

## Sulfaattimaiden viljelyominaisuuksia ja ympäristöongelmia

*Tässä kortissa esitellään happamien sulfaattimaiden keskeisiä viljelyominaisuuksia ja niiden aiheuttamia ympäristöongelmia, taustoitetaan ilmiöitä ja tarkastellaan happamien sulfaattimaiden viljelyn mahdollisuuksia ja rajoitteita.*

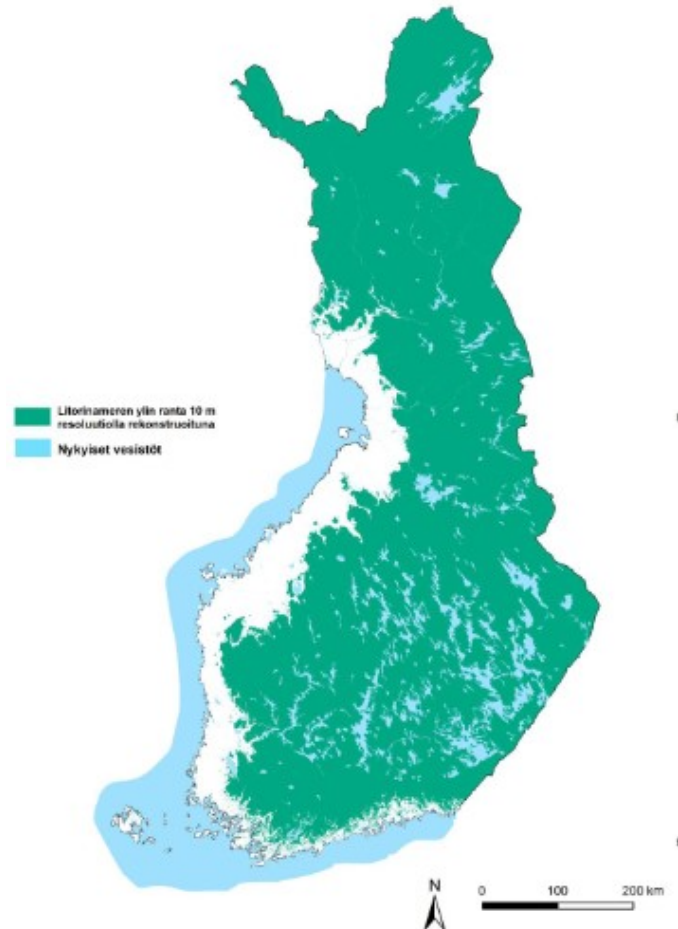
### Tiivistelmä

Happamien sulfaattimaiden pohjamaassa on sulfidipitoisia kerrostumia, jotka ovat syntyneet Litorinameren aikaan 9000-7500 vuotta sitten. Vedellä kyllästyneessä maassa ne eivät aiheuta ongelmia, mutta kuivatussyvyyttä lisättäessä nämä kerrostumat happeutuvat, jolloin syntyy rikkihappoa. Happamuus ja sen maasta liuottama alumiini huuhtoutuvat kuivatusvesien mukana vesistöihin aiheuttaen jopa kalakuolemia. Ilmiö lisää myös ylläpitokalkituksen tarvetta.

Rikkipitoiset sulfidikerrokset voivat olla eri paksuisten maakerrosten alla. Vesiensuojelullisesta näkökulmasta olisi pidättäydyttävä kuivatussyvyyden lisäämisestä niihin asti, niin että nämä kerrokset pysyisivät koko ajan vedellä kyllästyneessä tilassa.

Viljelyn näkökulmasta on hyväksyttävä, että syväjuuristen kasvien viljelyssä on rajoitteita. Ojamaiden levitys on tehtävä tasaisesti ja niitä on ojituksen jälkeen kalkittava voimakkaasti. Ylläpitokalkituksen tarve on suurempi kuin muilla mailla.

Sulfidisavien mekaanisen kuormituksen kesto on heikko, ja ne tiivistyvät helposti. Kevyet koneet ja alhaiset rengaspaineet auttavat tiivistymisen estämisessä. Muokkaustyöt on pyrittävä siirtämään kesän kuivaan aikaan.



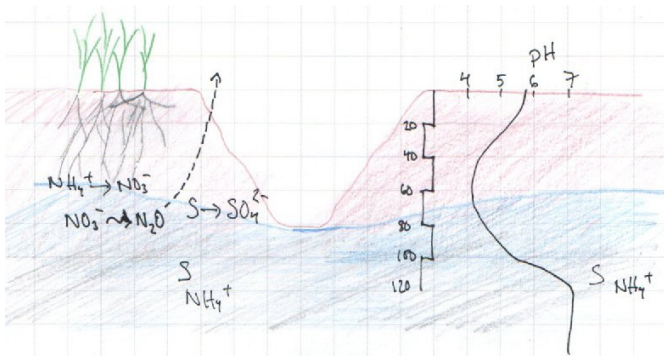
Kuva 1. Litorinameren alue (valkoisella); näillä alueilla happamien sulfaattimaiden esiintyminen on mahdollista. (Åberg 2013).

### Mitä ovat happamat sulfaattimaat?

Happamat sulfaattimaat ovat maita, joiden pohjamaassa on erittäin rikkipitoisia (tyypillisesti 0,5 – 1,0 %) maakerroksia. Ne ovat syntyneet jääkauden jälkeisen Litorinameren aikaan, jolloin meren pohjaan on saveksen mukana vajonnut planktonia. Tämän saven eloperäisen aineksen pitoisuus on korkea ja siinä

on runsaasti rikkiä ja typpeä. Rikki on peräisin merivedestä, ja sitä on kertynyt merisedimenttiin mikrobitoiminnan tuloksena. Rikki esiintyy enimmäkseen erilaisia rikin ja raudan muodostamina yhdisteinä kuten FeS ja FeS<sub>2</sub>.

”Luonnontilassa” nämä rikkipitoiset kerrostumat ovat hapettomissa oloissa syvällä eivätkä juurikaan vaikuta elonkehään. Kun pohjaveden pintaa lasketaan kuivatuksella, nämä luontaisesti hapettomissa oloissa muuttumattomina olevat rikkiyhdisteet hapettuvat, jolloin syntyy rikkihappoa. Se liuottaa maasta mm. alu-



Kuva 2. Sulfaattimaissa on pohjamaassa rikkipitoisia kerroksia, jotka maan kuivuessa hapettuvat, jolloin syntyy rikkihappoa.



Kuva 3: Ruostesakka keväisin avo-ojan pohjalla kertoo sulfaattimaasta. Kuva Petri Leinonen.

miinia ja raskasmetalleja. Kun kuivan kauden jälkeen sataa ja pohjaveden pinta nousee, vesi huuhtelee syntyneen rikkihapon ja muut liukoiset aineet vesistöön. Ne ovat myrkyllisiä kaloille ja muulle vesien elämälle. Veden pH kuivatusajassa voi olla jopa 3.

## Onko tilalla happamia sulfaattimaita?

### 1. Karttapalvelusta riskipisteet

Sulfaattimaita esiintyy enimmäkseen rannikkoseuduilla noin 60 metrin korkeuteen asti. Todennäköiset sulfaattimaa-alueet löytää kartta.paikkatietoikkuna.fi-palvelusta, josta seuraavalla sivulla oleva kuva Vaasan seudulta on otettu. Kartoitusten ja laskelmien perusteella on arvioitu Suomen peltoalasta 50 000-330 000 ha (2-15%) olevan happamia sulfaattimaita, riippuen myös happaman sulfaattimaan määritelmästä (Yli-Halla 2010).

### 2. Avo-ojien ja kaivuumaiden tarkkailu

Varsinkin aikaisin keväällä sulamisvesien aikaan avo-ojien pohjilla esiintyvä ruostehyhmä kertoo happamasta sulfaattimaasta. Hapettomista oloista tuleva liukoinen rauta hapettuu avo-ojassa ja saostuu, mikä näkyy ruostesakkana ojissa.

Syvältä kaivettu, hapettomassa vetisessä ympäristössä ollut maa hapettuu, kun se läjitetään ilmavaan kasaan maan pinnalle. Silloin rautasulfidi hapettuu rikkihapoksi. Mikäli pinnalle kaivetun maan pH laskee yli 0,5 pH-yksikköä, todennäköisesti kyseessä on hapan sulfaattimaa. Kaivuumaiden heikko kasvu tai jopa täydellinen kasvittomuus kertoo myös happamuudesta.

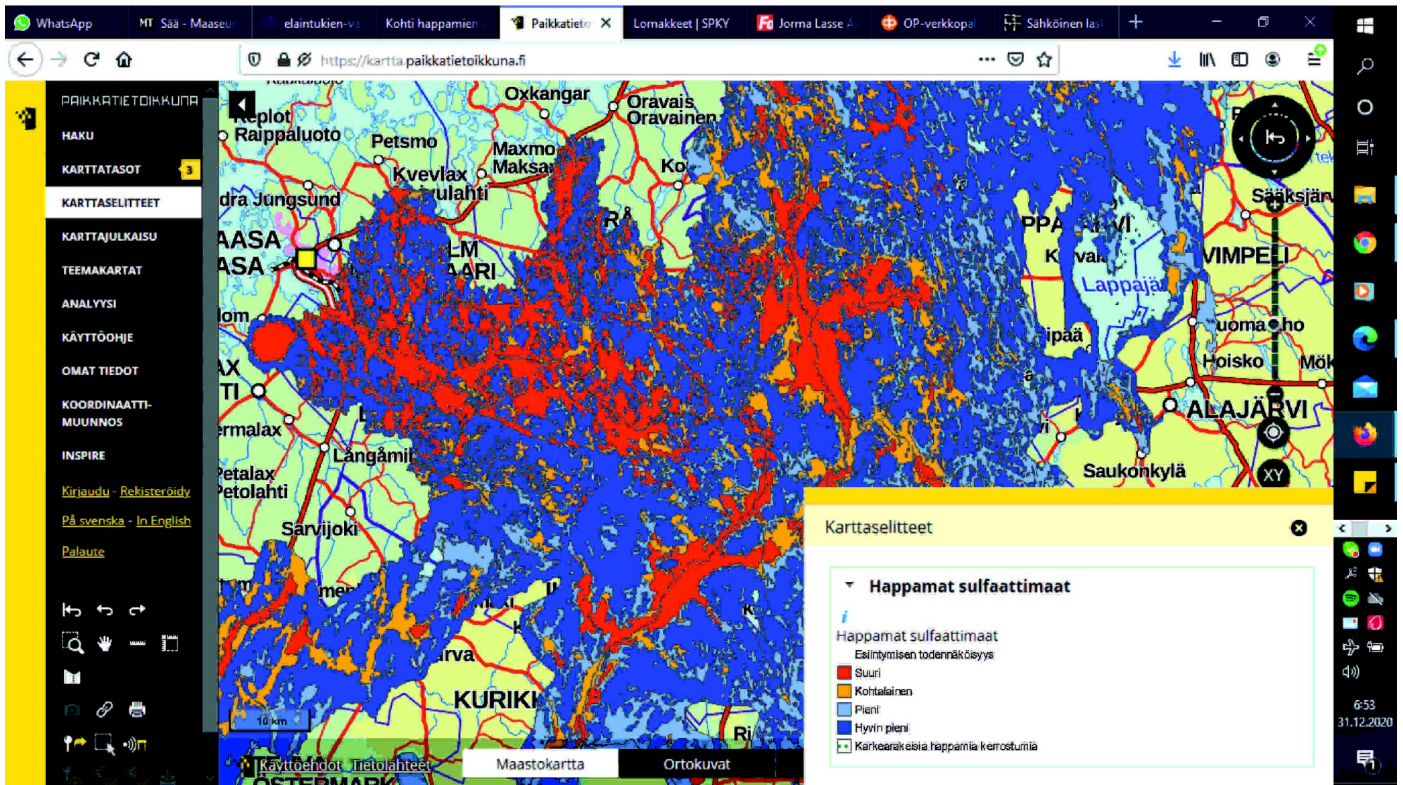
### 3. Viljavuusanalyysin rikkipitoisuus

Viljavuusanalyysin korkea rikkipitoisuus saattaa myös kertoa happamasta sulfaattimaakerroksesta pohja-



<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi>

-> karttatasot -> geologia -> happamat sulfaattimaat (molemmat)  
selityslaatikko: karttaselitteet



Kuva 3. Sulfaattimaan esiintymisen todennäköisyyden voi tarkistaa KarttaPaikka-palvelusta.

maassa. Varmuuden asiasta saa pohjamaan maa-analyysillä. Asiaa voi testata myös ottamalla pohjamaata pieneen maanpäällisen kasaan niin, että se kuivuu. Jos maan pH laskee muutaman viikon aikana yli 0,5 pH-yksikköä, maa lasketaan sulfaattimaihin.

## Erilaisia sulfaattimaita

Sulfaattimaa voi olla eri paksuisina kerroksina eri syvyyksillä maan pinnalta katsoen. Seuraavan sivun kuva on kolmen eri lohkon pH-käyrä (Yli-Halla 2010).

## Kuivatus tuo ongelman esille

Jos pohjamaa pysyy veden kyllästäjänä ("eristettynä ympäristöstä"), on pohjamaan pH noin 7, eikä sieltä

irtoa ympäristön tai viljelyn kannalta haitallisia yhdisteitä. Maan kohoamisen, kuivatuksen ja tulvasuojelutöiden seurauksena aiemmin veden kyllästävät sulfidikerrokset saattavat joutua hapellisiin olosuhteisiin, jolloin ne tuottavat rikkihappoa. Pinnalle kaivetun, ilmastavasti pidetyn (esim. pieni kasa) maan pH saattaa yhden kasvukauden aikana laskea noin pH 3 -tasolle.

Peruskuivatussyvyyden lisäämiseen sisältyykin merkittävä riski happamista päästöistä sekä välittömästi kaivuumaiden hapettumisesta että kuivatetun maakeroksen vähittäisestä kuivumisesta johtuen. Kun sulfidi on hapettunut ja muuttunut rikkihapoksi, se on myös altis huuhtoutumiselle (=hapan kuormitus vesistöön). Kun ylimääräinen rikki on vuosien kuluessa hapettunut

Tietokortti on tehty osana Maaneuvo-hankkeen Maaneuvo-valmennusta. Hanketta toteuttavat BSAG, Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti, ProAgria ja Suomen ympäristökeskus.

ja huuhtoutunut, ei happokuorma ole enää tavanomaista suurempi.

Mikäli sulfidipitoinen pohjamaa onnistutaan pitämään pohjaveden pinnan alapuolella, ongelmia ei ole. Kuivina kesinä pohjaveden pinta laskee kuitenkin yleensä selvästi alle peruskuivatussyvyyden, jolloin normaalisti hapettomassa tilassa oleva sulfidipitoinen pohjamaa hapettuu. Sateiden jälkeen vesi huuhtelee rikkihapon ja sen maasta liuottamat ainesosat liikkeelle kuivatusvesien mukana.

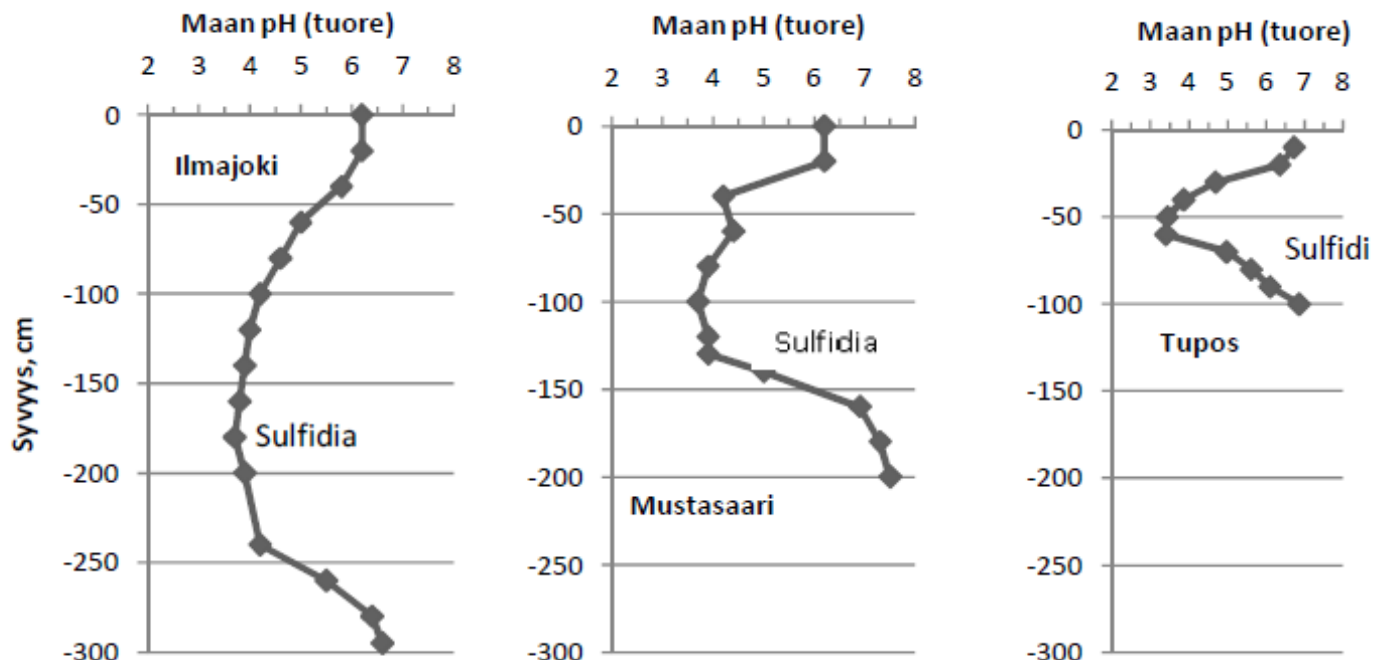
Happamuutta nousee kapillaarisesti myös ylempiin maakerroksiin, aina muokkaussyvyyteen asti. Tästä aiheutuu lisääntyvää ylläpitokalkituksen tarvetta. Tutkimusten mukaan salaojitetun pellon happokuormitus ympäristöön on suurempi kuin avo-ojitetulla pellolla, mutta toisaalta ylläpitokalkituksen tarve on vähäisempi (Palko 1994).

Periaatteessa salaojien kautta voidaan alakautta kaste-

luna pitää pohjaveden pintaa korkealla koko ajan. Näin pohjamaan hapettuminen ja happokuormitus voitaisiin estää. Järjestelmä edellyttää, että kasteluvettä on saatavilla, mikä pienissä vesistöissä saattaa olla rajoittava tekijä. Tutkimusten mukaan ero tavanomaiseen salaojittukseen on kuitenkin vähäinen (Yli-Halla 2020).

### Mitä viljelijän (ei) pitäisi tehdä?

1. Ympäristönäkökulmasta pitäisi pidättäytyä kuivatussyvyyden lisäämisestä. Pitkään tietyllä peruskuivatussyvyydellä viljeltyjen peltojen happokuorma on suurelta osin ilmeisesti jo huuhtoutunut vesistöihin.
2. Mikäli kuivatussyvyys on riittämätön, ollaan vaikean kompromissin edessä. Joko pitää hyväksyä ympäristökuormitus tai sovittaa viljely matalaan ja puutteelliseen kuivatukseen. Salaojitus pitää toteuttaa vedenalaisena (säättö)salaojituksena, muuten hapettumisen yhteydessä syntyvä ruostesakka tukkii sala-ojat muutamassa vuodessa. Salaojien huuhteluun on muutenkin panostettava.



Kuva 5. Maan pH kolmella happamalla sulfaattimaalla. Ilmajoella sulfidipitoinen kerros alkoi 190 cm syvyydessä, Mustasaares-  
sa 110 cm syvyydessä ja Tupoksessa 65 cm syvyydessä (Yli-Halla 2010).

Tietokortti on tehty osana Maaneuvo-hankkeen Maaneuvo-valmennusta. Hanketta toteuttavat BSAG, Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti, ProAgria ja Suomen ympäristökeskus.

3. Erityisesti alueilla, joilla sulfidikerros on suhteellisen lähellä pintaa (alle metri), on viljelyn sopeuduttava myös matalahkoon aktiiviseen maakerrokseen (kasvien näkökulmasta). Esimerkiksi matalajuurinen alsikeapila syväjuurisen puna-apilan sijasta. Kasteroista lienee turha haaveilla.
4. Pellon mekaanisen kuormituksen rajoittaminen on tavanomaistakin tärkeämpää. Siis kevyet koneet ja teknologiavalinnat, hyvä rengastus, mahdollisuuksien mukaan aikaisimpien ja myöhäisimpien (=märimpien) peltotöiden siirtäminen kuivemmille kausille keskemälle kesää.

## Lähteitä ja lisätietoa:

Kivinen, E. 1944. Aluna- eli sulfaattimaista. Maataloustieteellinen aikakauskirja 16:147-161.

Kohti happamien sulfaattimaiden hallintaa. Ehdotus happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivoiksi. Työryhmämuistio, Maa- ja metsätalousministeriö, 31.1.2009 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80880>

Paasonen-Kivekäs, M., & Yli-Halla, M. (2005). A comparison of nitrogen and carbon reserves in acid sulphate and non acid sulphate soils in western Finland. Agricultural and Food Science, 14(1), 57-69. DOI: <https://doi.org/10.2137/1459606054224174>

Palko, J. 1994. Acid sulphate soils and their agricultural and environmental problems in Finland. Acta Universitatis Ouluensis, Series C, Technica 75. (väitöskirja, useita tieteellisiä artikkeleita). <https://oula.finna.fi/oamk/Record/oy.993348813906252?lng=en-gb>

Yli-Halla, M. 2010. Happamien sulfaattimaiden luokittelu ja viljelyn vaihtoehdot. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 26. DOI: <https://doi.org/10.33354/smst.75806>

Yli-Halla, M. ym. 1999. Area of cultivated acid sulfate soils in Finland. Soil Use and Management 15:62-67. <https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-2743.1999.tb00065.x>

Yli-Halla M., ym. 2020. Nitrogen stocks and flows in an acid sulfate soil. Environmental Monitoring and Assessment 192, Article number 751. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-020-08697-1>

ment 192, Article number 751. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-020-08697-1>

Åberg, S. 2013. Litorina-meren ylin ranta Suomessa. Pro Gradu, Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja Maantieteiden laitos, Geologian osasto. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41683/pro\\_gradu\\_thesis\\_scaberg.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41683/pro_gradu_thesis_scaberg.pdf?sequence=1)

## Linkkejä:

Mitä ovat happamat sulfaattimaat: [https://lansi-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/2\\_harkonen\\_mita\\_ovat\\_happamat\\_sulfaattimaat\\_12.4.2019.pdf](https://lansi-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/2_harkonen_mita_ovat_happamat_sulfaattimaat_12.4.2019.pdf)

Paikkatietoikkuna: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>

Kiitokset Markku Yli-Hallalle rakentavista sisällöllisistä ja sisällön muokausehdotuksista.

**Julkaisija:** Muistikortti on tehty osana Maaneuvo-hankkeen Maaneuvo-valmennusta. Hanketta toteuttavat BSAG, Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti, ProAgria ja Suomen ympäristökeskus.

**Kirjoittajat:** Petri Leinonen, Elomestari Oy ja Jukka Rajala, Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti

<https://www.helsinki.fi/fi/ruralia-instituutti/koulutus/maaneuvo>

**CC BY-SA 4.0**

Tietokortti on tehty osana Maaneuvo-hankkeen Maaneuvo-valmennusta. Hanketta toteuttavat BSAG, Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti, ProAgria ja Suomen ympäristökeskus.