk.fi/hasu/>