

Seinäjoen
ammattikorkeakoulun
julkaisusarja

B

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anna Saarela, Heikki Harmanen & Juha Tuorila

HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN HUOMIOIMINEN TILUSJÄRJESTELLYISSÄ

Jalasjärven Luopajärvi ja Ilmajoen Tieksin
alue (Etelä-Pohjanmaa), Siikajoen Karinkanta
(Pohjois-Pohjanmaa)

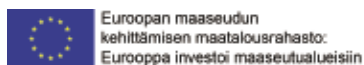
Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja
B. Raportteja ja selvityksiä 97

Anna Saarela, Heikki Harmanen & Juha Tuorila

HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN HUOMIOIMINEN TILUSJÄRJESTELYISSÄ

Jalasjärven Luopajärvi ja Ilmajoen Tieksin
alue (Etelä-Pohjanmaa), Siikajoen Karinkanta
(Pohjois-Pohjanmaa)

SeAMK 
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



OAMK
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Seinäjoki 2014

Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja
Publications of Seinäjoki University of Applied Sciences

- A. Tutkimuksia Research reports
- B. Raportteja ja selvityksiä Reports
- C. Oppimateriaaleja Teaching materials
- D. Opinnäytetöitä Theses

SeAMK julkaisujen myynti:

Seinäjoen korkeakoulukirjasto
Kalevankatu 35, 60100 Seinäjoki
puh. 020 124 5040 fax 020 124 5041
seamk.kirjasto@seamk.fi

ISBN 978-952-7109-12-0 (verkkojulkaisu)
ISSN 1797-5573 (verkkojulkaisu)

Tiivistelmä

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luonnollisesti esiintyviä rikkipitoisia vanhan merenpohjan sedimenttejä. Suomessa happamia sulfaattimaita esiintyy lähinnä Pohjalahden rannikolla Sirppujoen ja Liminganlahden välisellä rannikkoalueella. Maatalouskäytössä happamia sulfaattimaita arvioidaan olevan noin 67 000–130 000 hehtaaria. Happaman sulfaattimaan tunnistaminen peltomaasta voi olla hankalaa, sillä kerrostuma sijaitsee muokkauskerroksen alapuolella. Sulfaattimaa voi paljastua esimerkiksi ojia kaivettaessa. Hapan sulfaattimaa aiheuttaa ongelmia ympäristölle, kun sitä kuivataan ja muokataan viljelykelpoiseksi ja maaperän sulfidikerros pääsee kosketuksiin hapen kanssa.

Happamia sulfaattimaita ei ole sellaisenaan huomioitu nykyisessä lainsäädännössä, mutta maankäytön suunnittelussa, kuten ojitustoiminnassa, sulfaattimaiden riskit huomioidaan lupia myönnettäessä.

Kansallinen happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen strategia valmistui vuonna 2011. Uudessa, valmisteilla olevassa Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmassa 2014–2020 happamien sulfaattimaiden vesiensuojeluun liittyy uusia ohjauskeinoja. Happamoitumisen estämiseksi sulfaattimaa tulisi pitää pohjaveden kyllästyksenä, jolloin kerrostuma ei pääse hapettumaan. Sulfaattimailla happamoitumista hillitseviä keinoja ovat mm. säätösalaajitus ja -kastelu, kalkkisuodinojat sekä pilottina toteutettu, säätösalaajitukseen liittyvä muovikalvon asentaminen lohkon ympärille. Ongelmallisimmilla mailla voidaan pellot siirtää pitkäaikaiselle nurmelle, laiumiksi tai viljellä pienemmän kuivatussyvyyden vaativia kasveja.

Tilusjärjestelyissä tehdään tyypillisesti perusparannustoimia, kuten ojituksia ja peltoteiden korjauksia laajalle alalle, jolloin toimenpiteiden vesiensuojellinen näkökulma on erityisen tärkeää. Sulfaattimaiden sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia on tutkittu maassamme vasta vähän ja lisätietoa tarvitaan. Tämän selvityksen tavoitteena oli kartoittaa, miten happamia sulfaattimaita huomioidaan vai huomioidaanko lainkaan tilusjärjestelyjä tehtäessä. Selvityksen kohderyhmä oli tilusjärjestelyihin osallistuneita toimijoita kolmella alueella Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla.

Haastatelluille maanomistajille happamat sulfaattimaat tai niiden esiintyminen omilla mailla ei ollut kovin hyvin tiedossa. Ojitussuunnittelijoille ja lupaviranomaisille happamat sulfaattimaat ja niiden aiheuttamat riskit sen sijaan olivat tuttuja. Tilusjärjestelyissä happamia sulfaattimaita ei viljelijöiden mukaan kuitenkaan erikseen huomioitu. Mahdolliset toimenpiteet, mitä viljelijät voi-

sivat tehdä happamien valumien riskiä vähentääkseen, olivat pitkäaikainen nurmi sekä säätösaloitus ja -kastelu. Selvityksessä kävi ilmi sulfaattimaista saatavilla olevan tiedotusmateriaalin olevan hajanaista ja tiedonvälitykselle ja koulutukselle olevan selkeää tarvetta.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ESIPUHE	7
1 JOHDANTO	9
2 MITÄ HAPPAMAT SULFAATTIMAAT OVAT JA HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN SYNTY	11
3 HAPPAMAT SULFAATTIMAAT VESIENSUOJELUN JA VILJELYN KANNALTA	13
3.1 Happamien sulfaattimaiden tunnistaminen maastossa	16
3.2 Sulfaattimaaesiintymän arviointi ojavesistä	18
4 HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN HUOMIOIMINEN LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ JA TOIMENPIDEOHJELMISSA	20
5 KÄYTÖSSÄ OLEVIA HAPPAMUUDEN TORJUNNAN KEINOJA	22
5.1 Säätosalaojitus ja säätökastelu happamuuden torjumisessa	22
5.2 Muita keinoja vähentää pelloilta tulevaa hapanta valumaa	26
6 TILUSJÄRJESTELYÄ KOSKEVAT OHJEET JA SUOSITUKSET	29
7 HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN HUOMIOIMINEN TILUSJÄRJESTELYISSÄ - HAASTATELUSELVITYS	30
7.1 Tutkimusalueet	30
Luopajärvi	30
Karinkanta	31
Ilmajoen tilusjakoalue	32
7.2 Haastattelut	33
8 YHTEENVETO JA JATKOSELVITYSTARPEET	40
LÄHTEET	43
LIITE 1. SAATEKIRJE	47
LIITE 2. KYSYMYKSET	48
LIITE 3. SUOSITUKSIA HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN HUOMIOIMISEKSI TILUSJÄRJESTELYISSÄ	51

TAULUKOT

Taulukko 1. Happaman sulfaattimaan riskiluokitus Edénin ym. (2014) mukaan	12
Taulukko 2. Suuntaviivoja happaman sulfaattimaan tunnistamiseen Edénin ym. (2014) mukaan.....	17
Taulukko 3. Luopajäven järvikuiivion alueelta 9.4.14 otettujen vesinäytteiden analyysituloksia	19
Taulukko 4. Arvio happamien sulfaattimaiden happamuuden hallinnan toimenpiteistä maataloudessa Happamien sulfaattimaiden... (2011) mukaan	28

KUVIOT

Kuvio 1. Pintavesien ekologinen tila Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla vuonna 2013	14
Kuvio 2. Sulfaattimaiden huomioiminen viljelyssä Nuotion (2009) mukaan.....	27
Kuvio 3. Luopajärven kartoituspisteet. © Geologian tutkimuskeskus.....	31
Kuvio 4. Karinkannan kartoituspisteet. © Geologian tutkimuskeskus	32
Kuvio 5. Ilmajoen kartoituspisteet. © Geologian tutkimuskeskus.....	33
Kuvio 6. Haastatellut maanviljelijät (n=33) tunnistivat happaman sulfaattimaan vaihtelevasti	34
Kuvio 7. Maanviljelijät olivat tietoisia tilallaan esiintyvistä sulfaattimaista eniten perimätiedon perusteella	35
Kuvio 8. Maanviljelijöiden arviot omilla pelloillaan esiintyvistä sulfaattimaasta (n=31)	36
Kuvio 9. Haastateltujen maanviljelijöiden (n=33) kiinnostus eri toimenpiteisiin happamoitumisen hillitsemiseksi	36

KUVAT

Kuva 1. Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on tyypillisesti väriltään tumman harmaata tai mustaa. Hapettuneessa maakerroksessa erottuu rautasaostumia	17
Kuva 2. Reunamuovin tarkoitus on ylläpitää pohjavesi riittävän korkealla ojan vierustan helpommin kuivuvalla alueella.....	26

ESIPUHE

Tässä raportissa tarkastellaan happamien sulfaattimaiden huomioimista tilusjärjestelyissä Pohjois-Pohjanmaalla Siikajoen Karinkannan tilusjakoalueella ja Etelä-Pohjanmaalla Jalasjärven Luopajärvellä sekä lisäksi Ilmajoen Tieksin alueella, jossa tilusjärjestelyä vasta suunnitellaan. Selvitys kuuluu Hydro-Pohjanmaa -hankkeen toimenpiteisiin. Hankkeen tavoitteena on löytää keinoja maatalouden vesistökuormituksen vähentämiseksi ja sitä toteuttavat yhteistyössä Seinäjoen ja Oulun ammattikorkeakoulut. Rahoitus on saatu Manner-Suomen maaseutuohjelmasta Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan Ely-keskusten myöntämänä.

Tekijät kiittävät selvityksessä mukana olleita maanviljelijöitä, ojitussuunnittelijoita ja -urakoijia sekä viranomaisia ja asiantuntijoita. Kiitos kuuluu myös raportin esitarkastajille, Samu Palanderille, Jussi Esalalle ja Heikki Koskimiehelle.

Ilmajoella 27.11.2014

Anna Saarela

1 JOHDANTO

Happamia sulfaattimaita esiintyy paikoitellen koko maapallolla, pääosin tropiikissa Kaakkois-Aasiassa, Länsi-Afrikan rannikolla sekä Australiassa ja USA:ssa. Pohjolassa, lähinnä Suomen ja Ruotsin rannikkoalueella esiintyvät happamat sulfaattimaat ovat syntyneet jääkauden jälkeisen Litorinameren pohjasedimenteissä ja täällä esiintymä on kooltaan Euroopan laajin.

Suomessa happamia sulfaattimaita esiintyy lähinnä Suomen- ja Pohjanlahden rannikolla Sirppujoen ja Liminganlahden välisellä rannikkoalueella Etelä-Suomessa noin 40 metrin ja Pohjois-Suomessa noin 100 metrin korkeuskäyrän alapuolella. Kartoitustyötä on tehty Suomessa mm. Åbo Akademiassa, Helsingin yliopistossa sekä Suomen ympäristökeskuksessa ja Geologian tutkimuskeskuksessa. Geologian tutkimuskeskus (GTK) aloitti happamien sulfaattimaiden yleiskartoituksen vuonna 2009, jonka perusteella niiden esiintymisen laajuus ja riskiluokat voidaan määrittää. Kartoituksen arvioitiin valmistuvan vuoteen 2015 mennessä, mutta tähän mennessä tehdyn työn perusteella jatkoaikaa tarvitaan. Potentiaaliset happamat sulfaattimaat ovat usein hyvin paikallisia, joten paikalliset havainnot ja maanäytteet ovat edelleen tarpeen happamien sulfaattimaiden tarkempaa esiintymistä määrittäessä.

Vesiputedirektiivin edellyttämää, pintavesien hyvää tilaa ei Länsi-Suomessa pystytä saavuttamaan 2015 mennessä osin happamilta sulfaattimailta tulevan kuormituksen takia. Pohjanmaalla ravinnekuormituksen lisäksi vesien kemiallista laatua huonontavat raskasmetallit, joiden liukoisuus kasvaa happamassa maassa. Uudessa vesienhoitosuunnitelman (2016–2021) luonnoksessa pintavesien hyvän tilan tavoite on veloitettu toteutuvaksi viimeistään vuonna 2027.

Vuonna 2011 valmistui happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämiseen perustetun työryhmän raportti ”Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivat vuoteen 2020”. Sen keskeisiä tavoitteita on edistää happamuuden hallinnan ohjauskeinoja sekä kehittää kestäviä maankäytön ja kuivatuksen ratkaisuja. Strategiassa kirjatus, vuoteen 2020 ulottuvan vision mukaan sulfaattimaiden erityistarpeet on sisällytetty kansalliseen lainsäädäntöön ja tukijärjestelmiin. Visiossa todetaan edelleen, että happamien sulfaattimaa-alueiden toimijat ovat tietoisia alueensa erityispiirteistä ja tarvittavista kustannustehokkaista toimenpiteistä. Haittojen vähentämiseksi tehtävien toimenpiteiden tulisi olla tehokkaita, vaikutuksiltaan todennettuja ja riittävän luotettavaan kartoitustietoon perustuen vaikeimmille ongelma-alueille kohdistettuja.

Tässä raportissa tarkastellaan happamien sulfaattimaiden huomioimista maatalouden tilusjärjestelyjä tehtäessä, jolloin kuivatus- ym. perusparannustoimenpiteitä tehdään laajalla alueella. Selvitys tehtiin haastattelututkimuksena kolmen tilusjärjestelyalueen toimijoille. Haastattelun tulosten perusteella on laadittu kooste hyvistä käytänteistä kun tilusjärjestelyjä tehdään happamien sulfaattimaiden alueella.

2 MITÄ HAPPAMAT SULFAATTIMAAT OVAT JA HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN SYNTY

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luonnollisesti esiintyviä rikkipitoisia vanhan merenpohjan sedimenttejä, jotka ovat maalajiltaan tyypillisesti savea, hiesua tai hienoa hietaa ja sisältävät orgaanista materiaalia (liejua). Meren pohjan hapettomissa olosuhteissa kasvijätteestä ja meriveden sulfaatista syntyi bakteerien toimesta rikkiyhdisteitä, jotka ovat ajan kuluessa muodostaneet sulfidisavikerrostumia. Suomessa ja Ruotsissa yleisin happamien sulfaattimaiden rautasulfaatti on maaperässä mustana erottuva rautamonosulfidi (FeS). Vedellä kyllästettynä sulfidisedimentti ei ole ympäristölle haitallista ja sen pH-arvo on lähellä neutraalia, yleensä pH 6–7. Hapellisissa oloissa maaperässä oleva rikki hapettuu rikkihapoksi (H_2SO_4) ja maan pH laskee sulfidikerroksissa keskimäärin pH arvosta 6–7 alle 4,5:een ja paikoin jopa alle 3,5:een (Edén ym. 2012). (Uusi-Kämpä ym. 2013; Yli-Halla 2012.)

Suomen rannikolla happamat sulfaattimaakerrokset ovat syntyneet Itämeren lämpimämmän ja suolaisemman Litorinavaiheen aikana noin 7000–9000 vuotta sitten. Litorinameren ylin rantaviiva rajaa happamien sulfaattimaiden esiintymistä, joka vaihtelee noin 40 metrin korkeuskäyrältä noin 100 metrin korkeudelle meren pinnan yläpuolelle. Happamista sulfaattimaista noin 70 % arvioidaan sijaitsevan Pohjanmaalla Kristiinankaupungin ja Oulun välisellä alueella. Litorinameren altaan lisäksi happamia sulfaattimaita esiintyy paikoitellen mustaliuskealueilla Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa sekä Hämeessä ja Pohjois-Savossa. Nykyisen Itämeren pohjassa syntyy edelleen happamia sulfaattisedimenttejä, jotka maankohoamisen myötä kuivuvat ja maakerrokset pääsevät hapettumaan. (Happamien sulfaattimaiden... 2011.)

Happamat sulfaattimaat jaetaan todelliseen ja potentiaaliseen happamaan sulfaattimaahan, jotka esiintyvät yleisesti yhdessä maaperässä. Pohjaveden alapuolella olevaa kemiallisesti vakaata maata kutsutaan potentiaaliseksi happamaksi sulfaattimaaksi. Luontaisen maankohoamisen ja ihmisen aikaansaaman maankäytön, kuten ojituksen ja maiden kuivatuksen myötä pohjaveden pinta laskee ja sulfidisedimentit altistuvat hapettumiselle. Hapettumisen seurauksena rikkiyhdisteiden kemiallisissa reaktioissa syntyy rikkihappoa ja maasta tulee todellinen hapan sulfaattimaa.

Happamien sulfaattimaiden luokitteluun on laadittu suomalaisiin oloihin mukautetut määritelmät. Riskiluokituksessa määritetään sulfidin esiintymissyvyys kuusiportaisella asteikolla (taulukko 1). Luokassa 1 sulfidikerros on korkeintaan metrin syvyydessä maanpinnasta ja luokat 2–4 jatkuvat puolen

metrin välimatkoin aina kolmen metrin syvyyteen. Luokassa 5 sulfidikerros on kokonaan hapettunut ja luokassa 6 sulfidia ei esiinny lainkaan. Lisämääreenä luokittelussa käytetään maastossa mitattua pH-arvoa 0–3 metrin syvyydellä, joka kertoo hapettumisen ja happamoitumisen nykytilanteesta. Maastossa mitattu alhainen pH ilmentää sulfidien hapettumista ja maaperän happamoitumista. (Edén ym. 2014.) Maan ongelmallisuutta määritetään myös sen sisältämällä rikkipitoisuudella (S_{tot}). Jos rikkipitoisuus ylittää raja-arvon 0,2 %, maa määritetään sulfaattimaaksi. (Edén ym. 2012.)

Taulukko 1. Happaman sulfaattimaan riskiluokitus Edénin ym. (2014) mukaan.

Luokka	Sulfidin alkamissyvyys (m)	Maastossa mitattu min. pH 0–3 m syvyydellä (lisämääre)	Kokonaisrikkipitoisuus (%) (lisämääre)
1	0–1,0	A < 3,5	I > 1
2	1,0–1,5	B 3,5–3,9	II 0,6–1
3	1,5–2,0	C 4,0–4,4	III 0,2–0,6
4	2,0–3,0	D >4,5	IV < 0,2
5	sulfidi kokonaan hapettunut		
6	ei sulfidia 0–3 m syvyydellä		

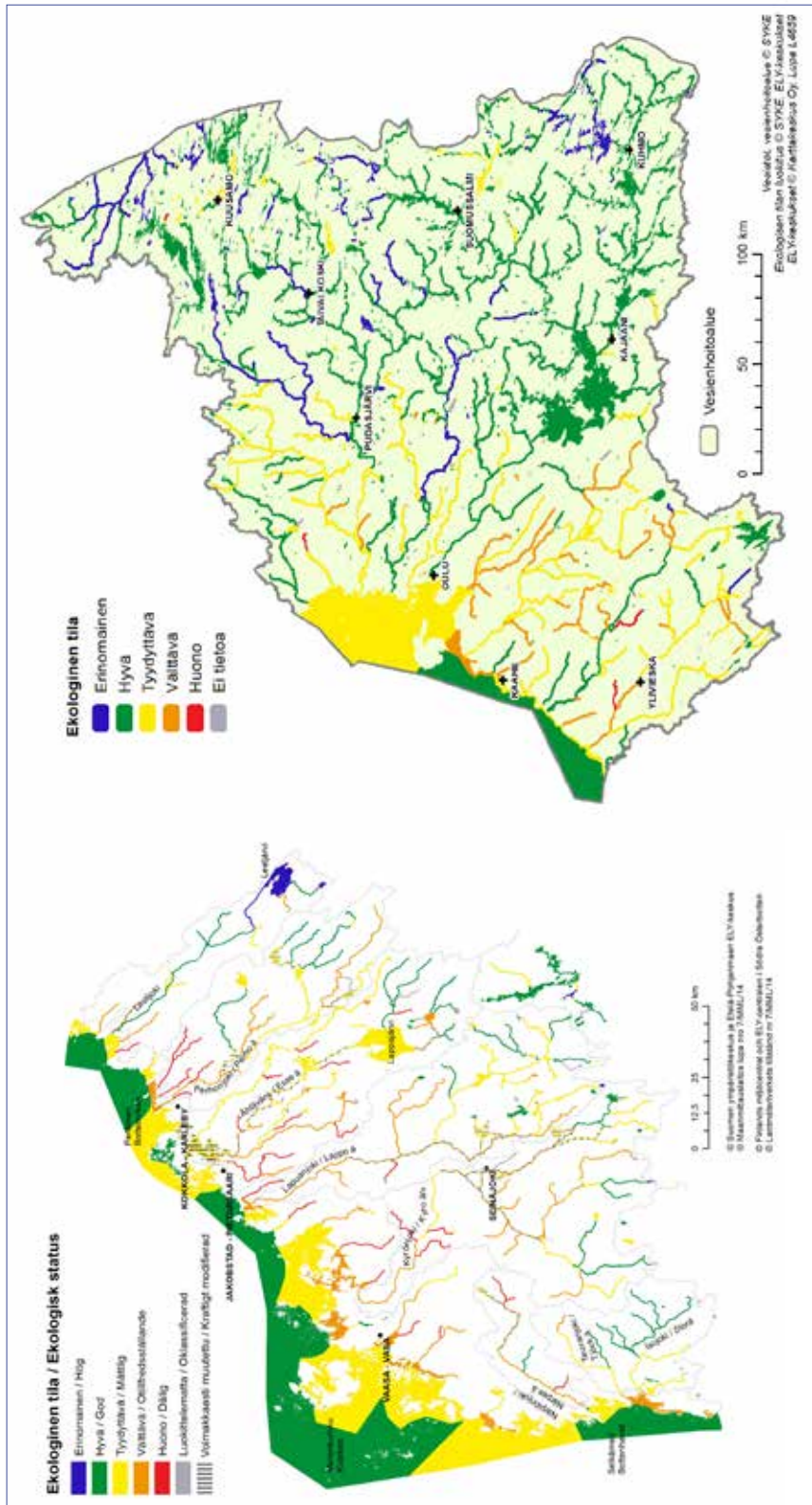
3 HAPPAMAT SULFAATTIMAAT VESIENSUOJELUN JA VILJELYN KANNALTA

Suomessa etenkin Pohjanmaan joet ovat rehevöitymisen, kiintoainekuormituksen ja happamien sulfaattimaiden takia luokiteltu monin paikoin hyvää huonompaan ekologiseen tilaan (kuvio 1). Sulfaattimaista aiheutuvia ongelmia ovat maaperän ja vesistöjen happamoituminen sekä haitallisten metallien liukeneminen maaperästä. Happamien sulfaattimaiden haitat Pohjanmaan vesistöihin tulivat ilmi etenkin vuoden 2006 laajojen kalakuolemien seurauksena. Nykyään Etelä-Pohjanmaan Ely-keskuksen alueella hyvää huonompaan luokkaan kuuluu 72 % jokien pituudesta sekä 66 % järvien ja 45 % rannikkovesien pinta-alasta. Jokivesien laadun arvioidaan kuitenkin parantuneen vuodesta 2006 alkaneella seurantajaksolla erityisesti happamuusoloiltaan paremman jakson ansiosta (Tiedotteet 2013a). Marraskuun 2014 aikana Pohjanmaan jokien happamuustilanne oli heikentynyt jälleen kuivan kesän jälkeisen sadejakson jälkeen (Tiedotteet 2014). Pohjois-Pohjanmaalla hyvää huonompaan luokkaan kuuluvia jokivesiä on lähinnä Oulujoen eteläpuolella. Pohjois-Pohjanmaalla rannikkoalueen sulfaattimaista johtuvan kuormituksen vähentyminen on seurantajaksolla parantanut etenkin Olkijoen tilaa (Tiedotteet 2013b).

Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistöhaitat ovat suurimmillaan syys- ja kevätvalunnan aikana, jolloin sadevesi ja lumen sulamisvesi huuhtovat edeltävän kuivan kauden aikana syntyneitä happamuutta vesistöihin. Vesistöjen tilan heikkenemisen näkyvimpiä seurauksia ovat ajoittaiset kalakuolemat tai herkimpien eliölajien, kuten kalkkikuoristen rapujen tai simpukoiden häviäminen vesistöistä. Kaloille kriittisenä happamuutena pidetään pH-arvoa alle 5,5, mutta monien lajien lisääntyminen häiriintyy jo pH-arvon ollessa 5,75. Lisähaittaa vesieläöille aiheuttavat liukoisessa muodossa metallit, joista esimerkiksi alumiini (Al) vahingoittaa kalojen kiduksia. (Hadzic ym. 2014; Toivonen 2013.)

Vesistöhaittojen lisäksi happamista sulfaattimaista aiheutuu ongelmia maatalouden tuottavuuteen ja kasvillisuuden monimuotoisuuteen. Maatalouskäytössä happamia sulfaattimaita arvioidaan olevan 67 000–130 000 hehtaaria (Yli-Halla 1997). Pinta-ala-arvion suuri vaihteluväli johtuu happaman sulfaattimaan luokitusten erilaisista kriteereistä ja se tulee tarkentumaan ja yhdenmukaistumaan GTK:n kartoituksen valmistuttua. Sulfaattimaa aiheuttaa ongelmia ympäristölle, kun sitä kuivataan ja muokataan viljelykelpoiseksi ja sulfidit pääsevät kosketuksiin ilman kanssa.

Maaperän pH-arvon laskiessa maahan vapautuu raskasmetalleja, kuten alumiinia (Al), kadmiumia (Cd), kuparia (Cu) tai nikkeliä (Ni). Näiden metallien ei ole



Kuutio 1. Pintavesien ekologinen tila Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla vuonna 2013. (Kuvat Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan Ely-keskukset)

kuitenkaan todettu kulkeutuvan viljelykasveihin ja tätä myötä elintarvikeketjuun (Uusi-Kämpä ym. 2013). Vielä 1970-luvulla happamia sulfaattimaita pidettiin ainoastaan viljelyä haittaavana tekijänä ja peltojen kasvukunnon parantamiseksi suositeltiin voimakasta kalkitusta ja tehokasta maankuivatusta. Näin muokkauskerroksen happamuus saatiin neutraloitua ja syvempien maakerrosten happamuus huuhdottua vesistöihin. (Nuotio ym. 2009.) Peltojen lisäksi sulfaattimaita on metsämailla ja soiden pohjilla, joiden kuivatus voi aiheuttaa ongelmia potentiaalisesti happamien maakerrosten hapettuessa.

Peltomaan muokkauskerroksen pH ei saisi laskea alle 5–6:een, jotta happamuus ei haittaisi viljelyä. Viljelykasveista erityisen herkkiä happamalle maalle ovat mailanen, sokerijuurikas ja vehnä kun taas happamuutta paremmin sietävät esimerkiksi kaura ja peruna sekä nurmiheinät. Yleensä peltomaiden tehokas kuivatus estää sulfaattipitoisen ja haitallisia alumiinisuoloja sisältävän kapillaariveden nousemisen muokkauskerrokseen, mutta paikoitellen pohjaveden kapillaarinen nousu nosta alla olevan maan happamuutta muokkauskerrokseen. Tällaisilla lohkoilla kalkitus tulee tehdä säännöllisesti tai viljellä happamuutta paremmin sietäviä kasveja. Pintamaan kalkitus ei kuitenkaan vaikuta pohjamaan happamuuteen eikä salaojaputkien kautta vesistöihin huuhtoutuvaan veteen happamuuteen. (Uusi-Kämpä ym. 2013.)

Salaojituksen yleistyminen 1960-luvulta lähtien ja ojitusten ulottuminen sulfaattikerrokseen on lisännyt pelloilta tulevaa happamuus- ja metallikuormitusta. Sulfidien hapettuminen voi salaojitetussa maassa ulottua kuivan kesän aikana jopa 2–3 metrin syvyyteen (Happamien sulfaattimaiden... 2011). Esimerkiksi Kyrönjoella mitattujen salaojavesien rikki-pitoisuudet ovat vaihdelleet puoli-toistakertaisesta jopa viisinkertaisiin verrattuna läheisten avo-ojien vesiin. Limingassa vastikään salaojitetun, noin metrin syvyydessä olevan sulfaattimaan happamuuskuormitus oli jopa kymmenkertainen avo-ojitettuun peltomaahan verrattuna. (Nuotio ym. 2009) Koska maaperän sulfaateista lähtevän happamuuden neutralisoituminen kestää useamman vuoden, vasta salaojitettujen peltojen kuormitus valuma-alueen vesistöihin on pitkäkestoinen.

Salaojitusta tullaan viljelyteknisistä syistä tulevaisuudessa edelleen lisäämään. Salaojituksen tavoiteohjelman (2002) mukaan ohjelmakaudella 2002–2020 tullaan salaojittamaan puolet vielä avo-ojitetuista pelloista sekä uudistamaan tarvittava määrä jo olemassa olevia salaojia. Vuonna 2012 Etelä-Pohjanmaalla salaojitettujen peltojen osuus kokonaispeltoalasta oli 72 % ja Pohjois-Pohjanmaalla 30 %. Koko maahan (57 %) verrattuna Etelä-Pohjanmaalla salaojitettu pinta-ala on keskimääräistä korkeampi, kun taas Pohjois-Pohjanmaalla jäädyään maan keskiarvon alapuolelle (Tike 2012). Pinta-alana arvioituna salaojitustarve

tarkoittaa Pohjanmaalla 38 500 hehtaarin ja Pohjois-Pohjanmaalla 55 000 hehtaarin salaojitustarvetta vuodesta 2001 (Nuotio ym. 2009).

Maanviljelijät ovat kohdanneet happamien sulfaattimaiden aiheuttamia haittoja lähinnä tuotannollisiin tekijöihin liittyen. Tyypillisesti peltomaa on vaatinut peruskuivatuksen lisäksi voimakasta ja usein toistuvaa kalkitusta. Toisaalta sulfaattimaat ovat yleensä tasaisia ja hyvärakenteisia maita ja ne sisältävät runsaasti orgaanista ainesta, joten kalkituksen jälkeen ne ovat hyvää ja viljavaa peltomaata. (Nuotio ym. 2009.)

3.1 Happamien sulfaattimaiden tunnistaminen maastossa

Happaman sulfaattimaan tunnistaminen peltomaasta on usein hankalaa, sillä kerrostuma sijaitsee tyypillisesti muokkauskerroksen alapuolella. Maalajeista potentiaalisia happamia sulfaattimaita ovat hienorakeiset ja yleensä liejupitoiset sedimentit, kuten savi, hiesu ja hieno hieta. Geologian tutkimuskeskuksen maaperän yleiskartoilla (1:250 000) on kartoitettuna pohjamaalajit (< 1 m), joiden perusteella sulfaattimaiden esiintymistä voi yrittää ennustaa (taulukko 2) (Edén ym. 2014). Pellon muokkauskerroksen pH-arvo ei välttämättä kerro pohjamaan sulfaattimaasta, vaikka happamuus voi nousta kapillaarisesti muokkauskerrokseen ja pellon pH säilyä alhaisena toistuvasta kalkituksesta huolimatta. Etenkin hienoissa hieta- ja hiesumaissa pohjavedestä kapillaarisesti nouseva vesimäärä voi olla merkittävä. (Pajula & Järvenpää 2007.)

Sulfaattimaan happamoittava vaikutus voi paljastua esimerkiksi ojia kaivettaessa. Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on tyypillisesti rakenteeltaan massiivista, märkänä saippuamaista ja jopa geelimäistä liejua, eli siinä ei ole kokkareita ja väriltään maa on yleensä mustaa tai tumman harmaata (kuva 1). Sulfaattimaa voi myös haista rikille. Happamoitumisen myötä sulfidisedimentin väri muuttuu mustasta tai hyvin tumman harmaasta vaaleammaksi ja rusehtavaksi. Peltoilla hapettuneen sulfaattimaan voi tunnistaa pelkistyneen sulfidikerroksen yläpuolella olevasta happamasta maakerroksesta, jossa voi olla keltaista jarsiittia ja rautasaostumia. (Hadzic ym. 2014; Edén ym. 2012.)

Varmempi tapa tunnistaa potentiaalinen sulfaattimaa on maanäytteen inkubointi ja/tai sen rikkipitoisuusanalyysi. Inkuboinnissa tehtävään happamuuden seurantaan tarvitaan pH-mittari. Sen tekemiseen ei tarvita laboratorio-olosuhteita. Inkuboinnissa maaperänäytteiden annetaan hapettua kahdesta neljään kuukautta. Näytteet tulisi pitää kosteana, joten niitä tulisi seurata ja kastella tarpeen mukaan. Monesti hapettuminen ja pH:n lasku tapahtuvat jo huomatta-



Kuva 1. Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on tyypillisesti väriltään tumman harmaata tai mustaa. Hapettuneessa maakerroksessa erottuu rautasaostumia. (Kuva Heikki Koskimies)

vasti suositeltua inkubointiaikaa aikaisemmin, jo muutamassa viikossa. Mikäli mineraalimaan pH laskee vähintään 0,5 yksikköä tai sen pH on laskenut neljään tai alle, voidaan maaperä luokitella happamaksi sulfaattimaaksi. Rikkipitoisuus-analysissä sulfaattimaan kokonaisrikkipitoisuuden tulisi olla vähintään 0,2 % kuivapainosta. (Hadzic ym. 2014.)

Taulukko 2. Suuntaviivoja happaman sulfaattimaan tunnistamiseen Edénin ym. (2014) mukaan.

Hapettuneen sulfaattimaan tunnistaminen	Hapettumattoman sulfidipitoisen pohjamaan tunnistaminen
Mineraalimaan tai liejun maastossa mitattu pH < 4	pH yleensä > 6
Usein punaisen tai oranssinruskeita rautasaostumia ja vaaleankeltaista jarosiittia	Rikki sulfidimuodossa, jolloin maa on usein väriltään tummanharmaata tai mustaa
Jos maan pH 4,0–4,4 eikä selvää havaintoa sulfideista → inkuboitu pH tai rikkipitoisuuden määrittäminen	Kokonaisrikkipitoisuus > 0,2 % (hiekkassa riittää 0,02 %), inkuboitu pH < 4 ja pudotusta vähintään 0,5 pH-yksikköä maastossa mitattuun pH:n verrattuna

3.2 Sulfaattimaaesiintymän arviointi ojavesistä

Happamilta sulfaattimailta tulevien valumavesien pH on ajoittain alle 5 ja sähkönjohtavuus (EC) yli 20 mS/m. Suomalaisten purojen keskiarvoihin verrattuna, joissa pH-arvo noin 6 ja veden sähkönjohtavuus alle 5 mS/m, sulfaattimaiden arvot ovat huomattavasti korkeampia. Happamien sulfaattimaiden vesien sähkönjohtavuus kuvaa hyvin sulfaatti- ja metallipitoisuuksia ja pH-arvon lisäksi se on mitattavissa kenttämittareilla suoraan ojavedestä. Sulfaattimailta syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät SuHe (2011–2014) -hankkeessa on selvitetty happamuusriskin tunnistamista turvetuotantoalueiden ojavesistä. Hankkeessa tehtyjen mittausten perusteella veden pH:n ja sähkönjohtavuuden lisäksi laboratoriossa analysoitava sulfaattipitoisuus antaa hyvän yleiskäsityksen turvetuotantoalueen alla olevan sulfaattimaan kuormituksesta. (Hadzic ym. 2014.)

Turvetuotantoalueilla käytetty menetelmä ei ole suoraan sovellettavissa pelloilta tulevan happamuusriskin arviointiin. Pelto-ojien veden sähkönjohtavuuteen vaikuttavat muutkin veteen liuenneet ionit, kuten kalium (K), kalsium (Ca), mangaani (Mg) sekä yhdisteistä mm. karbonaatit (CO_3^{2-}) ja kloridit (Cl^-). Pelto-ojista otetuista vesinäytteistä olisi hyvä määrittää sähkönjohtavuuden lisäksi ainakin sulfaatti (SO_4^{2-}) sekä metallipitoisuudet (esim. Al ja Fe).

Hydro-Pohjanmaa -hankkeella kokeiltiin happaman sulfaattimaan tunnistamista vesinäytteestä Luopajärven järviuivion alueelta. Alue on ollut viljelykäytössä pitkään ja mahdollisesti happamuus on jo suurelta osin huuhtoutunut, mutta edelleen alueen pohjamaassa on potentiaalista sulfaattimaata GTK:n tekemän kartoituksen perusteella (kuva 5). Vesinäytteet otettiin 9.4.2014 kahdesta kohdasta, järviuivion yläpuolisesta valtaojasta sekä järviuiviolta laskevasta valtaojasta. Molemmissa näytteissä pH oli 6,8 ja sähkönjohtavuus poikkesi vain hieman yläjuoksulla (16 mS/m) ja alajuoksulla (18 mS/m). Kokonaisfosfori ja kokonaistypen määrä eivät poikenneet eri näytteissä. Sen sijaan ojaveden sulfaattiarvot olivat alajuoksulla kaksinkertaiset yläjuoksun näytteeseen verrattuna (34 mg/l ja 17 mg/l). Samoin analysoitujen metallien, alumiinin ja raudan, pitoisuudet olivat järviuivion alapuolella korkeammat (taulukko 3). Tuloksen perusteella erityisesti sulfaattien ja metallien määrittäminen potentiaalisten happamien sulfaattimaiden peltojen valumavesissä vaatii jatkoselvitystä.

Taulukko 3. Luopajäven järviuivion alueelta 9.4.14 otettujen vesinäytteiden analyysituloksia.

	pH	EC (mS/m)	Kok-P (mg/l)	Kok-N (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)
Yläjuoksu	6,8	16	0,10	4,4	17	0,52	1,6
Alajuoksu	6,8	18	0,098	3,9	34	1,6	2,2

Vedenlaadun mittaukset eivät kerro potentiaalisten sulfaattimaiden tarkkaa sijaintia, sillä esiintymien pienialaisuus, hapettumisen vaiheet ja hydrologiset vaihtelut vaikuttavat merkittävästi vedenlaatuun (Hadzic ym. 2014). Yksinomaan ojavesien vedenlaadun arviointi ei siis riitä paikantamaan mahdollisia happamia sulfaattimaita, mutta saattaa antaa viitettä niiden esiintymisestä alueella. Vesinäytteenotto olisi helppo tapa saada viittausta mahdollisesta potentiaalisesta sulfaattimaasta, jonka perusteella voitaisiin ottaa maaperän kairausnäyte tarkempia tutkimuksia varten.

4 HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN HUOMIOIMINEN LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ JA TOIMENPIDEOHJELMISSA

Lainsäädännölliset ohjauskeinot sulfaattimailta tulevan happamuuden torjuntaan liittyvät yleisesti vesiensuojelun toimenpiteisiin, sillä nykyisessä lainsäädännössä happamia sulfaattimaita ei sellaisenaan ole mainittu. Vesilaissa on määritetty yleinen ilmoitusvelvollisuus alueelliselle viranomaiselle, jos tehdään muu kuin vähäinen ojitus. Vesilain mukaisessa luvassa voidaan määrätä esimerkiksi pitoisuuksien raja-arvoja tai muita toimenpidevelvoitteita veden happamuuden torjumiseksi. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivat vuoteen 2020 -strategia (2011) painottaa happamien sulfaattimaiden huomioimista lainsäädännössä, ohjelmissa, maankäytön suunnittelussa sekä tukijärjestelmissä.

Vesienhoidon toteutusohjelmassa 2010–2015 esitettiin happamien sulfaattimaiden kartoitusta ja riskien arviointia yhtenäisin menetelmin vuoteen 2015 mennessä. Ohjelman mukaan happamat sulfaattimaat tulisi huomioida kuivatustilaa muuttavissa hankkeissa ja niiden aiheuttamien haittojen vähentämiseksi tulisi kehittää ja ottaa käyttöön kustannustehokkaita menetelmiä. Vesienhoitosuunnitelman tavoitteena on sisällyttää happamien sulfaattimaiden vesiensuojelutoimenpiteet yhä paremmin maa- ja metsätalouden sekä kuivatuksen tukijärjestelmiin. Suunnitelmakaudella 2009–2015 maatalouden happamien sulfaattimaiden säätösalaositukseen oli saatavissa investointitukea. (Vesienhoidon toteutusohjelma 2010–2015, 2011.) Vesienhoidon suunnittelukausi 2016–2021 on tällä hetkellä valmisteilla ja luonnoksen mukaan tulevalle kaudella pyritään saavuttamaan edellisellä kaudella asetettuja tavoitteita. Vesien hyvän ekologisen tilan tavoitetta on jouduttu edelleen siirtämään seuraavalle kaudelle niin, että tavoitetila saavutettaisiin vuoteen 2027 mennessä.

Taloudellisista ohjauskeinoista merkittävin maatalouden happamien sulfaattimaiden hallintaan liittyvä ohjelma lienee Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma. Nykyisen kehittämisohjelman (2007–2013) toimenpiteissä sulfaattimailta tulevaa kuormitusta on suositeltu torjuttavaksi pitämällä pohjavedenpinta riittävän korkealla muokkauskerroksen alapuolella (Nuotio ym. 2009). Uudessa, valmisteilla olevassa Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmassa 2014–2020 happamien sulfaattimaiden vesiensuojeluun liittyä uusia ohjauskeinoja. Riittävän kokonaiskuvan saamiseksi happamien sulfaattimaiden esiintymisaluetta kartoitetaan ja niiden kuormitusriskit arvioidaan yhtenäisin menetelmin. Tiedotusta ja neuvontaa tullaan lisäämään ja happamat sulfaattimaat sisällytetään valtakunnallisiin ja alueellisiin ohjelmiin. Maankäytön suunnittelussa sulfaattimaiden huomioiminen varmistetaan jo hankkeiden

suunnitteluvaiheessa joko lainsäädännön muutoksilla tai nykyistä lainsäädäntöä täydentävällä ohjeistuksella. (Esitys Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmaksi 2014–2020, 2014.)

Uuden ohjelmakauden ympäristökorvausjärjestelmään on kirjattu sulfaattimaihin liittyvänä erillisenä tarpeena happamien huuhtoumien vähentäminen. Käytännön toimenpiteenä tästä ovat happamien sulfaattimaiden pysyvät nurmet, jotka tulevat uuden luonnonhaittakorvauksen piiriin. Ympäristönurmien muokkaaminen ei ole sallittua, mutta nurmen saa tarvittaessa uudistaa suorakylvöllä. Happamien sulfaattimaiden säätösalaajitettua alaa tulisi lisätä merkittävästi ja tähän on myös uudella ohjelmakaudella saatavissa investointitukea. Tuen kohdentamisalueena on rannikkoseutu, jossa pintavesien ekologinen tila on hyvää huonommalla tasolla ja jossa suuri osa sulfaattimaista sijaitsee. Tuen tarkempi kohdentaminen perustuu joko GTK:n tekemään kartoitukseen tai näytteillä todennettuun sulfaattimaahan. (Esitys Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmaksi 2014–2020, 2014.)

5 KÄYTÖSSÄ OLEVIA HAPPAMUUDEN TORJUNNAN KEINOJA

Sulfaattimailta lähtöisin olevien happamien valumavesien torjunta kannattaa tehdä pellolla ennen haittojen pääsyä vesistöön, sillä sen jälkeen ongelmaa on vaikeampi korjata. Nykyinen viljelytekniikka vaatii yleensä paikalliskuivatukseen salaajituksen. Se tehokkaan kuivatusvaikutuksen ansiosta lisää happamilta sulfaattimailta tulevaa happamuus- ja metallikuormitusta. Pellolla sulfaattien hapettumisen estäminen edellyttää pohjaveden pinnan pitämistä korkeammalla tasolla kuin perinteisessä salaajituksessa. Keskikesällä pinnan korkeuden määrää sulfidikerrosten esiintymisen taso; mitä lähempänä maanpintaa sulfidikerrokset ovat, sitä korkeammalla pohjaveden pinta tulisi pitää.

Vanhastaan käytössä ollut keino vähentää maan happamuutta on peltojen pintakalkitus, jossa muokkauskerroksen kalkituksella on pyritty saamaan maa kasvien kasvun kannalta parempaan kuntoon. Sen sijaan pohjamaahan voimakaskaan kalkitus ei juuri vaikuta. Pintamaan kalkitusta tehokkaampia toimenpiteitä ovat esimerkiksi säätöojitus ja -kastelu sekä vähäisemmässä määrin kokeillut kalkkisuodinoja-ratkaisut.

5.1 Säätösalaajitus ja säätökastelu happamuuden torjumisessa

Tavanomaisessa salaajituksessa pohjavesi virtaa salaajitusvyvydessä salaajiin ja purkautuu putkistosta, kunnes vedenpinta laskee alle ojitussyvyyden. Kesän kuivina ajanjaksoina salaajitetuilla pelloilla pohjaveden pinta voi laskea 1,5– 2,5 metriin, joka on alempana kuin peruskuivatus vaatisi. Kuivat ajanjaksot ovat salaajitetuilla pelloilla kriittisiä sulfidien hapettumisen kannalta. Säätösalaajitus on alun perin kehitetty turvaamaan viljelykasvien vedentarvetta ja vähentämään ravinteiden huuhtoutumista ja esimerkiksi fosforin ja kiintoaineen pidättämisessä salaajat ovat avo-ojia parempi ratkaisu (Säätösalaajitus... 2005). Säätösalaajituksella voidaan pyrkiä pitämään potentiaaliset happamat maakerrokset vedellä kyllästettyinä ja ajoittaa valumavesien päästön vesistöön niin, että niistä olisi mahdollisimman vähän haittaa ympäristölle. (Edén ym. 2012; Pajula & Järvenpää 2007.)

Säätösalaajia on asennettu happamille sulfaattimaille pääasiallisena keinona pitää ongelmallinen maakerros vedellä kyllästettynä, mutta aina siitä ei ole ollut mainittavaa hyötyä. Esimerkiksi Edénin ym. (2012) mukaan säätösalaajitus ei välttämättä ole auttanut toivotulla tavalla verrattuna tavanomaiseen salaajitukseen. Syyksi säätöjen toimimattomuuteen on esitetty usean tekijän

yhteisvaikutusta, kuten syvien maanhalkeamien ulottumista salaojitusvyöhykkeiden alapuolelle, kasvien runsasta haihdutusta sekä puutteellista säättöjen hoitoa. Säättösalojituksen hoito vaatii maanomistajalta viitseliäisyyttä ja pellon pohjaveden pinnan seuranta, jotta se toimisi optimaalisesti. Säättösalojituksen toimivuus happamuuden torjunnassa riippuu myös happaman sulfaattimaan sijainnista maaprofiilissa. Jos kerrostuma on riittävän syvällä, saadaan säättösalojituksella pidettyä sulfidikerros veden kyllästäjänä. Jos hapan sulfaattimaa on lähellä pintaa, etenkin kuivana aikana maa pääsee kuivumaan säättömahdollisuudesta huolimatta ongelmalliseen maakerrokseen, jolloin säättömahdollisuuden lisäksi tarvitaan lisäkeinoja pitää sulfidikerros pohjaveden alapuolella. (Happamien sulfaattimaiden... 2011.)

Uusi-Kämpä (2013) suosittelee säättösalojituksen hoitoon säännöllistä pohjaveden korkeuden tarkkailua. Lohkoa tai säättökaivoa kohden tulisi asentaa vähintään yksi pohjavesiputki. Keväällä säättö tulisi aloittaa riittävän ajoissa, jotta osa sulamisvesistä saataisiin varastoitua peltoon. Kasvukaudella pohjaveden tason tulisi olla noin 60–70 cm:n syvyydellä maanpinnasta. Jos vesi nousee tai laskee toivotusta korkeudesta, säättöjä avaamalla tai mahdollisella altakastelulla voidaan korjata tilannetta. Ennen sadonkorjuuta ja syysstateita padotuskorkeutta voidaan tarvittaessa laskea, jolloin maan kantokyky paranee ja veden varastointikapasiteetti kasvaa. Talveksi padotuskorkeus säädetään mahdollisimman korkealle, mutta ei kuitenkaan 60 cm lähemmäksi maanpintaa.

Viljelijöiden säättökäytännöt vaihtelevat, koska vuosien saatossa on annettu erilaisia ohjeita. Vuosien 2000–2006 ja v.2009 tukioppaassa yleisohjeeksi todetaan, että säättö on talvella poissa, joskin todetaan, että säädön yksityiskohtaisemmat ohjeet ja tilakohtaisista erityisolosuhteista johtuvat lisäohjeet määritellään suunnitelma-asiakirjoissa. Maaseutuverkoston esitteessä 2009 kehoitetaan poistamaan padotus talveksi jäätymisvaaran vuoksi muulloin kuin leutoina talvina. Tarvitaan sulfaattimaatietämystä ja kohteen hyvä tunteminen, että säädössä päästään parhaaseen lopputulokseen.

Salaojituksen perustavoitteita on laskea pohjavedenpinta riittävän alas ja mahdollistaa aikainen kylvöille meno ja mahdollistaa sadonkorjuu sateisinakin syksyinä. Samalla pyritään säilyttämään riittävät kosteusolot ja estämään kasvien kannalta haitallisen roudan muodostus. Kapillaarimailla veden nousu saattaa olla jopa 3 mm/vrk jopa 3 m syvyydestä. Niille muodostuukin herkästi rousetta ja kerrosroustoa, jotka katkovat talvehtivien syysviljojen ja nurmien juuria. Karkeilla mailla veden kapillaarinen nousu on vähäisempää ja savisemmillä kerrosroustoa ei muodostu veden liikenopeuden ollessa hidas, eikä pohjavedenpinta laske yhtä voimakkaasti roudanmuodostuksessa kuin hienojakoisilla

mailla. Sulfaattimaiden kivennäisaine voi vaihdella HHT lajitteesta savekseen. Syväälle alle salaojasyvyyden haljenneilla pohjamailla voidaan säädöllä varastoida runsaasti vettä potentiaalisesti happaman sulfaattimaan (sulfidikerroksen päälle) ja estää sen lisähapettuminen niin kesällä kuin talven aikanakin. Kun etäisyys salaojasyvyydestä sulfidikerrokseen on pieni, on padotuksen säätö ja säätökastelu edellistä tarkempaa.

Säätösalojituksen hyödyistä pintaveden laadulle ei ole vielä laajempaa seurantatietoa. Jotta säätösalojituksesta olisi etua vesien laadulle, tulisi sen kattaa valtaosa valuma-alueen sulfidipitoisista pelloista. Äärimmäisen kuivina kesinä säädöllä ei pystytä estämään syvempien maakerrosten hapettumista, mutta keskimääräisinä vuosina menetelmästä voisi olla apua pintavesien tilan parantamiseksi. Oikein toimiessaan säätösaloajat vähentävät myös pellolta huuhtoutuvien ravinteiden määrää ja vähentävät lannoituksen tarvetta. Säätösalojituksen arvellaan pystyvän myös lieventämään valuma-aluekohtaisia tulvia ja vähän veden ajanjaksoja. (Uusi-Kämpä ym. 2013.) Ilmastonmuutoksen myötä mahdollisten voimakkaampien tulvien ja kuivuusjaksojen myötä toimivalla säätösalojituksella voi olla useita hyötyjä sekä viljelijälle että ympäristölle.

Pohjaveden pysymistä riittävän korkealla tasolla voidaan tehostaa pumpaamalla salaojastoon lisää vettä. Tätä ns. säätökastelua varten tarvittava salaojitus on toimintaperiaatteiltaan samanlainen kuin säätösalojitus. Lisävettä voidaan johtaa salaojaverkostoon joko veden luontaista virtausta hyödyntäen tai pumpaamalla. Kasteluun käytettävää vettä voidaan kerätä pellolta purkautuvia vesiä varastoimalla, josta vesi pumpataan tarvittaessa takaisin salaojaverkostoon. (Pajula & Järvenpää 2007) Kuivien kesien aikana varastoitua vettä ei välttämättä riitä koko kasvukauden ajalle ja pumpaamisesta tulee viljelijälle lisäkustannuksia. Esimerkiksi Catermass-hankkeen koekentällä Söderfjärdenissä lisäveden pumpaamisesta aiheutunut vuosikustannus ilman pumpun hankintaa oli 95–195 €/ha pumpattavasta vesimäärästä riippuen (Uusi-Kämpä ym. 2013).

MTT on testannut Ruukin koekentällä perinteisen salaojituksen, säätösalojituksen ja säätö kastelun toimivuutta happaman valuman ehkäisyssä. Kokeiden perusteella säätökastelu on pitänyt ojavesien pH-arvon hieman pelkkää säätösalojitusta korkeammalla (Suomela 2012). Salaojakastelu on kuitenkin menetelmänä työläs ja vaatii useimmiten pumpun ja virtalähteen pumpulle, joten sen laajamittaista käyttöönottoa ei pidetä todennäköisenä. Ongelmallisimmilla alueilla, kuten rannikon alavilla pengerrysalueilla, menetelmä voi silti olla harkinnan arvoinen (Happamien sulfaattimaiden... 2011).

Säätökastelua ja kuivatusvesien kierrätystä eli altakastelua pidetään oikein toteutettuina hyvinä menetelminä hallita happamia valumavesiä. Happamien sulfaattimaiden riskialueilla, joita ei vielä ole salaojitettu, avo-ojituksen säilyttäminen on happamuuden hallinnan kannalta suositeltava ratkaisu, sillä avo-ojitetuilla pelloilla pohjaveden pinta pysyy luonnostaan korkeammalla. Kastelua voidaan toteuttaa myös avo-ojitetuilla pelloilla, jolloin ojiin rakennetaan kastelua varten tarvittavat padotusjärjestelmät. (Happamien sulfaattimaiden... 2011.)

Sulfaattimaiden kivennäisaines voi sisältää eri määräsuhteissa savesta, hiesua tai hienoa hietaa. Kuivuessaan tällaisella liejupitoisilla sulfaattimailla muodostuu runsaasti pysyviä halkeamia, jotka helpottavat veden virtausta, eli maa niin sanotusti urpaantuu. Nämä halkeamat eivät tartu maan uudelleen kostuessa umpeen kuten tavallisilla savimailla, siksi halkeillut maa johtaa vettä hyvin. Aiemmin salaojien ojavälisuositus oli kivennäisaineksen, liejun ja halkeilun määrästä riippuen 25–60 m. Nykyisin urpaantuneilla mailla ojavälisuositus on 15–24 m. Monella sulfaattimaalla halkeamat ulottuvat salaojasyvyyttä alemmaksi ja siksi niillä säätösalaajituksen ja -kastelun vedentarve on suuri ja vaikutus on heikko runsaan ohivirtauksen vuoksi. Pohjavedenpinnan alapuolella maa on kuitenkin lähes vettä läpäisemätöntä. Tällaisiin kohteisiin on kehitetty Catermass-hankkeessa ohivirtausta estävää muovisulkua (kuva 2).

Catermass-hankkeessa on tehty Söderfjärdenin koekentälle pilottikokeiluna muovikalvon asennus peltolohkon valtaojan varteen, jonka tarkoituksena on pidättää vettä peltolohkolla myös kuivina kausina. Menetelmän periaatteena on, että reunaojien läheinen maa kuivuu helpommin kuin lohkon keskiosa, jolloin muovikalvolla saataisiin estettyä pellon reunamaiden hapettuminen (Rosendahl 2014). Riittävän syvälle kaivetun reunamuovin tarkoitus on ylläpitää vedenpinnan korkeus muovitettun alueen sisällä kuin uima-altaassa. Kalvon sijoittamiseen tarvitaan erityinen salaojitusvaunuun lisättävä laite, jolla saadaan asennettua muovikalvo salaojakaivannon reunaan siten, että se ei ruttaannu kaivannon pohjalle. Muovikalvon materiaali- ja sijoituskustannus on noin 5 €/juoksumetri (Uusi – Kämpä ym. 2013). Muovikalvojen toimintaa Söderfjärdenillä seurataan edelleen BEFCASS -hankkeessa.

Useihin Pohjanlahden jokivesistöihin on rakennettu tulvapenkereitä kuten mm. Ilmajoella Kyrönjokeen Tieksin ja Rintalan alueilla. Kyseisillä alueilla on myös eristysojia, joilla yläpuoliset vedet kierrätetään alapuoliseen vesistöön siten, että niitä ei tarvitse pumpata. Näitä vesiä olisi ehkä mahdollista käyttää tehokkaasti säätökasteluun suunnittelemalla laajoja korkeusvyöhykkeittäin olevia säätöalujeita joko valtaojapadotuksella, jolloin ei tarvita muovitusta, tai säätökaivojen ja tarvittaessa muovituksen avulla.



Kuva 2. Reunamuovin tarkoitus on ylläpitää pohjavesi riittävän korkealla ojan vierustan helpommin kuivuvalla alueella (Kuva Heikki Harmanen)

Olemassa olevia pumppaamoja voisi ehkä myös hyödyntää veden pumppaamisessa alueen eri korkeusvyöhykkeille. Esimerkiksi laajojen tilusjärjestelyiden yhteydessä tällaiset mahdollisuudet olisi hyvä selvittää.

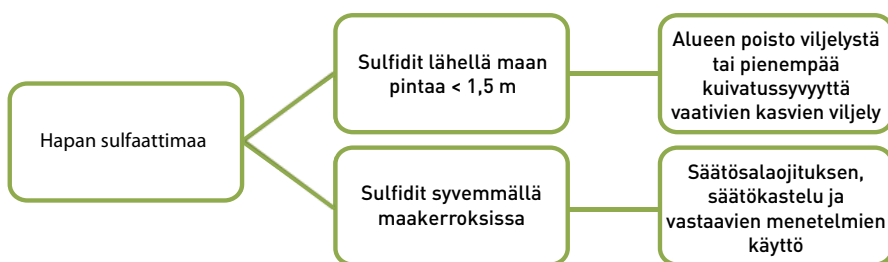
5.2 Muita keinoja vähentää pelloilta tulevaa hapanta valumaa

Eräs keino neutraloida happamia valumavesiä on yhdistää säätösalaajitukseen kalkkisuodin. Helpointa tämä on toteuttaa uusia salaajia kaivettaessa. Kalkkisuodinojituksessa kaivantoon lisätään poltettua kalkkia noin 3–10 % täyttömaasta, jolloin salaajaputkeen valuva vesi neutraloituu ja maan vedenläpäisevyys paranee (Happamien sulfaattimaiden... 2011). Säätökaivoilla saadaan lisättyä kalkkisuodinojan tehokasta toiminta-aikaa, joka olisi vain muutamia vuosia ilman säätömahdollisuutta. Menetelmä on melko lyhytaikainen jatkuvassa käytössä tai voimakkaan happamassa maassa, jossa metallit ovat helppoliukoisessa muo-

dossa. Etelä-Pohjanmaalla kalkkisuodinojien asentamiseen on edellisellä EU:n ohjelmakaudella myönnetty tukea Lapväärtinjoen ja Ähtävänjoen jokilaaksojen happamille sulfaattimaille (Väisänen 2014). Kalkkisuotimia on kokeiltu myös SuHe-hankkeella turvekenttien avo-ojissa. Näiden ongelmana oli pohjapatojen nopea tukkeutuminen mm. metallien saostuessa niihin. (Hadzic ym. 2014.)

Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen tarkoituksena on yleensä vähentää maataloudesta tulevaa ravinnekuormitusta, mutta kosteikot sopivat myös happamien sulfaattimaiden pitämiseen vedellä kyllästettynä. Happamien sulfaattimaiden esiintymisalueelle Selkä- ja Perämereen laskevien jokien valuma-alueille on kuluvalle EU-ohjelmakaudella saanut ei-tuotannollista investointitukea. Kosteikko perustetaan ensisijaisesti patoamalla luontaisiin notko- ja painannepaikkoihin, tulva-alueille tai pengerretyille kuivatusalueille. (Monivaikutteisen kosteikon perustaminen 2012.)

Kaikkein hankalimmilla alueilla happamuuden hallintakeinoja ovat kuivatuksesta luopuminen ja maiden käyttö esimerkiksi laitumina (kuvio 2). Nykyisessä tukijärjestelmässä ei ole tukea, joka voitaisiin suunnata riskialttiimpien alueiden peltojen käyttötapojen muuttamiseen tai pienempää kuivatussyvyyttä vaativien kasvien viljelyyn, mutta uuden ohjelmakauden luonnokseen on ympäristökorvauksen piiriin kirjattu happamien sulfaattimaiden nurmiviljely. (Esitys Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmaksi 2014–2020, 2014). Kuivatuksen huomattavalla vähentämisellä on suuri vaikutus maatalouden harjoittamiseen ja tuotannon kannattavuuteen, joten nämä toimenpiteet tulisi kohdistaa vain kaikkein ongelmallisimmille alueille (Yli-Halla 2010).



Kuvio 2. Sulfaattimaiden huomioiminen viljelyssä Nuotion (2009) mukaan.

Kaikki edellä mainitut toimet vaativat tilakohtaista suunnittelua tilan tuotantosuunta huomioiden sekä tukijärjestelmien kehittämistä. Mainituista keinoista nykyisellä tekniikalla käyttökelpoisin ja kustannustehokkain ratkaisu lienee säätösalaajitus (taulukko 4). Säätösalaajitus sellaisenaan ei vielä riitä, vaan säädöt vaativat huolellista hoitoa, jotta pellon vesitalous pysyisi kunnossa vuoden ympäri. Tilatasolla toimenpiteitä tulisi kohdentaa kustannustehokkaasti

kaikkein kuormittavimmille lohkoille (Happamien sulfaattimaiden... 2011). Tilan tuotantosunnasta riippuen ongelmallisimmat lohkot voidaan siirtää pysyvästi nurmen viljelyyn tai laitumeksi.

Taulukko 4. Arvio happamien sulfaattimaiden happamuuden hallinnan toimenpiteistä maataloudessa Happamien sulfaattimaiden... (2011) mukaan.

Toimenpide	Toteuttamis- kustannukset (mahd. tuki?)	Tehokkuus happamuuden torjunnassa	Suosittelavuus vesien happamuuden torjunnassa
Säätösalaajitus	Melko kallis	Melko tehokas, osin epävarma 1)	Suosittelava
Säätökastelu ja kuivatus- vesien kierrätys	Melko kallis	Melko tehokas, osin epävarma 1)	Suosittelava
Pohjapadot, kosteikot ja ojituksen vesiensuojelu- rakenteet	Melko kallis	Tehokas	Suosittelava
Viljelykasvin muutos ja kuivatussyvyyden vähentäminen	Edullinen 2)	Hyvin tehokas	Suosittelava
Kalkkisuodinojat (myös säätösalaajituksessa)	Kallis	Melko tehokas, osin epävarma 3)	Edellyttää lisätietoa
Anaerobiset pohjapadot	Hyvin kallis	Epävarma	Ei suositella

1) mailla, joissa sulfidikerrokset ovat melko syvällä

2) yksittäiselle toiminnanharjoittajalle voi aiheutua huomattavia kustannuksia

3) vaikutus lyhytaikainen

6 TILUSJÄRJESTELYÄ KOSKEVAT OHJEET JA SUOSITUKSET

Tilusjärjestelyillä pyritään korjaamaan nykyistä, paikoittain hyvinkin pirstoutunutta tilusrakennetta vaihtamalla tiluksia maanomistajien kesken. Arviolta yli 30 prosenttia maatilojen peruslohkoista on kooltaan alle kahden hehtaarin suuruisia ja laajenevien maatilojen hallintaan tulevat uudet lohkot sijoittuvat kauemmaksi tilakeskuksesta. Jotta tilakoon kasvulla saataisiin tuotannollisia etuja, tulisi peltolohkojen olla riittävän isokokoisia. Pienten lohkojen ojat vaativat usein kunnostusta ja salaojitusta, jotta ne soveltuisivat paremmin nykyisiin viljelymenetelmiin. (Tilusjärjestely 2014.)

Tilusjärjestelyitä haetaan maanmittaustoimistoista ja niihin on saatavissa tukea Maa- ja metsätalousministeriön kautta. Maanomistajien aloitteesta tehty tilusjärjestely alkaa ottamalla yhteyttä oman alueen maanmittauslaitokseen. Maanmittauslaitoksella laaditaan tarveselvitys ja mikäli kannatusta löytyy, tilusjärjestelyhanke voidaan aloittaa. Tilusjärjestelyille on kysyntää erityisesti Pohjanmaalla, jossa happamat sulfaattimaat suurelta osin sijaitsevat. (Nuotio ym. 2009.)

Tilusjärjestelyiden tuissa ei ole tähän mennessä erikseen huomioitu ympäristön suojeleluun tai hoitoon liittyviä tehtäviä. Happamien sulfaattimaiden hallintaa koskevassa työryhmän mietinnössä ehdotetaan tilusjärjestelyiden tukemis- säädöksissä huomioitavan vesiensuojelun näkökohdat maankuivatustoiminnan kanssa sulfaattimaiden alueilla (Nuotio ym. 2009). Tilusjärjestelyiden yhteydessä tehtävissä perusparannustoimenpiteissä usein kaivetaan uusia valtaojia ja uusitaan tai asennetaan salaojia, jolloin toimenpiteiden vesiensuojelullinen näkökulma on erityisen tärkeää.

7 HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN HUOMIOIMINEN TILUSJÄRJESTELYISSÄ – HAASTATELUSELVITYS

Yli-Halla (2010) on arvioinut korkean riskiluokan maatalous- tai metsäalueiden käytön muutoksen aiheuttavan merkittäviä sosio-ekonomisia vaikutuksia tilatasolla. Alueellisella tasolla Suomelan (2014) selvityksen mukaan sulfaattimaille suunnitelluilla toimenpiteillä tulisi olemaan vaikutuksia Pohjois-Pohjanmaan maa- ja metsätaloustuotannolle. Kaikkiaan sulfaattimaiden sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia on tutkittu maassamme vasta vähän ja lisätietoa tarvitaan. Hydro-Pohjanmaa -hankkeella tehdyn haastattelun tavoitteena oli selvittää, miten happamia sulfaattimaita huomioidaan vai huomioidaanko lainkaan tilusjärjestelyjä (uusjakoa) tehtäessä. Lisäksi tavoitteena oli löytää ratkaisuja tilusjakohankkeiden toteuttamiselle sulfaattimaiden alueilla.

7.1 Tutkimusalueet

Tutkimusalueeksi valikoitui kolme tilusjärjestelyaluetta, jolla toimitus on menossa eri vaiheissa. Pohjois-Pohjanmaalla Siikajoella sijaitsevan Karinkannan uusjako (TN 2005–158090) on saatu päätökseen tammikuussa 2014. Etelä-Pohjanmaalla tilusjärjestelyt ovat meneillään Jalasjärven Luopajärvellä (TN 2005–158607) ja Ilmajoella tilusjakovalueen maanviljelijöiden halukkuutta tilusjärjestelyihin selvitetään parhaillaan.

Luopajärvi

Luopajärven kylä sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla noin 10 km Jalasjärven keskustaajamasta pohjoiseen. Luopajärvi oli 1700-luvulla Kyrönjoen alueen suurin järvi, joka on asteittaisten järvenlaskujen avulla muutettu kokonaan viljelyalueeksi (Luopajärven kesätulvien torjunta 2013). Luopajärvi sijaitsee Litorinameren ylimmällä rantaviivalla, jossa happamia sulfaattimaita esiintyy paikoitellen. Erityisen happamia alueita sisämaassa ovat ns. järviuiviot eli vanhat kuivatetut järvet, jollainen Luopajärvin on. Maan painuminen järviuivion alueella on todennäköisesti osaltaan lisännyt pohjamaasta lähtöisin olevaa rikkiyhdisteiden ja happamuuden nousua muokkauskerrokseen. Geologian tutkimuskeskuksen kartoituksen perusteella Luopajärven järviuivion alueella on havaittu potentiaalisia happamia sulfaattimaita (kuvio 3). Kartoitetut alueet löytyvät Geologian tutkimuskeskuksen karttapalvelusta <http://gtkdata.gtk.fi/Hasu/index.html>.



Kuvio 3. Luopajarven kartoituspisteet. Punaisella merkityissä pisteissä on kairausnäytteessä ollut sulfaattimaata. © Geologian tutkimuskeskus

Luopajarven tilusjärjestelyalueen kohteena on Luopajarven kylän viljelysalueet ja erityisesti vanha järvikuivio. Jakoalueen pinta-ala on noin 2500 hehtaaria ja toimituksessa on asianosaisena noin 160 viljelmää. Hankkeen edellytys- ja laajuuspäätös tehtiin toukokuussa 2006 ja hanke on edelleen käynnissä vuonna 2014. (Luopajarven tilusjärjestelyhanke.)

Karinkanta

Karinkannan kylä sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla noin 10 km Siikajoen kylältä koilliseen. Karinkanta on lähellä merenrantaa, jossa maankohoamisen seurauksena paljastuu uutta potentiaalisesti hapanta sulfaattimaata. Karinkannan alueella tehdyn kartoituksen perusteella tilusjakoalueella on potentiaalisia happamia sulfaattimaita (kuvio 4). Karinkannan tilusjakoalueen kokonaispinta-ala on noin 4670 ha, josta viljelysmaata on 1500 ha. Toimituksessa on noin 480 asianosaista. Alueen palstat vaihtuivat lokakuussa 2011 ja saman vuoden syksyllä valmistuivat valta- ja salaojahankkeet. Toimitus lopetettiin tammikuussa 2014. (Karinkannan uusjako.)



Kuvio 4. Karinkannan kartoituspisteet. © Geologian tutkimuskeskus

Ilmajoen tilusjakoalue

Ilmajoen tilusjärjestely on vasta alkuvaiheessa. Keväällä 2014 mahdollisen tilusjärjestelyalueen maanomistajilta on kyselty halukkuutta tilusjärjestelyihin. Henkilökohtaisissa tapaamisissa maanomistajat ovat saaneet tutustua ehdotettuun maanjakoon kartalta. Jakoalueen pinta-ala on noin 1200 hehtaaria ja GTK:n tekemän kartoituksen perusteella alueella on potentiaalisia happamia sulfaattimaita (kuvio 5).



Kuvio 5. Ilmajoen karttoituspisteet. © Geologian tutkimuskeskus

7.2 Haastattelut

Selvityksen kohderyhmä oli tilusjärjestelyihin osallistuneet maanomistajat, oji-tussuunnittelijat ja -urakoijat sekä Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan Ely-keskusten lupaviranomaiset. Lisäksi Maanmittauslaitoksen toimitusinsinööreille lähetettiin verkkopohjainen (Webropol) kysely. Ilmajoen tilusjärjestelyalueen ja Maanmittauslaitoksen selvityksen teki Juha Tuorila, Luopajärven ja Karinkannan alueen haastattelut sekä suunnittelijoiden, urakoijien ja lupaviranomaisten haastattelut teki Anna Saarela. Haastattelut tehtiin keväällä 2014. Eri alueiden maanomistajien vastaukset olivat samansuuntaisia, joten haastatteluja tarkasteltaessa eri alueilta saatuja vastauksia on yhdistetty. Jos eri ryhmien vastausten erittely on nähty tarkoituksenmukaiseksi, näkyvät ne kuvassa omana osuutenaan.

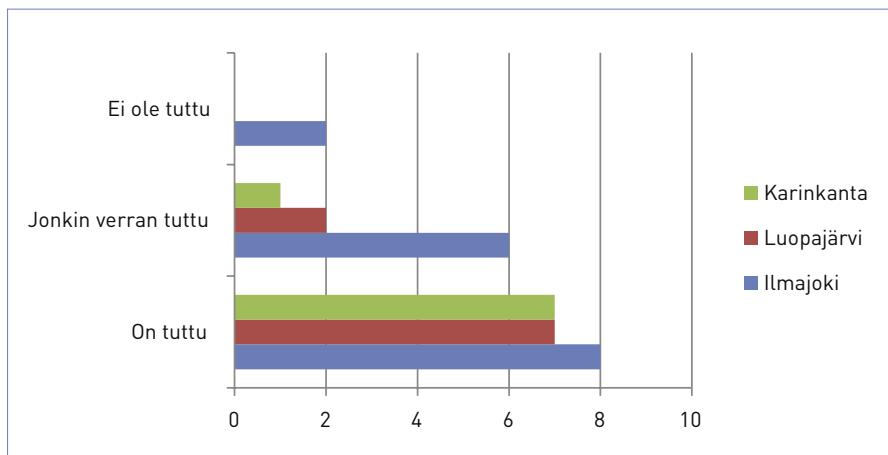
Luopajärven järvikuivion alueella on maanomistajia 45 henkilöä, joista haastateltaviksi poimittiin 10 viljelijää satunnaisotannan perusteella. Karinkannan tilusjakoalueelta haastateltiin 8 uusjakoalueen viljelijää. Maanomistajien yhteystiedot saatiin Maanmittauslaitoksen ylläpitämästä kiinteistörekisteristä. Ennen haastatteluja Luopajärven alueen maanomistajille lähetettiin opasmateriaalia happamiin sulfaattimaihin liittyen sekä lyhyt saatekirje mahdollisuudesta osallistua haastattelututkimukseen (liite 1). Ennakkoon lähetetyn kirjeen tarkoituksena oli antaa etukäteistietoa aiheeseen liittyen, jolloin vastaajat saataisiin paremmin sitoutettua ja motivoitua vastaamaan kyselyyn. Saatekirjeen perusteella tuli muutama yhteydenotto, jossa viljelijä ei halunnut osallistua tutkimukseen viljelyn lopettamisen tai muun syyn perusteella. Saatekirje oli myös monella jäänyt

huomiotta tai joutunut mainospostina paperinkeräykseen, joten Karinkannan uusjakoon osallistuneille viljelijöille saatetta ei erikseen postitettu. Haastattelut tehtiin puhelimesta puolistrukturoidun kysymysrunгон avulla (liite 2).

Luopajärvellä tilusjärjestelyt olivat vielä kesken, joten haastattelujen painopiste koski viljelijöiden yleistä tietoa happamista sulfaattimaista ja mitä tietoa maanviljelijät aiheesta kaipaavat. Lisäksi kysyttiin sopivinta tiedotuskanavaa informaatiolle. Satunnaistetusta otannasta johtuen osa haastatelluista ei enää itse viljellyt, mutta heillä oli kokemusta aiemmasta ajasta. Haastateltaville maanomistajille käsite happamat sulfaattimaat tai pikileeri oli tuttu tai jonkin verran tuttu (kuvio 6). Sulfaattimaiden aiheuttamista ympäristöhaitoista haastateltavat eivät yhtä lukuun ottamatta osanneet kertoa.

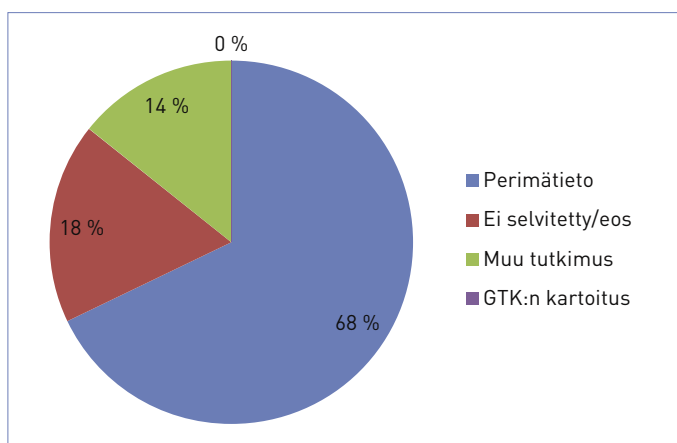
Karinkannassa uusjako oli toimitettu loppuun kuluvan vuoden alussa, mutta maanomistajien kokemuksen mukaan tilusjärjestelyissä ei ollut erityisesti huomioitu happamia sulfaattimaita. Karinkantaan asennettiin perusparannustoimenpiteiden yhteydessä säätösaloajat, mutta näiden merkityksestä happamien valumavesien hallintaan ei oltu tietoisia. Karinkannan haastateltaville hapan sulfaattimaa tai alunamaa oli käsitteenä tuttu, yhdelle vastaajista jonkin verran tuttu.

Ilmajoella 30 viljelijälle postitettiin kysely, johon vastasi 10 maanomistajaa. Lisäksi alueelta haastateltiin 5 maanomistajaa. Ilmajoen tilusjärjestelyalueen raportti on saatavissa kokonaisuudessaan ammattikorkeakoulujen julkaisuarhivo Theseuksesta (Tuorila 2014). Ilmajoen maanomistajista kahdelle hapan sulfaattimaa ei ollut käsitteenä lainkaan tuttu, muut vastaajista tunnistivat happaman sulfaattimaan tai ns. pikileerin.



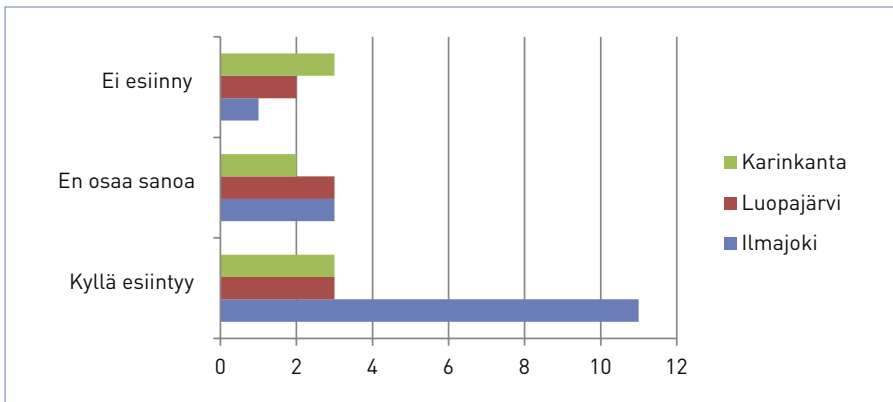
Kuvio 6. Haastatellut maanviljelijät (n=33) tunnustivat happaman sulfaattimaan vaihtelevasti.

Haastattelujen perusteella termi hapan sulfaattimaa ei ollut maaviljelijöille tuttu, mutta kansankielinen ilmaisu pikileeri (E-P) ja alun- tai suolamaa (P-P) sen sijaan tunnistettiin. Vastaajien happamiin sulfaattimaihin liittämiä ominaisuuksia olivat happamuus, savimaa tai niitä pidettiin yleisesti vaikeasti viljeltävinä maana syinä liika kosteus ja kasvien huono kasvu. Osa vastaajista tunnisti termin, mutta ei osannut tarkemmin kertoa maan ominaisuuksista tai mahdollisista haitoista. Käytännön viljelytekniset ominaisuudet olivat asioita, joita viljelijät toivat haastattelussa eniten esiin. Etenkin vanhemmat vastaajat muistivat peltoja joudutun aikanaan kalkitsemaan paljonkin, mutta happamuuden vähentyneen nykyisin. Enimmäkseen viljelijät tunnistivat happamat sulfaattimaat perimätiedon perusteella (kuvio 7). Ilmajoen haastatelluilla oli tietoa myös esimerkiksi opiskelujen perusteella. Yksikään haastatelluista viljelijöistä ei ollut tietoinen sulfaattimaista GTK:n kartoituksen perusteella.



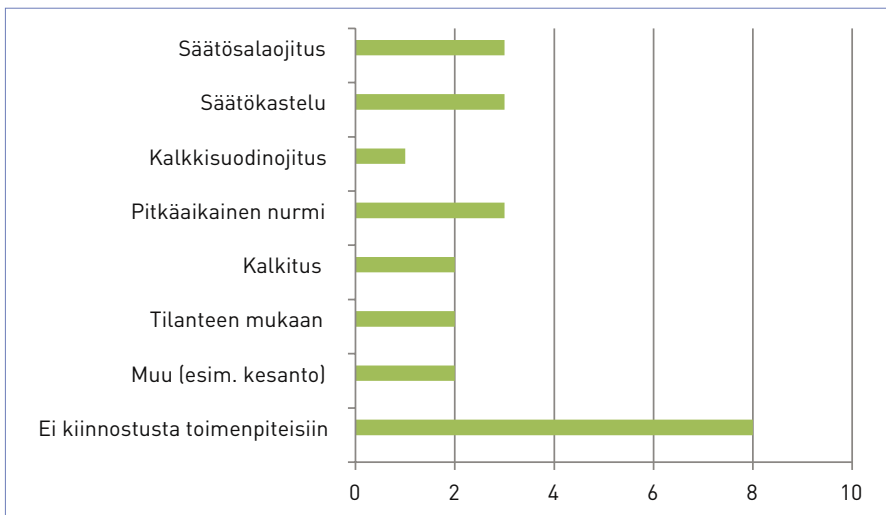
Kuvio 7. Maanviljelijät olivat tietoisia tilallaan esiintyvistä sulfaattimaista eniten perimätiedon perusteella.

Sulfaattimaan esiintymisestä omalla maalla ei välttämättä oltu tietoisia. GTK:n kartoituksen perusteella kaikilla selvityksessä mukana olevilla alueilla on potentiaalisia happamia sulfaattimaita, mutta viljelijöistä osa ei ollut tästä tietoinen tai vastasi, ettei omilla mailla ole sulfaattimaita (kuvio 8). Kukaan vastaajista ei ollut saanut happamiin sulfaattimaihin liittyvää viljelyneuvontaa, mutta käytännön kokemuksen perusteella peltoja hoidettiin säännöllisellä kalkituksella ja/ tai viljelysuunnan mukaan pelto pidettiin jatkuvasti nurmella tai viljelykierrossa hapanta maata sietävän kauran kanssa.



Kuvio 8. Maanviljelijöiden arviot omilla pelloillaan esiintyvistä sulfaattimaasta (n=31).

Mahdolliset toimenpiteet, mitä viljelijät voisivat tehdä happamien valumi-en riskiä vähentääkseen, olivat pitkäaikainen nurmi sekä sääätosalaoitus ja -kastelu (kuvio 9). Toimenpiteet riippuivat tilan tuotantosuunnasta sekä esim. sääätosalaoitukseen saatavasta tuesta. Säätokastelusta olivat eniten kiinnostuneita Karinkannassa perunaa viljelevät maanomistajat, kun taas pitkäaikainen nurmiviljely sopisi parhaiten karjatilojen omistajille sekä Luopajarvellä että Karinkannassa. Toisaalta kysymys oli hypoteettinen, joten osa haastatelluista vastasi toimenpiteen tehtävän tarpeen mukaan. Suurimmalla osalla vastaajista ei ollut kiinnostusta erillisiin toimenpiteisiin.



Kuvio 9. Haastateltujen maanviljelijöiden (n=33) kiinnostus eri toimenpiteisiin happamoitumisen hillitsemiseksi.

Tilusjärjestelyissä happamia sulfaattimaita ei viljelijöiden mukaan erikseen huomioitu. Vain yksi haastatelluista maanviljelijöistä mainitsi Karinkannan uusjaon yhteydessä Ely-keskuksen huomioineen happamat sulfaattimaat. Maanviljelijät toivoivat ja saivat tilusjaon yhteydessä tehtäviin kalkituksiin avustusta jyvitettyinä tarpeiden mukaan. Mahdollisesti säätösalaajituksen asentamisella tilusjärjestelyjen yhteydessä pyritään vähentämään mahdollista happamoitumiskehitystä, mutta suunnittelijat eivät olleet tuoneet tätä näkökantaa esiin maanviljelijöille. Kuitenkin happamuuden torjunnan ja pellon vesitalouden kannalta säätöjen hoito on tärkeää ja viljelijöiden motivointi tähän olisi erittäin tärkeää.

Ojitussuunnittelijat ja urakoitsijat ovat keskeisessä roolissa happamien sulfaattimaiden ympäristöriskien hallinnassa. Luopajärven ja Karinkannan perusparannuksiin osallistuneilta kolmelta ojitussuunnittelijalta ja kahdelta urakoijalta kysyttiin happamiin sulfaattimaihin tehtävistä toimenpiteistä ja mahdollisista rajoituksista. Ojitussuunnittelijat ja urakoijat tunnistivat kaikki happamat sulfaattimaat ja niiden vesistöille aiheuttamat haitat. Myös sulfaattimaiden esiintymisestä tiedettiin GTK:n kartoituksen ja Ely-keskuksesta saadun tiedon perusteella. Yksi haastatelluista suunnittelijoista mainitsi myös hankkeiden (HaSu) ja GTK:n nettisivut tiedonlähteenä. Happamien sulfaattimaiden huomioon ottamista ojitussuunnitelmien teossa edesauttaa niiden sisältyminen suunnittelijoiden käytössä oleviin paikkatietojärjestelmiin.

Haittojen torjunnassa suunnittelijat korostivat suunnittelun tärkeyttä. Pääsääntöisesti ojituslupia haettaessa viranomaisen vaatimuksena on tarkistaa mahdollisten happamien sulfaattimaiden esiintyminen suunnittelualueella. Käytännön toimista suunnittelijat mainitsivat kaivutekniikan ja valtaojien syvyysien tarkistamisen. Pääsääntöisesti valtaojia ei sulfaattimailla syvennetä ja metsissä arvioidaan ojituksen tarpeellisuus. Myös kaivumassat kalkitaan. Viljelymaille kaikki suunnittelijat esittivät säätösalaajitusta ja sitä pidettiin yleisesti hyvänä toimenpiteenä sulfaattimaille. Tilusjärjestelyissä, joissa tehdään perusparannuksia suurelle alalle, säätösalaajitusta pidettiin erityisen tärkeänä. Myös ojituksen suunnittelua ja tekemistä samalla kertaa koko tilusjaon alueelle pidettiin hyvänä ratkaisuna. Yksi vastanneista korosti myös maanviljelijöille annettavan säätöjen hoidon ohjeistuksen tärkeyttä.

Pohjois-Pohjanmaalla eräs haastateltu mainitsi kalkki-biotiitti -seosta kokeillun happaman veden neutralointiin, jota hän piti toimivana ratkaisuna. Yleiseen käyttöön se ei kuitenkaan ole tullut. Toinenkin vastaajista piti happaman veden neutraloimista ojustossa parhaana ratkaisuna nimeämättä tähän mitään erityistä keinoa. Suunnittelijoiden haastatteluissa pohdintaa toimenpiteiden vaikuttavuudesta aiheuttivat luonnonolot, joihin ihminen ei voi vaikuttaa. Erityisesti kuivat

kesät ja syksyn runsaat sateet koettiin ongelmalliseksi yhdistelmäksi. Kuivan kesän aikana maaperä kuivuu ja hapettuu syvälle ja syksyn sateet huuhtovat näin syntyneen happamuuden edelleen vesistöihin.

Maanmittaustoimistossa tilusjärjestelyjä hoitavilta työntekijöiltä tiedusteltiin Webropol-ohjelmalla tehdyn kyselyn avulla tietämystä happamista sulfaattimaista. Kyselyyn saatiin kuusi vastausta. Neljä vastaajaa ilmoitti tietävänsä vähän happamien sulfaattimaiden esiintymisestä Suomessa. Yksi vastaajista ei tiennyt sulfaattimaista lainkaan ja yksi vastaajista ilmoitti tietävänsä sulfaattimaiden esiintymisestä. Pääasiallinen tietolähde oli Geologian tutkimuskeskus (GTK), josta tietoa oli saanut neljä kuudesta vastaajasta. Muista tiedon lähteistä vastaajat mainitsivat maanomistajat, Ely-keskuksen sekä yleisesti asiantuntijat. Happamuuden torjuntakeinoja kysyessä kaikki maanmittausinsinöörit tunnustivat säätösalaajituksen. Viisi kuudesta nimesi kalkituksen ja yksi vesistöjen kalkituksen. Sen sijaan kukaan vastaajista ei valinnut vaihtoehdoista säätökastelua, kalkkisuodinojitusta tai muuta keinoa. (Tuorila 2014.)

Viranomaisten näkemyksiä happamien sulfaattimaiden huomioimisessa tilusjärjestelyissä selvitettiin haastattelemalla Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan Ely-keskusten ojituslupien käsittelystä vastaavia viranomaisia. Ojituslupia myönnettäessä happamat sulfaattimaat huomioidaan Ely-keskuksissa tiedossa olevan kartoituksen riskialueilla. Ohjeellisesti viranomaiset vaativat korkean riskin alueelta maanäyteitä ja viljelymaille säätösalaajitusta. Olemassa olevia ojia ohjeistetaan jätettävän samaan syvyyteen. Esimerkiksi metsämaiden laskeutusaltaiden riittävä tilavuus tehdään altaan pinta-alaa kasvattamalla, ei kaivussyvyyttä lisäämällä.

Haastattelussa tiedusteltiin myös happamista sulfaattimaista kaivattavan lisätiedon tarvetta. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivojen (2011) mukaan tiedotuksen ja eri toimijatahojen tietoisuuden lisäämistä pidettiin tärkeänä keinona vähentää ympäristöriskejä. Lisätietoa aiheesta toivoivat eniten suunnittelijat. Tärkeimpänä lisätiedon tarpeena haastatellut pitivät ajantasaisia riskikarttoja suunnittelutyön pohjaksi. Maanviljelijät ja ojitusurakoitsijat suhtautuivat lisätiedon tarpeeseen kriittisemmin. Yleinen tieto ja happamien sulfaattimaiden vaikutus käytännön viljelytoimiin olivat teemoja, joista toivottiin lisää informaatiota. Eräs urakoitsija piti happamien sulfaattimaiden aiheuttamia haittoja liioiteltuina ja ongelmien hallintaa mahdollisena nyky menetelmillä.

Lisätiedon sopivimmat lähteet vaihtelivat eri vastaajaryhmien kesken. Maanviljelijät toivoivat tietoa löytyvän verkosta tai opasvihkosta, kun taas ojitus-

suunnittelijat toivoivat käytännönläheisempää koulutusta aiheesta esimerkiksi seminaarien tai koulutustilaisuuksien muodossa. Suunnittelijat toivoivat myös entistä kattavampia riskikarttoja suunnittelukarttojen pohjaksi samaan tapaan, miten esimerkiksi pohjavesialueet on löydettävissä. Ely-keskuksen viranomais-ten näkemyksen mukaan heiltä saa ohjeita ja tietoa happamien sulfaattimaiden esiintymistä, mutta erityisesti ojitussuunnittelijoille ja -urakoijille nähtiin lisäkoulutuksen tarvetta. Koulutusta sellaisenaan ei kuitenkaan pidetty Ely-keskusten tehtävänä. Viljelijähaastattelun perusteella maatalouden neuvojat eivät olleet tuoneet esiin happamia sulfaattimaita lainkaan. Kuitenkin esimerkiksi ProAgrian neuvojat ovat läheisimmin kontaktissa maanviljelijöihin ja heidän kauttaan tiedon saaminen viljelijöille olisi tehokasta ja toimivaa.

8 YHTEENVETO JA JATKOSELVITYSTARPEET

Tilusjärjestelyissä kuivatus- ja muita perusparannustoimenpiteitä tehdään tyyppillisesti laajalle alueelle samanaikaisesti, jolloin kyseessä on luvanvarainen, vähäistä ojitusta laajempi hanke. Ely-keskuksilla on paikkatietojärjestelmissä ajantasainen tieto happamien sulfaattimaiden esiintymisestä, joten lähtökohdaisesti tilusjärjestelyissä tehtäviin, happamuuden torjuntaan vaadittaviin toimenpiteisiin on olemassa paikkatietoa. Ennen kuin happamien sulfaattimaiden kattava kartoitus ja riskiarviointi valmistuvat, viranomaiset antavat päätöksiä varovaisuusperiaatteella. Jos tilusjakoalueella on mahdollista olla sulfaattimaita, salaojiin vaaditaan säätömahdollisuus. Kustannuksiltaan säätösalaojitus on perinteistä salaojitusta kalliimpi, joten pienen riskin alueilla säätöojituksen vaatimus ei ole kustannustehokasta.

Happaman sulfaattimaan tunnistaminen ja niistä aiheutuvien haittojen estämiseksi tarvittavat vesiensuojelutoimet eivät järjestelmällisesti kuulu ojitussuunnittelijoiden koulutukseen, mutta esimerkiksi Sedu aikuiskoulutuksen järjestämässä Maaseudun vesitalouden erityisammattitutkinto -koulutuksessa happamat sulfaattimaat huomioidaan omana, erillisenä teemana. Sulfaattimaista saatavilla oleva tiedotusmateriaali on hajanaista ja esimerkiksi kaavoittajat, uusjaon suunnittelijat, kuivatuksen suunnittelijat ja tekijät eivät välttämättä tunnista happamia sulfaattimaita ja haittojen minimoimiseksi tehtäviä toimenpiteitä. (Happamien sulfaattimaiden... 2011.) Haastatellut ojitussuunnittelijat olivat tietoisia happamien sulfaattimaiden haitoista ja suhtautuivat happamuuden hallintaan tarvittaviin toimenpiteisiin myönteisesti, mutta näin ei välttämättä aina ole. Suunnittelijat toivoivat myös lisäkoulutusta aiheeseen liittyen. Tähän mennessä opastusta oli saatavissa esimerkiksi Ely-keskusten kautta, mutta useampi vastaajista koki tiedon haun olevan kiinni omasta mielenkiinnosta aiheeseen.

Tilusjärjestelyalueilla käytännön kaivu-urakointia tekevät urakoijat ovat avainasemassa happaman sulfaattimaan tunnistamisessa kentällä. Ellei riskimaata tunnista, voivat ongelmalliset maat jäädä huomiotta. GTK:n tekemä kartoitus on yleistasoinen ja happamien sulfaattimaiden pientalajuudesta johtuen käytännön toimijoilla on suuri merkitys potentiaalisten happamien sulfaattimaiden tunnistamisessa työmaillaan. Nykyisin urakoijat toimivat suunnittelijoiden ohjeistuksen mukaan ja haastatellut kaivutöitä tekevät toimijat pitivät happamien sulfaattimaiden riskejä liioiteltuina. Lisätiedon jakaminen ja urakoijien asenteisiin vaikuttaminen ovat tärkeitä tavoitteita happamoitumisen ja sulfaattimailta tulevien metallipäästöjen vähentämiseksi.

Haastatelluilla maanviljelijöillä ei ollut kovin hyvin tietoa omilla viljelyksillä esiintyvistä sulfaattimaasta. Potentiaalinen hapan sulfaattimaakerros sijaitsee muokkauskerroksen alapuolella, jolloin maan ominaisuudet eivät tule ilmi esimerkiksi maan viljavuutta mittaavissa maaperänäytteissä. Myöskään ongelmallisen maaperän vesistöille ja ympäristölle aiheutuviin haittoihin ei näin ollen tule kiinnitettyä huomiota. Viljelijöiden kannalta katsottuna avainasemassa tiedon välittämisessä ovat maatalousneuvojat. Mahdollisen potentiaalisesti happaman sulfaattimaan esiintyminen ja sen vaikutus viljelykäytäntöihin olisi mielekästä tuoda esiin esimerkiksi viljelysuunnitelmia tehdessä. Koulutusta ja tiedotusta sulfaattimaista tulisikin suunnata entistä enemmän neuvoijille.

Sulfaattimaista aiheutuvien riskien tunnistaminen motivoi viljelijöitä ottamaan viljelyssä huomioon ympäristön kannalta hyödyllisiä toimenpiteitä. Uuden ohjelmakauden ympäristökorvausjärjestelmässä happamat sulfaattimaat on huomioitu nykyistä paremmin ja maaomistajilla on mahdollisuus hakea tukea sulfaattimaiden happamuusriskejä vähentäviin toimenpiteisiin. Korvausjärjestelmässä ehdotettu kohdentamisalue on Etelä- ja Lounais-Suomesta Keski-Pohjanmaalle ulottuvalla rannikkoseudulla. Kohdentamisalueella tukea maksetaan enemmän ja suuremmasta talviaikaan kasvipeitteisestä alasta kuin muualla maasta. Tuki on rakennettu kannustavaksi siten, että mitä suurempi osa tilan pelloista on kasvipeitteisiä, sitä suurempi korvaus on mahdollista saada. Tilusjärjestelyiden yhteydessä tehtävään säätösalaajitukseen on saatavissa valtion tukea myös uudella ohjelmakaudella, joten säätösalaajitusta tehdään todennäköisesti jatkossakin. Lisäksi viljelijöitä olisi tärkeä ohjeistaa säätösalaajien hoitoon, jotta investoinneista saataisiin täysi hyöty.

Maanviljelijöiden haastattelujen perusteella tilusjärjestelyissä huomioon otettaviksi asioiksi nousivat esiin muut tekijät kuin happamien sulfaattimaiden huomiointi. Tämä johtuu luultavasti siitä, että sulfaattimaat ja niiden aiheuttavat ongelmat tuntuvat vierailta viljelijöille. Tilusjärjestelyissä tehdään perusparannuksia laajalle alueelle, jolloin myös mahdollisten potentiaalisten sulfaattimaiden huomioiminen toimenpiteissä olisi vaikutuksiltaan riittävän laaja-alainen.

Vähän käytössä ollut, mutta periaatteessa toimiva ratkaisu tilusjärjestelyn yhteydessä on säätösalaajien lisänä valtaajien padotus ja padotusvesien käyttö säätökasteluun. Tilusjärjestelyjen yhteydessä tehtävä yhteispadotus on tehokkaampi, sillä sen vaikutus saadaan ulotettua laajemmalle alueelle. Samalla suuremman alueen vesitalous saataisiin paremmin hallintaan kuivatusalueen eri kuivatusvyöhykkeillä.

Maanomistajien toiveista ja mahdollisuuksista riippuen tilusjärjestelyjä suunnittelevat tahot voisivat tarjota mahdollisuutta valtaojien padotukseen tai esimerkiksi pienialaisen kosteikon perustamiseen. Kosteikko toimisi paitsi kasteluveden lähteenä myös maatalousympäristön monimuotoisuuden ja tulvahuippujen säätelyn kannalta tärkeänä elementtinä. Kosteikon perustaminen ei kuitenkaan ole joka paikkaan sopiva ratkaisu, vaan sen tekeminen tulisi suunnitella tapauskohtaisesti. Valtaojien padotus voitaisiin sijoittaa rajaojiin, jolloin padotus ei vaikuttaisi liian voimakkaasti yksittäiseen maanomistajaan ja toisaalta siitä saatava hyöty esim. kasteluveden saamiseksi jakautuisi useammalle viljelijälle.

Tilusjärjestelyissä voidaan vaihtaa potentiaalisia happamia sulfaattimaita sellaisille tiloille, joiden tuotantosuunta mahdollistaa osalle lohkoista pysyvän nurmipeitteisyyden. Uudessa ympäristökorvausjärjestelmässä happamien sulfaattimaiden perusteella matalan kuivatussyvyyden pelloille on saatavissa tukea. Etenkin niillä alueilla, joissa sulfaatit ovat lähellä maan pintaa ja happamoitumisriski on todellinen, voitaisiin uusjaolla saada riskialttiimmat pellot hyötykäyttöön nurmirehun tuotantoon tai kesannoksi ilman niiden ottamista kokonaan pois viljelykäytöstä. Tilusvaihoissa tällaisten maiden vaihto tulisi tehdä niin, ettei yksittäisen viljelijän asema ja tilan peltomaan laatu kokonaisuudessaan heikkene.

GTK:n tekemän yleiskartoituksen valmistuttua potentiaaliset happamien sulfaattimaiden alueet tunnetaan paremmin ja toimenpiteitä voidaan kohdistaa kustannustehokkaasti ongelmallisimmille riskialueille. Kartoituksen ja tiedottamisen tulisi kuitenkin tapahtua samanaikaisesti, jotta eri toimijoilla olisi mahdollisuus tutustua peltojen tai suunnittelu- ja työmaidensa ominaisuuksiin.

LÄHTEET

- Edén, P., Auri, J., Rankonen, E., Martinkauppi, A., Österholm, P., Beucher, A. & Yli-Halla, M. 2012. Mapping acid sulfate soils in Finland: Methods and results. In: P. Österholm, M. Yli-Halla & P. Edén, P. 7th International Acid Sulfate Soil Conference in Vaasa, Finland 2012. Towards Harmony between Land Use and the Environment. Proceedings volume. Geologian tutkimuskeskus. Opas 56, 31–33.
- Edén, P., Auri, J., Boman, A. & Rankonen, E. 2014. Happamien sulfaattimaiden kartoitus (1:250 000) ja ominaisuudet. Teoksessa: R. Suomela (toim.), P. Edén, A. Huhmarniemi, T. Saarinen, J. Tertsunen, J. Auri, H. Marttila, M. Yli-Halla, A. Boman, E. Joki-Tokola, S. Luoma & E. Rankonen 2014. Happamat sulfaattimaat ja niistä aiheutuvan vesistökuormituksen hillitseminen Siika- ja Pyhäjoen valuma-alueilla. [Verkkójulkaisu]. Jokioinen: MTT. Raportti 132. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti132.pdf>
- Esitys Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmaksi 2014–2020. Luonnos 4 / 15.4.2014. [Verkkójulkaisu]. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: http://www.mmm.fi/attachments/maaseutu/mZu0GyoRB/Luonnos4_Manner-Suomen_maaseudun_kehittämisohjelmaksi_2014-2020_15.4.2014.pdf
- Hadzic, M., Postila, H., Österholm, P., Nystrand, M., Pahkakangas, S., Karppinen, A., Arola, M., Nilivaara-Koskela, R., Häkkinen, K., Saukkoriipi, J., Kunnas, S. & Ihme, R. 2014. Sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät – SuHE-hankkeen loppuraportti. [Verkkójulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2014. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.syke.fi/hankkeet/suhe>
- Hakala, A. Itämeren historia. [Verkkosivu]. Suomen Kansallinen Geologian Komitea (SKGK). [Viitattu 22.1.2014]. Saatavana: <http://www.geologia.fi/index.php/2011-12-21-12-30-30/2011-12-21-12-39-11/2011-12-21-12-39-51/itaemeren-historia>
- Happamat sulfaattimaat 2009. [Verkkójulkaisu]. Maaseutuverkoston julkaisu. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: http://www.maaseutu.fi/attachments/verkostoyksikko/5HZoFCNKH/happamat_sulfaattimaat_B5_LOW.PDF
- Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suunta-
viivat vuoteen 2020. 2011. [Verkkójulkaisu]. Helsinki: Maa- ja metsä-
talousministeriö, Ympäristöministeriö. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana:
[http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/
newfolder_62/5xB6L0P33/mmmjulkaisu2011_2.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/newfolder_62/5xB6L0P33/mmmjulkaisu2011_2.pdf)
- Karinkannan uusjako. [Verkkosivu]. Maanmittauslaitos. [Viitattu 20.2.2014].
Saatavana: <http://www.maanmittauslaitos.fi/TN2005-158090>

-
- Luopajarven kesätulvien torjunta 2013. [Verkkosivu]. [Viitattu 14.1.2014]. Saatavana: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_toimenpiteet/Luopajarven_kesatulvien_torjunta\(12800\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallinnan_toimenpiteet/Luopajarven_kesatulvien_torjunta(12800))
- Luopajarven tilusjärjestelyhanke. [Verkkosivu]. Maanmittauslaitos. [Viitattu 20.2.2014]. Saatavana: <http://www.maanmittauslaitos.fi/toimitukset/luopajarven-tilusjarjestelyhanke>
- Monivaikutteisen kosteikon perustaminen – ei-tuotannollinen investointituki 2012. [Verkkojulkaisu]. Maaseutuvirasto. [Viitattu 20.2.2014]. Saatavana: <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelija/Documents/Ymparistotuen%20erityistukien%20esitteet%202012/YE%20esite%20Monivaikutteisen%20kosteikon%20perustaminen%20-%20ei-tuotannollinen%20investointituki%202012.pdf>
- Nuotio, E., Rautio, L. M. & Zitra-Bärsund, S. (toim.) 2009. Kohti happamien sulfaattimaiden hallintaa: Ehdotus happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivoiksi. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/5HZmLDmc6/MMM-61505-v2-Kohti_happamien_sulfaattimaiden_hallintaa_-raportti.pdf
- Pajula, H. & Järvenpää, L. (toim.) 2007. Maankuivatukseen ja kastelun suunnittelu: Työryhmän mietintö. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 23/2007. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39840/SYKEra_23_2007.pdf?sequence=1
- Rosendahl, R. 2014. Dräneringstekniker. Österbottens Svenska Lantbruks-sällskap. Suull. tiedonanto 14.5.2014.
- Salaojituksen tavoiteohjelma 2020 2002. [Verkkojulkaisu]. Salaojakeskus ry. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.salaojayhdistys.fi/pdf/tavoiteohjelma.pdf>
- Suomela, R. 2012. Säätosalaojitus ja salaojakastelu happamuuden torjuntakeinoina Pohjois-Pohjanmaalla. Teoksessa: N. Schulman & H. Kauppinen (toim.). Maataloustieteen päivät 2012. [Verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 28. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: http://www.smts.fi/Ymparisto/Suomela_Saatosalaojitus.pdf
- Suomela, R. 2014. Sulfaattimaille suunniteltujen happamuuden hallintamenetelmien sosio-ekonomiset vaikutukset Siikajoen ja Pyhäjoen valuma-alueella. Teoksessa: R. Suomela (toim.), P. Edén, A. Huhmarniemi, T. Saarinen, J. Tertsunen, J. Auri, H. Marttila, M. Yli-Halla, A. Boman, E. Joki-Tokola, S. Luoma & E. Rankonen. Happamat sulfaattimaat ja niistä aiheutuvan vesistökuormituksen hillitseminen Siika- ja Pyhäjoen valuma-alueella. [Verkkojulkaisu]. Jokioinen: MTT. Raportti 132. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti132.pdf>
-

-
- Säätösalaajitus, säätökastelu, kuivatusvesien kierrätys 2005. Maatalouden ympäristötuen erityistuet v. 2000–2006. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.salaajakeskus.fi/pdf/saatosalaajitus.pdf>
- Säätösalaajituksen, säätökastelun tai kuivatusvesien kierrätyksen hoitotoimenpiteet 2009. [Verkkojulkaisu]. Maaseutuvirasto. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.salaajayhdistys.fi/pdf/saatoalaajitus2009.pdf>
- Säätösalaajitus 2009. [Verkkojulkaisu]. Maaseutuverkoston esite. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: http://www.salaajayhdistys.fi/pdf/saatosalaajitus_kevyt_resoluutio.pdf
- Tiedotteet 2013a. Vesienhoito haasteellista Länsi-Suomessa [Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus]. [Verkkosivu]. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. [Viitattu 26.6.2014]. Saatavana: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/vesienhoito-haasteellista-lansi-suomessa-etela-pohjanmaan-ely-keskus-#.U6vAVbHyXIU>
- Tiedotteet 2013b. Vesienhoito haasteellista Länsi-Suomessa [Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus]. [Verkkosivu]. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. [Viitattu 26.6.2014]. Saatavana: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/uutta-tietoa-pintavesien-tilasta-oulujoen-iijoen-vesienhoitoalueelta-pohjois-pohjanmaan-ely-keskus-ja-kainuun-ely-keskus-#.U6vDRrHyXIU>
- Tiedotteet 2014. Pohjanmaan jokien happamuustilanne on huonontunut [Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus]. [Verkkosivu]. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. [Viitattu 25.11.2014]. Saatavana: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/pohjanmaan-jokien-happamuustilanne-on-huonontunut-etela-pohjanmaan-ely-keskus-#.VHWEB7E8LIU>
- TIKE 2012: Maatilatilastollinen vuosikirja. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Suomen virallinen tilasto.
- Tilusjärjestely 2014. [Verkkosivu]. Maanmittauslaitos. [Viitattu 26.5.2014]. Saatavana: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kiinteistot/maanmittaus-toimitukset/tilusjarjestely>
- Toivonen, J. 2013. Effects of anthropogenic and natural hydrological changes on the behavior of the acidic metal discharge from acid sulfate soils in a river- and lake system in western Finland. [Verkkojulkaisu]. Åbo: Åbo Akademi University. Geology and mineralogy. Diss. [Viitattu 26.5.2014]. Saatavana: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/93470/toivonen_janne.pdf?sequence=2
- Tuorila, J. 2014. Sulfaattimaatietämys tilusjärjestelyissä: Viljelijäkysely Ilmajoella, viranomaiskysely maanmittauslaitoksella. [Verkkojulkaisu]. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Elintarvike ja maatalous. Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma, Ylempi AMK. Opinnäytetyö. [Viitattu 26.5.2014]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014061713055>
-

- Uusi-Kämppeä, J. 2012. Korkeampi pohjaveden pinta ratkaisu happamien sulfaattimaiden päästöille? [Verkkojulkaisu]. Teoksessa: Toim. N. Schulman & H. Kauppinen. Maataloustieteen päivät 2012. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 28. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: http://www.smts.fi/Ymparisto/Uusi-Kamppa_Korkeampi.pdf
- Uusi-Kämppeä, J., Virtanen, S., Rosendahl, R., Österholm, P., Mäensivu, M., Westberg, V., Regina, K., Ylivainio, K., Yli-Halla, M., Edén, P. & Turtola, E. 2013. Ympäristöriskien vähentäminen happamilla sulfaattimaidella: Opas pohjaveden pinnan säätämiseksi. [Verkkojulkaisu]. Happamien sulfaattimaiden ympäristöriskien vähentäminen – sopeutumiskeinoja ilmastonmuutokseen (CATERMASS) -hanke. MTT Raportti 74. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti74.pdf>
- Vesienhoidon toteutusohjelma 2010–2015. Valtioneuvoston periaatepäätös. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 8/2011. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BA1CBD915-6F6C-46FA-85C4-83488CBC389C%7D/26385>
- Vesienhuollon toimenpiteiden suunnittelu vuosille 2016–2021, Maatalous 10.6.2013. Maataloustieteellisen loppuraportti. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B7122B7AC-C248-44F5-9702-5692488ACFE6%7D/96390>
- Väisänen H. 2014. Ympäristöpäällikkö. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Suull. tiedonanto 10.10.2014.
- Yli-Halla, M. 1997. Classification of acid sulphate soils of Finland according to soil taxonomy and the FAO/UNESCO legend. *Agricultural and Food Science in Finland* 6, 247– 258.
- Yli-Halla, M. 2010. Happamien sulfaattimaiden luokittelu ja viljelyn vaihtoehdot. Teoksessa: Maataloustieteen Päivät 2010. [Verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: <http://www.smts.fi/jul2010/esite2010/110.pdf>
- Yli-Halla, M. 2012. Happamien sulfaattimaiden viljely ja vesistökuormituksen hallinta. [Verkkojulkaisu]. HaKu -hankkeen loppuseminaari 11.12.2012. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavana: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/HaKu/Yli_Halla_Raahe.pdf
-

LIITE 1. SAATEKIRJE

1.11.2012-31.12.2014
Hydro-Pohjanmaa

Ilmajoella 31.1. 2014

Hyvä maanomistaja,

Työskentelen Hydro-Pohjanmaa-hankkeella, jossa teemme selvitystä happamien sulfaattimaiden huomioimisesta tilusjärjestelyissä Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan maakunnissa. Yksi tutkimuksen kohdealueista on Luopajärvi. Teillä on nyt mahdollisuus osallistua haastattelututkimukseen aiheeseen liittyen. Haastattelut tehdään puhelimitse helmikuussa viikkojen 6-8 aikana. Selvityksen tulokset julkaistaan syksyllä 2014 ja niistä tiedotetaan kyselyyn osallistuneille henkilökohtaisesti. Haastatteluaineisto käsitellään luottamuksellisesti, mutta jos ette halua osallistua haastatteluun, niin ottakaa yhteyttä allekirjoittaneeseen.

Hydro- Pohjanmaa-hanketta toteuttavat Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy Elintarvike ja maatalous yhdessä Oulun ammattikorkeakoulu Oy:n Luonnonvaralan yksikön kanssa.

Ystävällisin terveisin,

Projektiavustaja Anna Saarela
p. 040-830 0408
anna.saarela@seamk.fi

Liitteet 2 kpl

Hydro-Pohjanmaa-hankkeen yleisesite
Alunamaat eli happamat sulfaattimaat -esite

LIITE 2. KYSYMYKSET

Kysymykset viljelijöille

1. Onko happamat sulfaattimaat tai alunamaat (pikileeri) teille käsitteenä tuttu?
 2. Esiintyykö pelloillanne sulfaattimaita? Kyllä/ei/en tiedä
 3. Jos esiintyy, niin minkä verran? (ha) Missä syvyydessä?
1 m, 1,5 m 2 m / en tiedä
 4. Miten asiaa on selvitetty?
GTK/muu tutkimus/perimätieto/ei mitenkään
Onko GTK kartoittanut tilallanne esiintyvät sulfaattimaat ?
kyllä/ei/en tiedä
 5. Osaatteko sanoa, mitä ominaisuuksia happamiin sulfaattimaihin liitetään?
 6. Mitä niiden esiintyminen merkitsee teidän kohdallanne?
ei ongelmia/ongelmia esim.
Onko esim. joillain peltolohkoilla jatkuvaa kalkituksen tarvetta?
Onko viljavuusanalyysin perusteella joillain lohkoilla alhainen pH? Entä
P määrä noin tasolla huono/huononlainen/tyydyttävä/hyvä/korkea/arve-
luttavan korkea
Johtoluku? (Peltomaissa yleensä alle 2,5, yli 10 korkea ja selvítettävä)
 7. Oletteko saaneet viranomaisilta / neuvojilta ohjeita sulfaattimaiden viljelyyn?
Minkälaisia?
 8. Ellette ole, niin koetteko tarvitsevanne ohjeistusta?
Vaihtoehtoja: Yleistietoa Sulfaattimaista (ominaisuuksista, synnystä ym.),
alueellinen esiintyminen ja niiden laadusta alueella, vaikutuksista maa-
taloudelle ja haittojen minimoinnista vaikutuksesta vesistöissä haitoista
(betoni)rakenteille ym.
muut teemat
 9. Tarvitsetteko tällä hetkellä happamiin sulfaattimaihin liittyvää lisätietoa?
Minkälaista?
Kuka/mikä/mitkä tahot olisivat sopivimpia tarjoamaan ohjeistusta?
Esim. opasvihkonen, seminaari tm. tiedotustilaisuus
ProAgriat, verkkosivusto tms.
 10. Mitä toimenpiteitä olette tehneet sulfaattimaihin liittyvien haittojen torjumiseksi? Mitä toimenpiteitä olisitte valmis tekemään / mitkä olisivat mahdollisia tilan tuotantosuunnan kannalta?
Ovatko viljelykäytännöt muuttuneet tilusjärjestelyn myötä?
Kalkitus, sääätösaloitus, säätökastelu...
Pysyvän nurmen perustaminen tai matalan kuivatuksen vaativien kasvi-
en viljely esim. hs -nurmet uuden ymp.tuen ehdotuksissa täydentävänä
toimenpiteenä
Viljelystä poistaminen?
-

-
11. Onko niistä aiheutunut lisäkustannuksia? Minkä verran? Ei ole/vähän/merkittävästi
 12. Minkälaisia kokemuksia teillä on eri menetelmistä?
 13. Otettiinko happamat sulfaattimaat huomioon tilusjärjestelyprosessissa? Miten?
 14. Mikä taho/mitkä tahot kertoi/otti huomioon happamat sulfaattimaat tilusjärjestelyissä?
 15. Aiheuttivatko happamat sulfaattimaat ongelmia tilusjärjestelyissä?
 16. Muutitteko viljelytoimenpiteitä tilusjärjestelyiden jälkeen happamilla sulfaattimailla, jos niitä oli? Miten?
 17. Miten happamat sulfaattimaat tulisi ottaa huomioon tilusjärjestelyissä? Ehdotuksia?
Vaihtoehtoja: Laajemmat alueen keskitetyt padotushankkeet / säätökasteluhankkeet (padot avo-ojissa + kasteluvettä), usean tilan yhteiset (säätökastelu-) tai säätösalaajitushankkeet Muita ehdotuksia?

Kysymykset viranomaisille

1. Onko teillä tietoa happamien sulfaattimaiden yleisyydestä ja esiintymisestä Suomessa?
 2. Onko teillä tietoa happamien sulfaattimaiden haitallisuudesta? Minkälaista?
 3. Onko teillä tietoa happamuushaittojen torjuntakeinoista? Minkälaista?
 4. Tarkistatteko tilusjärjestely-toimituksen yhteydessä, onko alueella happamia sulfaattimaita? Miten?
 5. Jos happamia sulfaattimaita esiintyy, miten ne otetaan huomioon tilusjärjestelyissä?
 6. Aiheutuuko happamista sulfaattimaista lisäkustannuksia tilusjärjestelyissä?
 7. Onko asian suhteen ollut ongelmia?
 8. Mistä olette saaneet happamiin sulfaattimaihin liittyvää tietoa?
 9. Tarvitaanko aiheesta lisätietoa? Minkälaista? Esim. tutkimustietoa/yleistä käytännön tietoa
 10. Miten happamat sulfaattimaat tulisi ottaa huomioon tilusjärjestelyissä? Ehdotuksia?
-

Kysymykset ojitussuunnittelijoille ja urakoitsijoille

1. Onko teillä tietoa happamien sulfaattimaiden yleisyydestä ja esiintymisestä Suomessa?
 2. Onko teillä tietoa happamien sulfaattimaiden haitallisuudesta? Minkälaista?
 3. Onko teillä tietoa happamuushaittojen torjuntakeinoista? Minkälaista?
 4. Mistä olette saaneet tietoa em. keinoista?
 5. Tarkistatteko tilusjärjestelytoimituksen ja siihen liittyvän suunnittelun/urakoinnin yhteydessä, onko alueella happamia sulfaattimaita? Miten?
 6. Miten happamien sulfaattimaiden esiintyminen vaikuttaa suunnitteluun/urakointiin?
 7. Aiheutuuko happamista sulfaattimaista lisäkustannuksia? Minkä verran?
 8. Mitä toimenpiteitä suosittelette happamille sulfaattimaille?
 9. Minkälaisia kokemuksia teillä on eri toimenpiteistä?
 10. Tarvitaanko happamista sulfaattimaista lisätietoa? Minkälaista?
 11. Miten happamat sulfaattimaat tulisi ottaa huomioon tilusjärjestelyissä? Ehdotuksia?
-

LIITE 3. SUOSITUKSIA HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN HUOMIOIMISEKSI TILUSJÄRJESTELYISSÄ

Happaman sulfaattimaan tunnistaminen

Happamat sulfaattimaat ovat yleensä hienorakenteisia ja liejupitoisia maita. Hapan sulfaattimaa esiintyy pienialaisesti ja samasta kohdasta otetun maaperänäytteen eri syvyyksillä voidaan havaita potentiaalisia ja todellisia happamia sulfaattimaita. Maalajeista potentiaalisia happamia sulfaattimaita ovat hienorakeiset ja yleensä liejupitoiset maat, kuten savi, hiesu ja hieno hieta. Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on rakenteeltaan massiivista, eli siinä ei ole kokkareita ja väriltään maa on yleensä mustaa tai tumman harmaata. Hapettunut sulfaattimaa on väriltään vaaleampaa ja se voi myös haista rikille. Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on pohjaveden pinnan alla ja todellinen hapan sulfaattimaa on sen yläpuolella. Hapettuneessa todellisessa sulfaattimaassa on tyypillisesti erikokoisia kokkareita ja halkeilua. Halkeamien pinnalla on usein erotettavissa myös ruostesaostumia.

Geologian tutkimuskeskuksen tekemä happamien sulfaattimaiden kartoitus on vielä kesken, mutta ajantasaista tietoa löytyy esimerkiksi GTK:n nettisivuilta sekä alueellisista Ely-keskuksista. Happamien sulfaattimaiden aiheuttaman riskin hillitsemiseksi ensisijassa on Geologian tutkimuskeskuksen tekemän kartoituksen valmistuminen. Kun potentiaalisten happamien sulfaattimaiden sijainti tunnetaan tarkemmin, voidaan toimenpiteet kohdistaa paremmin riskialueille. Ennen perusparannushankkeiden aloittamista mahdollisen potentiaalisen sulfaattimaan esiintyminen alueella kannattaa tarkistaa joko GTK:lta tai Ely-keskuksesta. Jos tilusjakoalue kuuluu sulfaattimaiden riskialueeseen, pystytään näin jo ennalta arvioimaan mahdollisia tulevia toimenpiteitä, kuten esim. säätösalaajituksen tarvetta.

Tilusjärjestelyjen erityispiirteet

Tilusjärjestelyissä tehdään tyypillisesti perusparannustoimia, kuten ojituksia ja peltoteiden korjauksia laajalle alalle, jolloin toimenpiteiden vesiensuojelullinen näkökulma on erityisen tärkeää. Uudessa, vuonna 2012 voimaan tulleessa vesilaissa on ilmoitusvelvollisuus muista kuin vähäisistä ojituksista. Ojitusilmoitukseen on sisällytettävä mm. selvitys hankkeen ympäristövaikutuksista sekä esitettävä alueella tehtävät ympäristönsuojelutoimenpiteet, kuten toispuoleiset

kaivut, kalkitukset, kosteikot ym. Jos toimenpiteitä tehdään happamilla sulfaattimailla, on viranomaisen tehtävänä varmistaa, ettei perkauksesta aiheudu happamuushaittoja vesistölle.

Säätösalaajituksen hyödyistä jokiveden laadulle ei ole vielä laajempaa seurattietoa, mutta siitä arvioidaan olevan etua, jos säätösalaajitus kattaa valtaosan valuma-alueen sulfidipitoisista pelloista. Säätöjärjestelmä voidaan toteuttaa myös vanhoihin salaajiin, joka sopisi tehtäväksi muiden perusparannustoimien kanssa samalla kertaa. Tasaisilla mailla veden säätelyyn tarvitaan keskimäärin yksi säätökaivo 1,5 hehtaaria kohti, joten kaivojen asentaminen ei nosta tilusjaon kokonaiskustannuksia merkittävästi.

Tilusjärjestelyjen yhteydessä tehtävä yhteispadotus on tehokkaampi, sillä sen vaikutus saadaan ulotettua laajemmalle alueelle. Padotus tai pienialainen kosteikko voidaan perustaa esimerkiksi rajajoiin, jolloin viljelyalan menetys ei ole yksittäiselle viljelijälle kohtuuton ja perustuskustannukset saadaan jyvitettyä naapureiden kesken.

Pohjanmaan jokilaaksoihin on rakennettu tulvapankereitä ja eristysojia, joilla yläpuoliset vedet kierrätetään alapuoliseen vesistöön ilman, että niitä tarvitsee pumpata. Näitä kierrätysvesiä olisi mahdollista käyttää säätökasteluun. Tilusjärjestelyissä laajojen ojituskunnostusten yhteydessä voitaisiin suunnitella korkeusvyöhykkeittäin olevia säätöalueita, joissa vesiä padottaisiin valtaojiin tai käytettäisiin säätökaivoja ja tarvittaessa muovitusta. Pengerrysalueilla olevia pumppaamoja voisi myös hyödyntää veden pumppaamisessa eri korkeusvyöhykkeille.

Tilusjärjestelyissä voidaan myös pyrkiä vaihtamaan potentiaalisia happamia sulfaattimaita sellaisille tiloille, joiden tuotantosuunta mahdollistaa osalle lohkoista pysyvän nurmipeitteisyyden tai ongelmallisimmat lohkot voidaan jättää kesannolle. Uuden ohjelmakauden luonnoksessa ympäristökorvattavaksi toimenpiteeksi on ehdotettu happamien sulfaattimaiden nurmiviljelyä. Hyvänä käytäntönä voi olla myös pellon vuokraaminen tai nurmirehun myyminen karjatilalle.

Tiedotus

Asianosaisilla maanomistajilla, perusparannustöitä tekevilla urakoijilla sekä suunnittelijoilla tulisi olla riittävä tieto alueella esiintyvistä happamista sulfaattimaista ja niillä toteutettavista tehokkaista happamuushaittoja ehkäisevistä

toimenpiteistä. Tietoa on saatavilla, mutta se on hajanaista. Happamien sulfaattimaiden hallintaa pohtinut työryhmä on esittänyt tiedonvälityksen lisäämistä ja tiedotus on kirjattu yhtenä toimenpiteenä myös EU:n uuden ohjelmakauden (2015–2020) tavoitteisiin.

Koulutustarpeet eroavat eri ryhmillä; ojitussuunnittelijat ja käytännön urakointia tekevät hyötyvät käytännön toimenpide-ehdotuksista ja niiden vaikutuksista happamuuden hallinnassa kun taas maanviljelijöitä kiinnostaa lähinnä yleis-tieto sulfaattimaista sekä niiden vaikutus viljelyyn. Uuden ohjelmakauden ympäristökorvausjärjestelmän mahdollisuudet viljelijöille tulisi huomioida myös tiedonvälityksessä ja tilakohtaisessa neuvonnassa.

Koulutuksen järjestämisessä tulisi huomioida eri ryhmien tarpeet ja räätälöidä koulutus näille sopivaksi. Maanviljelijöille mieluisin tiedotuskanava olisi verkkosivusto, kun taas ojitussuunnittelijoita hyödyttäisi parhaiten tieto käytäntöön sovellettavien toimenpiteiden vaikuttavuudesta. Ojitussuunnittelijoille kohdennettu, uusia käytännön sovelluksia esittelevä koulutus olisi tarpeen. Tärkeää olisi saada myös ajantasainen, suunnittelun pohjakartoille sisältyvä paikkatieto happamien sulfaattimaiden sijainnista. Happamien sulfaattimaiden haittojen vähentämiseksi on tehty tutkimusta ja mm. eri hankkeissa on pilotoitu uusia menetelmiä, joiden yleiseen käyttöön saaminen olisi seuraava askel. Tutkimuksen ja hyviksi havaittujen menetelmien saaminen ”kentälle” auttaisi osaltaan saavuttamaan pintavesien hyvän tilan saavuttamista määrääjassa.

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUSARJA

A. TUTKIMUKSIA

1. Timo Toikko. Sosiaalityön amerikkalainen oppi: Yhdysvaltalaisen caseworkin kehitys ja sen yhteys suomalaiseen tapauskohtaiseen sosiaalityöhön. 2001.
 2. Jouni Björkman. Risk Assessment Methods in System Approach to Fire Safety. 2005.
 3. Minna Kivipelto. Sosiaalityön kriittinen arviointi: Sosiaalityön kriittisen arvioinnin perustelut, teoriat ja menetelmät. 2006.
 4. Jouni Niskanen. Community Governance. 2006. (verkkojulkaisu)
 5. Elina Varamäki, Matleena Saarakkala & Erno Tornikoski. Kasvuyrittäjyyden olemus ja pk-yritysten kasvustrategiat Etelä-Pohjanmaalla. 2007.
 6. Kari Jokiranta. Konkretisoituva uhka: Ilkka-lehden huumekirjoitukset vuosina 1970–2002. 2008.
 7. Kaija Loppela. Ryhmässä oppiminen – tehokasta ja hauskaa: Arviointitutkimus PBL-pedagogiikan käyttöönotosta fysioterapeuttikoulutuksessa Seinäjoen ammattikorkeakoulussa vuosina 2005–2008. 2009.
 8. Matti Ryhänen & Kimmo Nissinen (toim.). Kilpailukykyä maidontuotantoon: Toimintaympäristön tarkastelu ja ennakointi. 2011.
 9. Elina Varamäki, Juha Tall, Kirsti Sorama, Aapo Länsiluoto, Anmari Viljamaa, Erkki K. Laitinen, Marko Järvenpää & Erkki Petäjä. Liiketoiminnan kehittyminen omistajanvaihdoksen jälkeen: Case-tutkimus omistajanvaihdoksen muutostekijöistä. 2012
 10. Merja Finne, Kaija Nissinen, Sirpa Nygård, Anu Hopia, Hanna-Leena Hietaranta-Luoma, Harri Luomala, Hannu Karhu & Annu Peltoniemi. Eteläpohjalaiset elintavat ja terveystietoisuus: Terveelliset valinnat ja räätälöidyt syömisen ja liikkumisen mallit 2009–2011. 2012.
 11. Elina Varamäki, Kirsti Sorama, Anmari Viljamaa, Tarja Heikkilä & Kari Salo. Eteläpohjalaisten sivutoimiyrittäjien kasvutavoitteet sekä kasvun mahdollisuudet. 2012.
-

12. Janne Jokelainen. Hirsiseinän tilkkemateriaalien ominaisuudet. 2012.
13. Elina Varamäki & Seliina Päällysaho (toim.) Tapio Varmola – suomalaisen ammattikorkeakoulun rakentaja ja kehittäjä. 2013.
14. Tuomas Hakonen. Bioenergiaterminaalin hankintaketjujen kanttavuus eri kuljetusetäisyyksillä ja -volyymeilla. 2013.
15. Minna Zechner (toim.). Hyvinvointitieto: kokemuksellista, hallinnollista ja päätöksentekoa tukevaa? 2014.
16. Sanna Joensuu, Elina Varamäki, Anmari Viljamaa, Tarja Heikkilä & Marja Katajavirta. Yrittäjyysaikomukset, yrittäjyysaikomusten muutos ja näihin vaikuttavat tekijät koulutuksen aikana. 2014.
17. Anmari Viljamaa, Seliina Päällysaho & Risto Lauhanen (toim.). Opetuksen ja tutkimuksen näkökulmia: Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2014. 2014.
18. Janne Jokelainen. Vanhan puuikkunan energiakunnostus. 2014.
19. Matti Ryhänen & Erkki Laitila (toim.). Yhteistyö- ja verkostosuhteet: Strateginen tarkastelu maidontuotantoon sovellettuna. 2014.
20. Kirsti Sorama, Elina Varamäki, Sanna Joensuu, Anmari Viljamaa, Erkki K. Laitinen, Erkki Petäjä, Aapo Länsiluoto, Tarja Heikkilä & Tero Vuorinen. Mistä tunnet sä kasvajan - seurantatutkimus eteläpohjalaisista kasvu-yrityksistä. 2015.

B. RAPORTTEJA JA SELVITYKSIÄ

1. Seinäjoen ammattikorkeakoulusta soveltavan osaamisen korkeakoulu: Tutkimus- ja kehitystoiminnan ohjelma. 1998.
 2. Elina Varamäki, Ritva Lintilä, Taru Hautala & Eija Taipalus. Pk-yritysten ja ammattikorkeakoulun yhteinen tulevaisuus: Prosessin kuvaus, tuotokset ja toimintaehdotukset. 1998.
 3. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä & Eija Taipalus. Ammattikorkeakoulusta työelämään: Seinäjoen ammattikorkeakoulusta 1996 – 1997 valmistuneiden sijoittuminen. 1999.
 4. Petri Kahila. Tietoteollisen koulutuksen tilanne- ja tarveselvitys Seinäjoen ammattikorkeakoulussa: Väliraportti. 1999.
-

-
5. Elina Varamäki. Pk-yritysten tuleva elinkaari: Säilyykö Etelä-Pohjanmaa yrittäjämaakuntana? 1999.
 6. Seinäjoen ammattikorkeakoulun laatu järjestelmän auditointi 1998–1999: Itsearviointiraportti ja keskeiset tulokset. 2000.
 7. Heikki Ylihärtilä. Puurakentaminen rakennusinsinöörien koulutuksessa. 2000.
 8. Juha Ruuska. Kulttuuri- ja sisältötuotannon koulutus selvitys. 2000.
 9. Seinäjoen ammattikorkeakoulusta soveltavan osaamisen korkeakoulu: Tutkimus- ja kehitystoiminnan ohjelma 2001. 2001.
 10. Minna Kivipelto (toim.). Sosionomin asiantuntijuus: Esimerkkejä kriminaalihuolto-, vankila- ja projektityöstä. 2001.
 11. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä & Eija Taipalus. Ammattikorkeakoulusta työelämään: Seinäjoen ammattikorkeakoulusta 1998–2000 valmistuneiden sijoittuminen. 2002.
 12. Tapio Varmola, Helli Kitinoja & Asko Peltola (ed.). Quality and new challenges of higher education: International Conference 25.–26. September, 2002. Seinäjoki Finland. Proceedings. 2002.
 13. Susanna Tauriainen & Arja Ala-Kaupilla. Kivennäisaineet kasvavien nautojen ruokinnassa. 2003.
 14. Päivi Laitinen & Sanna Väliisaari. Staphylococcus aureus -bakteerien aiheuttaman utaretulehduksen ennaltaehkäisy ja hoito lypsykarjatiljoilla. 2003.
 15. Riikka Ahmaniemi & Marjut Setälä. Seinäjoen ammattikorkeakoulu: Alueellinen kehittäjä, toimija ja näkijä. 2003.
 16. Hannu Saari & Mika Oijennus. Toiminnanohjaus kehityskohteena pk-yrityksessä. 2004.
 17. Leena Niemi. Sosiaalisen tarkastelua. 2004.
 18. Marko Järvenpää (toim.) Muutoksen kärjessä: Kalevi Karjanlahti 60 vuotta. 2004.
 19. Suvi Torkki (toim.). Kohti käyttäjäkeskeistä muotoilua: Muotoilukoulutuksen painotuksia SeAMK:ssa. 2005.
-

20. Timo Toikko (toim.). Sosiaalialan kehittämistyön lähtökohta. 2005.
 21. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä & Eija Taipalus. Ammattikorkeakoulusta työelämään: Seinäjoen ammattikorkeakoulusta v. 2001 – 2003 valmistuneiden sijoittuminen opiskelun jälkeen. 2005.
 22. Tuija Pitkäkoski, Sari Pajuniemi & Hanne Vuorenmaa (ed.). Food Choices and Healthy Eating: Focusing on Vegetables, Fruits and Berries: International Conference September 2nd – 3rd 2005. Kauhajoki, Finland. Proceedings. 2005.
 23. Katariina Perttula. Kokemuksellinen hyvinvointi Seinäjoen kolmella asuinalueella: Raportti pilottihankkeen tuloksista. 2005.
 24. Mervi Lehtola. Alueellinen hyvinvointitiedon malli: Asiantuntijat puhujina. Hankkeen loppuraportti. 2005.
 25. Timo Suutari, Kari Salo & Sami Kurki. Seinäjoen teknologia- ja innovaatiokeskus Frami vuorovaikutusta ja innovatiivisuutta edistävänä ympäristönä. 2005.
 26. Päivö Laine. Pk-yritysten verkkosivustot: Vuorovaikutteisuus ja kansainvälistyminen. 2006.
 27. Erno Tornikoski, Elina Varamäki, Marko Kohtamäki, Erkki Petäjä, Tarja Heikkilä & Kirsti Sorama. Asiantuntijapalveluyritysten yrittäjien näkemys kasvun mahdollisuuksista ja kasvun seurauksista Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla: Pro Advisor -hankkeen esiselvitystutkimus. 2006.
 28. Elina Varamäki (toim.) Omistajanvaihdosnäkömät ja yritysten jatkuvuuden edistäminen Etelä-Pohjanmaalla. 2007.
 29. Thorsten Beck, Henning Bruun-Schmidt, Helli Kitinoja, Lars Sjöberg, Owe Svensson & Alfonsas Vainoras. eHealth as a facilitator of transnational cooperation on health: A report from the Interreg III B project "eHealth for Regions". 2007.
 30. Anmari Viljamaa & Elina Varamäki (toim.) Etelä-Pohjanmaan yrittäjyyskatsaus 2007. 2007.
 31. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä, Eija Taipalus & Marja Lautamaja. Ammattikorkeakoulusta työelämään: Seinäjoen ammattikorkeakoulusta v. 2004 – 2005 valmistuneiden sijoittuminen opiskelujen jälkeen. 2007.
-

-
32. Sulevi Riukulehto. Tietoa, tasoa, tekoja: Seinäjoen ammattikorkeakoulun ensimmäiset vuosikymmenet. 2007.
 33. Risto Lauhanen & Jussi Laurila. Bioenergian hankintalogistiikka: Tapaustutkimuksia Etelä-Pohjanmaalta. 2007. (verkkojulkaisu).
 34. Jouni Niskanen (toim.). Virtuaalioppimisen ja -opettamisen Benchmarking Seinäjoen ammattikorkeakoulun, Seinäjoen yliopistokeskuksen sekä Kokkolan yliopistokeskuksen ja Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakouluun Averkon välillä keväällä 2007. Loppuraportti. 2007. (verkkojulkaisu).
 35. Heli Simon & Taina Vuorela. Ammatillisuus ammattikorkeakoulujen kielten- ja viestinnänopetuksessa: Oulun seudun ammattikorkeakoulun ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun kielten- ja viestinnänopetuksen arviointi- ja kehittämishanke 2005–2006. 2008. (verkkojulkaisu).
 36. Margit Närvä, Matti Ryhänen, Esa Veikkola & Tarmo Vuorenmaa. Esiselvitys maidontuotannon kehittämiskohteista. Loppuraportti. 2008.
 37. Anu Aalto, Ritva Kuoppamäki & Leena Niemi. Sosiaali- ja terveysalan yrittäjyyspedagogisia ratkaisuja: Seinäjoen ammattikorkeakoulun Sosiaali- ja terveysalan yksikön kehittämishanke. 2008. (verkkojulkaisu)
 38. Anmari Viljamaa, Marko Rossinen, Elina Varamäki, Juha Alarinta, Pertti Kinnunen & Juha Tall. Etelä-Pohjanmaan yrittäjyyskatsaus 2008. 2008. (verkkojulkaisu).
 39. Risto Lauhanen. Metsä kasvaa myös Länsi-Suomessa: Taustaselvitys hakkuumahdollisuuksista, työmääristä ja resurssitarpeista. 2009. (verkkojulkaisu).
 40. Päivi Niiranen & Sirpa Tuomela-Jaskari. Haasteena ikäihmisten päihdeongelma?: Selvitys ikäihmisten päihdeongelman esiintyvyydestä pohjalaismaakunnissa. 2009. (verkkojulkaisu).
 41. Jouni Niskanen. Virtuaaliopetuksen ajokorttikonsepti: Portfoliotyyppinen henkilöstökoulutuskokonaisuus. 2009. (verkkojulkaisu)
 42. Minttu Kuronen-Ojala, Pirjo Knif, Anne Saarijärvi, Mervi Lehtola & Harri Jokiranta. Pohjalaismaakuntien hyvinvointibarometri 2009: Selvitys pohjalaismaakuntien hyvinvoinnin ja hyvinvointipalveluiden tilasta sekä niiden muutossuunnista. 2009. (verkkojulkaisu).
-

43. Vesa Harmaakorpi, Päivi Myllykangas & Pentti Rauhala. Seinäjoen ammattikorkeakoulu: Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan arviointiraportti. 2010.
 44. Elina Varamäki (toim.), Pertti Kinnunen, Marko Kohtamäki, Mervi Lehtola, Sami Rintala, Marko Rossinen, Juha Tall & Anmari Viljamaa. Etelä-Pohjanmaan yrittäjyyskatsaus 2010. 2010.
 45. Elina Varamäki, Marja Lautamaja & Juha Tall. Etelä-Pohjanmaan omistajanvaihdosbarometri 2010. 2010.
 46. Tiina Sauvula-Seppälä, Essi Ulander & Tapani Tasanen (toim.). Kehittyvä metsäenergia: Tutkimusseminaari Seinäjoen Framissa 18.11.2009. 2010.
 47. Veli Autio, Jouni Björkman, Peter Grönberg, Markku Heinisuo & Heikki Ylihärtilä. Rakennusten palokuormien inventaariotutkimus. 2011.
 48. Erkki K. Laitinen, Elina Varamäki, Juha Tall, Tarja Heikkilä & Kirsti Sorama. Omistajanvaihdokset Etelä-Pohjanmaalla 2006–2010: Ostajaryitysten ja ostokohteiden profiilit ja taloudellinen tilanne. 2011.
 49. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä & Marja Lautamaja. Nuorten, aikuisten sekä ylemmän tutkinnon suorittaneiden sijoittuminen työelämään: Seurantatutkimus Seinäjoen ammattikorkeakoulusta v. 2006–2008 valmistuneille. 2011.
 50. Vesa Harmaakorpi, Päivi Myllykangas & Pertti Rauhala. Evaluation report for research, development and innovation activities. 2011.
 51. Ari Haasio & Kari Salo (toim.). AMK 2.0: Puheenvuoroja sosiaalisesta mediasta ammattikorkeakouluissa. 2011.
 52. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä, Juha Tall & Erno Tornikoski. Eteläpohjalaiset yrittäjät liiketoimintojen ostajina, myyjinä ja kehittäjinä. 2011.
 53. Jussi Laurila & Risto Lauhanen. Pienen kokoluokan CHP-tekniologiasta lisää voimaa Etelä-Pohjanmaan metsäkeskusalueelle. 2011.
 54. Tarja Keski-Mattinen, Jouni Niskanen & Ari Sivula. Ammattikorkeakouluopintojen ohjaus etätyömenetelmillä. 2011.
 55. Tuomas Hakonen & Jussi Laurila. Metsähakkeen kosteuden vaikutus polton ja kaukokuljetuksen kannattavuuteen. 2011.
-

-
56. Heikki Holma, Elina Varamäki, Marja Lautamaja, Hannu Tuuri & Terhi Anttila. Yhteistyösuhteet ja tulevaisuuden näkymät eteläpohjalaisissa puualan yrityksissä. 2011.
 57. Elina Varamäki, Kirsti Sorama, Kari Salo & Tarja Heikkilä. Sivutoimiyrittäjyyden rooli ammattikorkeakoulusta valmistuneiden keskuudessa. 2011.
 58. Kimmo Nissinen (toim.). Maitilan prosessien kehittäminen: Lypsy-, ruokinta- ja lannankäsittely- sekä kuiritusprosessien toteuttaminen: Maitohygieenian turvaaminen maitotiloilla: Teknologisia ratkaisuja, rakiennuttaminen ja tuotannon ylösajo. 2012.
 59. Matti Ryhänen & Erkki Laitila (toim.). Yhteistyö ja resurssit maitotiloilla: Verkostomaisen yrittämisen lähtökohtia ja edellytyksiä. 2012.
 60. Jarkko Pakkanen, Kati Katajisto & Ulla El-Bash. Verkostoitunut älykkäiden koneiden kehitysympäristö: VÄLKKEY-projektin raportti. 2012.
 61. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä, Juha Tall, Aapo Länsiluoto & Anmari Viljamaa. Ostajien näkemykset omistajanvaihdoksen toteuttamisesta ja onnistumisesta. 2012.
 62. Minna Laitila, Leena Elenius, Hilikka Majasaari, Marjut Nummela & Annu Peltoniemi (toim.). Päihdetyön oppimista ja osaamista ammattikorkeakoulussa. 2012.
 63. Ari Haasio (toim.). Verkko haltuun!: Nätet i besittning!: Näkökulmia verkostoituvaan kirjastoon. 2012.
 64. Anmari Viljamaa, Sanna Joensuu, Beata Tajala, Seija Rätts, Tero Turunen, Kaija-Liisa Kivimäki & Päivi Borisov. Elävästä elämästä: Kumppaniyrityspedagogiikka oppimisympäristönä. 2012.
 65. Kirsti Sorama. Klusteriennakointimalli osaamistarpeiden ennakointiin: Ammatillisen korkea-asteen koulutuksen opetussisältöjen kehittäminen. 2012.
 66. Anna Saarela, Ari Sivula, Tiina Ahtola & Antti Pasila. Mobiilisovellus bioenergia-alan oppimisympäristöksi: Bioenergia-asiantuntijuutta kehittämässä Etelä-Pohjanmaalla. 2013
 67. Ismo Makkonen. Korjuri vs. koneketju energiapuunkorjuussa. 2013.
-

68. Ari Sivula, Risto Lauhanen, Anna Saarela, Tiina Ahtola & Antti Pasila. Bioenergia-asiantuntijuutta kehittämässä Etelä-Pohjanmaalla. 2013.
 69. Juha Tall, Kirsti Sorama, Piia Tulisalo, Erkki Petäjä & Ari Virkamäki. Yrittäjyys 2.0. – menestyksen avaimia. 2013.
 70. Anu Aalto & Salla Kettunen. Hoivayrittäjyys ikääntyvien palveluissa – nyt ja tulevaisuudessa. 2013.
 71. Varpu Hulsi, Tuomas Hakonen, Risto Lauhanen & Jussi Laurila. Metsänomistajien energiapuun myyntihalukkuus Etelä- ja Keski-Pohjanmaan metsäkeskusalueella. 2013.
 72. Anna Saarela. Nuoren metsän hoitokohteen ympäristönhoito ja työturvallisuus: Suomen metsäkeskuksen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön alueella toimivien energiapuuyrittäjien haastattelu. 2014.
 74. Elina Varamäki, Tarja Heikkilä, Juha Tall, Anmari Viljamaa & Aapo Länsiluoto. Omistajanvaihdoksen toteutus ja onnistuminen ostajan ja jatkajan näkökulmasta. 2013.
 75. Minttu Kuronen-Ojala, Mervi Lehtola & Arto Rautajoki. Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan hyvinvointibarometri 2012: ajankohtainen arvio pohjalaismaakuntien väestön hyvinvoinnin ja palvelujen tilasta sekä niiden muutossuunnista. 2014.
 76. Elina Varamäki, Juha Tall, Anmari Viljanmaa, Kirsti Sorama, Aapo Länsiluoto, Erkki Petäjä & Erkki K. Laitinen. Omistajanvaihdos osana liiketoiminnan kehittämistä ja kasvua – tulokset, johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset. 2013.
 77. Kirsti Sorama, Terhi Anttila, Salla Kettunen & Heikki Holma. Maatilojen puurakentamisen tulevaisuus : Elintarvikeklusterin ennakointi. 2013.
 78. Hannu Tuuri, Heikki Holma, Yrjö Ylkänen, Elina Varamäki & Martti Kangasniemi. Kuluttajien ostopäätöksiin vaikuttavat tekijät ja oheispalveluiden tarpeet huonekaluhankinnoissa: Eväitä huonekaluteollisuuden markkina-aseman parantamiseksi. 2013.
 79. Ismo Makkonen. Päästökauppa ja sen vaikutukset Etelä- ja Keski-Pohjanmaalle. 2014
 80. Tarja Heikkilä, Marja Katajavirta & Elina Varamäki. Nuorten ja aikuisten tutkinnon suorittaneiden sijoittuminen työelämään –seurantatutkimus Seinäjoen ammattikorkeakoulusta v 2009 – 2112 valmistuneille. 2014.
-

-
81. Sari-Maarit Peltola, Seliina Päällysaho & Sirkku Uusimäki (toim.). Proceedings of the ERIAFF conference "Sustainable Food Systems: Multi-actor Co-operation to Foster New Competitiveness of Europe". 2014
 82. Sarita Ventelä, Heikki Koskimies & Juhani Kesti. Lannan vastaanottohalukkuus kasvinviljelytiloilla Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla. 2014.
 83. Maciej Pietrzykowski ja Timo Toikko (Eds.). Sustainable welfare in a regional context. 2014.
 84. Janne Jokelainen. Log construction training in the Nordic and Baltic countries: PROLOG final report. 2014.
 88. Ismo Makkonen. Bioöljyalostamon investointiedellytykset Etelä-Pohjanmaan maakunnassa. 2014
 90. Anmari Viljamaa, Elina Varamäki, Arttu Vainio, Anna Korsbäck & Kirsti Sorama. Sivutoiminen yrittäjyys ja sivutoimisesta päätoimiseen yrittäjyyteen kasvun tukeminen Etelä-Pohjanmaalla. 2014
 91. Elina Varamäki, Anmari Viljamaa, Juha Tall, Tarja Heikkilä, Salla Kettunen & Marko Matalamäki. Kesken jääneet yrityskaupat – myyjien ja ostajien näkökulma. 2014.
 92. Terhi Anttila, Hannu Tuuri, Elina Varamäki & Yrjö Ylkänen. Millainen on minun huonekaluni? Kuluttajien huonekaluhankintoihin arvoa luovat tekijät ja markkinasegmentit. 2014.
 93. Anu Aalto, Anne Matilainen ja Maria Suomela. Etelä-Pohjanmaan Green Care -strategia 2015 - 2020. 2014.
 94. Kirsti Sorama, Salla Kettunen & Elina Varamäki. Rakennustoimialan ja puutuotealan yritysten välinen yhteistyö. 2014.
 96. Heikki Holma, Salla Kettunen, Elina Varamäki, Kirsti Sorama & Marja Katajavirta. Menestystekijät puutuotealalla: aloittavien ja kokeneiden yrittäjien näkemykset. 2014.
 97. Anna Saarela, Heikki Harmanen & Juha Tuorila. Happamien sulfaattimaiden huomioiminen tilisjärjestelyissä. Jalasjärven Luopajarvi ja Ilmajoen Tieksin alue (Etelä-Pohjanmaa), Siikajoen Karinkanta (Pohjois-Pohjanmaa). 2014.
-

98. Erkki Kytönen, Juha Tall j& Aapo Länsiluoto. Yksityinen riskipääoma pienten yritysten kasvun edistäjänä Etelä-Pohjanmaalla. 2015.

C. OPPIMATERIAALEJA

1. Ville-Pekka Mäkeläinen. Basics of business to business marketing. 1999.
 2. Lea Knuutila. Mihin työhjausta tarvitaan?: Oppimateriaalia sosiaalialan opiskelijoiden työhjauskurssille. 2001.
 3. Mirva Kuni, Petteri Männistö & Markus Välimaa. Leikkauspelot ja niiden hoitaminen. 2002.
 4. Ilpo Kempas & Angela Bartens. Johdatus portugalin kielen ääntämiseen: Portugali ja Brasilia. 2011.
 5. Ilpo Kempas. Ranskan kielen prepositio-opas: Tavallisimmat tapaukset, joissa adjektiivii tai verbi edellyttää tietyn preposition käyttöä tai esiintyy ilman prepositiota. 2011.
 6. Risto Lauhanen, Jukka Ahokas, Jussi Esala, Tuomas Hakonen, Heikki Sippola, Juha Viirimäki, Esa Koskiniemi, Jussi Laurila & Ismo Makkonen. Metsätöimihenkilön energialaskuoppi. 2014.
 7. Jyrki Rajakorpi, Erkki Laitila & Mari Viljanmaa. Esimerkkejä maatalousyritysten yhteistyöstä: näkökulmia maitotilojen verkostoihin. 2014.
 8. Douglas D. Piirto. Leadership : A lifetime quest for excellence. 2014.
-

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Seinäjoen korkeakoulukirjasto
Kalevankatu 35, PL 97, 60101 Seinäjoki
puh. 020 124 5040 fax 020 124 5041
seamk.kirjasto@seamk.fi

ISBN 978-952-7109-12-0 (verkkojulkaisu)
ISSN 1797-5573 (verkkojulkaisu)