

Happamien sulfaattimaiden tunnistaminen ja riskien arviointi



Mirkka Visuri

Suomen ympäristökeskus, SYKE

Happamat sulfaattimaat metsätaloudessa webinaari 6.11.2020

Happamat sulfaattimaat - muodostuminen

- Jääkauden jälkeen litorinakauden aikana 7 500–4 000 vuotta sitten
- Suomen länsiosat olivat veden peitossa ja ennen jääkautta syntynyt kasvillisuus alkoi kerrostua merenpohjaan
 - Merivesi lämpimämpää ja suolaisempaa kuin nyt
 - Vähähappiset olosuhteet

Kuollut orgaaninen aines +
rikki + rauta + bakteerit



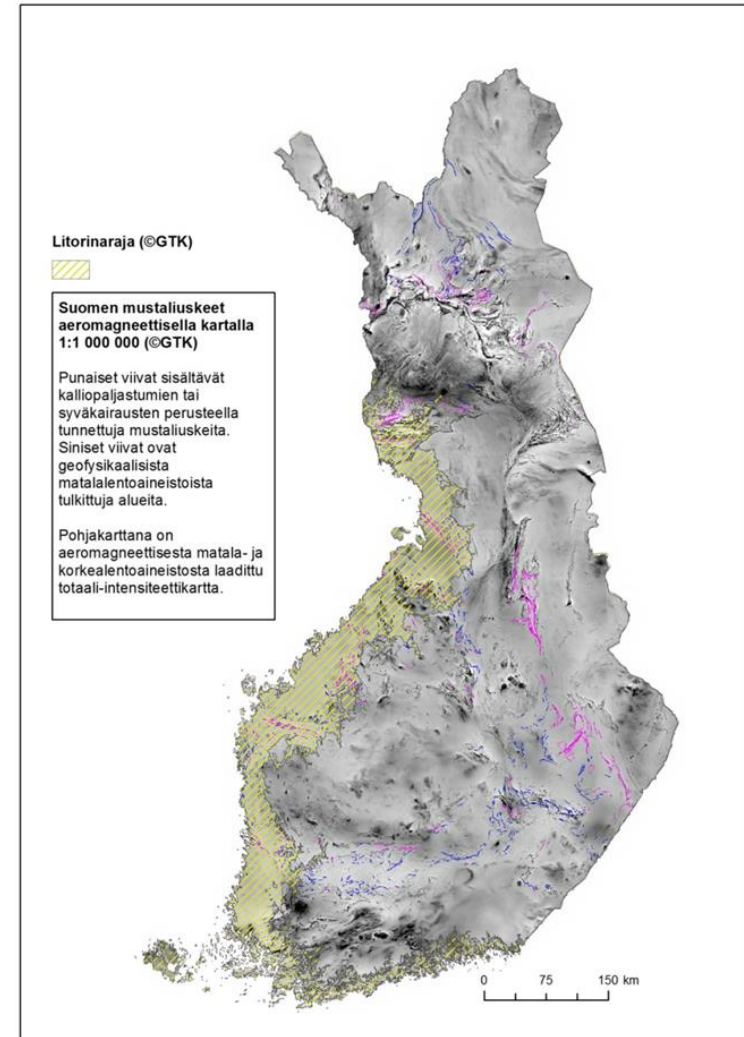
FeS , FeS_2 (sulfideja)



Kuva: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Litorinameri_5000_eaa.svg

Happamat sulfaattimaat - esiintyminen

- Maankohoamisen seurauksena pohjasedimenttejä on noussut kuivalle maalle, rannikolla noin 100 m:n korkeuteen asti (nk. Litorina-alue)
- Maan kohoaminen jatkuu edelleen
- Paikoitellen koko Suomen alueella kallioperässä esiintyy mustaliuskejaksoja. Mustaliuskeet ovat hiiltä ja rikkiä sisältäviä kiviä
- Suomen sulfaattimaatesiintymät ovat Euroopan laajimmat



Kuva: Kati Marttimäki-Aulaskari

MIRKA HADŽIĆ, SYKE 12.6.2018

Happamat sulfaattimaat – ihmisen aiheuttama ongelma

- Hapettomassa tilassa pohjaveden pinnan alapuolella happamat sulfaattimaat eivät aiheuta haittaa ympäristölle

= potentiaalinen hapan sulfaattimaa
 $\text{pH} \text{ yleensä} > 6,0$

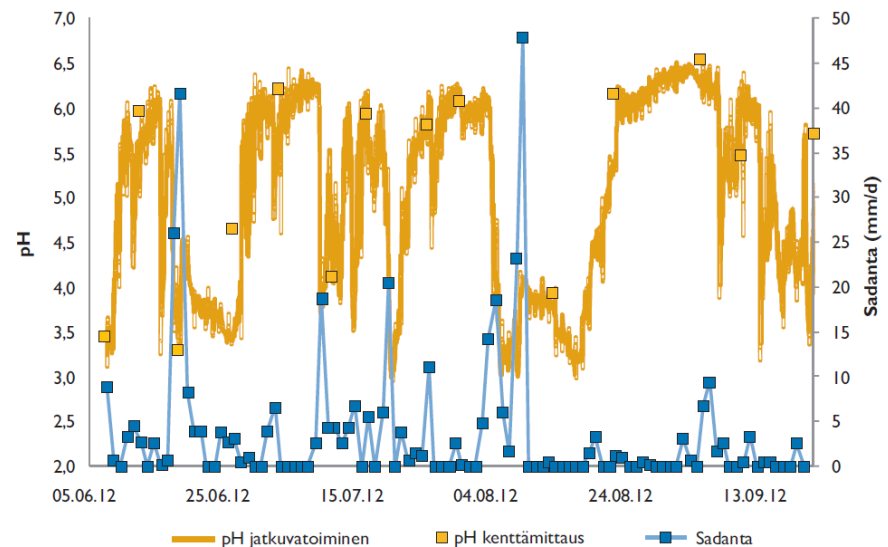
- Maankuivatuksen takia maaperän sulfidiyhdisteet hapettuvat ja muodostavat rikkihappoa, joka liuottaa maaperän metalleja

= todellinen hapan sulfaattimaa
 $\text{pH} < 4,0$



Happamat sulfaattimaat - haitat

- Happamuus liuottaa maaperästä alumiinia, rautaa ja raskasmetalleja. Hapettumistuotteita ja liuenneita metalleja varastoituu maaperään.
- Kun sade huuhtelee maaperää, vapautuvat kertyneet yhdisteet veteen. Myös lisää metalleja liukenee.
- Happamat piikit kuivatusveden laadussa ajoittuvat pääsääntöisesti loppukesään, hellekauden jälkeisien sateiden ajalle, jolloin kuivan kauden hapettumistuotteet huuhtoutuvat veteen.



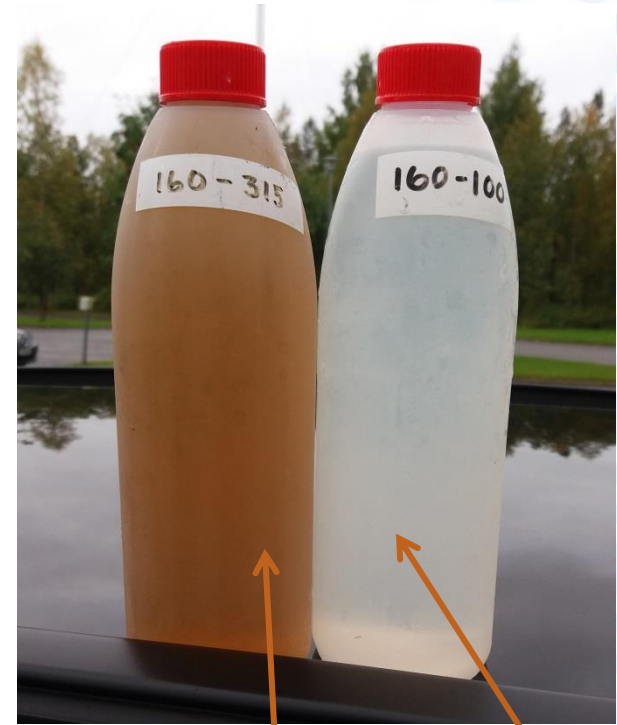
Happamat sulfaattimaat – tunnistaminen maastossa

- Todellinen hapan sulfaattimaa
 - Hapanta, pH on < 4 , jopa < 3
 - Punaisen- tai oranssin-ruskeita rautasaostumia, vaaleankeltaista jarosiittia
- Potentiaalinen hapan sulfaattimaa
 - Maasto pH yleensä > 6
 - Väri musta tai tummanharmaa, jos monosulfidia → selvä tapaus
 - Värin perusteella sulfidien olemassaoloa voi olla vaikea arvioida (pyriitti, karkeammat maalajit)
 - Rikistä aiheutuva voimakas mädäntyneen kananmunan haju → selvä tapaus
 - Hajun voi saada mustasta maaperästä esiin tipalla suolahappoa HCl – Ei sisätiloissa!



Happamat sulfaattimaat - tunnistaminen

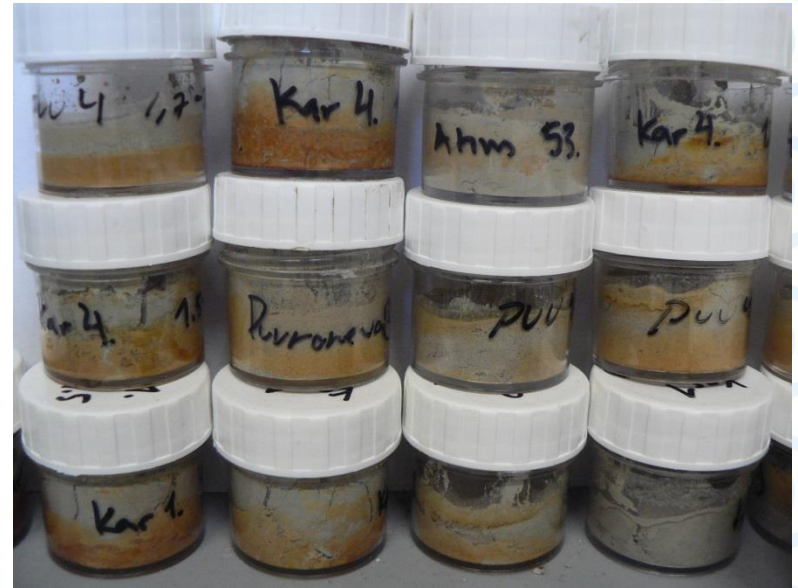
- Vedenlaatu
 - Matala pH ja samanaikaisesti korkea sähkönjohtavuus (>20 mS/m)
 - Korkea SO_4
 - Korkeat Al, Cd, Co, Cu, Ni, Zn, U
 - Korkea asiditeetti
- Veden pH ja sähkönjohtavuus voidaan todentaa maastossa



pH	5,2	3,8
EC	8,2 mS/m	67,40 mS/m
SO4	15 mg/l	300 mg/l
TOC	71 mg/l	1,62 mg/l
Asiditeetti	0,50 mmol/l	9,20 mmol/l

Happamat sulfaattimaat – tunnistaminen laboratoriossa

- Maaperänäytteiden inkubaatio
 - Annetaan näytteiden hapettua huoneenlämmössä 8-16 viikkoa. Mikäli näytteen pH on inkuboinnin jälkeen:
 - < 4 ja pudotusta on tapahtunut 0,5 yksikköä tai enemmän → sulfaattimaa
 - $\geq 4,0$ → ei sulfaattimaa
- Kokonaisrikkipitoisuus 0,2 % korreloi hyvin happamoitumisen kanssa hienorakeisissa mineraalimaalajeissa (hiesu ja savi)
 - Ei toimi kaikille maalajeille esim. orgaaniset maalajit, karkeat maat



Kuva: Miriam Nystrand

Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille (Tunnistus)

2018-31.1.2021

SYKE: Mirkka Visuri, Ritva Nilivaara, Anne Korhonen, Mika Sarkkinen,
Raimo Ihme

GTK: Jaakko Auri, Anton Boman, Jukka Räisänen, Stefan Mattbäck
Åbo Akademi: Peter Österholm, Miriam Nystrand

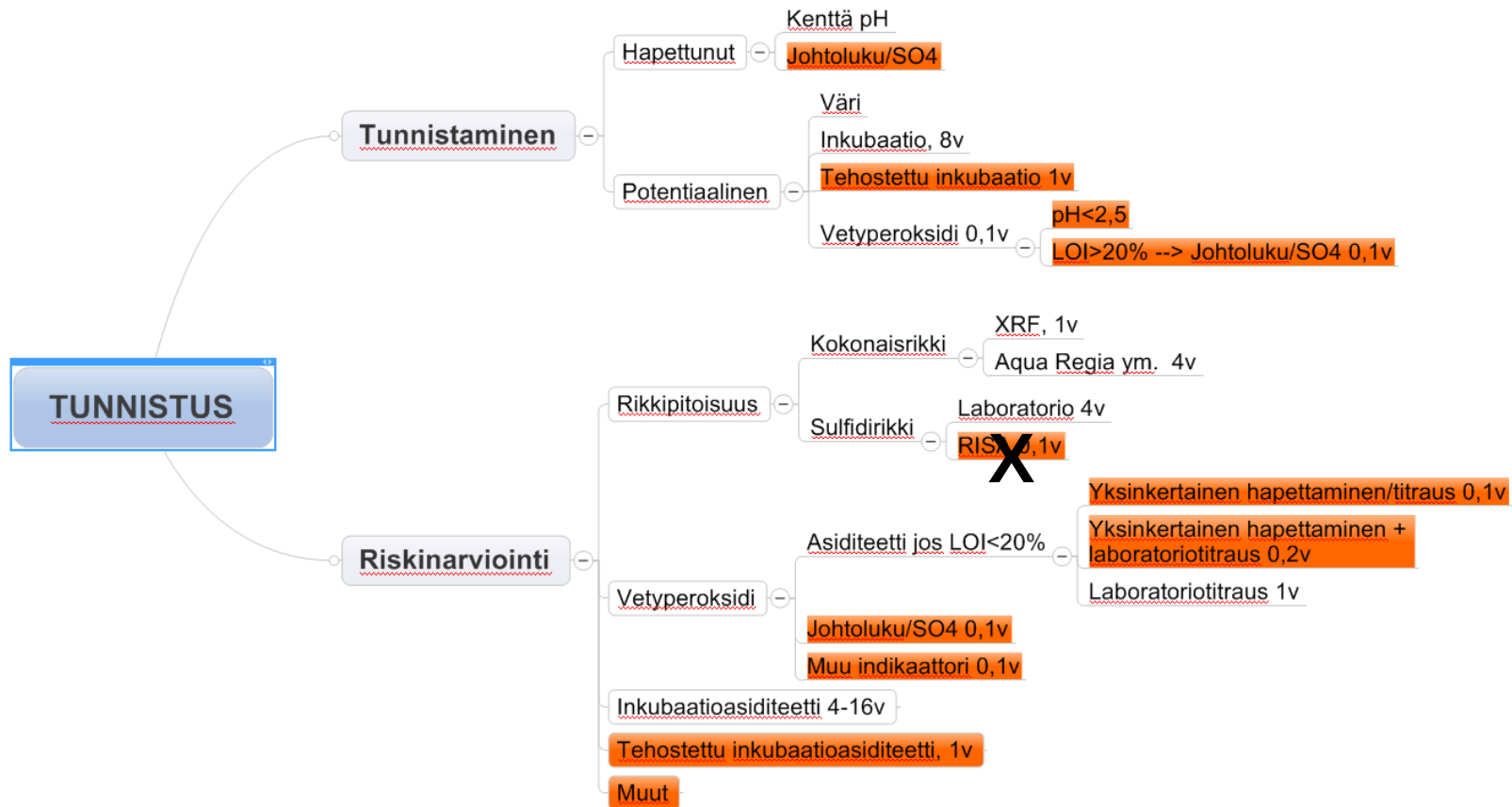


Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Tunnistaminen ja riskinarviointi pääpiirteissään



v = arvioitu kesto (viikkoja)

■ = uusi menetelmä

Kestävää kasvua,

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Happamat sulfaattimaat – nopea tunnistaminen maastossa

- Hapetus vetyperoksidilla ja pH:n mittaus
 - Tuore näyte (2 ml) hapetetaan vetyperoksidilla (yhteensä 5 ml), joka on > 1000 kertaa tehokkaampi hapetin kuin normaalisti
 - Kun näyte ei enää kupli merkittävästi ja näyte on jäähtynyt mitataan pH
 - Jos $\text{pH} < 2,5$ on todennäköisesti kyseessä hapan sulfaattimaa
 - Tulos tunnissa, mutta ei yhtä varma kuin inkubaatio
 - Ei sovi orgaanisille maalajeille



Happamat sulfaattimaat - riskinarviointi

- Alhainen pH kertoo, että maaperästä aiheutuu jonkinlainen happamuusriski ympäristölle, mutta ei sitä, kuinka suuri kuormitus on.
- Kaikki sulfaattimaat eivät ole samanlaisia!
- Riskinarvioinnissa voidaan hyödyntää maaperän rikkipitoisuutta ja asiditeettia
- Asiditeetti kuvaa maaperän hapontuottokykyä
- Yleinen määrittäyskäytäntö: hapetetaan näyte vetyperoksidilla tai inkubaatiolla ja titrataan näyte natriumhydroksidilla pH arvoon 5,5 ja/tai 6,5
 - Tunnistuksessa myös yksinkertaistettu menetelmä

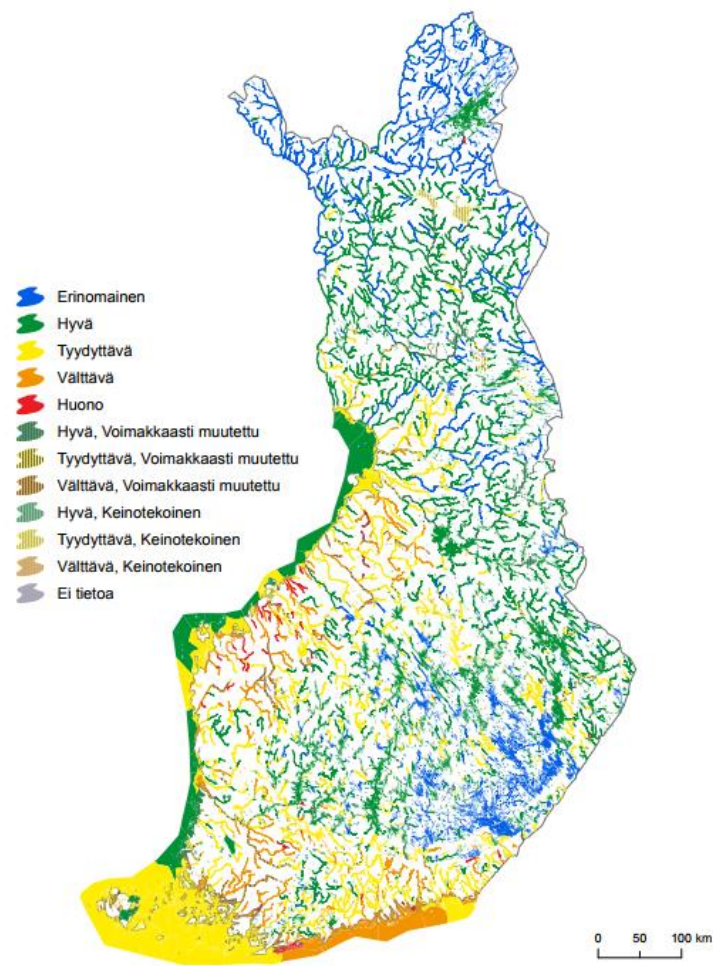
Happamat sulfaattimaat - haitat

- Happamat ja metallipitoiset valumavedet
 - Erityisesti Al, Cd, Co, Cu, Ni, Zn, U
- Haitat kuivatusalueen alapuolisen vesistön eliöstölle
- Pahimmillaan laajoja kalakuolemia
- Edellinen iso happamuuspiikki oli länsirannikolla talvella vuonna 2006-2007, jolloin kalakuolemia raportoitiin useilta isoiltakin joilta (esim. Kyrönjoki, Siikajoki, Perhonjoki).

Happamat sulfaattimaat - haitat



Pintavesien ekologinen tila 2015



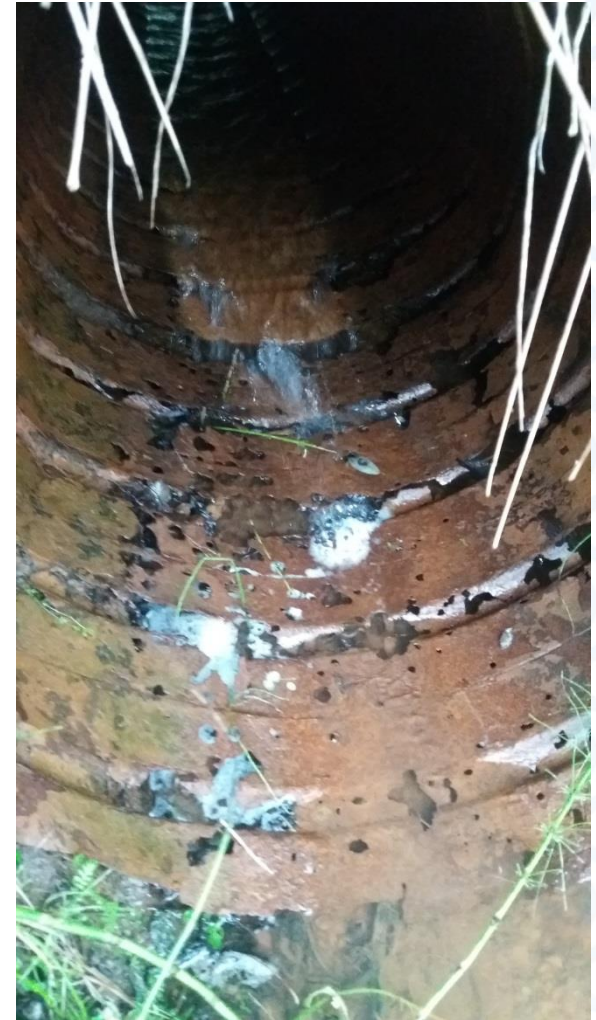
Luokitus perustuu 2006-2012 aineistoihin.
© SYKE, Luke, ELY-keskukset, Ahvenanmaan maakuntahallinto, MML

Happamat sulfaattimaat - haitat

- Haitat virkistyskäytölle ja rakenteille
 - Teräs- ja betonirakenteiden syöpyminen
 - Huonot geotekniset ominaisuudet



Kuva: Ari-Pekka Auvinen



Kiitos!

mirkka.visuri@ymparisto.fi

www.syke.fi/hankkeet/tunnistus

