



Happamien sulfaattimaiden esiintyminen ja ominaisuudet Kiskonjoen – Perniönjoen ja Karjaanjoen vesistöalueilla

Jaakko Auri ja Mikael Eklund



01.03.2017



01.03.2017 / GTK/231/03.01/2016

Tekijät Jaakko Auri Mikael Eklund	Raportin laji Tutkimusraportti Toimeksiantaja FRESHABIT LIFE IP (LIFE14/IPE/FI/023)
Raportin nimi Happamien sulfaattimaiden esiintyminen ja ominaisuudet Kiskonjoen – Perniönjoen ja Karjaanjoen vesistöalueilla.	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä raportissa esitetään happamien sulfaattimaiden kartoitustyön tulokset Kiskonjoen - Perniönjoen ja Karjaanjoen vesistö-alueilta. Kiskonjoen valuma-alue ja osa Karjaanjoen valuma-alueesta kartoitettiin Freshabit -projektin (FRESHABIT LIFE IP (LIFE14/IPE/FI/023)) puitteissa vuonna 2016. Perniönjoen valuma-alueen, ja pääosan Karjaanjoen valuma-alueesta GTK on kartoittanut jo aiemmin vuosina 2013 ja 2014 omassa kartoitushankkeessaan. Kartoitus perustuu kairauksiin (208 kpl), joilla tunnistettiin maaperän maalajit ja otettiin näytteitä laboratorioanalyysjä varten. Näytteistä mitattiin maasto-pH ja inkuboitu-pH sekä valikoiduista näytteistä kokonaisrikkipitoisuuksia. Kartan mittakaava on 1:250 000 ja sen on tarkoitus antaa yleiskuva sulfaattimaiden esiintymisestä alueella.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella sulfaattimaita esiintyy erityisesti Kiskonjoen ja Perniönjoen jokilaaksojen alavilla peltomailla. Kurkelanjoen ja Karjaanjoen varsilla sulfaattimaita esiintyi jonkin verran vähemmän. Karjaanjoen vesistöalueella sulfaattimaita esiintyy hieman yleisemmin muun muassa järvien rannoilla ja suoalueilla. Sulfaattimaita esiintyy arvion mukaan tutkimusalueella noin 9065 hehtaarin alalla, mikä on noin 10 % kartoitetun alueen pinta-alasta ja noin 33 % kartoitetun alueen suo- ja peltoalueiden pinta-alasta. Tässä työssä tutkituista pisteistä 67 luokiteltiin happamiksi sulfaattimaiksi.</p> <p>Sulfaattimaat ovat alueella tyypillisesti vihreän harmaata liejusavea tai liejua, satunnaisesti myös harmaata savea, jossa sulfidi esiintyy mustina raitoina tai hippuina. Mustia tai tumman harmaita helposti aistinvaraisesti tunnistettavia sulfidisedimenttejä alueella esiintyy vain satunnaisesti, lähinnä lähellä merenpinnantasa jokilaaksoissa/-suissa.</p> <p>Summary</p> <p>In This Report the results of the acid sulfate soil mapping project conducted in the Kiskonjoki - Perniönjoki and Karjaanjoki river catchments are presented. The Kiskonjoki catchment and a part of the Karjaanjoki catchment were mapped in the Freshabit project (FRESHABIT LIFE IP (LIFE14/IPE/FI/023)) in 2016. The Rest of the area (Perniönjoki and Karjaanjoki) GTK had already mapped in 2013 and 2014 in different projects. The Mapping is based on soil borings (208 pcs.) in which lithostratigraphic description, pH-measurements and sampling was carried out. In The Laboratory the samples were analyzed for total sulfur and pH-incubation. The scale of the map is 1:250 000 and the results are published in GTK's map server: http://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html.</p> <p>The Result indicate that Acid sulfate soils are found specially in the low lying, flat cultivated areas in the Kiskonjoki and Perniö catchments. In the Kurkelanjoki and Karjaanjoki areas the acid sulfate soils are scarce. The estimated areal coverage of ASS in the area is about 9065 hectares which is about 10 % of the mapped area and about 33 % of the area of the cultivated land and peat lands in the area.</p> <p>The Acid sulfate soils in the area are most commonly greenish grey gyttja clay and more occasionally grey clay with black monosulfidic bands. Easily recognizable, black sulfidic sediments are found only on some locations close to coastline and river mouths.</p>	
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Happamat sulfaattimaat, sulfidisedimentti, maaperäkairaus, maalajit, pH-mittaus, pH-inkubaatio, rikkipitoisuus	



01.03.2017



Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Uusimaa, Raasepori, Inkoo, Lohja, Kiskonjoen – Perniönjoen ja Karjaanjoen vesistöalueet.			
Karttalehdet			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
Kokonaissivumäärä	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus
Yksikkö ja vastuualue Ympäristögeologia / Espoo		Hanketunnus 50403-3005723	
Allekirjoitus/nimen selvennys  Jaakko Auri		Allekirjoitus/nimen selvennys	

**SISÄLLYSLUETTELO**

1 TUTKIMUKSEN TAUSTA	1
1.1 Merkittävää happamoitumista aiheuttavat sulfidisedimentit	2
2 TUTKIMUSALUE	2
3 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	4
3.1 GTK:n aineisto	4
3.2 Maaperäkairaukset ja maastohavainnot	4
3.3 Maasto-pH ja inkuboitu-pH	4
3.4 Rikkipitoisuus ja alkuaineanalyysit	4
3.5 Kartan piirto ja kairapisteiden luokitus	5
4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	5
4.1 Sulfaattimaiden esiintyminen ja ominaisuudet	5
4.1.1 Maalajit ja kerrosjärjestys	6
4.2 Maasto-pH ja inkuboitu pH	7
4.3 Rikkipitoisuus	7
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	8
6 VIITELUETTELO	8

Hanke on saanut rahoitusta Euroopan unionin LIFE-ohjelmasta. Aineiston sisältö heijastelee sen tekijöiden näkemyksiä, eikä Euroopan komissio tai EASME ole vastuussa aineiston sisältämien tietojen käytöstä.

01.03.2017

1 TUTKIMUKSEN TAUSTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa happamien sulfaattimaiden esiintymistä ja ominaisuuksia Kiskonjoen – Perniönjoen ja Karjaanjoen vesistöalueilla. Kartoitus tehtiin Kiskonjoen valuma-alueen osalta ja osasta Karjaanjoen valuma-aluetta Freshabit –projektissa (FRESHABIT LIFE IP (LIFE14/IPE/FI/023)) vuonna 2016. Perniönjoen valuma-alueen, ja pääosan Karjaanjoen valuma-alueesta GTK on kartoittanut jo aiemmin vuosina 2013 ja 2014 omassa kartoitushankkeessaan.

Freshabit-projekti on Metsähallituksen luontopalveluiden koordinoima LIFE IP -projekti, jossa on tavoitteena ehkäistä viime vuosikymmeninä tapahtunutta vesiluonnon monimuotoisuuden heikkenemistä. Sulfaattimaiden esiintymisen ja ominaisuuksien kartoitus on osa tätä työtä, kartojen toimiessa lähdeaineistona arvioitaessa ja kohdennettaessa vesiensuojelutoimenpiteitä, joilla vähennetään valuma-alueilta vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta. Sulfaattimaiden esiintyminen kuvataan tässä työssä 1:250 000 mittakaavaisella yleiskartalla, jota voidaan hyödyntää yleismittakaavaisessa happamat sulfaattimaat huomioon ottavassa maankäytön suunnittelussa. Kartta julkaistaan GTK:n karttapalvelussa (<http://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>).

Sulfidipitoisten maakerrosten tiedetään aiheuttavan maaperän ja vesistöjen happamoitumisriskin, mikäli pohjavedenpinnan alapuoliset, hapettumattomat, sulfidirikkipitoiset maakerrokset altistuvat hapettumiselle. Happamoitumisen yhteydessä maaperästä myös liukenee haitallisia metalleja, jotka kulkeutuvat vesistöihin heikentäen niiden ekologista ja kemiallista tilaa. Sulfaattimailla tapahtuva hapettuminen ja happamoituminen liittyvät käytännössä aina maanmuokkaukseen, kuten maaperän peruskuivatukseen (maatalous, metsätalous ja turvetuotanto), ruoppauksiin tai rakentamisen yhteydessä tehtäviin maamassojen läjityksiin ja kohteellisiin kuivatuksiin.

Happamien sulfaattimaiden aiheuttamia haittoja voidaan ehkäistä tehokkaasti kohdentamalla oikeita toimenpiteitä oikeille alueille. Ensisijaisesti sulfaattimailla tulisi pyrkiä ennalta ehkäisevään työhön, jossa sulfaattimaiden esiintyminen kartoitetaan riittävällä tarkkuudella ja sulfidipitoisten kerrostuminen hapettuminen pyritään ehkäisemään. Mikäli hapettumista ja happamoitumista on ehtinyt jo tapahtua, voidaan ongelmaa pyrkiä hallitsemaan eri neutralointimenetelmillä (esimerkiksi kalkitus).

Happamat sulfaattimaat ovat tyypillisesti vanhoja merisedimenttejä, jotka ovat kerrostuneet Itämeren Litorina-merivaiheessa tai tämän jälkeen, jolloin ympäristöolot ovat olleet suotuisat sulfidien muodostumiselle (esim. Yli-Halla et al. 1999). Tätä vanhemmissa Ancyclus-järven sedimenteissä sulfideja esiintyy yleisesti mustina laikkuina tai raitoina, mutta niiden sulfidipitoisuus on tyypillisesti selvästi Litorina-sedimenttejä pienempi. Sulfidien muodostuminen on tyypilleen ilmiö myös nykyisin meren pohjalla ja merenlahdissa. Litorina-meren korkein ranta sijaitsee tutkimusalueella noin 40 m tasolla, minkä alapuolelle tässä tutkimuksessa tehty kartoitus karkeasti rajattiin.

Myös kallioperän mustaliuskeista tai mustaliuskepitoisesta moreenista saattaa vapautua rapautuessaan rikkiä, joka voi rikastua sedimentteihin tai turpeisiin muodostaen happamia sulfaattimaita (vrt. Lavergren et al. 2009). Tällöin sulfaattimaiden esiintyminen ei rajoitu rannikkoseudun Litorina-alueelle.

Tutkimusmenetelminä tässä työssä käytettiin maaperäkairauksia (208 kpl), joilla kuvattiin maaperän maa-lajit ja kerrosjärjestys sekä otettiin näytteitä, joista mitattiin maasto-pH ja inkuboitu-pH. Osasta näytteistä analysoitiin myös kokonaisrikkipitoisuudet. Sulfaattimaiden esiintymisen tulkinnessa hyödynnettiin myös GTK:n maaperä- ja turvetutkimustietoja sekä aerogeofysiikan aineistoja.



01.03.2017

1.1 Merkittävää happamoitumista aiheuttavat sulfidisedimentit

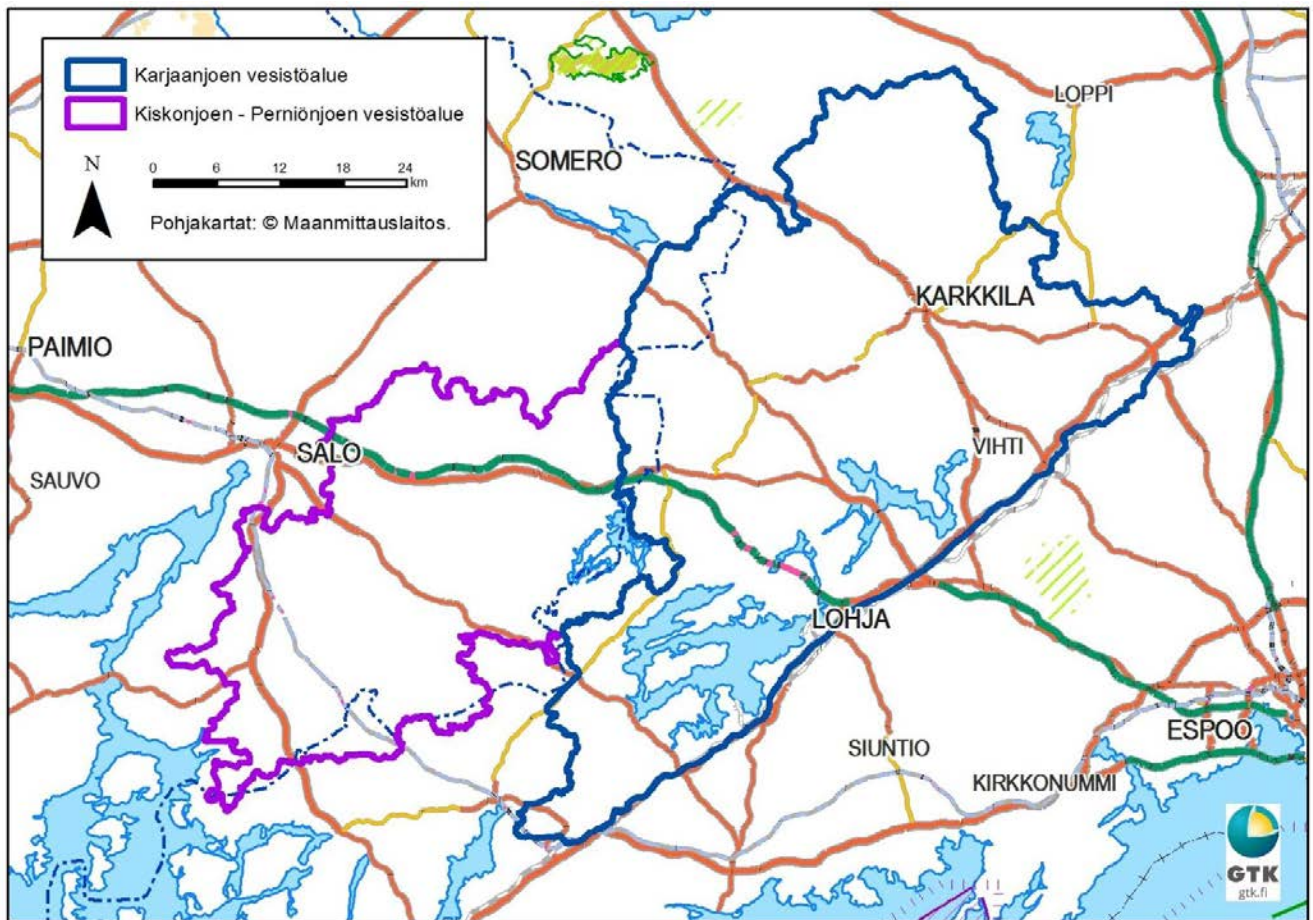
Sulfidisedimentit ovat rikkiä sisältäviä (yleensä $> 0,2\%$ S) kerrostumia, jotka ovat tyypillisesti liejupitoisia ja koostuvat lähinnä hienorakeisista maalajeista (savi, hiesu ja hieno hieta). Paikoin, myös karkeat maalajit (hieta ja hiekka) ja moreeni voivat muodostaa sulfidisedimenttejä. Moreenissa sulfideja voi esiintyä erityisesti kallioperän mustaliuskeiden läheisyydessä. Tyypillisesti hienorakeinen sulfidisedimentti on väriltään musta tai tumman harmaa ja haisee rikiltä. Jos sulfidisedimentit pääsevät hapettumaan, esimerkiksi ruopaus- 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-koelaitteisto. Tämä tarkoittaa että sedimentin annetaan hapettua 8 -19 viikkoa, minkä jälkeen maastossa mitattuja pH-arvoja verrataan hapetuksen jälkeisiin arvoihin. Mikäli pH-arvo on laskenut alle neljän ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä, voidaan näytteissä todeta esiintyvän sulfideja.

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

2 TUTKIMUSALUE

Kiskonjoen – Perniönjoen ja Karjaanjoen vesistöalueet sijaitsevat Varsinais-Suomen ja Uudenmaan maakuntien rajalla Etelä-Suomessa (Kuva 1.). Noin 25 % (77255 ha) kohdealueiden pinta-alasta sijaitsee Litorina-meren korkeimman rantatason alapuolella. Tällä alueella maisemakuva koostuu pääasiassa kallio- ja moreenimaiden muodostamista mäki- ja laaksoalueista, sekä näiden väliin jäävistä alavammista sedimentaatioalueista, jotka ovat käytännössä lähes kokonaan maatalouskäytössä. Laajoja sedimentaatioalueita tavataan erityisesti jokilaaksoissa, joissa joet virtavat tyypillisesti melko matalissa uomissa. Monin paikoin, erityisesti ylemmillä korkeustasoilla, myötäilevät hienojakoiset sedimentit pohjamaata muodostaen kumpuilevan maisemakuvan. Litorina-raja sijaitsee alueella noin 40 metrin korkeustasolla (m mpy).

01.03.2017



Kuva 1. Kiskonjoen – Perniönjoen ja Karjaanjoen vesistöalueiden sijainti Etelä-Suomessa.

Selvitysalueen alavat sedimenttialueet ovat GTK:n 1:20 000 maaperäkartojen mukaan pääasiassa savea. Liejuisia maalajeja esiintyy jonkin verran erityisesti jokiuomien varsilla sekä järvien rannoilla. Liejuisten sedimenttien osuus hienorakeisten maalajien peittämästä alueesta on kuitenkin pieni, lukuun ottamatta Perniönjoen varren aluetta, missä liejuisia maita on melko runsaasti. Suot ovat alueella pääasiassa melko pieniä, mutta laajempiakin (yli 50 ha) suoalueita alueella tavataan.

GTK:n kallioperäkartoitustietojen mukaan Kiskon kylä läheisyydessä sekä tästä pohjoiseen Kurkelanjoen läheisyydessä esiintyy joitakin mustaliuskevyöhykkeitä. Mustaliuskeet sisältävät runsaasti rikkiä ja rapautumisen sekä uudelleenkerrostumisen seurauksena rikki on saattanut rikastua lähialueen maaperään muodostaen vastaavia sulfaattimaita kuin tyypilliset merellistä alkuperää olevat sulfaattimaat. Mustaliuskepeistä rikkiä tavataan yleisemmin moreeni- ja harjuaineksessa sekä suoalueilla turpeessa.

01.03.2017

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 aerogeofysikaalinen sähkönjohtavuusaineisto

GTK:n turvetutkimustiedoista hyödynnettiin tässä tutkimuksessa erityisesti turpeen paksuus- ja pohjamaalajitietoja. Aerogeofysikaalisen sähkönjohtavuusaineiston käyttö sulfidisedimenttitutkimuksissa perustuu sulfidipitoisten kerrostumien tyypillisesti korkeaan suolapitoisuuteen ja siten ympäristöään korkeampaan sähkönjohtavuuteen. Kovin ohuet sulfidikerrostumat eivät kuitenkaan yleensä erotu aineistosta. Myöskään vähärikkiset ja karkearakeiset sulfaattimaat eivät todennäköisesti erotu aineistosta.

3.2 Maaperäkairaukset ja maastohavainnot

Maastossa tehtiin kahdentyypisiä kairauksia, jotka nimettiin kartoituspisteiksi ja tutkimuspisteiksi. Kartoituspisteillä tehtiin nopeammat havainnot ja kartoitettiin sulfaattimaiden alueellista esiintymistä, kun taas tutkimuspisteillä kuvattiin maaperän/sulfaattimaiden ominaisuuksia tarkemmin. Tutkimuspisteiden sijainti valittiin kartoituspisteiden perusteella siten, että maaprofiilin kuvaus ja ominaisuudet edustavat happamien sulfaattimaiden ominaisuuksia laajemmalla alueella (tyyppiprofiilit). Tehtyjen kartoitus- ja tutkimuspisteiden määrien suhde on noin 1/19.

Sekä kartoitus- että tutkimuspisteillä tehtiin litostratigrafinen kuvaus (mm. maalaji, väri ja kerrosjärjestys) ja aistinvarainen tulkinta sulfidien esiintymisestä. Tutkimuspisteiltä otettiin näytteet jatkuvana sarjana 20 cm osissa 300 cm syvyyteen saakka. Kartoituspisteiltä otettiin näytteitä vain valikoiduilta syvyyksiltä, tyypillisesti vain hapettumattomasta kerroksesta. Kaikista otetuista näytteistä mitattiin maasto-pH ja inkuboitu-pH. Myös kartoituspisteillä mitattiin pH hapettuneesta kerroksesta, vaikka kerroksesta ei otettukaan näytettä jatkoanalyysiin.

3.3 Maasto-pH ja inkuboitu-pH

Maasto-pH mitattiin suoraan maaperänäytteiden pinnalta maastossa. Maasto-pH:n ollessa mineraalimaanäytteessä alle 4 voidaan maaperä luokitella happamaksi sulfaattimaaksi. pH-inkubaatiossa maaperänäytteiden annettiin hapettua huoneilmassa noin 8-16 viikon ajan. Näytteet pidettiin kosteana lisäämällä tarvittaessa deionisoitua vettä. pH-arvo mitattiin alkutilanteessa ja hapetusjakson jälkeen. Mikäli pH inkubaation jälkeen mineraalimaanäytteessä on alle 4 ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä lähtötilanteeseen nähden, voidaan piste luokitella happamaksi sulfaattimaaksi.

3.4 Rikkipitoisuus ja alkuaineanalyysit

Näytteistä analysoitiin rikkipitoisuus ICP-OES-tekniikalla. Näytteet esikäsiteltiin kuivaamalla sekä jauhamalla ja liuotettiin kuningasvedellä. Kaikki analyysit tehtiin Labtium Oy:ssä. Rikkipitoisuusanalyysiin lähetetyt näytteet valittiin asiantuntija-arvion mukaisesti niin, että alueella esiintyvien kerrosyksiköiden rikkipitoisuudesta saatiin kattavasti tietoa. Kaikkia otettuja näytteitä ei analysoitu.



01.03.2017

3.5 Kartan piirto ja kairapisteiden luokitus

Happamien sulfaattimaiden esiintyminen kuvataan kartalla luokiteltuna neljään esiintymistodennäköisyyttä kuvaavaan luokaan: Suuri, kohtalainen, pieni ja hyvin pieni. Kartan piirto perustuu kairauksiin, laboratorioanalyysien tuloksiin ja mm. aerogeofysiikan aineiston ja maaperäkarttojen tulkintaan. Kairaukset esitetään kartalla alumuotoisen tason päällä luokiteltuna sulfaattimaan esiintymisen mukaan (Kuva 2.). Kartan mittakaava on 1:250 000 ja sen perusteella saadaan yleiskäsitys happamien sulfaattimaiden ominaisuuksista ja esiintymisalueista tutkimusalueella. Aineisto ei sovellu yksityiskohtaisten, esimerkiksi tilakohtaisten suojele / kunnostustoimenpiteiden määrittämiseen. Aineiston perusteella voidaan kohdentaa yksityiskohteisempia tutkimuksia.

Sulfidikerroksen syvyys maanpinnasta (Kartoituspisteet)

- 1 (0 - 1,0)
- 2 (>1,0 - 1,5)
- 3 (>1,5 - 2,0)
- 4 (> 2,0 - 3,0)
- 5 (Sulfidikerros kokonaan hapettunut)
- 6 (Hapan sulfaattimaa, sulfidikerroksen alkamissyvyys ei tiedossa)
- 7 (Ei hapan sulfaattimaa)

Sulfidikerroksen syvyys maanpinnasta (Tutkimuspisteet)

- ⊙ 1 (0-1,0)
- ⊙ 2 (> 1,0 - 1,5)
- ⊙ 3 (> 1,5 - 2,0)
- ⊙ 4 (> 2,0 - 3,0)
- ⊙ 5 (Sulfidikerros kokonaan hapettunut)
- ⊙ 6 (Ei hapan sulfaattimaa)

Kuva 2. Kairapisteiden luokitus kartoilla

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Happamien sulfaattimaiden esiintyminen ja havaintopisteet luokitteluineen esitetään GTK:n karttapalvelussa osoitteessa <http://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>.

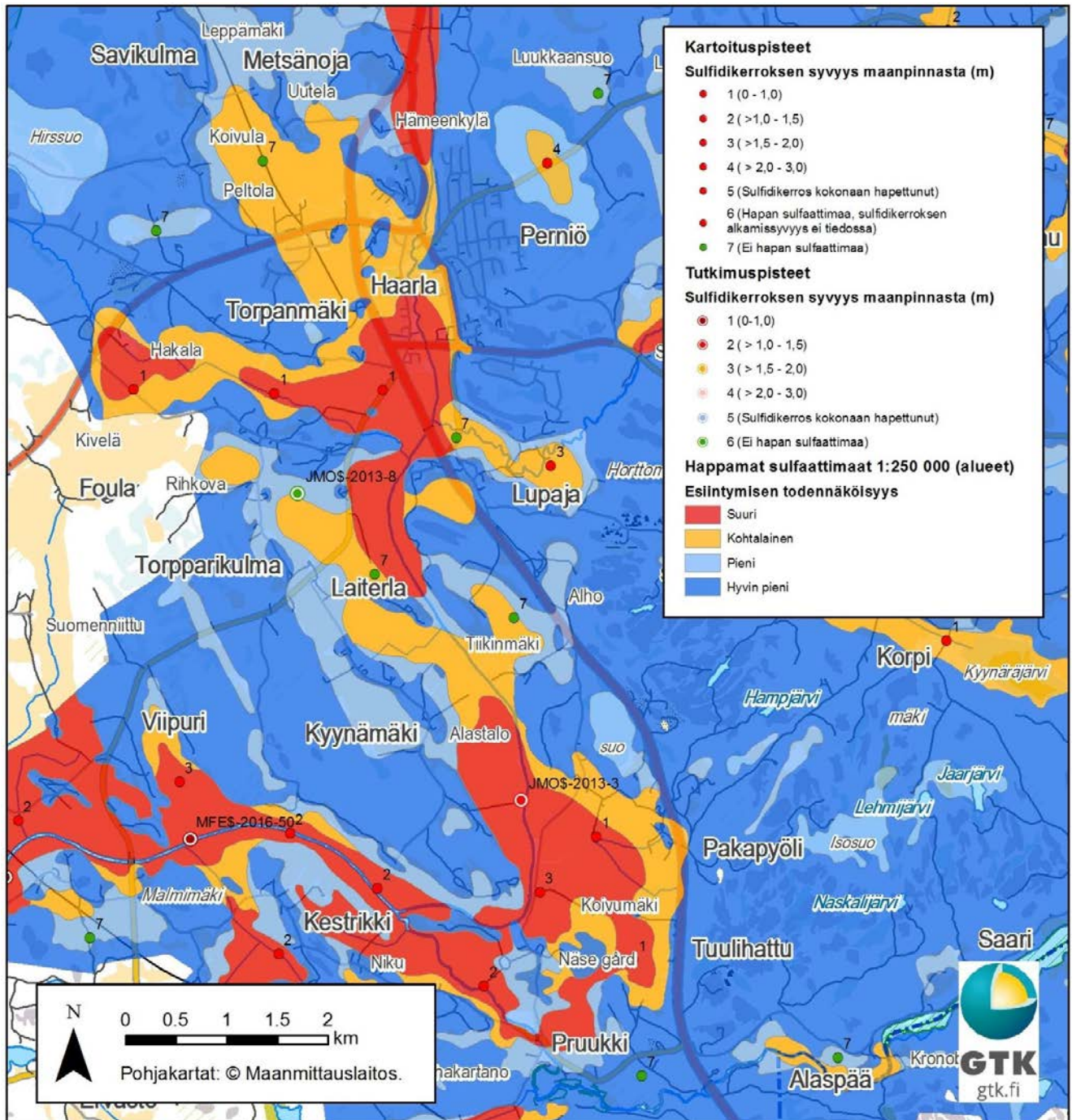
4.1 Sulfaattimaiden esiintyminen ja ominaisuudet

pH-mittaus- ja rikkipitoisuustulosten perusteella 67 pistettä tutkituista 208 pisteestä voidaan luokitella happamaksi sulfaattimaaksi. Sulfaattimaita esiintyy alueella erityisesti Kiskonjoen ja Perniönjoen jokilaaksojen alavilla peltomailla (Kuva 3.). Kurkelanjoen ja Karjaanjoen varsilla sulfaattimaita esiintyi jonkin verran vähemmän. Karjaanjoen vesistöalueella sulfaattimaita on hieman yleisemmin muun muassa järvien rannoilla ja suoalueilla. Sulfaattimaiden esiintyminen korreloi melko hyvin maaperäkartojen liejuisten sedimenttien kanssa. Sulfaattimaita esiintyy arvion mukaan alueella noin 9065 hehtaarin alalla, mikä on noin 10 % kartoitetun alueen pinta-alasta ja noin 33 % kartoitetun alueen suo- ja peltoalueiden pinta-alasta.



GTK

01.03.2017



Kuva 3. Ote sulfaattimaakartasta Peninjoen – Kiskonjoen vesistöalueen eteläosasta.

4.1.1 Maalajit ja kerrosjärjestys

Sulfaattimaat ovat alueella tyypillisesti vihreän harmaata liejusavea tai liejua, satunnaisesti myös harmaata savea, jossa sulfidi esiintyy mustina raitoina tai hippuina. Jälkimmäinen kerrosyksikkö on tyypillisesti ker-

01.03.2017

rossarjassa liejuisen kerrosyksikön alapuolella. Mustia tai tumman harmaita helposti aistinvaraisesti tunnistettavia sulfidisedimenttejä alueella esiintyy vain satunnaisesti lähinnä lähellä merenpinnantasoa jokilaaksoissa/-suissa.

Alueella tavatut liejuiset sulfidisedimentit ovat todennäköisesti kerrostuneet Litorina-merivaiheessa, jolloin kerrostumisolosuhteiden on todettu olleen suotuisat sulfidien muodostumiselle (vrt. Yli-Halla et al. 1999). Harmaan saviyksikön, jossa esiintyi vaihtelevia määriä mustia sulfidiraitoja tai-laikkuja, tulkitaan kerrostuneen Ancyclus-järvivaiheen aikana (vrt. Spridonov et al. 2007, Ignatius et al. 1968 ja Papunen 1968). Kyseistä Ancyclus-järvivaiheen sulfidisedimenttiä tavataan myös Litorina-meren sedimentaatiolueiden ulkopuolella.

Hapettumissyvyys on alueen sulfaattimailla yleisesti noin metrissä, mikä vastaa varsin hyvin tyypillistä kuivatussyvyyttä viljelysmailla. Paikoin kairauksissa tavattiin myös selvästi syvemmälle hapettunutta maaperää, joka voi johtua pitkästä viljelyshistoriasta tai poikkeavista hydrologisista olosuhteista. Paikoin taas sulfidikerrokset saattavat esiintyä turvekerroksen suojaamana hyvinkin lähellä maanpintaa. Sulfaattimaan hapettunut hapan kerros oli alueella väriltään tyypillisesti ruskean harmaata ja sisälsi jonkin verran rautasostumia.

Kairauspisteillä, joilla ei ollut sulfaattimaita, esiintyi usein harmaata tai vaaleanruskeaa savea, jossa liejupitoisuus oli alhainen. Näiden savien voidaan tulkita kerrostuneen Litorina-merta varhaisemmissa järvi- ja merivaiheissa. Osa kairauksista päättyi punaharmaaseen, kerrokselliseen saveen, jonka voidaan tulkita edustavan jäätikköjärven kerrostumaa (lustosavi).

4.2 Maasto-pH ja inkuboitu pH

Maastossa mitattiin sulfaattimailla alhaisia, alle 4,0 pH-lukemia vain harvoin, ja mitatut arvot olivat myös tyypillisesti vain hieman alle neljän, kun taas inkubaatioissa vastaavien hapettumattomien liejujen/liejusavien pH-arvot laskivat hyvin alhaisiksi, jopa alle kolmeen.

Harmaa savikerrosyksikkö, jossa esiintyi sulfidia mustina raitoina tai ”hippuina” happamoitui inkubaatioissa tyypillisesti liejuisia yksiköitä vähemmän, pH:n ollessa tyypillisesti yli neljän ja satunnaisesti alle neljän. Vaalean ruskeista tai harmaista savikerroksista otetuissa näytteissä ei tapahtunut inkubaatioissa juurikaan muutosta, eikä niissä siten todennäköisesti juurikaan esiinny sulfideja.

pH-tulosten perusteella tulkittuna alueen sulfaattimaat esiintyvät yleisesti osittain hapettuneena, mutta niissä ei kuitenkaan läheskään aina esiinny todellista hapanta sulfaattimaakerrosta (pH alle 4). Koska vastaava (alapuolinen) hapettumaton kerros taas happamoitui inkubaatioissa voimakkaasti, voidaan happamuiden tulkita luonnossa todennäköisesti osin jo huuhtoutuneen pois.

4.3 Rikkipitoisuus

Kokonaisrikkipitoisuuksia ei analysoitu kaikista näytteistä, vaan valikoidusti tulkituista Litroina-kerrostumista (liejut ja liejusavet), Ancyclus-savista sekä savista, joissa ei tunnistettu aistinvaraisesti esiintyvän sulfideja.

Korkeimmat rikkipitoisuudet analysoitiin lieju- ja liejusavikerroksista, joissa rikkiä esiintyi yleisesti runsaasti (jopa yli 1 %). Harmaissa savissa, joissa sulfidi esiintyi mustina raitoina tai ”hippuina”, sekä savissa joissa ei ollut aistinvaraisesti havaittavia sulfideja, oli selvästi vähemmän rikkiä, tyypillisesti alle 0,2 %. Joissakin Ancyclus-tyyppisissä savissa kuitenkin esiintyi rikkiä tätä enemmän. Tyypillisesti sulfaattimaissa (hiesu ja savi) on GTK:n valtakunnallisen sulfaattimaakartoituksen mukaan yli 0,2 % rikkiä.

01.03.2017

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Inkubaatio- ja rikkipitoisuustulosten perusteella sulfaattimaita esiintyy tutkimusalueella erityisesti Kiskonjoen ja Perniönjoen jokilaaksojen alavilla peltomailla. Kurkelanjoen ja Karjaanjoen varsilla sulfaattimaita tavataan jonkin verran vähemmän. Karjaanjoen vesistöalueella sulfaattimaita esiintyy hieman yleisemmin muun muassa järvien rannoilla ja suoalueilla. Sulfaattimaiden esiintyminen korreloi melko hyvin maaperäkartojen liejuisten sedimenttien kanssa. Sulfaattimaita on arvion mukaan alueella noin 9065 hehtaarin alalla, mikä on noin 10 % kartoitetun alueen pinta-alasta ja noin 33 % kartoitetun alueen suo- ja peltoalueiden pinta-alasta.

Sulfaattimaat ovat alueella tyypillisesti vihreän harmaata liejusavea tai liejua, satunnaisesti myös harmaata savea, jossa sulfidi esiintyy mustina raitoina tai hippuina. Mustia tai tumman harmaita helposti aistinvaraisesti tunnistettavia sulfidisedimenttejä tavataan alueella vain satunnaisesti, lähinnä lähellä merenpinnantasoja jokilaaksoissa/-suissa.

Alueella yleisesti esiintyvässä vaalean ruskeassa tai harmaassa savessa ei tulkinnan mukaan ole juurikaan sulfideja ja kyseisten saviin happamoitumisriski on todennäköisesti pieni. Suurin happamoitumisriski alueella liittyy liejuisiin sedimentteihin. Happamoituvat liejupitoiset kerrostumat edustavat todennäköisesti Litorina-meren tai tätä nuorempia kerrostumia. Paikoin alueella esiintyvät happamoituvat sulfidiraitaiset tai laikukkaat savet edustavat todennäköisesti Ancyclus-järven kerrostumia.

Alueen sulfaattimaat esiintyvät yleisesti osittain hapettuneena, mutta hapettuneen kerroksen pH-arvot ovat yleisesti neljän tuntumassa, eikä alueen sulfaattimaissa siten aina ole todellista hapanta sulfaattimaakerrosta. Vastaavien sulfidisedimenttien inkubaatiossa taas tapahtuu voimakasta happamoitumista, jopa alle pH kolmeen, mikä viittaisi, että luonnossa happamuus on melko hyvin jo hautoutunut hapettuneesta kerroksesta pois.

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

Ignatius, H., Kukkonen, E. & Winterhalter, B. 1968: Notes on a pyritic zone in upper Ancyclus sediments from the Bothnian Sea. - Bull. Geol. Soc. Finland vol. 40: 131-134.

Lavergren, U., Åström, M.E., Falk, H. Ja Bergbäck, B. 2009: Metal dispersion in groundwater in an area with natural and processed black shale – Nationwide perspective and comparison with acid sulfate soils. Applied Geochemistry 24. 359-369.

Papunen, 1968 H. On the sulphides in the sediments of the Bothnian Sea, Bull. Geol. Soc. Finland 40 (1968), pp. 51–57.



01.03.2017

Spiridonov, M., Ryabchuk, D., Kotilainen, A., Vallius, H., Nesterova, E. & Zhamoida, V. 2007. The Quaternary deposits of the Eastern Gulf of Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 45, 7–19

Yli-Halla M., Puustinen, M., & Koskiaho, J. 1999. Area of cultivated acid sulphate soils in Finland. Soil Use and Management 15: 6267.

