

Viljely happamilla sulfaattimailla - tuloksia Söderfjärdenin pilottikoosteesta kuormituksen vähentämiseksi

Mari Lappalainen, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus

5.5.2021

Johdanto

Itämeri kärsii rehevöitymisestä ja hapen puutteesta, mikä on lisännyt paineita parantaa mereen laskevien jokivesien tilaa. Syy jokien huonoon kemialliseen ja ekologiseen tilaan ei ole vain ravinnekuormassa, vaan myös happamassa sulfaatti- ja metallikuormassa. Happamat sulfaattimaat ovat syynä erityisesti Pohjanmaan jokien huonoon tilaan (Vaikuta vesiin 2021). Samalla happamat sulfaattimaat ovat viljavia, joten näiltä mailta tulee myös merkittävää ravinnekuormaa (Yli-Halla ym. 2020).

Happamia sulfaattimaita pidettiin pitkään vain maatalouden ongelmana ja happamuutta on torjuttu muokkauskerroksen kalkitsemisella. Myöhemmin huomattiin, että happamuus vaikuttaa myös esimerkiksi kalatalouteen ja pinta- ja pohjavesien tilaan. Kuivatusvesien mukana vesistöön on huuhtoutunut huomattavat määrät haitallisia metalleja. Yksi näkyvimmistä happamien sulfaattimaiden vaikutuksista ovat ajoittaiset kalakuolemat. Peltojen salaojituksen ja muun ojitustoiminnan lisääntyessä 1960-luvulta lähtien happamuusongelmat korostuivat ja tutkimustoiminta alkoi lisääntyä. Tutkimukseen perustuvaa ohjeistusta näillä mailla toimimiseen on alkanut tulla vasta vuosituhannen vaihteen jälkeen ja sitä edelleen kehitetään.

Happamat sulfaattimaat esiintyvät Suomessa pääosin viimeisen jääkauden jälkeisen Litorinameren alueella, jossa merenpohjan hapettomiin sedimentteihin kerrostui rautasulfideja. Näiden sedimenttien alkaliniteetti (kyky neutraloida happoa) on matala. Hapan sulfaattimaa kehittyy, kun maankuivatuksen seurauksena rikkiyhdisteet hapettuvat ja muodostuvan rikkihapon seurauksena pH laskee. Maahan sitoutuneet metallit muuttuvat pH:n laskiessa liukoiseen muotoon ja huuhtoutuvat maasta edelleen vesistöön.

Ilmastonmuutos saattaa lisätä kuivia jaksoja, jolloin pohjavedenpinta laskee ja altistaa lisää sulfidimaita hapettumiselle. Maakohoaminen Pohjanmaalla voi lisätä kuivatusvaikutusta. Koska tavoitteena on kestävä maa- ja metsätalous alueella myös tulevaisuudessa, menetelmien kehittäminen on tärkeää.

Tässä kirjoituksessa tarkastellaan Söderfjärdenin tutkimushankekokonaisuutta, jossa on testattu erilaisten maankuivatusmenetelmien vaikutuksia happaman kuormituksen vähentämiseksi sulfidipitoisilta pelloilta.

Menetelmät

Tärkein keino vähentää happamien sulfaattimaiden vesistövaikutuksia on vähentää sulfidien hapettumista (Österholm ym. 2015). Peltojen viljelykunnan ylläpitämiseksi tarvitaan kuitenkin peltojen kuivatusta etenkin keväällä. Säätosalaojitusta, eli salaojitusta, jossa säätoikaivojen kautta voidaan padota vettä pellolla, on testattu jo aiemmin, mutta menetelmä ei ole merkittävästi vähentänyt kuivimpien kausien pohjavedenpinnan laskua. Syiksi on esitetty mm. voimakasta haihduntaa ja oikovirtauksia, eli veden karkaamista kuivan maan halkeamien kautta (Österholm ym. 2015).

Oikovirtauksien estämiseksi Söderfjärdenin koekentän peltolohkot eristettiin ympäröivistä alueista pystysuoralla muovikalvolla. Muovikalvo ylettyy muokkauskerroksen alareunasta (30 cm syvyydestä) hapettomaan kerrokseen, 1,8 m syvyyteen. Haihduntaa kompensoitiin osalla koelohkoista altakastelulla, eli pumppaamalla viereisestä valtaojasta vettä säätoikaivon kautta salaojaputkistoon.

Koekentällä vertailtiin kolmea kuivatusmenetelmää, 1) perinteistä salaojitusta, 2) säätosalaojitusta ja 3) säätosalaojitusta yhdistettynä kasteluun salaojien kautta. Kentällä on seurattu veden määrää ja laatua sekä ravinteita niin kentällä kuin valtaojaan huuhtoutuvasta vedestä.

Tulokset

Österholmin ym. (2015) mukaan pohjavedenpinta laski perinteisen salaojituksen peltolohkolla kesän lopulla tyypillisesti melkein 2 m syvyyteen. Säätosalaojitus viivästi pohjavedenpinnan laskua lyhentäen maan hapettumiselle altista ajanjaksoa. Kun säätosalaojituksen yhdistettiin kastelu, pohjavedenpintaa pystyttiin pitämään n. 1 m syvyydessä tai ylempänä koko kesäkauden ajan, estäen kriittisten sulfidikerrosten hapettumista syvemmillä maassa. Käsittelyjen erot kokonaisvirtaaman ja maaperäkemian suhteen olivat pieniä tutkitulla ajanjaksolla (Österholm ym. 2015).

Borealisissa olosuhteissa sadanta ylittää haihdunnan vuositasolla, mutta haihdunta oli koekentällä voimakasta etenkin loppukesästä (Österholm ym. 2015). Nostettu pohjavedenpinta yhdistettynä voimakkaaseen haihduntaan voi johtaa sulfaattisuolojen kapillaariseen nousuun kohti maan pintaa, mikä lisää kalkitustarvetta. Kapillaarinoususta saatiin viitteitä Söderfjärdenin kokeessa, mutta suolat näyttivät huuhtoutuvan maakerroksesta sateiden ansiosta (Österholm ym. 2015).

Hapettuneissa kerroksissa ei havaittu merkittävää pelkistymistä eli sulfidien muodostumista, huolimatta nostetusta pohjaveden pinnasta (Österholm ym. 2015). On mahdollista, että sulfidien muodostuminen on niin pitkä prosessi, ettei sitä ehditty havaita kokeessa. Muita syitä ovat kylmä maaperä, puuttuva orgaaninen aines, joka voisi stimuloida pelkistysprosesseja ja toisaalta reaktiivisten rautaoksidien runsaus (Österholm ym. 2015).

Typpivarasto ei-happamalla maalla tavallisesti pienenee syvemmällä maaprofiilissa, koska typen esiintyminen liittyy orgaanisen aineksen esiintymiseen. Happamalla sulfaattimaalla tilanne osoittautui päinvastaiseksi (Yli-Halla ym. 2020). Yli-Halla ym. (2020) huomasivat, että suurimmat typpivarastot maassa olivat muokkauskerrosta alempana, vaihtelevissa redox-olosuhteissa. Runsasta typen kulkeutumista tästä kerroksesta tapahtui kasvillisuuteen sitoutumalla, huuhtoutumalla ja kaasumission muodossa, johtaen negatiiviseen typpitaseeseen (Yli-Halla ym. 2020). Hapettuneessa kerroksessa nitraattityppi dominoi, kun taas ammonium vallitsi syvemmällä, hapettomissa oloissa, josta sitä nitrifikoitui lyhyiden hapellisten kausien aikana. Poistuva nitraatti huuhtoutui osittain sellaisenaan ja osittain haihtui denitrifikaation kautta N_2O - tai N_2 -kaasuna.

Typpianalyysien keskeinen tulos oli, että maasta poistuva typpimäärä (huuhtouma + emissio + satoon sitoutunut typpi) oli huomattavasti suurempi kuin vuotuisen lannoituksen mukana tullut typpi (Yli-Halla ym. 2020). Ei-happamassa maassa typpilannoitteen määrä yleisesti ylittää poistuvan typen määrän. Satotulokset ylittivät reilusti keskimääräisen suomalaisen sadon määrän. Jo pelkästään satoon sitoutunut typen määrä ylitti peltoon levitetyn lannoitetypen määrän. Hyvä maan rakenne ja sopiva vesitalous saattoi edistää typen sitoutumista viljaan (Yli-Halla ym. 2020).

Yli-Hallan ym. (2020) tulokset eivät vahvistaneet hypoteesia, että nostettu pohjavedenpinta vähentäisi typpihuuhtoumaa. Nostettu pohjavedenpinta vähentää typen mineralisaatiota lisäämällä hapettomien jaksojen määrää maassa ja voisi näin vähentää typpihuuhtoumaa ja N_2O -emissioita. Näyttää siltä, että suuri typpivarasto vaikutti typen huuhtoutumiseen enemmän kuin typen mineralisaatio. Suuret typpivarastot aiheuttavat myös suuret N_2O -emissiot. Poikkeuksellisen suuren N_2O -emission syynä voi olla matala pH tai mikrobiston koostumus, joka ei suosi N_2O :n pelkistymistä.

Tulokset viittaavat siihen, että typpilannoituksen määrää happamilla sulfaattimailla voisi vähentää. Jatkotutkimusta tarvitaan typpivirtojen ja -varastojen tarkemmasta ajallisesta ja paikallisesta vaihtelusta.

Johtopäätökset

Yhdistämällä säätösalaajitus altakasteluun saadaan pohjavedenpinta pidettyä toivotulla korkeudella, mikä vähentää sulfidien hapettumista. On kuitenkin epäselvää, kuinka jo hapettuneita yhdisteitä saataisiin pelkistettyä takaisin ja kuinka kauan kestää, että pelkistyminen on havaittavissa maaperässä. Selvää on, että prosessit maassa ovat hitaita, eikä nostetun pohjavedenpinnan vaikutukset näy maassa välittömästi. Kymmenen vuotta on näille prosesseille lyhyt aika ja tästä syystä seuranta tulee jatkaa.

Voidaan kysyä, kuinka kauan kuivatettu maa toimii sulfaattien lähteenä ja väheneekö happamuuspotentiaali ajan kuluessa. On huomattu, että hienorakeisilla mailla varastot ovat niin suuret, ettei edes sadan vuoden ojitushistoria juuri vähennä happamuutta. Myös uusia sulfideja syntyy, jotka taas

kuivina ajanjaksoina pääsevät hapettumaan ja muodostamaan happamuutta. Näyttää siltä, että tärkeintä on pyrkiä pitämään pohjaveden pinta tasaisena ja välttää notkahduksia kuivina aikoina.

Söderfjärdenin koekentän aineistoon perustuvia julkaisuja on valmisteilla lisää, mutta koetoimintaa tulee myös jatkaa. Salaojitus pelloilla tehostaa maankuivatusta siinä mittakaavassa, että tutkimus on tärkeää ja erilaisia menetelmiä tulee kehittää myös jatkossa. Happamien sulfaattimaiden turvetuotanto- ja metsäojitusalueet ovat toinen alue, jolla virtauksen säätömenetelmiä (esim. putkipadot) tutkitaan. Maatalouspuolen tutkimustulokset eivät sellaisenaan sovellu metsiin, mutta tieto nostetun pohjavedenpinnan vaikutuksista huuhtoumiin tukee maaprosessien ymmärrystä myös happamien sulfaattimaiden metsissä.

Ilmastonmuutos tulee todennäköisesti lisäämään kuivia jaksoja, joten on tärkeää varautua näihin muutoksiin, esimerkiksi säätösalaajituksen avulla. Kasteluveden turvaamiseksi valtaajiin on kehitetty säätöpatoja, jotka pidättävät vettä ojassa kuivien jaksojen aikana. Söderfjärdenillä on toteutettu tällainen patopilotti, nimeltään SB Dam, jota seurataan KLIVA-hankkeessa. Pato on asennettu 2018, joten lisää tietoa padon vaikutuksista on tulossa lähivuosina.

Lähteet

Vaikuta vesiin. 2021. Ehdotus Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmaksi vuosiksi 2022-2027. Osa 1. Kuultavana 2.11.2020-14.5.2021 välisen ajan.

https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vaikuta_vesiin

Yli-Halla M., Virtanen S., Regina K., Österholm P., Ehnvall B. ja Uusi-Kämpä J. 2020. Nitrogen stocks and flows in an acid sulfate soil. *Environ Monit Assess* 192: 751. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08697-1>

Österholm P., Virtanen S., Rosendahl R., Uusi-Kämpä J., Ylivainio K., Yli-halla M., Mäensivu M. ja Turtola E. 2015. Groundwater management of acid sulfate soils using controlled drainage, by-pass flow prevention, and subsurface irrigation on a boreal farmland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*. <http://dx.doi.org/10.1080/09064710.2014.997787>