



Mitä ovat happamat sulfaattimaat?

Laura Härkönen, Tapio Oy &
Tiina M. Nieminen, LUKE

Happamat sulfaattimaat maa- ja
metsätaloudessa –seminaari,
Laitila 12.4.2019

TAPIO



Mitä happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan?



- Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkipitoisia kerrostumia
 - Maaperässä sekä hapettunut hapan maakerros että hapettumaton sulfidirikkipitoinen maakerros, tai toinen näistä
- Maaperä määritellään happamaksi sulfaattimaaksi, jos sen pH on
 - Mineraalimaassa $< 4,0$ *ja/tai*
 - Inkubaation jälkeen $< 4,0$
- Tyypillisimmin liejuisia ja hienorakenteisia maalajeja (savi ja siltti)
 - Myös karkearakeisissa voi olla sulfaattimaita (silttinen hiekka, hiekka)

Happamat sulfaattimaat luokitellaan kahteen ryhmään



- **Todellinen hapan sulfaattimaa**
 - pH < 4,0 maastossa mitattuna
 - Usein havaittavissa paljon rautasaostumia ja joskus myös keltaista jarosiittia
 - Happaman maakerroksen ja sulfidirikkipitoisen maakerroksen välissä oleva pH:n vaihtumiskerros on tyypillisesti kapea



© Anssi Karppinen, SYKE

Happamat sulfaattimaat luokitellaan kahteen ryhmään



- **Potentiaallinen hapan sulfaattimaa**
 - Sulfidirikkipitoinen maaperä, jolla on potentiaalia muuttua todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi jos maaperä pääsee hapettumaan
 - Näytteen pH laskee inkubaatiossa $< 4,0$
 - Sulfidirikkipitoisen maakerroksen pääpiirteet ovat
 - pH yleensä $> 6,0$
 - Sulfidirikkipitoisuus yleensä $\geq 0,01 \%$

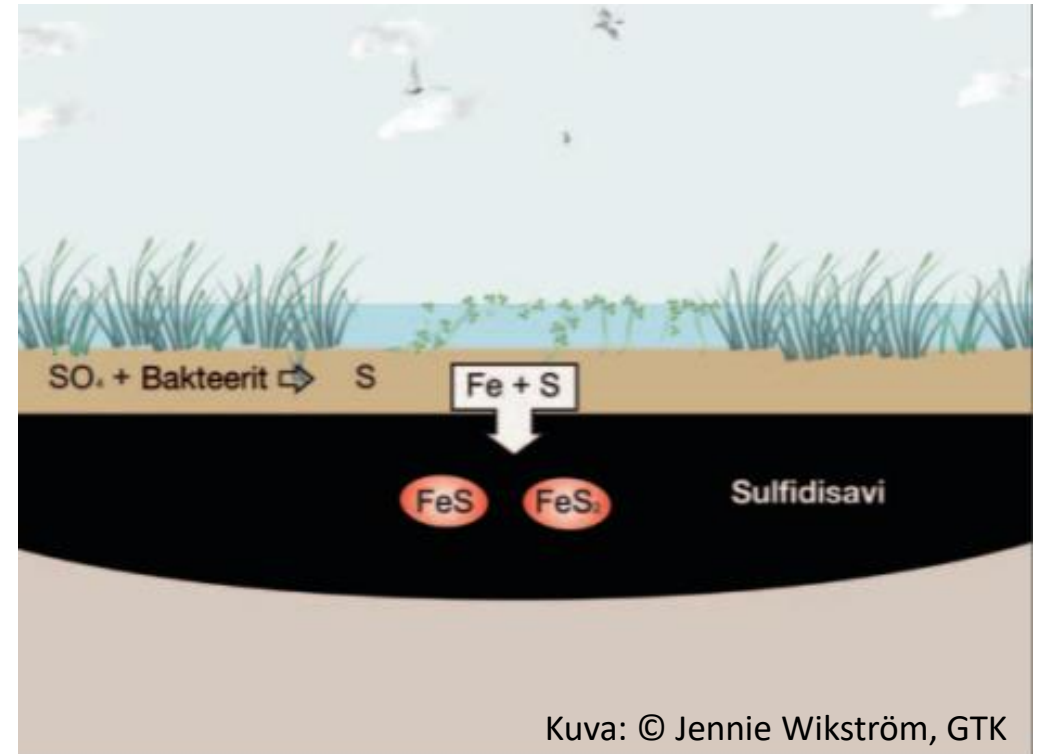


Kuva: © Jaakko Auri, GTK

Miten happamat sulfaattimaat ovat muodostuneet?



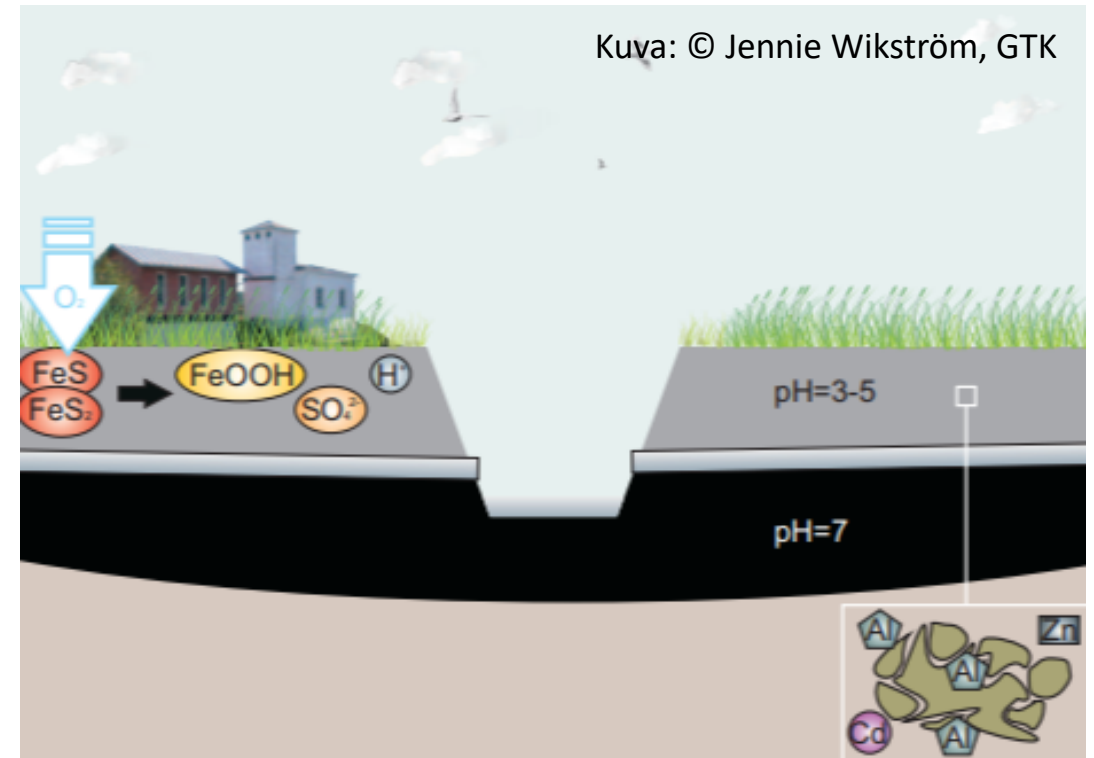
- Rikkipitoiset sedimentit ovat syntyneet ympäristössä, jossa sulfaattipitoiseen veteen on kerrostunut orgaanista ainesta ja sekoittunut mantereelta kulkeutuneita rautaoksideja
- Hapettomissa olosuhteissa bakteerit hajottavat orgaanista ainesta → sulfaatti pelkistyy sulfidiksi ja saostuu raudan kanssa rautasulfideiksi



Kuva: © Jennie Wikström, GTK

Miten happamat sulfaattimaat ovat muodostuneet?

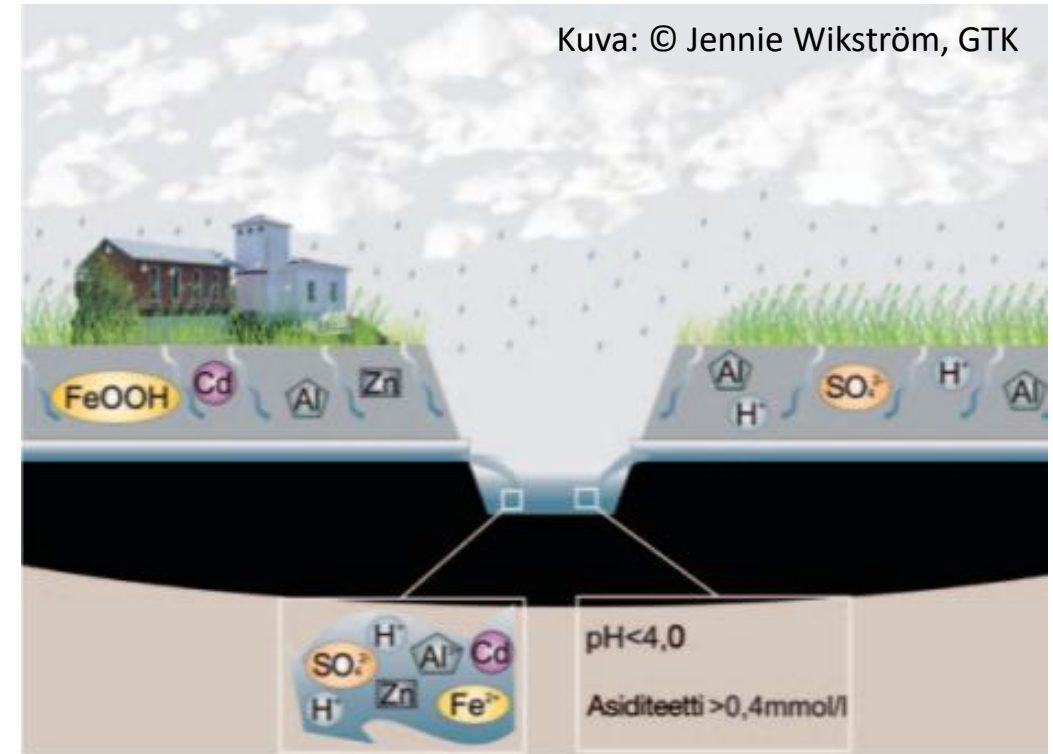
- Sulfidisavet ovat nousseet maankohoamisen seurauksena merenpinnan yläpuolelle
 - Luonnontilassa matalia, tasaisen kosteita maita
- Maanmuokkauksen seurauksena pohjavedenpinta laskee ja rikkipitoiset mineraalit hapettuvat ja muodostavat rikkihappoa
 - Maaperästä liukenee metalleja



Miten happamat sulfaattimaat ovat muodostuneet?



- Kuivana ajanjaksona happosuolat ja metallit varastoituvat maaperään, jota sanotaan happamaksi sulfaattimaaksi
- Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet huuhtoutuvat vesistöihin
 - Veden pH voi olla pahimmillaan alle 3



Missä happamat sulfaattimaat ovat muodostuneet?

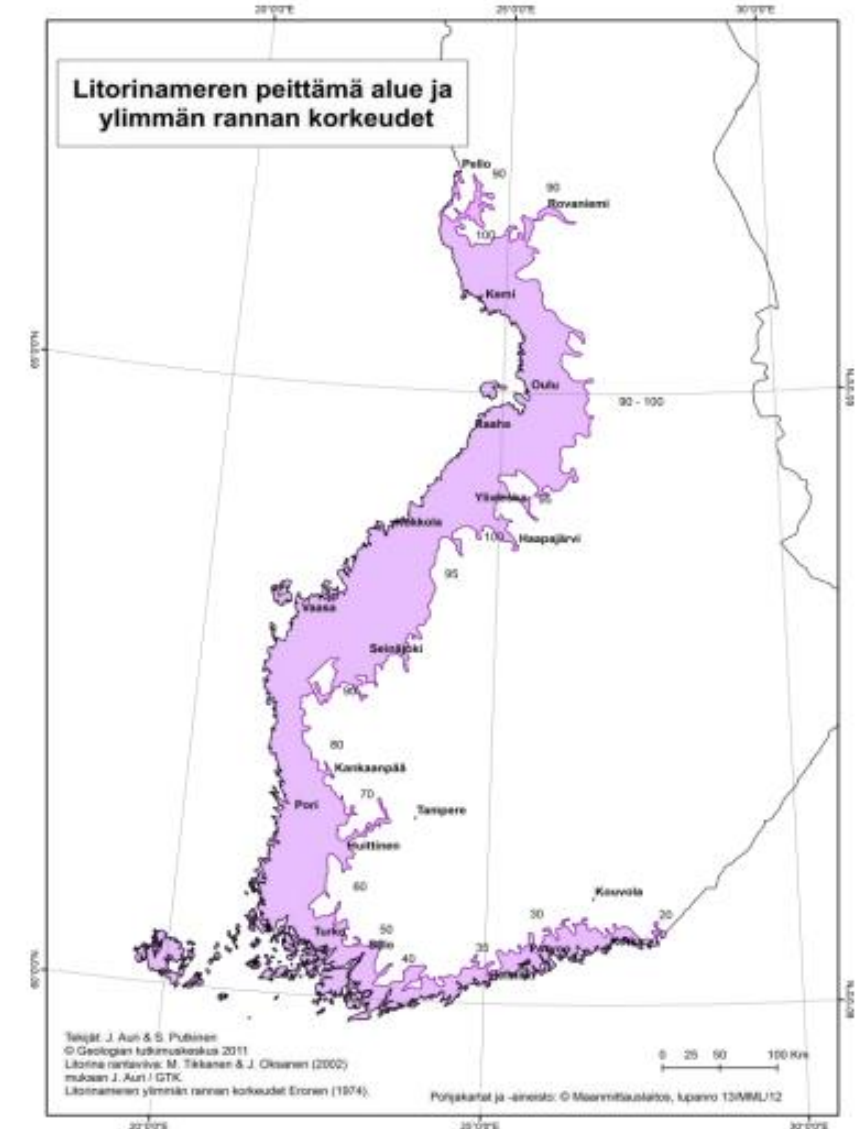


- Suomessa sulfidisedimentit ovat kerrostuneet pääasiassa viime jääkauden jälkeisten meri- ja järvivaiheiden aikana
 - Yoldia-meri, Ancylus-järvi, **Litorinameri**, Itämeri
- Ongelmallisimpia ovat Litorinamerivaiheessa kerrostuneet sedimentit
 - Suotuisimmat olosuhteet rikkipitoisten kerrostumien muodostumiselle

Missä happamat sulfaattimaat sijaitsevat?



- Litorinameri n. 8000 vuotta sitten nykyisen merenpinnan tasosta ylimmillään ja ulottui
 - Perämeren seudulla yli 100 m
 - Pohjanmaalla hieman alle 100 m
 - Etelä-Suomessa 20-40 m korkeudelle nykyisen merenpinnan tasosta
- Suomen esiintymät arviolta Euroopan suurimmat



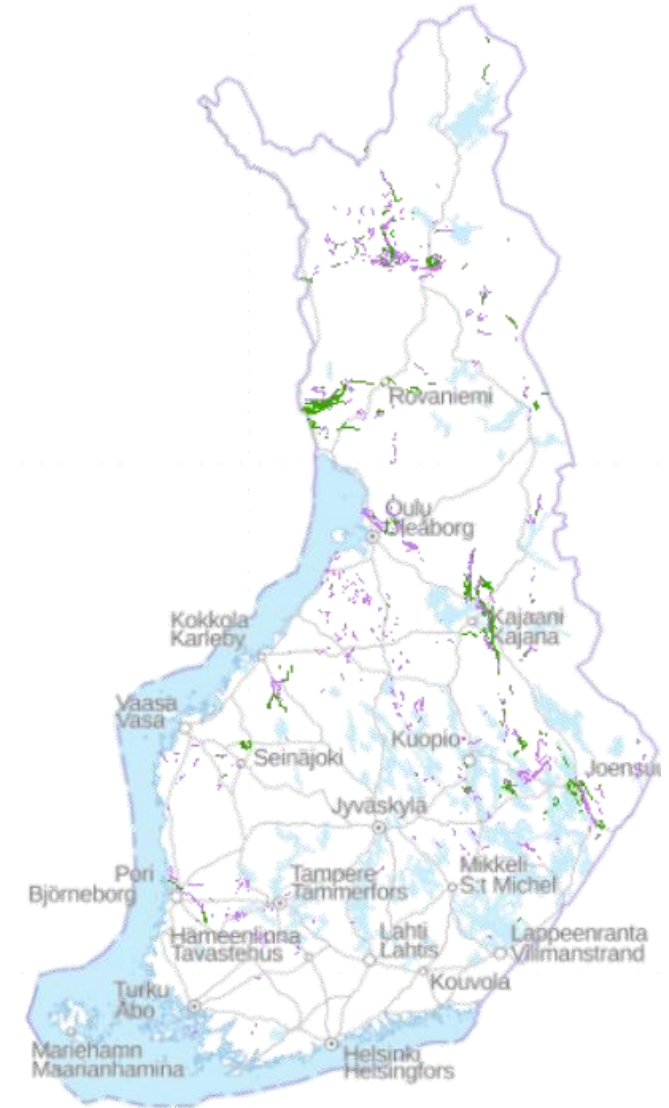
Missä happamat sulfaattimaat sijaitsevat?



- Sulfaattimaita lähes koko rannikkoseudulla Perämeren seudulta itäiselle Uudellemaalle
- Laajimmat ja ongelmallisimmat sulfaattimaa-alueet tutkimustiedon ja GTK:n kartoitusten perusteella Pohjanmaan alavalla rannikkoseudulla
 - Alle 60 m nykyisen merenpinnan yläpuolella
 - Koko rannikkoseutua kattavia, yhtenäisin menetelmin tehtyjä kartoituksia ei ole tehty ennen GTK:n vuonna 2009 käynnistämää valtakunnallista yleiskartoitusta
 - Kartoitus tarkoittaa tietoa happamien sulfaattimaiden esiintymisestä!

Sulfaattimaiden lisäksi ongelmia mustaliuskealueilla

- Poikkeuksellista happamuutta voi esiintyä myös mustaliuskeita sisältävillä alueilla
 - Kallioperän prekambrisia grafiitti- ja sulfidipitoisia liuskeita
 - Merenpohjaan kerrostuneita mätäliejuisia savisedimenttejä
 - Pienialaisesti Itä-Suomen ja Kainuun alueella sekä Hämeessä ja Pohjois-Pohjanmaalla



Happamat sulfaattimaat –karttapalvelu,
kuvakaappaus 9.4.2019 © GTK, 2019.

Mitä ongelmia happamat sulfaattimaat aiheuttavat?



- Maanmuokkauksen seurauksena sedimentti joutuu pohjavedenpinnan yläpuolelle ja hapettuu
 - Läjitettyillä sedimenteillä sama ongelma
 - Hapettumisen seurauksena sulfideista muodostuu rikkihappoa, joka alentaa maan pH-arvoa
- Happamista sulfaattimaista vapautuu hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin
- Happamoitumisen seurauksena maaperästä liukenee myös raskasmetalleja (Al, Cd, Co, Cu, Ni, Zn, U)



Kuva: © Markku Saarinen, Luke

Haittavaikutukset vesistöissä



- Ongelmat kärjistyvät vesistöissä
 - Vesistöongelmia erityisesti kuivia kausia seuraavien sadejaksojen jälkeen
 - Haplo- ja metallihuuhtoutumat esiintyvät äkillisinä piikkeinä
- Happamuushaitat saattavat kohdistua pohjavesialueilla myös pohjaveteen
- Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila heikkenevät
 - Ekologisella luokituksella mitataan ihmistoiminnan vaikutusta vesistöön
 - Kemiallisessa luokittelussa tarkastellaan ympäristölle haitallisten ns. prioriteettiaineiden pitoisuuksia

Haittavaikutukset vesistöissä



- Happamien sulfaattimaiden kuivatus on hävittänyt tai heikentänyt voimakkaasti monia paikallisesti ja alueellisesti tärkeitä kalakantoja
 - Valumavesien pH voi olla pahimmillaan alle 3
 - Herkimmät kalat kuolevat, kun vesistön pH laskee alle 5,5:n
 - Vaikutuksia mädin kuoriutumiseen ja poikastuotantoon
 - Vaikutuksia pohjaeläimistöön
- Hapan vesi liuottaa maaperästä ja veden kiintoaineksesta alumiinia pintavesiin
 - Alumiini ja rauta saostuvat kalan kiduksiin
 - Raskasmetallit kertyvät kalojen lihaksiin

Haittavaikutukset maaperässä

- Happamien sulfaattimaiden pH on pahimmillaan 3–4
 - Viljelykäytössä maat on kalkittava voimakkaasti, jotta niitä pystytään viljelemään
 - Maanpinnan kalkitus neutraloi ainoastaan muokauskerroksen happamuutta, ei paranna vesien laatua
- Metsätaloudessa todettu taimien kasvuhäiriöitä
- Happamilla sulfaattimailla yleisesti heikot geotekniset ominaisuudet
 - Maarakentaminen alueilla edellyttää maapohjan vahvistamista
 - Teräs- ja betonirakenteet syöpyvät



https://www.maaseutu.fi/globalassets/esitteet-ja-oppaat/happamat_sulfaattimaat_b5_low.pdf

Miksi happamien sulfaattimaiden vaikutuksia on torjuttava?



- Happamien sulfaattimaiden haitat vaikuttavat merkittävästi kalatalouteen, luonnon monimuotoisuuteen, vesihuoltoon, sekä pinta- ja pohjavesien tilaan
- Vuosina 1978-2002 tehdyn seurannan perusteella metallipäästöt happamista sulfaattimaista vesistöihin ylittävät Suomen koko teollisuuden vesipäästöt (Al, Mn, Cd, Co, Cu, Zn, Ni)
 - Pintaveden riittää pilaamaan vain muutama prosentti hapanta sulfaattimaata valuma-alueen pinta-alasta
 - Ongelman odotetaan pahenevan ilmastonmuutoksen myötä

Happamien sulfaattimaiden strategia

- Strategian tarkoituksena on edistää ja tukea vesienhoitosuunnitelmien toteuttamista
- Strategiatyössä keskitytty erityisesti haittojen syntymisen ehkäisyyn, haittojen torjuntaan sekä happamien sulfaattimaiden kartoitukseen ja luokitteluun
- Strategia 2011, väliraportti 2018
 - <https://mmm.fi/fi/julkaisut>
 - <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160524>



TAPIO

Kiitos!

TAPIO 

