SAVE – Saaristomeren vedenlaadun parantaminen peltojen kipsikäsittelyllä

Hankkeen loppuraportti

5.12.2018

Sisältö

Tiivistelmä ... 4
1 Johdanto ... 5
1.1 Tausta ... 5
1.2 Tavoitteet ... 6
1.3 Osapuolet ... 7
1.4 Kohdealue ... 7
1.5 Kipsin alkuperä ... 8
2 Laajamittainen levityskokeilu ... 9
2.1 Viljelijöiden osallistuminen ... 9
2.2 Kipsipilotin operatiivinen vaihe ... 10
2.3 Pilotista saadut kokemukset ... 10
2.3.1 Viljelijät ... 10
2.3.2 Levitysurakoitsijat ... 11
2.3.3 Logistiikkaketju ... 12
2.4 Kustannukset ... 12
2.5 Yhteenveto ... 14
3 Kipsin vaikutusten arviointi ... 14
3.1 Tutkimusalueen kuvaus ... 14
3.2 Vedenlaadun seuranta ... 15
3.2.1 Aineisto ja menetelmät ... 15
3.2.2 Tulokset ... 16
3.3 Vesieliöstö ... 19
3.3.1 Seuranta Savijoessa ... 19
3.3.2 Laboratoriokokeet ... 21
3.3.3 Yhteenveto ... 22
3.4 Pohjavedet ... 22
3.5 Maaperä ja kasvusto ... 23
3.5.1 Aineiston kuvaus ... 23
3.5.2 Tulokset ... 24
3.5.3 Johtopäätökset ... 24
3.6 Sulfaatin vaikutus fosforin vapautumiseen virtavesissä ... 25
4 Kipsikäsittelyn laajan käyttöönoton arviointi ... 25
4.1 Soveltuvien alueiden kartoitus ... 26
4.2 Kipsin saatavuus ja logistiikka ... 28
4.3 Kipsikäsittelyn tukeminen ... 29

4.4 Kipsikäsittelyn edistäminen Itämeren alueella 29
4.5 Rakennekalkin käytön mahdollisuudet kipsin käytön rinnalla 30
5 Hankeviestintä 30
5.1 Viestinnän toteutuminen 31
5.2 Viestinnän arviointi 32
6 Hankkeen arviointi 32
6.1 Hankkeen vaikuttavuus 32
6.2 Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen 33
6.3 Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten 34
7 Yhteenveto 35
Kirjallisuus 37
Liitteet 39

Tiivistelmä

Ympäristöministeriön rahoittama SAVE-hanke (Saaristomeren vedenlaadun parantaminen peltojen kipsikäsittelyllä) tuotti tietoa kipsikäsittelyn soveltuvuudesta laajamittaiseen käyttöön. Hankkeen toteuttivat Helsingin yliopisto ja Suomen ympäristökeskus vuosina 2016–2018.

Hanke käynnistettiin vahvalta tutkimuspohjalta: kipsikäsittely oli aiemmissa tutkimuksissa ja hankkeissa osoittautunut tehokkaaksi keinoksi maatalouden fosforikuormituksen vähentämiseen ja sillä arvioitiin olevan merkittävä potentiaali erityisesti Saaristomeren suojelussa. Laajan käyttöönoton tueksi tarvittiin kuitenkin tietoa kipsikäsittelyn skaalautuvuudesta levityksen ja logistiikan suhteen, viljelijöiden suhtautumisesta uuteen menetelmään ja valmiuksista sen omaksumiseen, sekä lisätietoa kipsin vaikutuksista vedenlaatuun, maahan, kasvustoon ja vesieliöstöön.

SAVE-hankkeen ytimessä oli laajan pilotin toteutus Varsinais-Suomessa vuonna 2016. Pilotin kautta kerättiin käytännön kokemuksia logistiikan järjestämisestä ja levityksestä. Sen kohdealueena oli Aurajokeen laskevan Savijoen valuma-alue, jossa kipsiä levitettiin syksyllä pelloille. Pilottiin osallistui 55 viljelijää ja levitysvaiheeseen useita urakoitsijoita. Laaja kokeilu onnistui sekä logistiikan että levityksen suhteen hyvin, sillä syksy oli suotuisa menetelmälle. Myös viljelijöiden vastaanotto oli positiivista. Pilotti toteutettiin yhteistyössä EU Interreg Central Baltic -ohjelman rahoittaman NutriTrade-hankkeen kanssa.

Laajamittainen kipsikokeilu mahdollisti kipsin vaikutusten monipuolisen seurannan. Vedenlaatua seurattiin Savijoesta jatkuvatoimisin anturein koko hankkeen ajan ja lisäksi otettiin näytteitä käsin. Kipsin sisältämän sulfaatin vaikutuksia vesieliöstöön selvitettiin sekä laboratorio- että kenttäkokein mm. vuollejokisimpukan osalta. Lisäksi levitysalueella seurattiin myös pohjaveden tilaa ottamalla kaivovesinäytteitä. Kipsin vaikutuksia pelloilla selvitettiin vuosittain otetuilla maa- ja kasvustonäytteillä. Lisätietoa saatiin monien yhteistyöhankkeiden toteuttamien seurantojen kautta.

Seurannat vahvistivat aiempaa käsitystä kipsin tehosta maatalouden vesiensuojelukeinona. Pilottialueella kipsi vähensi pelloilta tulevan fosforikuormituksen puoleen (1,5 vuoden seurannan mukaan). Myös hiilen huuhtoutuminen väheni merkittävästi. Sulfaattipitoisuudet eivät jokivedessä nousseet sille tasolle, jossa laboratoriokokeissa havaittiinvaikutusta vesieliöstöön. Myöskään vesieliöstötutkimuksissa ei todettu kipsin aiheuttamia haittavaikutuksia, joskin kalaston osalta kokeen aikana vallinneet poikkeukselliset virtaamaolosuhteet vaikuttivat merkittävästi tuloksiin. Kipsin ei havaittu kulkeutuvan pohjavesiin. Maa- ja kasvustonäytteissä todettiin tilastollisesti merkitsevä muutos vain johtoluvun ja rikkipitoisuuden tapauksessa, jotka kasvoivat, mutta eivät nousseet haitalliselle tasolle. Kyselyn kautta viljelijöiden kertomissa havainnoissa ei tullut esiin kipsin levityksestä johtuvia haittoja peltomaalle tai sadolle. Seurantoja tullaan jatkamaan pilottialueella vuosina 2019–2020.

Saatujen tulosten ja kokemusten pohjalta SAVE-hanke laati suositukset kipsin laajamittaiselle käyttöönotolle maatalouden vesiensuojelussa. Suomessa on kipsille potentiaalisesti soveltuvaa levitysalaa noin 540 000 peltohehtaaria, ja laajamittaisella käytöllä olisi mahdollisuus saada leikattua Itämereen päätyvää fosforikuormitusta 300 tonnilla vuosittain. Levitys on suositeltavaa toteuttaa alueellisesti ja ajallisesti porrastaen ja kipsin hankinnasta ja sen kuljetuksesta tulisi järjestää tarjouskilpailu. Kipsikäsittelyä tulisi edistää julkisin varoin ottamalla se keskeiseksi toimenpiteeksi vesiensuojelun tehostamisohjelmaan 2019–2021 sekä liittämällä se EU:n ei-tuotannollisten investointien tukijärjestelmään tulevalla rahoituskaudella. Kipsin käytölle on alueellisia suosituksia sekä tila- ja lohkokohtaisia seikkoja, jotka voitaisiin automaattisesti huomioida tukihaun sähköiseen järjestelmään luotavan ominaisuuden avulla. SAVE-hanke julkaisi lokakuussa 2016 politiikkasuositukset sekä tiiviin tietopaketin.

1 Johdanto

1.1 Tausta

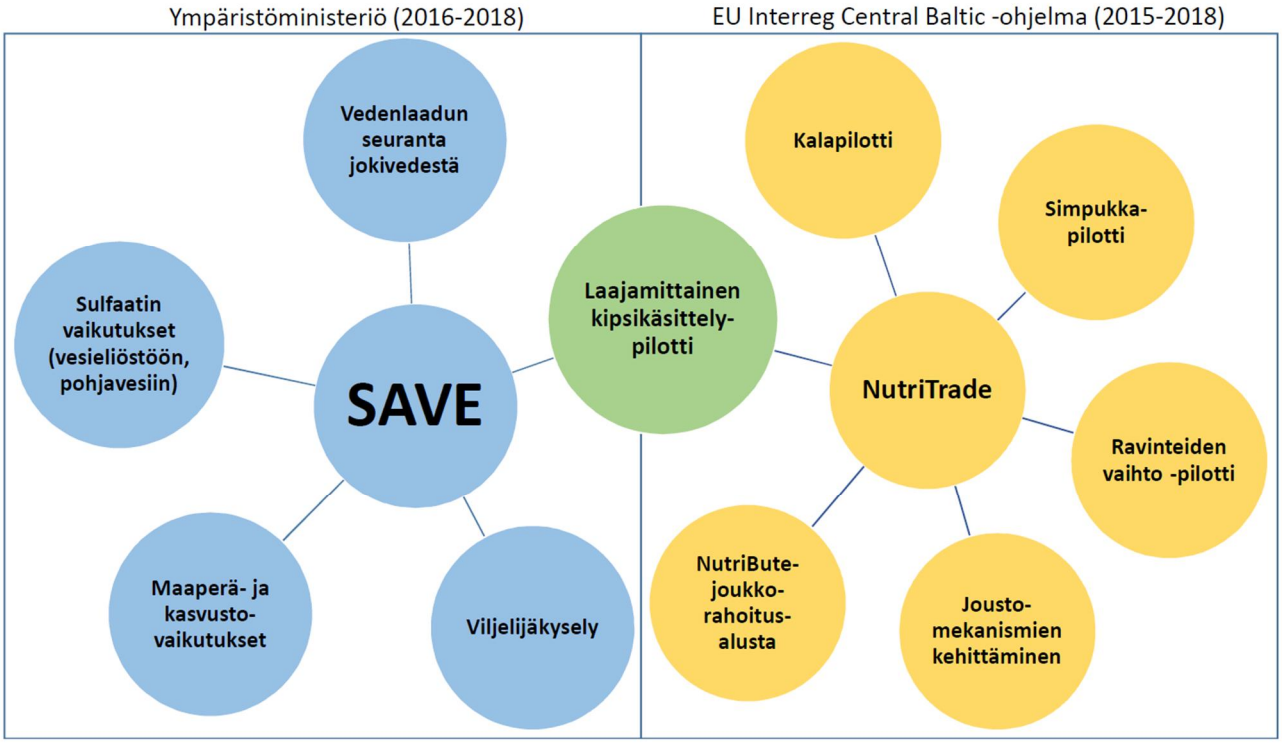
SAVE – *Saaristomeren vedenlaadun parantaminen peltojen kipsikäsittelyllä* -hanke käynnistettiin selvittämään mahdollisuuksia ottaa laajamittaisesti käyttöön uusi vesiensuojelumenetelmä, peltojen kipsikäsittely, leikkaamaan viljelysmailta vesistöihin kulkeutuvaa fosforikuormitusta ja parantamaan Itämeren rannikkovesien tilaa.

Kipsin käyttöä vesiensuojelussa on selvitetty Suomessa useissa tutkimuksissa ja hankkeissa viimeisen kymmenen vuoden aikana (Aura ym. 2006; Pietola 2008; Hämäläinen ym. 2010; TraP-hanke 2007–2010: Ekholm ym. 2011, Ekholm ym. 2012, Iho & Laukkanen 2012, Jaakkola ym. 2012, Palva & Alasuutari 2009, Uusitalo ym. 2012; TraP Follow up -hanke 2011–2013: Ekholm ym. 2018; TarVeKe-hanke 2009–2011: Iho ym. 2011; TEHO-hanke 2008–2010: Yli-Renko & Rasa 2011). Käytännön kokemukset levityksestä ja saadut tulokset antoivat rohkaisevan viestin: peltojen kipsikäsittely voisi olla maataloudessa yleisesti käytettyihin menetelmiin verrattuna merkittävästi tehokkaampi ja edullisempi keino hillitä maatalouden fosforikuormitusta. Helsingin yliopiston ja Suomen ympäristökeskuksen tekemien ennakkoarvioiden mukaan fosforikuormitus Saaristomereen voisi vähentyä jopa kolmanneksella, mikäli peltojen kipsikäsittely otettaisiin tällä alueella laajamittaiseen käyttöön. Näin merkittävä vähennys voisi vaikuttaa positiivisesti rannikkovesien tilaan.

Koska peltojen kipsikäsittely on hyvin erityyppinen keino verrattuna tavanomaisiin keinoihin maatalouden vesiensuojelussa, laajamittaiseen käyttöönottoon liittyi monia kysymyksiä. Käytännön kysymyksiä olivat, miten isojen kipsimäärien kuljetus järjestetään, onko paikallistasolla saatavissa riittävästi levityskalustoa sekä miten kipsin toimitus ja levitys saadaan hoidetuksi puintien ja pellon muokkaustoimien välisen aikaikkunan sisällä. Lisäksi tarvittiin tietoa viljelijöiden suhtautumisesta itse menetelmään, sillä sen laajempi käyttö edellyttää viljelijöiltä myönteistä asennetta. Viljelijöiden näkökulmasta tärkeitä asioita olivat käytännön kokemukset toimitusketjun ja levityksen sujumisesta sekä kipsikäsittelyn sovittamisesta osaksi maatalouden arkea.

Jotta voidaan olla varmoja kipsin toimivuudesta erilaisissa olosuhteissa peltojen ominaisuuksien vaihdellessa, se tulee osoittaa nojautuen laajaan, valuma-aluetasoiseen tutkimukseen. Vesiensuojelun kannalta keskeisimpiä tutkimuskohteita olivat paitsi valumavesien mukana kulkeutuva kiintoaines ja fosfori, myös orgaaninen hiili ja sulfaatti. Maanviljelyn kannalta keskeisiä tutkimuskohteita olivat myös vaikutukset peltomaahan ja kasvustoon. Sulfaatti on kipsin käyttöön liittyvä keskeinen riskitekijä. Sen kulkeutumista maassa ja valumavesien mukana sekä sulfaatin huuhtoutumisen vaikutuksia virtavesien eliöstöön oli vielä tutkittava lisää.

Näistä aineksista muodostui idea laajamittaisesta, kipsin levitystä testaavasta pilotista ja sen ympärille rakennettavasta tutkimuskokonaisuudesta. Ympäristöministeriö päätti tukea ideaa rahoittamalla Helsingin yliopiston ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistä SAVE-hanketta (2016–2018). Lisäksi kipsikäsittely tuli mukaan yhdeksi Itämeren suojelun lupaavista ja kustannustehokkaista menetelmistä EU Interreg Central Baltic -ohjelman rahoittamaan ja John Nurmisen Säätiön johtamaan NutriTrade-hankkeeseen (2015–2018), jossa Helsingin yliopisto oli kumppanina. SAVE-hanke ja NutriTrade-hankkeen työpaketti peltojen kipsikäsittelystä kytkeytyivät yhteisen pilotin kautta toisiinsa. SAVE-hanke oli kuitenkin vahvasti tutkimuspainotteinen, kun taas NutriTrade-hankkeen kautta kipsikäsittely-menetelmää tarkasteltiin monistettavuuden ja kansainvälisen hyödynnettävyyden näkökulmasta. Kaikki SAVE-hankkeen tutkimustoiminta liittyy hankkeet yhdistävään kipsipilottiin. Hankkeiden välinen yhteys on esitetty Kuva 1.



Kuva 1. SAVE- ja NutriTrade-hankkeiden yhteys

1.2 Tavoitteet

SAVE-hankkeen keskeisenä tavoitteena oli peltojen kipsikäsittelyn pilotointi mahdollisimman yhtenäisellä ja laajalla peltoalueella Saaristomeren valuma-alueella ja sen kautta

1. kerätä kokemuksia kipsikäsittelyn käytännön toteutuksesta mukaan lukien logistiikka
2. tutkia kipsikäsittelyn ympäristö- ja muita vaikutuksia
3. laatia tulosten pohjalta ehdotus kipsikäsittelyn laajalle käyttöönotolle Etelä-Suomessa
4. edistää tietoisuutta kipsikäsittelystä keinona vähentää maatalouden ravinnehuuhtoumia

Kipsipilotin pinta-alatavoitteeksi asetettiin 2000 hehtaaria, koska laajamittaisen pilotin toteuttamisen voitiin odottaa kohtaavan pienoismuodossa samat haasteet kuin kipsin levittäminen koko Etelä-Suomen rannikkoalueille. Vedenlaatuvaikutusten tutkimiseksi tuli valita sellainen valuma-alue, jolla mahdollisimman suuri osuus kokonaisalasta voitaisiin käsitellä kipsillä.

Pilotin kautta saatavien kokemusten ja tulosten avulla vastattiin SAVE-hankkeen keskeiseen kysymykseen: soveltuuko peltojen kipsikäsittely laajamittaiseen käyttöön parantamaan Saaristomeren ja koko Itämeren tilaa. Hankkeen lopputuloksena laadittiin suunnitelma peltojen kipsikäsittelyn toteutukselle Etelä-Suomen rannikkoalueilla sekä ehdotus, miten menetelmää tulisi edistää maatalouden tukipolitiikalla. Kipsikäsittelyn liittämistä ympäristökorvausjärjestelmään kaudelle 2014–2020 oli pohdittu jo aiemmin, mutta kipsikäsittelyä ei vielä tuolloin voitu järjestelmään liittää. Kipsikäsittelystä tarvittiin vielä lisätietoa siihen liittyvistä mahdollisista vaikutuksista, mm. sulfaatin huuhtoutumisesta.

NutriTrade-hankkeessa kipsipilotin tavoitteet olivat yhteneväiset SAVE-hankkeen tavoitteiden kanssa, mutta nyt näkökulmana oli kipsikäsittelyn merkityksen selvittäminen myös koko Itämeren alueelle. Työpaketti muodostui kipsipilotin toteutuksesta sekä viestinnällisistä tavoitteista. Pilotin kautta pyrittiin toteuttamaan konkreettinen toimi fosforikuormituksen vähentämiseksi. NutriTrade-hankkeessa testattiin

myös muita uusia toimia Itämeren suojelemiseksi ja selvitettiin niiden kustannusvaikuttavuutta. Pilottihankkeiden tuloksia hyödynnettiin Nutribute-joukkorahoitusalustan kehittämisessä. Nutribute-alustan tavoitteena on edistää vapaaehtoisten, ravinnekuormituksen vähentämiseen tähtäävien suojelutoimien toteutusta ja rahoitusta Itämeren alueella.

1.3 Osapuolet

SAVE-hankkeen toteuttivat Helsingin yliopisto ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Helsingin yliopisto vastasi koko hankkeen koordinoinnista. Hanketta johti Markku Ollikainen ja projektikoordinaattorina toimi Eliisa Punttila. Tutkimusavustajina toimivat Venla Ala-Harja ja Samuli Puroila. Suomen ympäristökeskus vastasi luonnontieteellisestä tutkimuksesta. Tutkimusta koordinoi Petri Ekholm. Projektin tutkimukseen osallistuivat SYKEstä myös Juha Riihimäki (paikkatietoanalyysi) ja Jarmo Linjama (virtaamamittaukset). Hankkeen asiantuntijajäseninä toimivat Anna-Kaisa Kosenius Helsingin yliopistosta ja Antti Iho Luonnonvarakeskuksesta. Lisäksi SAVE-hankkeeseen osallistui lukuisia muita tutkijoita ja yhteistyökumppaneita sekä suuri joukko viljelijöitä.

Hankkeet ja rahoittajat: Ympäristöministeriön (YM) rahoittama SAVE-hanke (2016–2018) ja yhteisen pilotin kautta EU Interreg Central Baltic -ohjelman rahoittama NutriTrade-hanke (2015–2018). SAVE on osa hallituksen kiertotalouden kärkihanketta.

Päävastuulliset toteuttajat: Helsingin yliopisto ja Suomen ympäristökeskus

Yhteistyökumppanit: Pilottihankkeeseen osallistuneet ja muut tutkimusalueella toimivat viljelijät, John Nurmisen säätiö, Luonnonvarakeskus, Yara, Elävä Itämeri -säätiö (BSAG), tuottajajärjestöt MTK ja SLC, Varsinais-Suomen ELY-keskus, Luode Consulting, Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys, Jyväskylän yliopisto, Turun ammattikorkeakoulu, Nixplore, ProAgria ja Eurofins.

Ohjausryhmä: Laura Saijonmaa (YM, puheenjohtaja), Arja Nykänen (YM), Sonja Pyykkönen (YM), Sini Wallenius (maa- ja metsätalousministeriö), Mirja Koskinen (Varsinais-Suomen ELY-keskus), Liisa Pietola (MTK), Sinikka Paulin (Aurajokisäätiö), Johanna Mäkinen (Liedon kunta), Petri Riikonen (viljelijä, Lieto), Jari Hänninen (Turun yliopisto, Saaristomeren tutkimuslaitos), Helinä Hartikainen (Helsingin yliopisto) ja Saara Kankaanrinta (BSAG). Hankkeen alkupuolella ohjausryhmässä olivat ympäristöministeriön edustajina Eeva-Liisa Poutanen (nyk. eläkkeellä) ja Anni Karhunen (nyk. Varsinais-Suomen ELY-keskus).

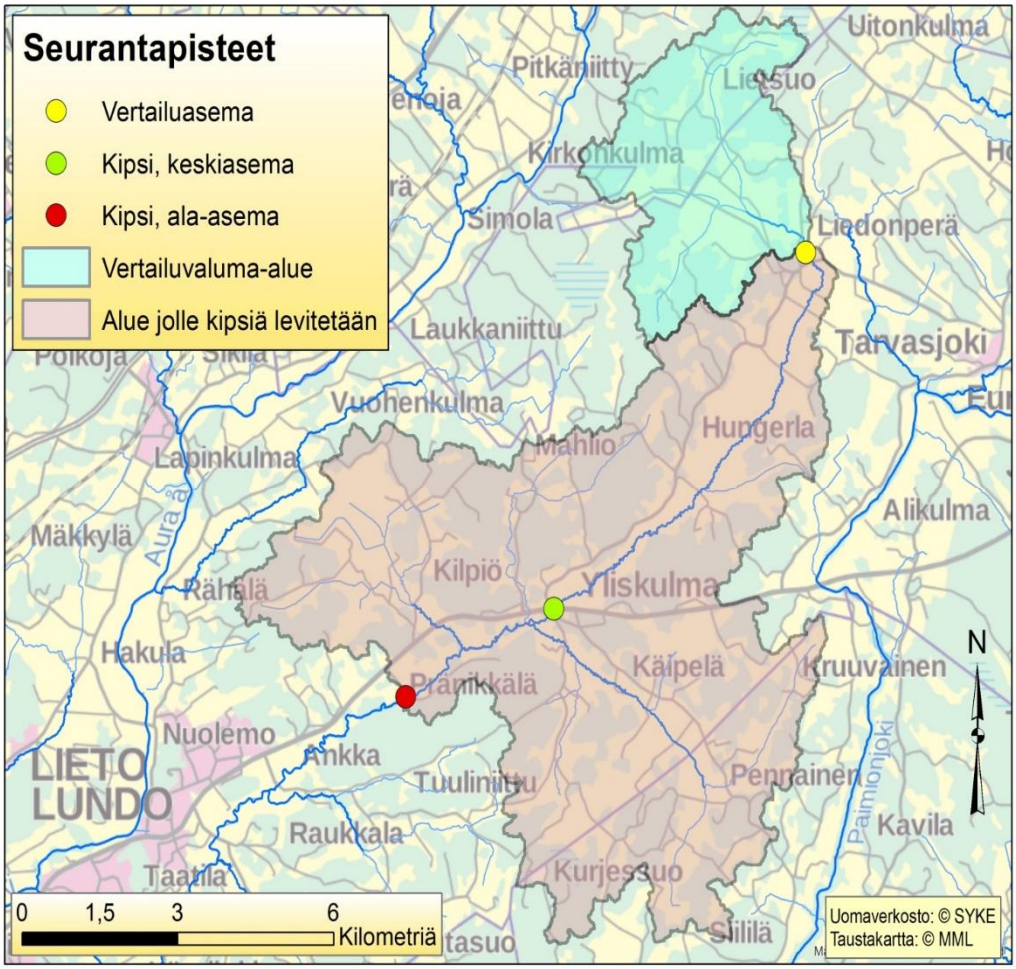
1.4 Kohdealue

Sopivaa aluetta pilotin toteutukselle etsittiin Saaristomeren valuma-alueelta syksyllä 2015. Ehtona kohdealueelle oli, että vedenlaadun seurannan järjestäminen on siellä mahdollista. Alueen tuli lisäksi olla niin laaja, että kipsiä on mahdollista levittää 2000 peltohehtaarille. Muina valintakriteereinä olivat, että maatalousmaiden osuus pinta-alasta oli suuri, savi vallitseva maalaji, ettei alueella ole happamia sulfaattimaita, eikä se kuulu järvien valuma-alueisiin.

Alkuperäisessä suunnitelmassa potentiaalisina kipsinlevitysalueina mainittiin mm. Hirvijoki ja Savijoki. Hirvijoki suljettiin pois, koska ilmeni, että valuma-alueella oli happamia sulfaattimaita. Muita potentiaalisia alueita tiedusteltiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen asiantuntijoilta ja muilta hajakuormitukseen perehtyneiltä tahoilta. Ehdotettujen alueiden ominaisuuksia selvitettiin SYKEn tietojärjestelmien avulla. Lopulta Aurajoen sivuhaara, Savijoki, osoittautui ainoaksi kriteerit täyttäväksi alueeksi Saaristomeren valuma-alueella.

Kohdealue on kuvassa 2. Savijoen valuma-alueen latvaosa on yksi harvoista pitkään seuratuista maatalousvaltaisista pienistä valuma-alueista Suomessa. Se päätettiin jättää tutkimuksen vertailualueeksi, jossa kipsiä ei levitetty. Kipsinlevitysalue määritettiin alkamaan vertailualueen alapuolelta ja jatkumaan joen keskijuoksulla niin pitkälle, että päästäisiin tavoiteltuun noin 2000 hehtaariin kipsikäsiteltävää peltoa.

Kohdealueen lopulliset rajat määräytyivät sen perusteella, mihin vedenlaadun seurantapisteet asettuivat. Aluetta on kuvailtu tarkemmin luonnontieteellisen tutkimuksen yhteydessä.



Kuva 2. Pilotin kohdealue ulottuu Liedon, Paimion ja Auran kuntien alueille. Vedenlaadun seurantapisteet on merkitty karttaan: vertailuasema (Mittapato), keskiasema (Yliskulma) ja ala-asema (Parmaharju).

1.5 Kipsin alkuperä

Pilottihankkeessa käytetty kipsi (kalsiumsulfaattidihydraatti) on ns. fosfokipsiä, jota on muodostunut Yaran Siilinjärven tehtaalla fosforihappoteollisuuden sivutuotteena. Siilinjärven tehtaalla fosforihapon valmistuksessa käytettävä magmaattista alkuperää oleva apatiitti louhitaan paikallisessa kaivoksessa. Kyseinen apatiitti ei sisällä raskasmetalleja tai radioaktiivisuutta, joten myöskään prosessin sivutuotteena muodostuvassa kipsissä ei niitä ole.

Siilinjärven tehtaalla syntyy kipsiä 1,3 miljoonaa tonnia vuodessa. Koska kipsille ei ole merkittäviä käyttökohteita, kipsiä kasataan ja kasaa maisemoidaan. Kasassa on arviolta 55 miljoonaa tonnia kipsiä. Kipsissä epäpuhtautena olevaa fosforia huuhtoutuu edelleen pois sade- ja sulamisvesien mukana, mutta se kerätään talteen suljetun vesikierron avulla. Sivutuotekipsin käytölle maanparannusaineena on Eviran hyväksyntä.

Yaran tuotevalikoimaan kuuluvaa maanparannuskipsiä on varastoitu kasassa vähintään 15 vuotta, jolloin sen fosforipitoisuus on 0,2 %. Kalsiumia se sisältää 23 % ja rikkiä 18 %. Levitettävän kipsin kosteuspitoisuus on keskimäärin 15 %. Kipsin ominaispaino on 1500 kg/m3.

2 Laajamittainen levityskokeilu

2.1 Viljelijöiden osallistuminen

Viljelijöiden kattava osallistuminen kipsikokeiluun oli edellytys pilotin onnistumisen kannalta. Kun suuri osuus valuma-alueen peltoalasta saadaan käsitellyksi kipsillä, analyysin luotettavuus kipsin levityksen vaikutuksista vedenlaatuun lisääntyy. Levitysalan kasvaessa tarvitaan myös suurempi kipsimäärä ja haasteet kasvavat logistiikalle, jota oli tarkoitus testata. Lisäksi mitä enemmän viljelijöitä tulee mukaan, sitä enemmän on mahdollista kuulla erilaisia näkökulmia ja kokemuksia. Vuorovaikutteisen viestinnän kautta saatiin jo alkuvaiheessa viljelijöiden näkökulmia esiin, joista oli hyötyä tilaneuvotteluiden, kipsinlevityssopimuksen kuin logistiikankin suunnittelussa.

Viljelijöiden osallistaminen aloitettiin alkuvuonna 2016 paikallisella viestintäkampanjalla, jonka tavoitteena oli tehdä menetelmää ja hankkeen suunnitelmia tunnetuksi pilottialueella, niin viljelijöiden kuin paikallisen väestönkin keskuudessa. Aluksi tavattiin Liedon ja Paimion kuntien sekä Varsinais-Suomen MTK:n ja paikallisyhdistysten edustajia, joille esiteltiin valittu alue sekä hankkeen toteutussuunnitelma. Kunnat ja tuottajajärjestö suhtautuivat suunnitelmiin myönteisesti, joten viestintä viljelijöiden suuntaan voitiin alueella aloittaa.

Lähtötilanteessa kipsikäsittelyn arveltiin olevan täysin uusi vesiensuojelumenetelmä useimmille. Tärkeää oli siis tuoda se viljelijöiden tietoisuuteen, tarjota heille vastauksia kipsikäsittelyn ja hankesuunnitelmien herättämiin kysymyksiin ja kannustaa osallistumaan kokeiluun. Viljelijöihin oltiin ensin yhteydessä kirjeitse ja myöhemmin puhelimitse. Tavoitteena oli tiedottaa viljelijöitä mahdollisuudesta osallistua kipsinlevityskokeiluun ja kartoittaa heitä askarruttavia kysymyksiä sekä kiinnostusta kipsikäsittelyn suhteen. Maaliskuussa Liedon kunnantalolla pidetyssä avoimessa tiedotus- ja keskustelutilaisuudessa kerrottiin hankkeen suunnitelmista laajemmin.

Tutkimusalueen 107 viljelijästä tavoitettiin kaikki kuutta viljelijää lukuun ottamatta. Puhelinhaastatteluiden jälkeen 35 viljelijällä ei ollut mahdollisuutta tai halukkuutta lähteä kokeiluun. Syitä kokeilun ulkopuolelle jättäytymisestä on eritelty vaiheittain liitteessä 1.

Kokeilusta kiinnostuneiden viljelijöiden kanssa sovittiin tilakäynnit, joissa käytiin läpi kipsikäsiteltävät lohkot ja laadittiin sopimukset kipsin levittämisestä. Tilakäynnit suoritti maalis-toukokuun aikana Terhi Ajosenpää ProAgriasta. Tilakäyntien yhteydessä tarkistettiin tarjottujen peltolohkojen soveltuvuus kipsikokeiluun mm. viljelysuunnitelmien ja pellon Ca-Mg-tasapainon osalta. Viljelijät saivat samalla ohjeet kipsikokeilun toteutuksesta.

Tilaneuvotteluiden myötä sopimus tehtiin 53 viljelijän kanssa. Yhteensä pilottiviljelijöitä oli 55, sillä kaksi lähialueen viljelijää vedenlaadun seurannan rajojen ulkopuolelta tuli mukaan OSMO-hankkeen kautta. Tilaneuvotteluiden jälkeen tehtiin yksittäisten sopimusten kohdalla käsiteltäviin lohkoihin vielä muutoksia. Lopulliset sopimukset käsittivät yhteensä 1559 hehtaaria kipsikäsiteltävää peltoalaa.

Viljelijöiden osallistumiseen vaikutti merkittävästi se, että kipsi ja sen kuljetus laskutettiin suoraan hankkeelta, ja viljelijöiden tarvitsi sitoa pääomaa ainoastaan levityksestä syntyviin kuluihin. Kipsi ja rahti kattavat kokonaiskustannuksista suurimman osan, joten varsinkin isoilla tiloilla kokonaiskustannuksesta olisi muodostunut ylitsepääsemätön este osallistumiselle. Asia tuli ilmi jo hankkeen käynnistysvaiheessa Liedossa 3.3.2016 järjestetyssä tiedotus- ja keskustelutilaisuudessa.

2.2 Kipsipilotin operatiivinen vaihe

Kipsin toimitus tiloille ajoittui kesän ja syksyn ajalle vuonna 2016. Toimitusketju koostui kipsin toimittajasta (Yara), kuljettajasta (Movere) ja maatalouskaupasta (Hankkija). Hankkija vastaanotti viljelijöiden kipsitilaukset sekä toimituksiin liittyvät toiveet loppukevään ja alkukesän aikana ja välitti tiedot Moverelle ja Yaralle. Kipsin kuljetuksista ja logistisesta suunnittelusta vastasi logistiikkayhtiö Movere. Movere suunnitteli toimitusten aikataulutuksen ja hankki riittävästi kuljetuksiin soveltuvaa kalustoa varaamalla sekä omassa ohjauksessa olevien autojen että ulkopuolisten toimijoiden kalustoa ja kuljettajia. Yaran Siilinjärven tehtaalla projektiin valmistauduttiin selvittämällä kipsikasasta paikka toimituksia varten ja rakentamalla uusi lastauspaikka, sekä suunnittelemalla logistiikka ja kuormausurakointi tehdasalueella.

Ensimmäiset kuormat toimitettiin heinäkuun lopussa. Loppukesä oli kuitenkin sateinen, joten sadonkorjuusesonki alkoi ennustettua myöhemmin. Puinnit ja kipsitoimitukset käynnistyivät kunnolla elokuun lopulla ja puolet koko kipsimäärästä toimitettiin syyskuun kahden ensimmäisen viikon aikana. Kaikki kipsi oli toimitettu lokakuun alkuun mennessä.

Kipsinlevitykset etenivät lähes samalla aikataululla. Viljelijät saivat valita, levittävätkö kipsin itse vai tilaavatko urakoitsijan. Alueella toimi useita urakoitsijoita, joista kaksi levitti kipsiä usean sadan hehtaarin alueille. Kipsiä levitettiin 4 tonnia hehtaarille. Levitysvaiheen jälkeen viljelijät laskuttivat sopimuksen mukaisen työaikakorvauksen ja levityksestä aiheutuneet kustannukset. Kipsi ja sen kuljetuskustannukset Hankkija laskutti suoraan hankkeelta.

2.3 Pilotista saadut kokemukset

2.3.1 Viljelijät

Viljelijöiden kokemuksia kerättiin hankkeen aikana vuosittain toistetulla kyselyllä sekä yhteisissä tilaisuuksissa. Ensimmäisessä kyselyssä keskityttiin erityisesti kipsin kuljetuksesta ja levityksestä saatuihin kokemuksiin ja seuraavissa viljelijöiden havaintoihin kipsin vaikutuksesta omilla pelloillaan. Kaikkien kyselyiden kautta kerättiin myös taustatietoa vedenlaadun seurantatulosten analysointia varten ja selvitettiin mahdollista asenteiden muutosta kipsiä ja pilottia kohtaan. Vastauksia kerättiin sähköpostitse lähetetyllä verkkolomakkeella, postitse toimitetulla paperilomakkeella sekä puhelinhaastatteluin, jossa haastattelija kirjasi vastaukset lomakkeelle. Kyselyt lähetettiin sekä pilottiin osallistuneille että muille alueella toimiville viljelijöille. Tässä raportissa rajaudutaan käsittelemään vain pilottiin osallistuneiden viljelijöiden vastauksia.

Pilottiin osallistuneista viljelijöistä vastasi vuoden 2016 kyselyyn 48 viljelijää (87 %). Noin kolmannes kertoi kuulleensa kipsikäsittelystä ensimmäisen kerran SAVE-hankkeen kautta. Kaksi viljelijää oli kokeillut kipsin levitystä aiemminkin, vajaa kolmasosa kertoi tunteneensa jonkun kipsiä aiemmin kokeilleen ja kolmasosa oli kuullut tai lukenut asiasta aiemmin muuta kautta.

Yhdeksän kymmenestä viljelijästä arvioi, että kipsikäsittelyn eri vaiheet – toimitus, kipsin varastointi ja siirtely tilan sisällä ja levitys – sujuivat hyvin. Yli 90 prosenttia vastasi kipsin tulleen ajallaan ja levittämisen onnistuneen suunniteltuna ajankohtana. Vaikeuksia esiintyi yksittäisillä tiloilla ja ne liittyivät peltojen kantavuuteen, puintien viivästymiseen ennakoidusta ja tuuliseen säähän. Kipsin levityksessä valtaosa viljelijöistä käytti urakoitsijaa, ja vain joka kuudes levitti kipsin itse. SAVE-hankkeen antamien yhteystietojen avulla urakoitsija löytyi reilulle neljännekselle ja kolmasosalla oli yhteys urakoitsijaan aiemman yhteistyön kautta. Yleisimmät levityskalustot olivat kuivalannan levitysvaunu ja kostean kalkin levitysvaunu. Kipsikäsittelyn jälkeen pelloista kevytmuokattiin 58 %, kynnettiin 33 % ja jätettiin muokkaamatta 9 %. Valtaosa katsoi, että menetelmä oli sovitettavissa ongelmitta muiden peltotöiden lomaan.

Pilottialueen viljelijöiden puhelinhaastatteluissa keväällä 2016 esille nousseita huolia toteutui vain harvoilla viljelijöillä. Vain muutama yksittäinen viljelijä raportoi kipsin paakkuuntumisesta sateessa, kipsin kippaamisesta puimattomalle pellolle, levityksiin liittyvistä ongelmista, kipsin pölisemisestä, kipsikasan peittämisen vaivalloisuudesta, maksetun korvauksen riittämättömyydestä, yksityisteiden vahingoittumisesta tai kipsitilauksen aikaisesta ajoituksesta ennen kuin levitysajankohta oli tiedossa. Viljelijöiden esittämissä kehittämisehdotuksissa käsiteltiin mm. toimituskalustoa ja -henkilöstöä, välivarastoinnin sijaintia, kipsin varastointia tilalla ja urakointia. Niin sanottuna normaalina syksynä tulisi kiinnittää huomiota erityisesti teiden kunnossa pysymiseen, peltojen kantavuuteen, ajankäyttöön ja kipsikäsittelyn kustannuksiin. Varastoinnin rooli tulisi suuremmaksi, mutta varastointi toisaalta hankaloituisi, tilan sisäinen kuljetus lisääntyisi ja yhteensovittaminen muiden peltotöiden kanssa vaikeutuisi.

Vuoden 2017 kyselyyn kutsuttiin osallistumaan vain ensimmäiseen kyselyyn vastanneet, koska tarkoituksena oli saada kattava paneeliaineisto ja vertailla vastauksia eri vuosien välillä. Kyselyyn vastasi 47 viljelijää. Tässä kyselyssä kerättiin tietoa viljelijöiden havainnoista kipsin levitystä seuranneelta kasvukaudelta. Yksikään Savijoen viljelijä ei havainnut kipsin heikentävän satoa tai vaikuttavan kielteisesti maaperään. Yksittäiset viljelijät arvioivat, että kipsillä oli ollut satoon myönteinen vaikutus. Enemmistö ei ollut havainnut mitään vaikutusta satoon. Maaperän parantumisesta kertoivat erityisesti kyntö- ja kevytmuokattuja peltoja viljelleet – noin kolmasosa heistä arveli kipsin vaikuttaneen myönteisesti maahan. Muutamat viljelijät kokivat kipsin parantaneen maaperää myös suorakylvöpelloilla.

Yksi kipsikäsittelyyn liittyvistä huolista on peltojen tiivistyminen pellolla ajon seurauksena. Kolmasosa viljelijöistä oli havainnut jonkin verran pellon tiivistymistä levitystyön seurauksena ja neljäsosalla oli jäänyt jonkin verran uria peltoon. Merkittäviä ongelmia levitykseen liittyen ei kuitenkaan esiintynyt ja valtaosalla ei ongelmia esiintynyt lainkaan. Asiaan vaikutti varmasti osaltaan vähäsateiset levityskelit syksyllä 2016.

Kyselyn perusteella kaksi kolmesta käyttäisi kipsiä uudelleenkin ja noin kolme neljästä suosittelisi sitä muille viljelijöille. Tulos on samansuuntainen kuin vuoden 2016 kyselyssä. Suurin ero kyselyjen välillä näkyi huolissa peltomaan kovettumisesta ja kipsin vaikutuksesta satoon: melko paljon, paljon tai erittäin paljon huolestuttavana asiana niitä piti aiemmin puolet viljelijöistä – vuotta myöhemmin enää noin kolmasosa.

Vuoden 2018 kyselyn tulokset raportoidaan SAVE-hankkeen jatkoseurantaa toteuttavan SAVE2-hankkeen yhteydessä. Kyselytutkimuksen tuloksista liittyen viljelijöiden asenteisiin ja kokemuksiin sekö rooliin pilotissa on tulossa Venla Ala-Harjan pro gradu -työ. Viljelijöiden motiiveista osallistua pilottiin on hyväksytty käsikirjoitus vertaisarviointiin perustuvaan tieteelliseen aikakauslehteen (Kosenius & Ollikainen).

2.3.2 Levitysurakoitsijat

Kolme alueella toimineista urakoitsijoista, Teemu Joutsa, Antti Uotila ja Juha Uusitupa, levittivät yhteensä kaksi kolmasosaa koko pilotin kipsistä. Joutsa levitti kipsiä kolmasosalle koko käsittelyalasta, yli 500 hehtaarille. Heidän kokemuksiaan kuultiin Liedossa pidetyssä tapaamisessa 24.2.2017.

Suurin levityssesonki oli syyskuun loppupuoli. Kipsiä levitettiin pitkälti siinä järjestyksessä, missä kipsikuormat tulivat. Lisäksi priorisoitiin lohkoja, jotka piti päästä nopeasti muokkaamaan tai jolla viljeltiin syysviljaa. Suuremmilla pinta-aloilla oli kannattavaa odottaa useamman kuorman saapumista. Tällöin levitettävää oli enemmän suhteessa muuhun työhön, kuten levitys- ja kuormauskaluston siirtämiseen, ja työ oli tehokkaampaa. Tämä kuitenkin edellytti hyvää yhteydenpitoa viljelijöiden kanssa, jotta urakoitsija tiesi, kuinka paljon kipsiä oli tullut.

Kipsin levitysaika vaihteli huomattavasti riippuen varastointipaikan sijainnista levitysalueeseen nähden. Jos levitys alkoi suoraan kasalta, niin hehtaariin meni aikaa 5-10 minuuttia. Jos taas kipsiä piti kuljettaa tilan sisällä pitkiä matkoja, hidasti se levitysnopeutta merkittävästi. Toisaalta taas kipsiä ei isoilla tiloilla kannattanut välttämättä varastoida moneen eri paikkaan. Keskitetyn varastoinnin etuna oli se, että kuormaaja pysyi kipsikasan luona. Sekä levitysvaunun että kuormaajan siirtäminen pidempiä matkoja vaatii kaksi työntekijää ja oli siksi työläämpää.

Urakoitsijoiden mukaan kipsin laatu oli levityksen kannalta erittäin hyvää ja tasalaatuista. Verrattuna kalkkiin kipsi on sekä kevyempää että tasalaatuisempaa. Kipsi ei ollut paakkuuntunut varastoitaessa. Urakoitsijoiden kuivalannan ja kalkinlevitysvaunut olivat sopineet kipsinlevitykseen hyvin. Levitystarkkuuteen sai nopeasti hyvän tuntuman eikä kipsi holvaantunut. Kipsi ruostutti kalustoa, mutta ei sen enempää kuin muutkaan levitettävät aineet. Kipsi pöllysi ennakoitua vähemmän levitettäessä ja kenties jopa enemmän muokkausvaiheessa.

Levitysmäärää (4 t/ha) urakoitsijat pitivät kohtalaisen alhaisena, mikä myös vaikuttaa levityksen kannattavuuteen. Levityksestä maksettua korvausta urakoitsijat pitivät kohtuullisena, koska poutaisen sään vuoksi levitys oli sujuvaa ja kipsi pystyttiin toimittamaan levityspaikan läheisyyteen. Mikäli levitys hidastuu märän kelin tai kipsin siirtoajon vuoksi, tonniperusteinen korvaus muuttuu helposti kannattamattomaksi. Urakoitsijat toivoivatkin tuntiperusteista korvausta, joka pitäisi sisällään näiden haasteiden hinnoittelun.

Sateisten syksyjen varalle urakoitsijat toivoivat kipsin välivarastointia, jolloin kipsiä voitaisiin kuljettaa pienemmillä ajoneuvoilla tiloille ja riski raskaiden ajoneuvojen aiheuttamasta vahingosta yksityisteille pienenisi. Kipsin siirtelyä tilan sisällä kannattaisi mahdollisuuksien mukaan välttää, sillä märiltä pelloilta traktorien renkaiden mukana kulkeutuu asfalttiteille savea.

2.3.3 Logistiikkaketju

Logistiikkaketjun kokemuksia kuultiin Moveren ja Hankkijan kanssa pidetyssä tapaamisessa 14.12.2016 sekä Yaran kanssa pidetyssä tapaamisessa 14.6.2017. Kipsin logistiikka sujui hyvin ja aikataulussa.

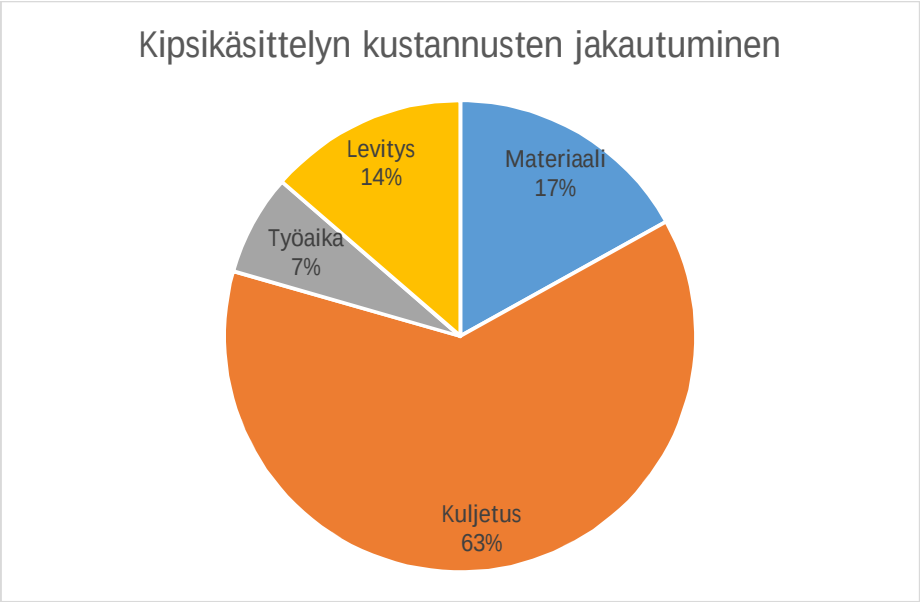
Siilinjärvellä kipsi seulottiin juuri ennen lastausta, mikä takasi tasaisen levityslaadun. Lastauksen suorittivat tehdasalueen urakoitsijat. Käytössä oli lastauspiste ja se riitti hyvin, sillä päivittäiset kuljetusmäärät olivat tehtaan näkökulmasta verrattain pieniä. Pilotissa levitettyä koko kipsimäärää vastaava määrä syntyy tehtaalla 1,5 vuorokaudessa.

Hankkijan (Klaus Hautalan) ja Moveren (Juha Sahasen) aktiivinen yhteydenpito viljelijöihin oli luultavasti tärkein tekijä siihen, että kipsi saatiin toimitettua aikataulussa pilottialueelle. Viljelijät olivat antaneet ohjeita esimerkiksi kaluston suhteen teiden ja siltojen kantavuuden takia. Kipsin kuljettajia oli ohjeistettu tarkkaan kippauksen suhteen, sillä se edellytti kantavaa ja tasaista alustaa rekan kaatumisriskin vuoksi. Ongelmia tai vaaratilanteita kippauksissa ei kuitenkaan syntynyt. Jos olisi ollut sateinen syksy, olisi käytetty enemmän kontti- ja kasettiautoja, joilla pääsee helpommin perille. Lisäksi viljelijät olisivat keksineet vaihtoehtoisia kippauspaikkoja. Tilan sisäistä siirtoajoa olisi tullut enemmän.

2.4 Kustannukset

Kipsikäsittely ei alenna satoja eikä vähennä viljelyalaa, joten se ei aiheuta viljelijälle tulonmenetyksiä. Se ei myöskään edellytä laiteinvestointeja, koska kipsiä voidaan levittää olemassa olevalla kalustolla. Kipsikäsittelyn kustannuksia on selvitetty Savijoen pilotin lisäksi jo aiemmissa hankkeissa, joissa kaikissa on käytetty Siilinjärven kipsiä. Toimenpiteen kokonaiskustannus on ollut noin 220 euroa hehtaarilta.

Savijoen kipsipilottiin osallistui 55 viljelijää ja keskimääräinen tilakohtainen levitysala oli 28,34 ha. Kipsikäsittelyn keskimääräinen hehtaarikustannus oli 216,05 €/ha. Tämä kustannus pitää sisällään kipsin materiaali- ja toimituskulut sekä levitys- ja työaikakulut. Kustannusten jakautuminen on esitetty kuvassa 3.



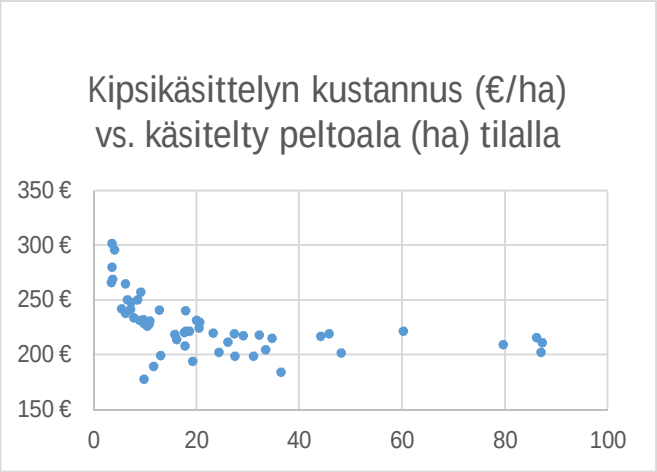
Kuva 3. Eri kustannuserien osuudet kokonaiskustannuksista

Yara lahjoitti puolet hankkeessa käytettävästä kipsistä, mikä toteutui käytännössä tarjoamalla kipsi puoleen hintaan Nurmijärven pilotin (TraP-hanke) hinnasta. Kipsin hinta oli näin 9,075 € per tonni. Kipsin kuljetuskustannukset puolestaan vaihtelivat riippuen siitä, saiko kuljetusyhtiö järjestettyä kalustolle myös paluukuorman vai ei ja minkäkokoinen toimitettava kuorma oli. Pilotissa toteutunut keskimääräinen tonnihinta kuljetukselle oli 33,56 €.

Kipsin levitystyö oli pilotissa hinnoiteltu kiinteästi 6 euroon per tonni. Tästä oli kuitenkin mahdollista poiketa 10 prosenttia tarpeen vaatiessa. Keskimääräinen toteutunut levityshinta pilotissa oli 6,34 €/t tai 28,92 €/ha. Levityksen lisätöitä korvattiin tuntihinnoittelulla. Lisätöitä muodostui pääasiassa kipsin kuormaamisesta ja kuljettamisesta tilan sisällä kipsin varastointipaikalta sen levityspaikalle näiden sijaitessa kaukana toisistaan. Urakoinnin lisäpalveluita tarvitsi 21 tilaa eli 38 % prosenttia osallistujista. Keskimääräinen tuntihinta oli 53,52 €. Levityksen kokonaiskustannukset lisätöineen olivat keskimäärin 29,42 €/ha.

Kaikille pilottiin osallistuneille viljelijöille korvattiin pilottiin käytettyä suunnittelun vaatimaa työaikaa viisi tuntia per tila sekä valvontaan ja organisointiin liittyen 20 minuuttia per kipsikäsitelty peltohehtaari. Työn hinta oli 30 €/h. Viljelijöille korvattiin hankkeeseen käytettyä työaikaa keskimäärin 442,31 € per tila (23,06 €/ha).

Hehtaarikohtainen kustannus vaihteli tiloittain (kuva 4). Skaalaetuja suuremmille tiloille syntyi kipsin toimituksesta sekä työn hinnoittelusta. Jos kipsin toimitettava määrä oli alle 30 tonnia, veloitti logistiikkayhtiö tästä noin 42 euron suuruisen lisämaksun. Tämä kustannus kohdistui ainoastaan pienille tiloille, joilla toimenpiteeseen tarvittava kipsimäärä oli pieni. Toinen pienten tilojen hehtaarikohtaista kustannusta nostanut tekijä oli kaikille osallistujille maksettu kiinteä viiden työtunnin korvaus. Tämän korvauksen suhteellinen osuus koko työaikakorvauksesta oli sitä suurempi, mitä pienempi tila oli kyseessä. Satunnaisilla tiloilla kuljetuskustannuksia laski se, että kuljetuksiin saatiin yhdistettyä paluukuorma.



Kuva 4. Kipsikäsittelyn hehtaarikohtaisen kustannuksen suhde kipsikäsitellyn alan kokoon. Pystyakselilla on toteutunut tilakohtainen kustannus euroa hehtaarilta, vaaka-akselilla tilakohtainen kipsikäsitelty kokonaisala.

2.5 Yhteenveto

Laajamittaisen pilotin tavoitteena oli kerätä käytännön kokemusta. Pilotti toteutettiin syksyllä 2016 yhteistyössä viljelijöiden kanssa. Hanke kokosi viljelijöiden, urakoitsijoiden ja logistiikkaketjun kokemuksia kyselyn ja haastatteluiden kautta. Syksy 2016 oli kipsikäsittelyn kannalta ihanteellinen, sillä sato valmistui tavanmaisessa aikataulussa, pellot olivat kantavia eikä sade haitannut levitystyötä. Sekä viljelijät, urakoitsijat että logistiikkaketjun edustajat pystyivät kokemustensa pohjalta arvioimaan kipsikäsittelyn onnistumista eri keliolosuhteissa tai suuremmassa mittakaavassa. Kipsikäsittelystä jäi kaikille tahoille pääosin myönteinen kokemus.

3 Kipsin vaikutusten arviointi

Laajamittaisen kipsipilotin ympärille rakentui monipuolinen tutkimuskokonaisuus, jossa tehtiin sekä vaikutusten seurantaa tutkimusalueella että muita kokeita laboratoriossa. SAVE-hankkeessa selvitettiin kipsin vaikutuksia vedenlaatuun, vesieliöstöön, pohjavesiin, maahan ja kasvustoon.

3.1 Tutkimusalueen kuvaus

Aurajokeen laskevan Savijoen vedenlaatua on seurattu ennen ja jälkeen kipsin levityksen jatkuvatoimisin anturein ja käsin otetuin näyttein kolmella havaintopaikalla vuosina 2016–2018. Lisäksi syksyllä 2016 perustettiin neljäs, vain näytteenottoon perustuva havaintopaikka kipsialueen alapuolelle, alueelle jossa esiintyi runsaasti vuollejokisimpukoita. Varsinaisen tutkimusalueen koko on 82 km^2, josta peltoa on 43 %. Kipsikäsiteltyjä lohkoja on yhteensä 1500 ha (18 % koko alasta, 42 % peltoalasta). Savijoen latva on vertailualue, jonne kipsiä ei levitetty lainkaan. Vedenlaadun seuranta-asemiin perustuen tutkimusalue jaettiin kolmeen eri osaan: (1) vertailualue, (2) ylempi kipsialue ja (3) alempi kipsialue. Sekä ylemmällä ja alemmalla kipsialueella oli myös peltoja, joita ei käsitelty kipsillä. Alueen valinnasta kohdealueeksi kerrottiin luvussa 1.4.

Tutkimusalueella on metsää, asutusta ja eri tavoin viljeltyjä peltoja (Taulukko 1). Pelloilla on eri maalajeja, joista savi on yleisin. Alueen moninaisuus tuo vedenlaadun arviointiin lisähaastetta, mutta samalla mahdollisuuden tutkia menetelmän tehoa erilaisten olosuhteiden mosaiikissa.

Taulukko 1. Tutkimusalueen ominaisuuksia

Alueen osa	Ala (km^2)	Peltoala (km^2)	Peltoisuus (%)	Kipsikäsi-teltyjen peltojen ala (km^2)	Muiden peltojen ala (km^2)	Metsäala (km^2)	Raken-nettu ala (km^2)	Muu ala (km^2)
Vertailu	15,0	5,8	38,7	0,0	5,8	8,4	0,6	0,2
Ylempi kipsi	17,7	8,8	49,9	4,1	4,7	7,5	1,3	0,0
Alempi kipsi	49,1	20,6	42,0	10,8	9,3	25,3	2,3	0,8

Vaikka tutkimusalueen eri osat näyttivät ennakkoarvioinnissa olevan melko samankaltaisia, paljastui tarkemmassa analyysissä eroja. Esimerkiksi vertailualueen pellot olivat tasaisempia ja niiden P-tila oli matalampi kuin kipsinalueella. Kipsialueella kipsikäsitellyillä pelloilla kasvatettiin enemmän viljaa kuin vertailualueella, jossa nurmien osuus oli suurempi. Lisäksi kipsatuista pelloista suurempi osa oli savimaalla verrattuna kipsialueen käsittelemättömiin peltoihin, joiden maalaji oli keskimäärin karkeampi. (Taulukko 2).

Taulukko 2. Tutkimusalueen peltojen ominaisuuksia

Alue	Kipsiä	Peltoa km^2	Maannos (%)			Keskikaltevuus (%)	Viljavuus-P (mg/l
			*Vertic Cambisol**	*Dystric Leptosol**	Muu		
Vertailu	Ei	5,8	85	14	2	0,6	11
Ylempi kipsi	Ei	4,7	66	17	17	2,3	16
	Kyllä	4,1	85	8	7	2,2	14
Alempi kipsi	Ei	9,4	73	16	11	1,7	19
	Kyllä	10,8	75	12	12	1,2	19

* Vertic Cambisol (pintamaa lähinnä savea); Dystric Leptosol (kalliomaa)

3.2 Vedenlaadun seuranta

3.2.1 Aineisto ja menetelmät

Sopivia kohteita vedenlaadun mittauspisteille etsittiin maastokartoituksella marraskuussa 2015. Vertailualueen mittausasema oli jo olemassa, sillä valtakunnallisen seurannan keräämää aineistoa voitiin hyödyntää. SAVE-hanke kuitenkin täydensi vertailualueelta kerättävää vedenlaatuaineistoa. Kaksi uutta mittausasemaa perustettiin kohtiin, joissa Savijoki risteää 10-tien ja Bränikkäläntien kanssa (Yliskulma ja Parmaharju). Hankkeen edetessä neljäs havaintopaikka perustettiin Savijoen alajuoksulle (Kärpijoki), josta oli löydetty vuollejokisimpukoita. Kuva havaintopaikoista on liitteenä 2.

Tietoa Savijoen vedenlaadusta kerättiin kolmella mittausasemalla (Mittapato, Yliskulma ja Parmaharju) Luode Oy:ltä vuokrattujen jatkuvatoimisten EXO2-anturien avulla, jotka alkoivat tuottamaan aineistoa 19.2.2016 alkaen. Anturit mittaavat tunneittain veden lämpötilaa, sameutta, sähkönjohtavuutta, liuenneen orgaanisen aineen pitoisuutta sekä veden pinnankorkeutta.

Jatkuvatoimisten mittausten lisäksi Eurofins on ottanut vesinäytteitä käsin samoilta kolmelta sekä Kärpijoen neljänneltä havaintopaikalta ja analysoinut ne Lahden laboratoriossaan. Muutamia näytteitä analysoitiin myös SYKEn Oulun laboratoriossa. Hankkeen edetessä näytteenottoa täydennettiin luotettavamman kuvan saamiseksi erityisesti liuenneen fosforin ja orgaanisen hiilen huuhtoutumisesta. Lisänäytteet on ottanut ja analysoinut Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys. Vesinäytteistä määritettiin lämpötila, sameus, pH, sähkönjohtavuus, alkaliniteetti, kiintoaine, kokonaisorgaaninen hiili, liuennut orgaaninen hiili, kloridi, fluoridi, sulfaatti, kokonaisrikki, kokonaistyppi, nitraatti- ja nitriittitypen summa, ammoniumtyppi, kokonaisfosfori, liuennut kokonaisfosfori, liuennut reaktiivinen fosfori, kalium, kalsium, magnesium, natrium, mangaani ja rauta.

Jatkuvatoimisten antureiden mittaamasta sameudesta johdetaan kiintoaineksen pitoisuus ja siitä edelleen hiukkasmaisen fosforin pitoisuus. Sähkönjohtavuuden avulla arvioidaan kipsin sisältämän sulfaatin huuhtoutumista. Liuenneen orgaanisen aineksen pitoisuudella saadaan arvioitua liuenneen orgaanisen hiilen määrää. Käsin otetuista näytteistä saadaan tietoa myös liuenneen fosforin huuhtoutumisen muutoksista. Nämä ovat keskeisimpiä muuttujia kipsin vedenlaatuvaikutusten seurannassa.

Kipsin vaikutuksen kokonaisvaltaiseksi arvioimiseksi vesinäytteistä määritettiin laaja joukko vedenlaatua ilmentäviä muuttujia. Oletuksena oli, että kipsi vaikuttaisi sekä liuenneeseen ja hiukkasmaiseen fosforiin ja mahdollisesti myös liuenneeseen ja hiukkasmaiseen orgaaniseen hiileen, mutta ei typen jakeisiin. Sulfaatin lisäksi määritettiin myös kokonaisrikki, jotta nähtäisiin, liikkuuko rikki valumavedessä yksinomaan sulfaattina vai myös monimutkaisempina yhdisteinä. Pääionit (kalium, kalsium, magnesium, natrium) tai niitä kuvaavat muuttujat (esim. alkaliniteetti) taas kertoivat, vaikuttaako kipsi myös muiden ionien kuin kalsiumin ja sulfaatin huuhtoumaan. Fluoridia seurattiin, sillä sitä esiintyy kipsissä epäpuhtautena. Eräät määritykset (rauta ja mangaani) taas toimivat referenssimuuttujina, joiden perusteella voitiin arvioida keskeisempien muuttujien (sameus ja kiintoaine) luotettavuutta ja toisaalta vesistövaikutuksia.

Pinnankorkeuksien muuntaminen virtaamiksi edellyttää riittävää määrää joessa tehtyjä hetkellisiä virtaamamittauksia. Virtaamaa selvitettiin merkkiainekokeilla, jossa jokeen lisätyn merkkiaineen laimenemisen perusteella voidaan määrittää tarkasti joen virtaama. Korkean virtaaman tilanteissa käytettiin ADCP-mittaria (Acoustic Doppler current profiler). Kun virtaamamittauksia on riittävän erilaisista tilanteista, voidaan niistä anturien antamiin pinnankorkeustietoihin yhdistämällä laskea ns. purkautumiskäyrä. Käyrän avulla voidaan määrittää virtaama mille tahansa pinnankorkeudelle ja näin arvioidun virtaaman perusteella arvioidaan mm. joen fosforikuormitusta.

Hankkeen aikana toteutettiin lisäksi lyhyt seuranta TraP-hankkeen pilottialueella Nurmijärvellä, sillä kyseisessä hankkeessa mukana olleilta viljelijöiltä oli edelleen havaintoja kipsin vaikutuksista heidän pelloillaan. TraP-hankkeen pilottialueelle perustettiin jatkuvatoiminen mittausasema vuoden ajaksi sen selvittämiseksi, onko kipsikäsittelyllä vielä yhdeksän vuoden jälkeen vaikutusta vedenlaatuun.

Kasvinsuojeluaineiden seurantaa toteutettiin yhteistyöhankkeiden (MaaMet- ja UuPri-hankkeet) toimesta.

Vedenlaadun seuranta Savijoella jatkuu SAVE2-hankkeessa ainakin vuoden 2020 loppuun.

3.2.2 Tulokset

Kiintoaines

Ensimmäisten syyssateiden koittaessa muutos valumavesien sameudessa oli silmin havaittavissa. Anturimittausten mukaan kipsi on ensimmäisten vajaan kahden vuoden aikana vähentänyt kiintoaineksen kulkeutumista käsitellyiltä pelloilta noin puolella. Kipsikäsittelyn myötä pelloilta päätyy siis merkittävästi vähemmän vesiä samentavaa ja vesistöjen pohjaan laskeutuvaa kiintoainesta.

Hiukkasmainen fosfori

Hiukkasmaisen fosforin huuhtouma väheni samassa suhteessa kuin kiintoaineksen huuhtouma. SAVE-hankkeessa vähenemä on toistaiseksi ollut noin 50 %, TraP-hankkeessa 60 %. Vertailussa on otettava huomioon, että Savijoen kaltaiselta isolta, maankäytöltään ja peltojen ominaisuuksiltaan vaihtelevalta valuma-alueelta ei saada tarkkoja lukuja vähenemistä.

Liuennut fosfori

Laboratoriokokeet ja aiemmat kenttäkokeet ovat osoittaneet kipsin vähentävän liuenneen fosforin huuhtoumaa. Ilmiö on myös teoreettisesti perusteltavissa. TraP-hankkeessa vähennys oli noin 25 %. SAVE-hankkeessa vaikutusta ei voitu vielä arvioida, sillä verrattain harvoin otettujen käsinäytteiden liuenneen fosforin pitoisuus vaihteli liian paljon tutkimusalueella. Vaihtelun on epäilty johtuvan laboratoriomääritysten laatuongelmista. Arvio tarkentuu, kun havaintojen lukumäärä kasvaa vuoteen 2020 mennessä.

Orgaaninen hiili

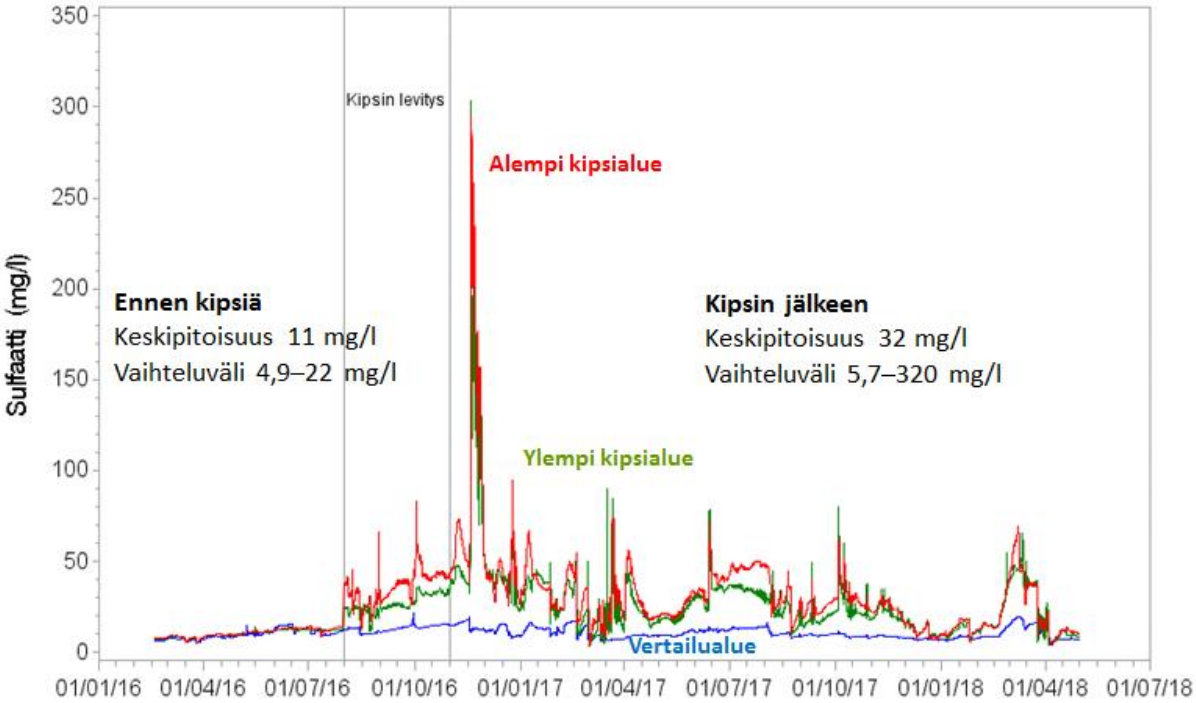
Kipsin aikaansaama ionivahvuuden kasvu peltomaassa vähentää niin liuenneen kuin hiukkasmaisenkin orgaanisen hiilen kulkeutumista, mikä näkyi myös Savijoella. Tarkkaa vähennysprosenttia liuenneelle orgaaniselle hiilelle ei vielä voida laskea, sillä toisin kuin hiukkasmaista fosforia, liuennutta orgaanista hiiltä huuhtoutuu runsaasti myös muilta kuin maatalousmailta. Kipsi vähensi hiukkasmaisen, maa-ainekseen sitoutuneen hiilen huuhtoumaa noin 50 %.

Kalsium, magnesium ja kalium

Kipsi sisältää kalsiumia, joka pidättyy maahiukkasten pinnoille. Samalla se voi syrjäyttää maan muita kationeita, kuten magnesiumia ja kaliumia, jotka voivat vapautua maaveteen. Savijoella havaittiin, että kalsiumin ja sulfaatin huuhtoumat vastasivat pitkälti toisiaan, mikä osoittaa niiden liukenevan samanaikaisesti. Vain melko pieni osa kalsiumista jäi siis maahiukkasten pinnalle. Muiden kationien huuhtouma lisääntyi jonkin verran. Puolitoista vuotta kipsilevityksen jälkeen noin neljännes lisätystä kipsistä oli huuhtoutunut Savijokeen. Mikäli huuhtoutuminen jatkuisi samalla nopeudella, kipsi olisi täysin huuhtoutunut noin kuuden vuoden sisällä.

Sulfaatti

Sulfaattipitoisuus nousi kipsilevityksen seurauksena noin tasolta 11 mg/l noin tasolle 32 mg/l Parmaharjun mittausten mukaan. Korkein pitoisuus (320 mg/l) havaittiin syksyllä 2016 kuivan kauden jälkeisillä ensimmäisillä sateilla. Tämän jälkeen pitoisuus ei kertaakaan ylittänyt pitoisuutta 100 mg/l. Sulfaattipitoisuuden kehitys näkyy kuvassa 5.



Kuva 5. Savijoella havaitut sulfaattipitoisuudet seurantajaksolla

Kasvinsuojeluaineet

Kasvinsuojeluaineiden pitoisuuksia on seurattu Savijoella Katri Siimeksen johdolla (Suomen ympäristökeskus) . Seurantaa on toteutettu maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman maa- ja metsätalouden kuormituksen seurannan (MaaMet-hankkeen) torjunta-aineosahankkeessa. Passiivikeräimien kalibrointia on tehty osana ympäristöministeriön rahoittamaa Vesien ja merenhoidon uudet prioriteettiaineet -hanketta (UuPri). Seurannan tavoitteena on arvioida, voiko kipsin levitys vähentää myös kasvinsuojeluaineiden huuhtoumia vesistöihin.

Kasvinsuojeluaineita on seurattu Savijoella toukokuusta 2016 lähtien kahdella havaintopaikalla (Mittapato ja Parmaharju). Vesinäytteitä on otettu kasvukaudella kahden viikon välein, talvella kerran kuukaudessa. Koska kasvinsuojeluaineiden pitoisuudet vaihtelevat paljon, kummallakin havaintopaikalla on altistettu myös passiivikeräimiä. Tulosten tulkinnan helpottamiseksi SAVE-hankkeen viljelijäkyselyissä on tiedusteltu kasvinsuojeluaineiden käyttöä (valmiste ja käyttömäärä) vuosina 2016 ja 2017. Viljelijäkyselyn perusteella kipsialueella on käytetty vuosittain yli 50 tehoainetta, vertailualueella vain noin 10 ainetta, tosin vertailualueelta on saatu vain muutamia vastauksia.

Vesinäytteistä on havaittu yhteensä yli 50 tehoainetta. Parmaharjulla on havaittu useampia aineita kuin yläjuoksulta, sillä suuremmalla peltoalalla on ollut tarvetta useammille kasvinsuojeluaineille. Glyfosaattipitoisuudet olivat kummallakin havaintopaikalla hyvin pieniä.

Kipsin vaikutusta kasvinsuojeluaineiden huuhtoumiin on toistaiseksi kerätyn seuranta-aineiston perusteella liian varhaista luotettavasti arvioida. Alustavasti näyttäisi siltä, että kipsin vaikutukset kasvinsuojeluaineiden päästöihin ovat olleet huomattavasti pienempiä kuin vuotuisten sääolojen aiheuttamat vaihtelut. Erot vertailu-alueen ja pilottialueen kasvunsuojeluainehuuhtoumissa näyttäisi selittyvän vahvemmin puuttuvien käyttötietojen kuin kipsin levityksen perusteella. Käyttötietoja kerätään kyselyllä vielä vuoden 2018 lopussa ja näytteenotto tulee jatkumaan vielä ainakin huhtikuuhun 2019 asti.

3.3 Vesieliöstö

SAVE-hankkeessa selvitettiin laajamittaisen kipsikäsittelyn vaikutuksia pienvirtavesien eliöstöön Savijoessa tehdyllä seurannalla ja sulfaattirasituskokeilla laboratoriossa. Kipsin sisältämää sulfaattia on pidetty keskeisenä kipsikäsittelyyn liittyvänä riskitekijänä. Sulfaatti itsessään on luonnossa esiintyvä aine, jota esimerkiksi merivedessä on runsaasti. Kipsin levitys nostaa kuitenkin joen sulfaattipitoisuutta, ja aiempia tutkimuksia vastaavien pitoisuuksien vaikutuksista on niukasti. Toisaalta kipsikäsittelyn seurauksena kiintoaineksen kulkeutuminen vesistöihin vähenee parantaen monien lajien elinympäristöä.

Tutkittuja lajeja olivat vuollejokisimpukka, taimen ja isonäkinsammal. Vuollejokisimpukka on uhanalainen laji, taimen on kalataloudellisesti tärkeä ja olosuhteille herkkä laji ja isonäkinsammal on Suomen virtavesiekosysteemien kannalta tärkeä avainlaji.

3.3.1 Seuranta Savijoessa

Vuollejokisimpukka

Luonnonsuojelulain ja EU:n luontodirektiivin nojalla rauhoitetun vuollejokisimpukan (Unio crassus) seurantaa toteutettiin kipsin levityksestä mahdollisesti aiheutuvien haittojen selvittämiseksi. Kipsin sisältämä sulfaatti, kuten muutkin ionit, voivat aiheuttaa makean veden eläimille ionisäätelyn ongelmia (Salmelin ym. 2017; viitattu Cañedo-Argüelles ym. 2013, Nogueira ym. 2015). Vuollejokisimpukan elinalueita on sekä SAVE-hankkeen pilottialueella Savijoella että monessa muussa joessa, jonka valuma-alueen pelloille kipsiä voidaan tulla levittämään, mikäli menetelmä otetaan laajempaan käyttöön.

Savijoella tehtiin selvitys simpukoiden esiintymisestä syyskuussa 2016 sekä seurattiin simpukoiden esiintyvyyttä kahtena seuraavana syksynä. Tutkimuksen maastotyöt tekivät kaikkina vuosina tutkimussukeltajat FM Rami Laaksonen ja iktyonomi Niclas Perander. Seurannan tulokset on koottu raporttiin (Laaksonen 2018).

Simpukoiden lajistoa ja levinneisyyttä tutkittiin Savijoen latvoilta joen alaosaan syksyllä 2016 yhteensä 18 linjalla (kartta liitteenä 3). Simpukoiden esiintymistä tutkittiin matalimmissa kohteissa kahlaten ja syvemmissä kohteissa paineilmalaittein sukeltaen. Joen poikki tehtiin linjoja, joilta kaikki simpukat kerättiin pinnalla tehtävää lajinmääritystä ja vuollejokisimpukoiden pituuden mittausta varten. Linjoille laskettiin lyijypainotettu köysi, jota sukeltaja seurasi ja keräsi simpukat kahden metrin leveydeltä, metri linjaköyden molemmin puolin. Lajinmäärityksen ja mittausten jälkeen simpukat palautettiin elinympäristöönsä. Simpukoiden etsintä tehtiin veden sameudesta johtuen pääasiassa pohjaa tunnustellen. Lisäksi yhdessä kohteessa 104 löydettyä vuollejokisimpukkaa merkattiin ja istutettiin takaisin jokeen.

Tutkituista 18 kohteesta valittiin seurantaan kahdeksan kohdetta, joista simpukoita löytyi siinä määrin, että seuranta oli mahdollista. Seurannassa löydettiin eniten litteäjärvi-, sysi- ja soukkojokisimpukoita. Vuollejokisimpukan tiheydet tutkimuskohteissa olivat melko pieniä, selvästi alle yhden neliömetrillä, mikä selittyy pohjan savisuudella. Vuollejokisimpukat esiintyivät pääsääntöisesti kipsinlevitysalueen alapuolella.

Seurannan tuloksia tarkastellessa ainoa tilastollisesti merkitsevä ero liittyi neljän ylimmän ja neljän alimman kohteen välisessä parittaisessa vertailussa. Tämä merkitsevyys ei liity kipsinlevitykseen, vaan todennäköisimmin Myllykylässä olevaan kalliokynnykseen, joka rajoittaa simpukoiden leviämistä joen yläosiin. Alaosan neljän kohteen simpukkatiheydet olivat moninkertaisia joen neljään ylimpään tutkimusalueeseen verrattuna. Muilla parittaisilla eri vuosien välisillä vertailuilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Myös merkattujen simpukoiden seurannan perusteella vaikuttaa siltä, ettei

kipsikäsittelyllä ole ollut vaikutusta aikuisiin vuollejokisimpukoihin. Selvityksen perusteella kipsikäsittelyllä ei siis todettu vaikutusta vuollejokisimpukoiden tai muiden simpukkalajien kuolleisuuteen.

Sähkökoekalastukset

Kipsikäsittelyn vaikutusta Savijoen kalastoon selvitettiin sähkökoekalastuksilla, joka on standardimenetelmä virtavesien kalastoselvityksissä ja -tutkimuksissa. Sähkökoekalastus tehtiin neljässä eri kohteessa Savijoen valuma-alueella. Kohteista kolme sijaitsi Savijoen pääuomassa ja yksi kohde sivupurossa (kartta on liitteenä 4). Havaintopaikoista yksi sijaitsi vertailualueella ja muut pilottialueella tai sen alapuolella. Sähkökalastukset toteutettiin akkukäyttöisellä sähkökalastuslaitteella. Kukin koeala kalastettiin kerran ja mitattiin koealan pinta-ala. Saaliista laskettiin koealoittain kunkin kalalajin tiheydet. Sähkökoekalastuksia oli tehty paikoilla aiemmin Mittapatoa lukuun ottamatta, joten tuloksia voitiin verrata aiempiin kalastuksiin. Kalastukset toteutti 10.10.2017 Jarno Turunen ja Janne Markkula SYKEstä. Tulokset on esitetty Turusen laatimassa raportissa ja kokeesta on kerrottu myös hankkeen blogissa.

Sähkökoekalastuksessa havaittuja lajeja olivat kivisimppu (*Cottus gobio*), kivennuoliainen (*Barbatula barbatula*) ja taimen (*Salmo trutta*). Taimenia saatiin kaksi kappaletta, joista toinen pilottialueelta ja toinen sen alapuolelta. Lajistossa ja tiheydessä oli vaihtelua havaintopaikkojen välillä ja aiempiin tuloksiin verrattuna, joten selkeää muutosta ei havaittu. Tulosten tulkintaa vaikeuttavat olosuhteet, joissa kalastus tehtiin: kalastusta edeltänyt sadejakso oli nostanut Savijoen veden tulvakorkeuteen ja vesi oli ehtinyt jäähtyä 8-asteiseksi. Vertailutieto oli myös usean vuoden takaista, joten vuosittaista, luontaista vaihtelua kannoissa ei voitu ottaa huomioon.

Tutkijat suosittelivat kokeen toistamista normaalin virtaaman olosuhteissa loppukesästä tai alkusyksystä. Sähkökoekalastuksia toteutetaan Vantaanjoen kipsihankkeessa, joten kalaston osalta vertailutietoa on tulossa.

Mädinhaudontakoe

Kipsin levitystä seuraavan sulfaattihuuhtouman vaikutusta taimenen (*Salmo trutta*) lisääntymiseen selvitettiin Hanna Arolan, Jukka Syrjäsen ja Matti Leppäsen toimesta SYKEn ja Jyväskylän yliopiston tutkimuksessa. Tuloksia on raportoitu Jyväskylän yliopiston julkaisusarjassa (Arola 2018) sekä hankkeen blogissa. Tutkimusmenetelmänä käytettiin mädinhaudontakoetta, joka alkoi lokakuussa 2017 ja päättyi toukokuussa 2018. Kokeessa oli kolme mädinhaudontapaikkaa; vertailu- ja kipsinlevitysalue Savijoella ja metsäisen valuma-alueen vertailupaikka läheisellä Järvijoella. Kartta on liitteenä 5.

Kipsikäsittelyn oletettiin joko lisäävän mädin säilyvyyttä vähentyneestä kiintoainekuormituksesta johtuen, tai vastaavasti vähentävän sitä sulfaattipitoisuuden nousun seurauksena. Säilyvyys oli kaiken kaikkiaan matala kaikilla koepaikoilla. Huhtikuussa keskimääräinen säilyvyys Savijoen vertailupaikalla, kipsinlevityspaikalla ja Järvijoella oli 7, 13 ja 26 %. Toukokuuhun mennessä kaikki elävät alkiot olivat kuoriutuneet, mutta säilyvyys oli laskenut entisestään. Toukokuun lopulla Savijoen koepaikoilta ei havaittu lainkaan eläviä yksilöitä, ja Järvijoella keskimääräinen säilyvyys oli tuolloin 9 %. Kaikkiin haudontasylintereihin oli kertynyt hiekkaa, mikä todennäköisesti vähensi säilyvyyttä. Alkioiden ja poikasten kasvu riippui pääsääntöisesti päiväastekertymästä, eikä yksilöiden pituudessa ollut suuria eroja eri paikkojen välillä. Alkioiden säilyvyys oli verrattain matalaa, mutta tulokset eivät ole täysin poikkeuksellisia aiempiin tutkimuksiin nähden.

Kipsinlevityksen vaikutuksia taimenen varhaisiin elinvaiheisiin ei pystytty arvioimaan kunnolla sylintereihin kertyneestä hiekasta johtuen. Haudontakoejaksolla oli jokseenkin poikkeukselliset sääolot: virtaamat olivat suuria ja talvella Savijoki oli pohjaan asti jäässä. Lisäksi koe tehtiin vasta vuosi kipsin levityksen jälkeen.

Tutkijat suosittelivat kokeen toistamista. Vantaanjoen kipsihankkeessa toteutetaan vastaava koe, joten asiasta saadaan lisätietoa lähitulevaisuudessa.

Piileväseuranta

Osana MMM:n rahoittamaa MaaMet-hanketta (Maa- ja metsätalouden kuormituksen ja sen vesistövaikutusten seuranta) SYKEn Oulun yksikkö seurasi vuosina 2016–2017 Savijoessa päällyslevien lajistoa ja määrää (Laamanen ym. 2017). Seurantaa tehtiin kahdella havaintopaikalla: vertailualueen mittapadosta hieman alavirtaan ja ylemmällä kipsialueella Koskelan kohdalla. Savijoella käytiin vuonna 2016 kolme kertaa: 29.8.2016, 11.10.2016 ja 9.11.2016. Ensimmäinen osa kokeen laatoista vietiin koepaikoille 29.8.2016 ja haettiin pois 11.10.2016 tai 9.11.2016. Toinen osa laatoista vietiin paikoilleen 11.10.2016 ja haettiin pois 9.11.2016. Sekä vertailualueen että kipsialueen havaintopaikalle asennettiin kolmeen tiileen ensimmäisellä käyntikerralla Onset Hobo® dataloggereita (Onset Computer Corporation), jotka mittaavat valon määrää ja veden lämpötilaa. Loggerit kiinnitettiin sensoripuoli ylöspäin nippusiteiden ja rautalangan avulla tiiliin. Vuoden 2016 seurannassa vertailualueella havaittiin vähemmän leviä, mikä luultavasti johtui varjoisammasta ympäristöstä. Vuoden 2017 tuloksia ei ole vielä käsitelty.

3.3.2 Laboratoriokokeet

Aikuisten vuollejokisimpukoiden käyttäytyminen

SYKEn laboratoriokeskus yhteistyössä Jyväskylän yliopiston kanssa on tutkinut vuollejokisimpukoiden käyttäytymistä laboratoriossa eri sulfaattipitoisuuksissa Savijoen vedessä (kontrolli, 30, 200 ja 1200 mg/l). Laboratoriokokeet kestivät viisi päivää ja simpukoista seurattiin päivittäin jalan ja vedensuodatusaukkojen asentoja sekä kahdesti ravintolevän kulutusta. Lisäksi mitattiin liikettä sähkökentän avulla Multispecies Freshwater Biomonitor (MFB) -laitteella altistuksen lopussa. Simpukoita myös sumputettiin Savijoen kipsialueella (Parmaharju) ja verrokkialueella (Mittapato) neljän viikon ajan, jonka jälkeen mitattiin MFB-aktiivisuus.

Simpukoiden havaittiin liikuttavan jalkaansa aktiivisemmin suurissa (1100 mg/l) sulfaattipitoisuuksissa, ehkä merkkinä olosuhteiden epäsuotuisuudesta. Kipsin levitysten jälkeen joesta mitatut suurimmatkin sulfaattipitoisuudet (320 mg/l) jäivät kuitenkin selvästi pienemmiksi, kuin kokeissa havaitut vaikuttavat pitoisuudet. Tämä viittaa siihen, ettei kipsikäsittelystä ole ainakaan merkittävää akuuttia haittaa vuollejokisimpukalle. Tulokset on raportoitu Rantamon (2018) pro gradu -tutkielmassa.

Vuollejokisimpukoiden lisääntyminen

Varsinais-Suomen ELYn velvoitteesta toteutettiin laboratorio-olosuhteissa altistuskokeita uhanalaisten vuollejokisimpukoiden glokidium-toukille. Kokeiden tavoitteena oli selvittää, onko kipsikäsittelyn myötä vesistöön huuhtoutuvasta sulfaatista haittaa vuollejokisimpukoiden toukkien selviytymiselle. Tutkimusta varten aikuisia, toukkia kantavia vuollejokisimpukoita kerättiin toukokuussa Perniönjoesta. Simpukoiden keräämiseksi oli Varsinais-Suomen ELY-keskuksen myöntämä poikkeuslupa. Koe tehtiin SYKEn ja Jyväskylän yliopiston yhteistyönä.

Sulfaatin vaikutuksia toukkiin tutkittiin lyhytaikaisilla, yhden ja kahden vuorokauden mittaisilla altistuskokeilla. Koevetenä käytettiin Savijoen Mittapadolta kerättyä vettä, johon lisättiin kipsiä vastaamaan kuutta eri sulfaattipitoisuutta: 30, 60, 120, 240, 480 ja 960 mg/l. Lisäksi mukana oli kaksi kontrollikäsittelyä: Savijoen vesi ilman lisättyä kipsiä, ja Perniönjoen vesi simpukoiden keruupaikalta. Toukkien elinkyky altistuksen päätyttyä mitattiin niiden kyvyllä sulkea kuorensa vasteena ruokasuolakäsittelylle, eli reagoivatko ne pipetoituun suolavesitippaan.

Toksisuustesteissä ei havaittu eroja elinkykyisten glokidium-toukkien osuudessa sulfaattipitoisuuksilla 10–1020 mg/l vuorokauden tai kahden altistuksessa. Siten Savijoessa havaituilla sulfaattipitoisuuksilla ei pitäisi olla vaikutusta vuollejokisimpukoiden glokidiotoukkiin.

Isonäkinsammal

Lisäksi on tehty isonäkinsammalen kasvukokeita laboratoriossa eri sulfaattipitoisuuksilla. Sulfaatti heikensi isonäkinsammalen kasvua vain suurina pitoisuuksina (1200 mg/l). Kipsin levitysten jälkeen joesta mitatut suurimmatkin sulfaattipitoisuudet (320 mg/l) jäivät kuitenkin selvästi pienemmiksi, kuin kokeissa havaitut vaikuttavat pitoisuudet. Tämä viittaa siihen, ettei kipsikäsittelystä ole ainakaan merkittävää akuuttia haittaa isonäkinsammalelle. Tulokset on raportoitu Rantamon (2018) pro gradu -tutkielmassa.

3.3.3 Yhteenveto

Savijoesta mitatuilla sulfaattipitoisuuksilla ei todettu olevan haittavaikutuksia aikuisten vuollejokisimpukoiden esiintymiseen ja käyttäytymiseen tai toukkien selviytymiseen. Haittaa ei havaittu myöskään isonäkinsammaleen kasvuun. Kalastoon tai taimenen lisääntymiseen ei myöskään todettu haittavaikutuksia, vaikkakin Savijoessa tehdyn seurannan tuloksiin vaikuttivat merkittävästi vallitsevat olosuhteet. Näistä tullaan saamaan lisätietoa Vantaanjoen kipsihankkeesta, jossa tehdään vastaavat kokeet vuosina 2018–2019.

3.4 Pohjavedet

Kipsinlevitysalueella seurattiin pohjavesien tilaa Varsinais-Suomen ELY-keskuksen velvoitteesta, koska kipsin kulkeutumista maaprofiilissa ei oltu aiemmissa tutkimuksissa selvitetty. Seuranta toteutettiin ottamalla hankkeen aikana vesinäytteitä levitysalueiden läheisyydessä sijaitsevista kaivoista. Hankkeen alussa rajattiin joitakin peltolohkoja kipsin levityksen ulkopuolelle Varsinais-Suomen ELY-keskuksen suosituksesta, sillä kairausaineistojen mukaan kyseisillä alueilla maaperä oli hyvin läpäisevää.

Savijoen kipsipilottialueen pellot sijaitsevat etupäässä savimailla, mutta joukossa on myös karkeampia kivennäismaita. Alueella on kolme pohjavesialuetta. Laajin niistä on Alhojoki-Rauvolan pohjavesialue (0242301, 5,26 km^2), jolla sijaitsee useita peltolohkoja. Nimensä mukaisesti alue koostuu kahdesta osasta: Alhojoen ja Rauvolan pohjavesialueista.

SAVE-hanke otti yhteyttä alueen viljelijöihin ja tiedusteli kipsinlevitysalueilla tai niiden läheisyydessä sijaitsevia kaivoja ja niiden omistajia. Yhdeksän viljelijää ilmoitti kaivoista. Kahdella viljelijällä oli kaksi toisiaan lähekkäin olevaa kaivoa, joista päätettiin ottaa näytteet vain toisesta. Näin tutkimukseen valikoitui seitsemän kaivoa, jotka sijaitsivat kipsipelloilla tai niiden läheisyydessä tilojen pihoilla (kartta liitteenä 6). Kaikki kaivot olivat rengaskaivoja.

SAVE-hanke otti ja analysoi näytteitä kaivoista viisi kertaa vuosien 2016–2018 aikana (kuudennet näytteet loppuvuonna 2018). Näytteet otti Luode Consultingin sertifioitu näytteenottaja ja ne analysoitiin SYKEn Oulun laboratoriossa. Näytteet lähetettiin Ouluun Matkahuollon palvelulla ja ne olivat laboratoriossa yleensä näytteenottoa seuraavana päivänä.

Ensimmäiset näytteet otettiin 3.8.2016, jolloin vain muutama lohko koko valuma-alueella oli käsitelty kipsillä. Ajankohta edustaa ”ennen kipsiä” – tilannetta. Seuraava näyte otettiin 26.10.2016, jolloin lähes kaikki kipsi (4 tonnia per hehtaari, yhteensä 1550 hehtaarille) oli jo levitetty. Sen jälkeen näytteitä otettiin keväällä lumen sulamisaikana (3.5.2017, 15.5.2018) ja syyssateiden aikaan (14.11.2017).

Näytteistä määritettiin veden pH, sähkönjohtavuus ja sameus sekä sulfaatin, kalsiumin, fluoridin, raudan, mangaanin, nitraatin ja fosforin pitoisuudet. Sulfaatin lisäksi määritettiin rikki, jotta voitiin tutkia, onko vesissä muita rikkiyhdisteitä kuin sulfaattia. Lisäksi määritettiin hapen, liuenneen orgaanisen hiilen ja kokonaisorgaanisen hiilen pitoisuudet.

Kuudessa seitsemästä tutkitusta kaivosta ei havaittu merkkejä kipsivaikutuksesta. Sen sijaan yhdessä kaivossa sulfaatin ja kalsiumin pitoisuus oli selvästi kohonnut keväästä 2017 kevääseen 2018. Korkeimmillaan pitoisuudet olivat marraskuussa 2017. Syksy 2017 oli hyvin sateinen ja on mahdollista, että kaivoon on päätynyt pintavesiä. Tähän viittaisi kalsiumin ja sulfaatin ohella noussut nitraatin pitoisuus. Loppuvuonna 2018 tehtävän näytteenoton yhteydessä selviää, onko vedenlaatu palannut perustasolleen.

Korkeat pitoisuudet yhdessä tutkituista kaivoista viittaavat siihen, että kipsiä ei tulisi levittää aivan kaivojen läheisyyteen. Toisaalta kyseessä lienee huonokuntoinen kaivo, jos pintavesiä on kaivoon päässyt. Mikäli kaivoa käytetään juomavetenä, kipsin levityksen suhteen tulee olla varovainen, vaikka esimerkiksi sulfaatin pitoisuus ei tässäkään kaivossa noussut lähelle huonon kaivoveden raja-arvoa.

Tuloksia tulkittaessa on hyvä muistaa, että yksikään kaivoista ei sijainnut vesien- ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain mukaisesti luokitellulla pohjavesialueella.

Lähes kaikissa kaivoissa havaittiin vedenlaatuongelmia jonkin tutkitun muuttujan osalta. Mahdollisesti pintavesiä saaneessa kaivossa nitraattipitoisuus ylitti juomavedelle sallitun. Muutamassa muussa kaivossa vesi oli liian sameaa ja happipitoisuus ajoittain alhainen. Kuten yllä todettiin yhdessä kaivossa oli liian korkea fluoridipitoisuus ja monessa kaivossa rauta- tai mangaanipitoisuudet olivat ajoittain koholla.

Tulokset on poimittu Ekholmin (2018) työraportista. Kaivovesianalyysitulokset on aika ajoin välitetty kaivojen omistajille. Seuraavan kerran kaivojen omistajia informoidaan, kun vuoden 2018 viimeisen näytteenoton tulokset ovat valmistuneet.

3.5 Maaperä ja kasvusto

Kipsin levityksen vaikutuksia kasvustoon ja maaperään selvitettiin vuosittain otetuilla näytteillä. Näytteet otti ProAgria ja ne analysoitiin Eurofinsin laboratoriossa. Lisäksi maanäytteistä määritettiin liuennut fosfori Luonnonvarakeskuksen laboratoriossa. Näytteenottopisteet määritettiin systemaattisella otannalla Jouni Helskeen (Jyväskylän yliopisto) avustuksella. Jouni Helske vastasi myös analyysitulosten tilastollisesta käsittelystä. Tulosten tulkinnassa avustivat myös Markku Yli-Halla ja Helinä Hartikainen Helsingin yliopistosta sekä Tuomas Mattila OSMO-hankkeesta.

3.5.1 Aineiston kuvaus

Maa- ja kasvustonäytteitä otettiin kipsillä käsitellyiltä ja käsittelemättömiltä lohkoilta, eri puolilta valuma-aluetta, yhteensä 29 GPS-määritetyltä havaintopaikalta (kartta liitteenä 7). Maanäytteet otettiin kerran ennen kipsin levitystä (elokuu 2016) ja kahdesti sen jälkeen (toukokuussa 2017 ja 2018), siis yhden ja kahden talvikauden valumavesien huuhdeltua maata. Näytteitä (kaksi rinnakkaista) otettiin pintakerroksesta (0–20 cm) ja muutamalta lohkolta myös kerroksista 20–40 cm ja 40–60 cm. Samoilta havaintopaikoilta kerättiin kasvustonäytteet kesäkuussa 2016–2018.

Näytteistä määritettiin tavanomaiset viljavuusanalyysin mukaiset muuttujat: johtoluku, pH, maalaji ja multavuus sekä asetaattiuuttoinen kalsium, kalium, magnesium, fosfori ja rikki. Lisäksi määritettiin hehkutushäviö ja vesiuuttoinen fosfori ja vuonna 2017 myös maan mikrobiologinen aktiivisuus.

Kasvustonäytteiden määritykset kattoivat boorin, fosforin, kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, kuparin, mangaanin, raudan, rikin, seleenin ja sinkin.

Tilastollisessa mallinnuksessa maaperää kuvaavien muuttujien (logaritmimuunnos pH:ta lukuun ottamatta) selittäjinä olivat alue (vertailualue, ylempi kipsialue, alempi kipsialue), maalaji (savi, muu kivennäismaa), kipsi (kyllä/ei) ja vuosi (2016, 2017, 2018) sekä näiden yhteisvaikutus. Mallissa oli mukana lohkokohtainen satunnaisefekti, joka mahdollisti perustason vaihtelun lohkojen välillä. Lisäksi otettiin huomioon, että eri maaperämuuttujien satunnaisefektit ja virhetermit voivat korreloida keskenään, ts. eri muuttujien pitoisuudet ja niiden muutokset saattoivat riippua toisistaan.

3.5.2 Tulokset

Tilastollisesti merkitseviä eroja kipsillä käsiteltyjen ja käsittelemättömien lohkojen välillä havaittiin vain maaperän rikkipitoisuudessa ja johtoluvussa. Jos kipsin oletetaan sekoittuvan tasaisesti 22 cm paksuun muokkauskerrokseen, maan rikkipitoisuuden pitäisi nousta noin 280 mg maalitraa kohti. Rikkipitoisuus kipsikäsitellyillä lohkoilla oli yhden talvikauden jälkeen kuitenkin vain alle puolet tästä laskennallisesta arvosta ja enää vain lievästi koholla kahden talvikauden jälkeen (taulukko 1).

Vedenlaadun seuranta osoitti, että kipsistä oli huuhtoutunut kahden talvikauden jälkeen vain noin neljännes, joten kipsin sulfaattia lienee kulkeutunut syvemmälle maaperään. Kipsikäsitellyillä lohkoilla maakerroksen 20–40 cm rikkipitoisuus oli noussut, mutta melko vähän. Oletettavasti kaikki mahdollisesti vielä liukenemattoman kipsin sulfaatti ei liukene viljavuustutkimuksessa käytettävässä asetaattiuutossa.

Vastaava kipsin aiheuttama laskennallinen maan kalsiumpitoisuuden lisäys on noin 350 mg/l. Tämä määrä on vain runsas 10 % maassa jo olevasta kalsiumista ja liian pieni suhteessa tulosten vaihteluun tullakseen esille tilastollisessa analyysissä. Yksi vuosi kipsin levityksen jälkeen tehdyissä maan mikrobiologisen aktiivisuuden määrityksessä ei myöskään havaittu kipsikäsittelystä johtuvia eroja.

Taulukko 1. Maanäytteiden (*n* = 28) keskimääräinen johtoluku ja rikin pitoisuus.

	Kipsiä	Johtoluku (10 · mS/cm)			S (mg/l)		
		Ennen	1 talvi jälkeen	2 talvea jälkeen	Ennen	1 talvi jälkeen	2 talvea jälkeen
Vertailualue	Ei	0,6	0,9	0,7	8,2	11,3	7,3
Kipsialue	Ei	0,9	1,6	1,2	7,4	19,6	8,5
Kipsialue	Kyllä	0,9	3,4	1,4	9,0	129	24,8

Kasvustossa ei havaittu muita muutoksia kuin rikkipitoisuuden nousu kipsikäsitellyillä lohkoilla. Kipsin sulfaatti voi aiemman tutkimuksen mukaan heikentää kasvuston seleeninottoa, mutta Savijoella kasvien seleenipitoisuuksissa ei havaittu kipsikäsittelyyn liittyviä eroja; tosin pitoisuudet olivat alle määritysrajan monella lohkolla. Hankkeessa ei punnittu kasvustoa, eikä vaikutusta sadon määrään mitattu.

3.5.3 Johtopäätökset

Tulosten perusteella kipsin vaikutus näyttää olevan melko vähäinen sekä maaperään että varsinkin kasvustoon. Vesinäytteet osoittivat, että kipsi kuitenkin lisäsi magnesiumin huuhtoutumista. Kipsikäsittelyn yhteydessä on hyvä seurata maan kemiaa varsinkin, jos käsittelyä toistetaan kipsin vaikutuksen hiivuttua, nykykäsityksen mukaisen noin 5 vuoden jälkeen.

3.6 Sulfaatin vaikutus fosforin vapautumiseen virtavesissä

Sulfaatin vaikutusta pohjasedimentteihin selvitettiin Turun ammattikorkeakoulun, SAVE-hankkeen kanssa yhteistyössä toteuttamassa laboratoriokokeessa. Aurajoen sivujoen, Paattistenjoen, varrella sijaitsevasta Maarian altaasta kerättyä pohja-ainesta pidettiin hapettomissa oloissa eri sulfaattipitoisuuksissa kahden kuukauden ajan. Pulloihin lisättiin eri määriä orgaanista hiiltä mikrobien ravinnoksi ja osassa pulloista mikrobit pyrittiin tappamaan formaliinilla.

Kokeen perusteella sedimentissä itsessään oli merkittäviä määriä käyttökelpoista hiiltä, jotka käynnistivät anaerobiset hengitysprosessit. Mikrobit hyödynsivät tätä hiiltä ja sedimenttiaineksesta ympäröivään veteen vapautui ammoniumia, fosfaattia, rautaa ja mangaania. Käyttökelpoisen hiilen lisääminen glukoosina kasvatti kaikkien edellä mainittujen aineiden vapautumista veteen. Vastaavia pitoisuusmuutoksia ei havaittu koeyksiköissä, joissa ei ollut sedimenttiä vaan vain Maarian altaan vettä. Niissä koeyksiköissä, joihin oli lisätty mikrobeille myrkyllistä formaliinia, mikrobitoiminta ja aineiden vapautuminen oli huomattavasti heikompaa kuin ns. elävissä näytteissä. Koeyksiköiden sulfaattilisäys kasvatti sulfaatin pelkistymistä sulfideiksi (H_2S, HS^-) ja tästä aiheutuvaa rautasulfidien muodostumista. Sulfidien muodostuminen lisäsi näin fosforin vapautumista pohjasedimentistä. On myös mahdollista, että sulfaatin lisääminen kiihdytti orgaanisen fosforin mineralisaatiota ja näin fosforin vapautumista pohjasedimentin eloperäisestä aineksesta. Sulfaatin pelkistyksen vaikutus fosforin vapautumiseen oli kuitenkin Maarian altaalla vähäisempi kuin mitä on havaittu aiemmissa vastaavissa kokeissa.

Tuloksista laaditaan yhteenveto vuoden 2018 aikana. Tässä vaiheessa voidaan todeta, että virtaavat vedet ovat yleensä hapellisia ja pohjalle laskeutuvan aineksen määrät vähäisiä. Riski merkittävään, sulfaatin aikaansaamaan fosforin vapautumiseen jokien pohjasedimenteistä on siten pieni. Lounaissuomalaisissa joissa on melko paljon patoaltaita, joissa vedenvaihto on kesällä ja talvella hyvin hidasta. Tällaisissa altaissa voisi fosforia periaatteessa vapautua pohjasedimentistä, mutta vapautumista ei ole havaittu SAVE-hankkeen vedenlaadun seurannassa, eikä ilmiötä ole nostettu esille myöskään muiden jokien seuranta-aineistoissa.

Kokeet tehtiin yhteistyössä toisen Raki-hankkeen kanssa (Fosforin saostaminen virtavedestä – pilottihanke Paattistenjoella) ja ne rahoitti Maa- ja vesitekniikan tuki ry. Kokeesta on kirjoitettu SAVE-hankkeen blogiin ja kokeiden tuloksista on tulossa useita opinnäytetöitä.

4 Kipsikäsittelyn laajan käyttöönoton arviointi

SAVE-hankkeen päätavoite oli selvittää kipsikäsittelyn soveltuvuutta laajamittaiseen vesiensuojelukäyttöön. Tehtävänä oli laatia suunnitelma kipsin laajalle käyttöönotolle ja ehdotus kipsin liittämiseksi tukijärjestelmään. Laajasta kipsipilotista saatiin käytännön kokemusta logistiikasta ja levityksestä sekä tietoa menetelmän vastaanotosta viljelijöiden keskuudessa (ks. luku 2). Kipsikäsittelyn kannalta soveltuvia alueita kartoitettiin paikkatietoanalyysillä ja kipsikäsittelyn liittämistä tukijärjestelmään pohdittiin yhdessä asiantuntijoiden kanssa.

Lopputuloksena julkaistiin 26.10. politiikkasuositukset ”Peltojen kipsikäsittely laajasti käyttöön julkisen tuen avulla” ja tiivis tietopaketti ”Peltojen kipsikäsittely maatalouden vesiensuojelukeinona” (Ollikainen ym. 2018).

4.1 Soveltuvien alueiden kartoitus

Kipsikäsittelyn kannalta potentiaalista pelto-alaa arvioitiin aluekartoituksen avulla (Riihimäki 2018). Tarkastelualueeksi valittiin Selkämeren, Saaristomeren ja Suomenlahden valuma-alueet, joilla on yhteensä 1,39 miljoonaa peltohehtaaria. Soveltuvat alueet määritettiin sulkemalla aineistosta pois seuraavat alueet:

1. Järvien valuma-alueet (lukuun ottamatta läpivirtausjärviä)

Valuma-alueista rajattiin pois yli 1 ha suuruisten järvien valuma-alueet, joissa järven viipymä on yli 10 vuorokautta. Aineistona oli SYKEn Järvirekisterin yli 1 ha järvet ja niille SYKEn vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointijärjestelmää (VEMALA) varten laskettu viipymä. Raja-arvoksi valittu 10 vuorokautta on vesienhoidon mukaisten vesimuodostumien Suomessa käytettävässä tyypittelyohjeessa annettu lyhytviipymäisten järvien raja-arvo.

Sulfaattipitoinen vesi saattaa järveen päätyessään lisätä fosforin vapautumista pohjasta ja kiihdyttää siten rehevöitymistä (ns. sisäinen kuormitus). Siksi kipsiä ei suositella käytettäväksi järvien valuma-alueilla – poikkeuksena läpivirtausjärvet, joissa veden viipymä on hyvin lyhyt. Järvien valuma-alueilla kipsin levitystä ei voida suositella ennen kuin selvitetään, kuinka voimakkaasti sulfaattihuuhtouma vaikuttaa pohjan läheisen veden sulfaattipitoisuuteen erityisesti sellaisissa järvissä, joissa vesi vaihtuu hitaasti ja jotka ovat jo jossain määrin rehevöityneitä.

2. Happamat sulfaattimaat

Seuraavaksi alueesta rajattiin pois happamien sulfaattimaiden esiintymisalueet. Koska kaikkia alueita ei ole kartoitettu Suomessa, päätettiin käyttää ennakkotulkintaa, joka perustuu happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyyteen. Pois rajattiin alueet, joilla happaman sulfaattimaan todennäköisyys on suuri tai kohtalainen.

Kipsin käyttö ei ole tarpeellista happamilla sulfaattimailla, koska kipsin vaikutus fosforihuuhtoumaan on niillä vähäinen.

3. Pohjavesialueet

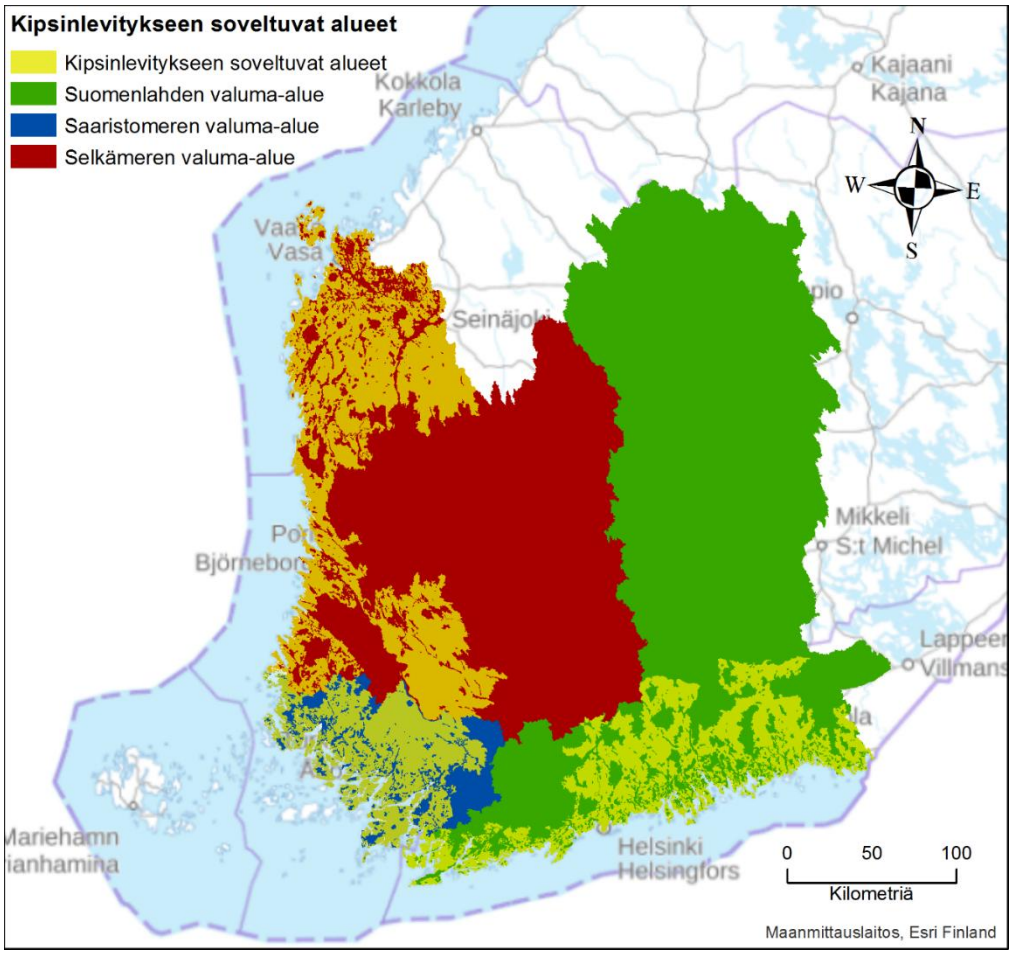
Rajatun alueen sisälle jäävästä peltolohkoaineistosta rajattiin seuraavaksi pois ne peltolohkot, jotka sijaitsevat osittain tai kokonaan pohjavesialueella.

Pohjavesialueilla kipsin käyttöä kannattaa harkita kuten muitakin maataloustoimia, esimerkiksi lietelannan levitystä (kipsin käyttö kaivojen läheisyydessä, ks. s. 27). Aluekartoituksessa pohjavesialueet päätettiin kuitenkin rajata ulkopuolelle.

4. Natura-alueet

Peltolohkoaineistosta poistettiin 100 metrin suojavyöhykkeellä Natura 2000 -alueiden lähellä olevat pellot. Natura-alueena olevat merenlahdet, saaristoalueet ja merensuojelualueet, joihin joet laskevat, jätettiin huomiotta. Merivedessä on sulfaattia runsaasti, eikä kipsilevityksen tuomalla sulfaattilisällä ole merkitystä. Rajauksen myötä aineistosta rajautui pois peltolohkoja, jotka toimivat esimerkiksi lintujen levähdyspaikkana.

Edellä esitettyjen rajausten jälkeen kipsikäsittelyn kannalta potentiaalista levitysalaa jäi jäljelle noin 540 000 peltohehtaaria. Tästä alasta 240 000 ha oli Selkämeren valuma-alueella ja loppuosa jakaantui tasan Saaristomeren ja Suomenlahden valuma-alueille. Soveltuvat alueet näkyvät kuvassa 6. Kipsin tiedetään soveltuvan hyvin erityisesti savimaille, joita peltoalasta on 63 %. Savijoen pilottialueen kipsikäsitellyistä pelloista savimailla oli 78 % ja loput olivat karkeammilla kivennäismailla.



Kuva 6. Kipsikäsittelyn kannalta soveltuvat alueet (keltainen väri)

Kartoituksessa pyrittiin huomioimaan maantieteellisiä seikkoja, jotka ovat pysyviä, ja joihin viljelijä ei voi itse vaikuttaa. Kipsikäsittelyn soveltuvuus peltolohkoille tulee kuitenkin aina tila- ja lohkotasolla tarkistaa. Näitä seikkoja ei aluekartoituksessa huomioitu, mutta hanke antoi niistä suosituksia:

- Kipsin kalsium ja maan kationit: Kipsin mukana peltoon tulee kalsiumia, joka on maan valtakationi ja tärkeä kasviravinne. Kipsin käyttöä ei toistaiseksi suositella pelloille, joilla on merkittävää kaliumin tai magnesiumin puutetta. Kalsiumin lisääminen syrjäyttää kaliumia ja magnesiumia pois maahiukkasten pinnoilta. Kaliumin tai magnesiumin puutos on kuitenkin korjattavissa, joten tästä ei muodostu pysyvää estettä kipsikäsittelylle.
- Happamuus: Kipsi ei korvaa kalkitusta, koska se ei vaikuta peltomaan happamuuteen. Happamuus ei muodosta estettä kipsikäsittelylle. Jos pelto käsitellään kipsillä heti kalkituksen jälkeen, tulee ottaa huomioon aineiden mukana tulevan kalsiumin määrä.
- Suorakylvö ja kipsin levityksen ajoittaminen: Suorakylvöä välittömästi kipsinlevityksen jälkeen ei suositella, koska ionivahvuus pellon pinnassa voi hetkellisesti nousta niin korkeaksi, että se haittaa orastumista. Kipsiä voidaan hyvin levittää syksyllä sängelle, jos suunnitelmissa on suorakylvää pelto keväällä.
- Kaivot ja lähteet: Kipsin käytölle suositellaan kaivojen ja lähteiden lähellä samaa menettelyä kuin nitraattiasetuksessa ohjeistetaan lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden käyttöä: talousveden hankintaan käytettävien kaivojen ja lähteiden ympärille on jätettävä maaston korkeussuhteista, kaivon rakenteessa ja maalajista riippuen vähintään 30–100 metrin levyinen vyöhyke, johon kipsiä ei levitetä.

- Luomu: EU:n luomuasetuksen mukaan luomuviljelyssä voidaan käyttää luonnonkipsiä, mutta ei teollisessa prossissa muodostunutta kipsiä (esim. Siilinjärven kipsiä). Soveltuvasta peltoalasta luomuviljelyssä on noin 10 %.
- Eroosioherkkyys ja P-luku: Kipsin levitys kannattaa ensisijaisesti kohdentaa alueille, joiden pellot ovat herkkiä erodoitumaan tai joilla on korkea P-luku.

4.2 Kipsin saatavuus ja logistiikka

Laajamittainen kipsikäsittely edellyttää merkittävää määrää kipsiä ja sen kuljetusta lyhyen aikaikkunan sisällä. Kartoituksen mukainen, potentiaalisen pinta-alan käsittely kipsillä kertaalleen edellyttäisi noin kahta miljoonaa kipsitonnia. Hankkeessa pohdittiin logistisia ratkaisuita käyttäen pilotista saatuja kokemuksia kipsin kuljetuksesta sekä haastattelemalla logistiikkaketjun edustajia. Lisäksi selvitettiin mahdollisia muita kipsilähteitä.

Sadonkorjuun ja mahdollisten syystöiden välinen aika on ihanteellisin ajankohta kipsin toimitukselle ja levitykselle. Pellot ovat silloin vielä kantavia kuljetus- ja levityskaluston kannalta. Toimitus ajoittuu kasvukauden ulkopuolelle ja mahdollistaa kipsin välivarastoinnin pellolla. Mahdollinen syysmuokkaus nopeuttaa kipsin sekoittumista ja liukenemista maahan. Syksyllä levitettävä kipsi leikkaa välittömästi pellon vesistökuormitusta, joka on suurimmillaan syksystä kevääseen.

Pilotissa käytettiin fosforihappoteollisuuden sivutuotteena syntynyttä kipsiä Yaran Siilinjärven tehtaalta. Fosforihappoteollisuuden lisäksi kipsiä saadaan useista muistakin lähteistä. Synteettistä kipsiä muodostuu muun muassa energiantuotantolaitoksissa ja teollisuudessa. Savukaasujen pesussa muodostuneesta kalsiumsulfiitista hapetetaan edelleen kalsiumsulfaattia eli kipsiä, jota kutsutaan prosessin mukaan FGD-kipsiksi (*flue-gas desulfurization*). Kipsin kierrätysominaisuudet ovat erittäin hyvät, joten yhtenä kipsiluokkana voidaan puhua myös kierrätetystä kipsistä. Luonnonkipsiä louhitaan eri puolilla maapalloa ja sen tärkein käyttökohde on rakennusmateriaalien valmistus. Luonnonkipsiä louhitaan muun muassa Latviassa. Koska kipsin laatu vaihtelee lähteen mukaan, tulee kipsin puhtaus, turvallisuus ja toimivuus aina selvittää ennen sen käyttöä maataloudessa. Maataloudessa käytettävälle kipsille tulee olla Eviran hyväksyntä.

Pilotissa käytettiin suoria autokuljetuksia. Autot lastattiin Siilinjärven kipsikasalla ja kipsi toimitettiin suoraan tiloille. Pilotin mittaluokassa suorat autokuljetukset lyhyen aikaikkunan vuoksi (sesonki muutaman viikon pituinen) oli toimivin ja edullisin ratkaisu. Logistiikka onnistui hyvin myös siksi, että syksy oli poutainen ja kuiva, ja autot pystyivät kippaamaan kipsin levityspaikan läheisyyteen. Isommassa mittaluokassa kipsin logistiikka kohtaa monenlaisia haasteita, joihin on toisaalta olemassa myös ratkaisuja.

Kireää aikataulua helpottaisi, jos osa kuljetuksista voitaisiin jakaa kiireisimmän sesongin ulkopuolelle, mikä käytännössä edellyttäisi välivarastointia joko tiloilla tai keskitetysti lähellä levitysaluetta. Kipsin välivarastointi edellyttää kipsin siirtelyä ja kuormausta, mikä nostaa kustannuksia, mutta toisaalta kuljetus sesongin ulkopuolella voi taas tulla edullisemmaksi. Kuljetus voitaisiin hoitaa auto- tai junakuljetuksin tai niiden yhdistelmällä. Yhden junan kuljetuskapasiteetti on karkeasti arvioiden noin 20-kertainen auton kuljetuskapasiteettiin nähden, joten se voi tuoda mittakaavaetuja. Toisaalta kipsin siirto kuljetusvälineestä toiseen edellyttää lisäkuormausta.

Kipsikäsittely kannattaa myös porrastaa usean vuoden ajalle ja jakaa alueisiin. Käsittely kannattaa aloittaa Saaristomeren valuma-alueesta, jossa kipsikäsittelyn avulla voitaisiin nopeasti vaikuttaa meren sisäosien tilaan. Kipsikäsittely toteutetaan aloittaen yhdellä valuma-alueella ja laajentaen vuoden kahden sisällä käsittelyä seuraavalle alueelle niin, että kullakin alueella levittämiseen varataan 3–4 vuotta. Alueellinen ja ajallinen porrastaminen tuo joustoa kipsin kuljetuksen ja levityksen järjestämiseen. Mahdollisuus levittää

kipsiä useamman vuoden aikana helpottaa maatilojen työajan hallintaa ja sopii paremmin viljelykiertojen rytmiin.

Kipsin laaja käyttöönotto edellyttää julkista tukea, koska kipsikäsittelystä saatava hyöty kohdistuu yhteiskunnalle, eikä menetelmä esimerkiksi lisää satoja, josta muodostuisi kannustin viljelijöille. Toisaalta pilotissa havaittiin, etteivät viljelijät voi sitoa pääomaa kipsiin ja sen kuljetukseen, vaikka saisivat tästä korvauksen jälkikäteen. Ratkaisuna tähän on kipsin ja sen kuljetuksen ostaminen julkisena hankintana.

Hanke siis suosittelee kipsin ja kuljetuksen hankintaa kokonaistoimituksena (yhtenä hankintana). Merkittävän kipsimäärän ja sen kuljetuksen hankinta edellyttää EU:n laajuista tarjouskilpailua. Tarjouskilpailu on joustavin ja tehokkain tapa organisoida kipsin toimittaminen tiloille. Se mahdollistaa kaikkien tarjoajien osallistumisen ja kilpailu laskee hintoja. Tarjouskilpailun voittaja saa korvauksen kipsin toimituksesta ja vastaa logistiikan kokonaishallinnasta ja toimitusvarmuudesta tiloille. Tarjouskilpailuun osallistuvan tarjoajan tulisi siis suunnitella, mikä on edullisin ja varmin tapa toimittaa kipsi tiloille. Ennen tarjouskilpailua tulisi toteuttaa markkinakartoitus, jonka kautta saataisiin lisätietoa tarjouskilpailua varten esimerkiksi kipsin ominaisuuksien tai toimituksen valintakriteereiden määrittelemiseksi.

4.3 Kipsikäsittelyn tukeminen

Kipsikäsittelyn soveltuvuutta tukijärjestelmiin arvioitiin asiantuntijoiden tuella. Hanke haastatteli tutkija Kauko Koikkalaista Luonnonvarakeskuksesta sekä ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön edustajia. Lisäksi asiasta keskusteltiin pilottiin osallistuneiden viljelijöiden kanssa Liedossa pidetyssä työpajassa 2.11.2017.

Kipsikäsittely on vesiensuojeluinvestointi, jonka kustannukset kohdistuvat toteutusvuoteen, kun taas hyödyt huuhtouman vähenemisestä jakautuvat noin 5 vuoden ajalle. EU:n yhteisen maatalouspolitiikan keinovalikoimassa tällainen toimenpide sopisi parhaiten nykyisen ei-tuotannollisten investointien korvauksen kohteeksi.

Käytännössä kipsikäsittely olisi sujuvasti liitettävissä tähän tukimuotoon. Tuen hakemisessa käytettävään sähköiseen järjestelmään rakennettaisiin ominaisuus, joka automaattisesti tarkistaisi lohkon soveltuvuuden kipsikäsittelyn kannalta. Tällainen järjestely on kevyt sekä hallinnollisesti että viljelijän näkökulmasta.

Vuonna 2021 alkavan EU:n yhteisen maatalouspolitiikan rahoituskauden valmistelu on menossa sekä EU:n että kansallisella tasolla ja kipsinlevitys on tarpeen ottaa mukaan tarkasteluun yhtenä maatalouden vesiensuojelutoimista. Lisäksi kipsikäsittely on mahdollista ottaa laajaan käyttöön vesiensuojelun tehostamisohjelmassa 2019–2021. Tehostamisohjelmassa maatalouden toimenpiteille kohdennetun rahoituksen avulla merkittävä osa Saaristomeren valuma-alueen pelloista voitaisiin kipsikäsitellä. EU:n uuden rahoituskauden alkaessa käsittely voitaisiin ulottaa Selkämeren ja Suomenlahden valuma-alueille.

4.4 Kipsikäsittelyn edistäminen Itämeren alueella

Kipsikäsittelyä pyrittiin tekemään tunnetuksi muissa Itämeren maissa NutriTrade-hankkeen kautta. NutriTrade-hankkessa julkaistiin kansainväliset politiikkasuositukset 25.5.2018 hankkeen loppuseminaarin yhteydessä. Suositukset suunnattiin kansainvälisille toimijoille. SAVE-hankkeen suositukset on kohdistettu kotimaahan.

Ensimmäinen paperi (NutriTrade Policy Brief 1) on kohdennettu erityisesti alan tutkijoille. Paperissa kerrotaan niistä ehdoista, jotka tulisi huomioida, jos kipsikäsittelyä suunnitellaan muihin Itämeren maihin. Suosituksessa kannustetaan tutkimaan ja pilotoimaan menetelmää eri olosuhteissa, koska menetelmällä on

suuri potentiaali koko Itämeren suojelussa. Menetelmän suhteen tulisi selvittää muun muassa soveltuuko kipsi paikallisille maalajeille, millaista kipsiä olisi saatavilla sekä miten paikalliset viljelijät suhtautuvat menetelmään.

Toinen paperi (NutriTrade Policy Brief 2) on suunnattu HELCOM- ja EU-tason päättäjille. Siinä annetaan maatalouspolitiikkaa koskevia suosituksia laajamittaisen peltojen kipsikäsittelyn mahdollistamiseksi. Siinä puolletaan peltojen kipsikäsittelyn liittämistä osaksi HELCOMin suosittelemia toimenpiteitä sekä suositellaan liittämään peltojen kipsikäsittely osaksi EU-jäsenmaiden kansallisia tukiohjelmia.

Jos kipsikäsittely otettaisiin käyttöön myös esimerkiksi Ruotsissa, Tanskassa ja Puolassa, saavutettaisiin 1500–2000 tonnin vuosittainen fosforikuormituksen vähennys Itämereen. Pitkällä aikavälillä näin suuri vähennys alkaisi vaikuttaa koko Itämeren tilaan. Maaliskuussa 2018 NutriTrade-hankkeen puitteissa järjestettiin kipsikäsittelyä esittelevä tilaisuus Gdanskissa, jossa sovittiin yhteistyöstä puolalaisten maaperätutkijoiden kanssa. Tavoitteena on testata, sopiiko kipsi vesiensuojelumenetelmänä paikallisille maalajeille.

Suomi vei politiikkasuositukset HELCOMin PRESSURE-ryhmän kokoukseen lokakuussa 2018 ja tulee esittelemään HELCOMin AGRI-ryhmässä maaliskuussa 2019. Kipsikäsittelyn edistämistä muissa Itämeren maissa on tarkoitus jatkaa SAVE2-hankkeessa.

4.5 Rakennekalkin käytön mahdollisuudet kipsin käytön rinnalla

SAVE-hanke keskittyi kipsikäsittelyn laajamittaisen käytön selvittämiseen, mutta ympäristöministeriön pyynnöstä selvitettiin myös saatavissa olevia tutkimustuloksia rakennekalkituksen mahdollisuuksista vesiensuojelukeinona.

Hanke tutustui olemassa olevaan rakennekalkkitutkimukseen ja havaitsi tutkimustarpeita. Rakennekalkkia on tutkittu eniten Ruotsissa, mutta suomalaisia julkaistuja tutkimuksia on toistaiseksi vähän. Lupaavia tuloksia on saatu eroosion vähentämisestä, mutta vaikutuksesta esimerkiksi liuenneen fosforin huuhtoutumiseen ei ole selkeää tietoa. Rakennekalkissa olennaista on reaktiivisen kalkin (poltettu tai sammutettu kalkki) osuus sisällöstä, mille ei kuitenkaan ole olemassa tarkkaa määritelmää. Muokkaus tulee toteuttaa juuri oikeanlaisissa olosuhteissa, nopealla aikataululla ja huolellisesti levityksen jälkeen, muutoin rakennekalkki ei toimi halutulla tavalla. Lisäksi rakennekalkituksen annostelusta tarvittaisiin lisätietoa, koska se vaihtelee pellon ominaisuuksien mukaan, jolloin myös sen tuottamat vaikutukset vaihtelevat. Rakennekalkituksesta tullaan saamaan lisätietoa lähiaikoina esimerkiksi RAKAVA-hankkeen sekä Samassa vedessä -hankkeen kautta.

5 Hankeviestintä

Hankkeen yhtenä tavoitteena oli kipsikäsittelyyn liittyvän tietoisuuden edistäminen. Viestinnän onnistuminen oli edellytys myös hankkeen muiden tavoitteiden toteutumiselle, joten siihen panostettiin monipuolisesti. Paikallistasolla pyrittiin saamaan viljelijät ja asukkaat myönteisiksi kipsin käytölle ja osallistumaan tutkimukseen, kun taas kansallisella ja kansainvälisellä tasolla tarkoitus oli levittää hankkeen tuloksia mahdollisimman laajalti. Lisäksi hankkeen tavoitteena oli kerätä tietoa, kokemuksia ja ajatuksia kipsin käyttöön liittyen, joten viestinnän tuli olla vuorovaikutteista.

5.1 Viestinnän toteutuminen

Hankkeen alussa laadittiin kattava viestintäsuunnitelma, jossa kohderyhmät, viestit ja viestinnän toteutus oli esitetty. Viestintäsuunnitelmaa päivitettiin hankkeen edetessä. Viestinnän kohderyhmät jaoteltiin toteuttajiin (käytännön toteutukseen osallistuvat tahot, mm. viljelijät, urakoitsijat ja neuvojat), mahdollistajiin (tuottajajärjestöt, viranomaiset ja päätöksentekijät) ja vaikuttajiin (suuri yleisö, media, aiheen parissa työskentelevät tutkijat ja asiantuntijat). Tärkeintä oli saada kohderyhmien hyväksyntä kipsikäsittelylle ja kehittää menetelmää ja suunnitelmia kohderyhmien kautta saadulla palautteella.

Viestinnän sisältö vaihteli hankkeen aikana. Hanke käynnistyi paikallistason viestintäkampanjalla alkuvuonna 2016. Alussa kipsikäsittelyä ja hankkeen suunnitelmia oli tehtävä tunnetuksi pilottialueella, jotta mahdollisimman moni viljelijä osallistui kokeiluun. Kohdealueella oli hieman yli 100 tilaa. Viestintäkampanjaan kuului tapaamisia kohderyhmien edustajien kanssa, postitse lähetetty tiedote, puhelinhaastattelut, esite, tiedotus- ja keskustelutilaisuus Liedon kunnantalolla 3.3.2016 ja tilalla käydyt neuvottelut. Viljelijöiden osallistamista on kuvattu tarkemmin luvussa 2.1. Viestintäkampanja onnistui hienosti, sillä alueen viljelijöistä saatiin joka toinen mukaan hankkeeseen, ja kampanjan kautta ymmärrys viljelijöiden suhtautumisesta ja tiedontarpeista oli myös hankkeen puolesta kasvanut.

Pilottialueella järjestettiin myös hankkeen muita tilaisuuksia, joissa kokeiluun osallistuneita viljelijöitä oli mahdollista tavata ja saada palautetta. Tärkeä viestintäkanava oli hankkeessa vuosittain toistettu kysely. Sen kautta saatiin systemaattisesti kerättyä kokemuksia ja havaintoja pilottiin osallistuneilta viljelijöiltä. Kyselyllä kerättiin myös palautetta.

Hanke julkistettiin valtakunnallisesti kesäkuussa 2016, jolloin avattiin hankkeen verkkosivut ja sosiaalisen median kanavat. Verkkosivuille perustettiin blogi, jossa kerrottiin hankkeen etenemisestä ja tuloksista. Tavoitteena oli julkaista 1-2 blogikirjoitusta kuukausittain. Lisäksi hankkeesta kiinnostuneille tahoille lähetettiin säännöllisin väliajoin sähköinen uutiskirje, johon viimeisimmät blogikirjoitukset ja uutiset koottiin. Nämä tavoitteet toteutuivat hyvin. Joulukuun 5. päivään 2018 mennessä hanke on julkaissut 65 blogikirjoitusta ja 11 uutiskirjettä. Facebookissa hanketta seuraa 243 henkilöä ja Twitterissä 427. Uutiskirjeen tilaajia on 230. Viestintää on tavoitteena jatkaa näiden kanavien kautta SAVE2-hankkeessa.

Hankkeen tuloksia esiteltiin sekä omissa että muiden järjestämissä tilaisuuksissa. Tuloksista tiedotettiin medialle kesäkuussa 2016 hankkeen julkistamisen yhteydessä, elokuussa 2016 kipsin levityksen käynnistyttyä, toukokuussa 2018 NutriTraden politiikkasuositusten yhteydessä sekä lokakuussa 2018 SAVE-hankkeen loppuseminaarin yhteydessä, jolloin julkistettiin myös kansalliset politiikkasuositukset ja tietopaketti. Kipsikäsittely on ollut esillä sekä valtakunnan päämedioissa että ammattilehdissä. Lisänäkyvyyttä kipsikäsittelylle toi vuonna 2018 käynnistetty Vantaanjoen kipsihanke.

Hankkeessa on toteutettu useita osatutkimuksia, joiden tuloksia on julkaistu hankkeen blogissa. Lisäksi niitä on koottu tiiviiseen tietopakettiin, joka julkaistiin lokakuussa 2018. Hankkeen osatutkimuksen tuloksia on julkaistu myös hankkeen yhteistyökumppaneiden toimesta (mm. Jyväskylän yliopistossa).

Kansainvälistä viestintää toteutettiin pääasiassa NutriTrade-hankkeen kautta. SAVE-hankkeen kautta syntyi kuitenkin useita tutkimukseen liittyviä kontakteja, joista tärkein oli yhteys USA:n tutkijoihin. Tutkijaryhmä vieraili elokuussa 2018 Savijoen pilottialueella oppimassa kipsin levityksestä. Kipsikäsittelyä on vesiensuojelukäytössä tutkittu myös USA:ssa, mutta kipsiä on käytetty peltoihin kaivetuissa ”kipsiverhoissa”, ei niinkään levityksessä. Tutkimustiedon ja kokemusten jakamista jatketaan SAVE-hankkeen jälkeen.

5.2 Viestinnän arviointi

Kokonaisuudessaan hankkeen viestinnälliset tavoitteet toteutuivat erinomaisesti. Onnistumisen perustana olivat huolellisesti laadittu viestintäsuunnitelma ja sen systemaattinen toteutus sekä viestinnän vuorovaikutteisuus. Hankkeen yhteistyö median kanssa onnistui hienosti, sillä tiedotusvälineet kertoivat pilottihankkeesta ja sen pohjalta laaduista suosituksista hyvin laajasti. Tiedeyhteisössä hanketta on käytetty esimerkkinä siitä, miten tutkimus tuodaan suuren yleisön tietoisuuteen ja vaikutetaan yhteiskunnallisesti.

SAVE-hankkeen viestintää on käytetty esimerkkinä myös muun muassa RAKI-hankkeiden yhteisessä tapaamisessa syyskuussa 2017. SAVE-hankkeen viestintästrategiasta on ollut tukea myös muiden hankkeiden viestintään (mm. RAKAVA-hanke, Vantaanjoen kipsihanke). Positiivista palautetta on tullut erityisesti hankkeen verkkosivuista ja blogista, joissa peltojen kipsikäsittelyä on tarkasteltu monista eri näkökulmista. Verkkosivuille kerättyjä ”usein kysyttyjä kysymyksiä” on hyödynnetty Vantaanjoen kipsihankkeen viestinnässä ja kipsikäsittelystä laaditulle tietopaketille on ollut käyttöä uusissa hankkeissa – Vantaanjoki-hankkeen lisäksi myös Vesiensuojelun 4K -hankkeessa.

Kyselyn kautta saadussa palautteessa 80 % viljelijöistä ilmoitti saaneensa tarpeeksi tietoa SAVE-hankkeesta. Noin neljäsosa olisi halunnut tietoa useamminkin. 70 % koki, että heidän toiveitaan ja mielipiteitään oli kuultu hankkeessa ja 60 % tunsi pystyneensä vaikuttamaan hankkeeseen omalta osaltaan. Yli puolet viljelijöistä on kokenut hankkeen nettisivut hyödyllisiksi. Luottamus SAVE-hankkeen kykyyn koota ja välittää pilotin kautta opittua tietoa muualle on ollut hyvä, sillä 70 % uskoi hankkeen onnistuvan siinä.

6 Hankkeen arviointi

6.1 Hankkeen vaikuttavuus

Hankkeessa toteutettiin laaja pilotti, joka vähensi merkittävästi pelloilta tulevaa kiintoaines-, fosfori- ja hiilikuormitusta vesistöihin. Lisäksi hankkeessa selvitettiin kipsikäsittelyn soveltuvuutta laajamittaiseen käyttöön ja laadittiin konkreettinen suunnitelma kipsin käyttöönotolle. Hanke piti tiivistä yhteyttä sidosryhmiin ja poliittisiin päättäjiin työn edistyessä ja tapasi muun muassa asunto- energia- ja ympäristöministerin sekä maa- ja metsätalousministerin.

Peltojen kipsikäsittelyn laajamittainen käyttöönotto yhdistettynä muihin merenhoitosuunnitelman toimenpiteisiin auttaisi Suomea saavuttamaan rannikkovesien hyvän tilan. Hankkeessa arvioitiin soveltuvaa levitysalaa olevan yhteensä noin 540 000 hehtaaria. Mikäli kipsiä levitettäisiin koko tälle alalle, maatalouden fosforikuormitus Itämereen vähenisi arviolta 300 tonnia vuodessa. Tämä määrä kattaisi lähes täysin HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelmassa Suomelle asetetun fosforikuormituksen vähentämistavoitteen, 356 tonnia, ja vastaisi myös Suomen merenhoidon suunnitelmassa yllä mainituille alueille asetettuihin tavoitteisiin. Kipsikäsittely on ainoa tiedossa oleva yksittäinen keino, jolla fosforikuormaa voidaan vähentää näin paljon. Taulukko 3 esittää huuhtouman vähennyksen ja merenhoitosuunnitelman vähennystavoitteen valuma-alueittain.

Taulukko 3. Peltopinta-ala, kipsikäsittelyyn soveltuva levitysala, vuosittainen fosforikuormituksen vähennys sekä merenhoitosuunnitelmassa asetettu vähimmäistavoite kuormituksen vähentämiselle valuma-alueittain

Valuma-alue	Peltopinta-ala (ha)	Soveltuva levitysala (ha)	P-vähennys (t/v)	P-kuormituksen vähentämistavoite (t/v)
Selkämeri	680 000	240 000	132	60
Saaristomeri	220 000	150 000	98	100
Suomenlahti	480 000	150 000	83	170
Yhteensä	1 380 000	540 000	312	330

Yllä olevat arviot koskevat Selkämeren, Saaristomeren ja Suomenlahden valuma-alueita ja rannikkovesiä. Kipsikäsittelyyn sopivaa peltopinta-alaa arvioitiin vain Suomenlahden, Saaristomeren ja Selkämeren valuma-alueilla, sillä näillä on eniten hienojakoisia maalajeja, esim. savimaita, joilla nykytiedon perusteella kipsi vähentää fosforihuuhtoumia voimakkaimmin.

Kartoitetun alueen ulkopuolella, esim. Perämeren ja Merenkurkun valuma-alueilla on jonkin verran peltoja, joille kipsikäsittely voisi soveltua. Perämeren ja Merenkurkun tila on kuitenkin melko hyvä, ja niiden valuma-alueilla suunnitellut vesiensuojelutoimenpiteet riittävät saavuttamaan kansalliset ja kansainväliset päästövähennystavoitteet. Siksi kipsiä on perustelluinta käyttää ensisijaisesti Saaristomeren, Suomenlahden ja Saaristomeren valuma-alueilla.

Saaristomeren valuma-alueen maatalous on yksi Itämeren suojelukomissio HELCOMin listaamista merkittävistä kuormituslähteistä, ns. hotspot-kohteista. Korkea kuormitus johtuu peltojen eroosioherkkyydestä ja korkeista fosforiluvuista. Maatalouden fosforikuormituksen vähentämiseksi ei ole toistaiseksi ollut tehokkaita keinoja. Hanke arvioi, että laajan kipsikäsittelyn avulla Saaristomeren valuma-alueen maatalouden kuormitus olisi mahdollista saada pois Itämeren suojelukomissio HELCOMin listalta.

6.2 Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen

SAVE-hankkeen tavoitteena oli tuottaa suunnitelma kipsin laajamittaiselle käyttöönotolle sekä ehdotus kipsikäsittelyn liittämiseksi maatalouden tukijärjestelmään. Hankkeessa laaditut politiikkasuositukset sisältävät konkreettisen ehdotuksen siitä, miten kipsikäsittelyä tulisi vesiensuojelussa edistää. Lisäksi hankkeen laatima tietopaketti vastaa kipsikäsittelyn toteuttajien tiedontarpeisiin.

Hanke vahvisti aiempaa käsitystä kipsikäsittelyn tehokkuudesta. Peltojen kipsikäsittelyn voidaan todeta olevan laajamittaiseen käyttöön soveltuva vesiensuojelukeino, joka on yksinkertainen toteuttaa. Viljelijöiden näkökulmasta se on liitettävissä osaksi muuta maataloustoimintaa. Kipsikäsittely on nyt myös kattavasti tutkittu keino, jonka riskit on kartoitettu ja keinot riskien hallitsemiseksi määritetty. Kipsi vaikuttaa huuhtoumiin välittömästi, mikä nopeuttaa rannikkovesien tilan paranemista. Ei-tuotannollisena investointina se myös soveltuu tuettavaksi maatalouden tukiohjelmien kautta.

Peltojen kipsikäsittely sopii erinomaisesti osaksi maatalouden vesiensuojelupolitiikan kokonaisuutta. Nopeasti vaikuttavana keinona se tukee erityisesti fosforilannoituksen rajoituksia, jotka pyrkivät laskemaan fosforitilaltaan korkeiden peltolohkojen fosforitasoja, mutta tuottavat huuhtoumavähennyksiä vasta pidemmällä aikavälillä. Mikäli kipsille soveltuvat pellot käsitellään 2–3 kertaa seuraavien 10–15 vuoden aikana, peltojen fosforitasot ehtivät laskea tänä aikana lähemmäksi vesiensuojelun kannalta tavoiteltua tasoa (savimailla viljavuusluokka välttävä-tyydyttävä). Kipsi auttaa myös maataloutta sopeutumaan

muuttuvan ilmaston myötä kasvavaan ravinnekuormitukseen vähentämällä tehokkaasti peltojen talviaikaista eroosiota ilman riskiä liuenneen fosforin huuhtoutumisen kasvusta.

Kipsin laajalle käyttöönotolle on hankkeen aikana muodostunut poliittinen hyväksyntä. Kipsikäsittely on yksittäisenä vesiensuojelukeinona merkittävä ja sen mahdollisuuksien hyödyntämiseen on halukkuutta. Kipsikäsittely on liitetty mukaan yhdeksi toimenpiteeksi (REHEV5) Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpidesuunnitelmaan, joka on laadittu vuosille 2016–2021. Tällä hetkellä kipsikäsittelyä suunnitellaan otettavaksi osaksi kansallista vesiensuojelun tehostamisohjelmaa vuosille 2019–2021 sekä liitettäväksi mukaan EU:n yhteisen maatalouspolitiikan tulevalla rahoituskaudella. Lisäksi Suomi pyrkii tuomaan kipsikäsittelyä muiden Itämeren maiden tietoisuuteen toimiessaan HELCOMin puheenjohtajamaana vuosina 2018–2020.

6.3 Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten

Uuden vesiensuojelukeinon laajamittainen käyttöönotto edellyttää, että siihen liittyvät merkittävät sivuvaikutukset on selvitetty. Tällaista tietoa tarvitaan etenkin, kun mietitään uuden vesiensuojelukeinon laajamittaisen käyttöönoton kokonaisvaikutuksia, riskejä ja kannattavuutta. Lisäksi menetelmän tulisi olla laajalti tiedostettu ja hyväksytty.

SAVE-hanke on antanut ainutlaatuista tietoa ja kokemusta uuden vesiensuojelumenetelmien laajasta käyttöönotosta. Kipsikäsittely on esimerkki menetelmästä, jota on tutkittu kaikilla tasoilla: niin laboratoriossa kuin kenttäkokeilla sekä isoissa piloteissa. Valuma-aluetasoisilla kokeilla on pystytty todentamaan vesiensuojelumenetelmän toimivuus todellisissa, maantieteellisesti, agronomisesti ja sääoloiltaan vaihtelevissa olosuhteissa.

Tulevissa piloteissa tulisi selvittää kulloinkin tutkittavan uuden menetelmän toimivuutta erilaisissa tilanteissa ottaen huomioon muun muassa peltomaan ja muun toimintaympäristön heterogeenisyys, menetelmän skaalautuvuus, kustannukset ja kohderyhmien hyväksyntä. Mikäli muita vesiensuojelumenetelmiä tutkitaan valuma-aluetasolla yhtä laajasti, kannattaa kiinnittää huomiota toimenpidettä edeltävän seurantajakson pituuteen, näytteenottotiheyteen, analyysimenetelmiin sekä valuma-alueen mahdollisten muiden kuormitukseen vaikuttavien tekijöiden kartoittamiseen. Luotettavin kuva menetelmän luonnontieteellisestä tehosta saadaan yhdistämällä yksityiskohtaisia ja systemaattisia laboratorio- ja kenttäkokeita valuma-aluetason pilottiin.

Hankkeen konkreettisena suosituksena vesiensuojelun tehostamisohjelmalle on ottaa kipsin laajamittainen levitys keskeiseksi keinoksi, koska sen vaikutuksista on vahva tieteellinen näyttö ja sen toimivuus laajassa käytössä on osoitettu. Kuitulietteiden ja rakennekalkituksen suhteen tarvitaan vielä lisätietoa, joten vesiensuojelun tehostamisohjelmassa tulisi laajan käyttöönoton sijaan panostaa niiden tutkimiseen. Lisätutkimuksen kohteita ovat muun muassa:

- Käyttömäärät. Menetelmien kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi käyttömäärä. Kipsin suhteen tiedetään, että käyttömäärällä 4 t/ha saadaan aikaan toivottu vesiensuojelullinen vaikutus eikä haittavaikutuksia myöskään ole todettu. Kuitulietteiden ja rakennekalkin käyttömäärät ovat huomattavasti suurempia, mikä vaikuttaa paitsi logistiikan järjestämiseen myös menetelmän kokonaiskustannuksiin. Mikäli menetelmiä käytetään vesiensuojelun tehostamisessa, tulisi olla tiedossa, millä käyttömäärillä toivottu vesiensuojeluvaikutus saadaan aikaan. Lisätietoa tarvitaan myös aineiden sisällöstä, sillä esimerkiksi rakennekalkille ei ole olemassa tarkkaa määritelmää, ja kuitulietteitä on monen tyyppisiä.

- Vaikutukset veden laatuun. Lisätietoa tarvitaan kuitulietteiden ja rakennekalkituksen vaikutuksista paitsi eroosion, myös liuenneen fosforin ja hiilen huuhtoutumiseen, sekä vaikutuksen kestosta.
- Toimivuus erilaisissa olosuhteissa. Kuitulietteiden ja rakennekalkituksen vaikutuksia tulee tutkia valuma-aluetasoisella seurannalla.
- Toteutuskelpoisuus. Lisätietoa tarvitaan keinojen skaalautuvuudesta ja toteutukseen liittyvistä käytännöistä, jotta toivottu tulos saadaan aikaan. Esimerkiksi rakennekalkituksen onnistumisen tiedetään olevan herkkä levitysolosuhteille. Laajassa käytössä menetelmän onnistumisprosentin tulee olla taattu.
- Mahdolliset haittavaikutukset. Kuitulietteiden sisältämästä kadmiumista ja sen kertymisestä peltomaahan tulee tuottaa lisätietoa.
- Vaikutukset satotasoihin: Kuitulietteiden käyttö voi levityksen jälkeen pienentää satoja, mikä voi edellyttää lisälannoituksen tarvetta lisäten riskiä typen lisääntyneeseen huuhtoutumiseen. Kokonaisvaikutukset satoihin, tuottavuuteen ja vedenlaatuun tulee selvittää. Myös rakennekalkituksen vaikutuksesta satoihin tarvitaan lisätietoa.
- Kustannukset ja kustannusvaikuttavuus. Jotta vesiensuojelu olisi kustannustehokasta ja siihen kohdistetuille varoille tulisi mahdollisimman paljon vastetta, tarvitaan vertailutietoa menetelmien kustannusvaikuttavuudesta. Vertailu edellyttää, että menetelmien kustannukset, vaikutukset ja niiden kesto tunnetaan.
- Tukikelpoisuus: Rakennekalkin ja kuitulietteiden soveltuvuutta tuettaviksi toimiksi EU:n maatalouden tulevaan rahoitusohjelmaan tulee selvittää.
- Työturvallisuus: rakennekalkkiin liittyy sen reaktiivisuuden vuoksi myös työturvallisuuskysymyksiä. Tähän liittyvän riskin hallintaa tulee selvittää.
- Saatavuus: rakennekalkin ja kuitulietteiden saatavuutta ja mahdollisia tarjoajia tulee selvittää.

7 Yhteenveto

Kipsikäsittely on ehkä tutkituin maatalouden yksittäinen vesiensuojelukeino. SAVE-hanketta edelsi laboratorio- ja kenttäkokeita ja pilottihankkeita. Laajamittaista käyttöönottoa varten tarvittiin kuitenkin vielä tietoa menetelmän skaalautuvuudesta, kustannuksista, toteutuskelpoisuudesta ja hyväksyttävyydestä. SAVE-hankkeen tavoitteena oli selvittää peltojen kipsikäsittelyn soveltuvuutta laajamittaiseen käyttöön Saaristomeren ja koko Itämeren tilan parantamiseksi. Hanke pyrki lisäämään menetelmään liittyvää tietoisuutta, toteuttamaan pinta-alaltaan laajan pilotin, tutkimaan kipsin ympäristövaikutuksia sekä laatimaan konkreettisen ehdotuksen kipsin laajamittaiselle käyttöönotolle.

SAVE-hankkeen ja NutriTrade-hankkeen yhteisenä osana toteutettiin Savijoen valuma-alueella Varsinais-Suomessa syksyllä 2016 laaja pilotti. Pilottiin osallistui 55 viljelijää eli joka toinen alueen viljelijä. Yhteensä kipsiä levitettiin 1500 peltohehtaarille. Kipsin kuljetus ja levitys onnistui suunnitellusti ja aikataulussa, mikä oli sujuvan logistiikkaketjun ja kuivan syksyn ansiota. Sateisena syksynä ongelmia olisi voitu kohdata enemmän. SAVE seurasi kipsin levityksen vaikutuksia vesiin, vesieliöstöön, peltomaahan ja kasvustoon ja lisäksi tehtiin laboratoriokokeita. Kipsin levityksellä ei havaittu olevan haittavaikutuksia.

Viljelijät ovat suhtautuneet hankkeeseen ja menetelmään myönteisesti. Julkinen keskustelu maatalouden vesiensuojelumenetelmistä on vilkastunut hankkeen aikana, mikä on lisännyt tietoa maataloustuottajien vaikutusmahdollisuuksista vesistökuormituksen vähentämiseen. Kipsikäsittelyä suunnitellaan otettavaksi mukaan vesiensuojelun tehostamisohjelmaan ja liitettäväksi tukijärjestelmiin tulevalla EU:n yhteisen maatalouspolitiikan rahoituskaudella. Lisäksi kipsikäsittelystä on keskusteltu HELCOM-tasolla. SAVE- ja

NutriTrade-hankkeet ovat tuottaneet tietoa ja suosituksia kipsin laajamittaisen käyttöönoton edistämiseksi sekä Suomessa että muissa Itämeren maissa.

Kipsikäsittelyn suhteen tarvitaan vielä lisätietoa kipsin vaikutuksen kestosta. Tätä tullaan selvittämään SAVE2-hankkeessa, jossa jatketaan Savijoen vedenlaadun seurantaa ja otetaan näytteitä kasvustosta ja maasta. Lisäksi SAVE2-hankkeessa jatketaan kaivovesien seurantaa ja selvitetään, voidaanko kipsiä levittää lumelle. Tietoa kipsikäsittelyn vaikutuksista kalastoon ei saatu SAVE-hankkeessa, koska olosuhteet haittasivat vaikutusten arviointia. Lisätietoa tästä tullaan saamaan Vantaanjoen kipsihankkeen kautta. Lisää tietoa tarvittaisiin myös kipsin vaikutuksesta muihin kuin savivaltaisiin kivennäismaihin sekä maan biologiaan.

Kirjallisuus

Arola, Hanna. 2018. Taimenen mädin säilyvyys ja alkioiden kasvu Savijoen kipsinlevitysalueella. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.

Aura, Erkki; Saarela, Katariina; Räty, Mari. 2006. Savimaiden eroosio. Jokioinen: MTT, MTT:n selvityksiä 118.

Ekholm, Petri. 2018. Kipsilevityksen vaikutus pohjavesiin – SAVE-hankkeen kokemuksia. Työraportti.

Ekholm, Petri; Jaakkola, Elina; Kiirikki, Mikko; Lahti, Kirsti; Lehtoranta, Jouni; Mäkelä, Visa; Näykki, Teemu; Pietola, Liisa; Tattari, Sirkka; Valkama, Pasi; Vesikko, Ljudmila & Väisänen, Sari. 2011. The effect of gypsum on phosphorus losses at the catchment scale. Helsinki: SYKE, Suomen ympäristö 33 / 2011.

Ekholm, Petri; Kirjalainen, Saara; Valkama, Pasi; Röman, Elina; Kiirikki, Mikko; Lahti, Kirsti & Luomanperä, Seija. 2018. Gypsum amendment decreases the losses of phosphorus and dissolved organic carbon in an agricultural catchment. Julkaisematon käsikirjoitus.

Ekholm, Petri; Valkama, Pasi; Jaakkola, Elina; Kiirikki, Mikko; Lahti, Kirsti & Pietola, Liisa. 2012. Gypsum amendment of soils reduces phosphorus losses in an agricultural catchment. Agricultural and Food Science, 21(3), 279-291.

Hämäläinen, Juho-Matti; Kulokoski, Ulla & Pietola, Liisa. 2010. Gypsum effects on soil characteristics and phosphorus sorption (abstrakti). Teoksessa Eila Turtola, Petri Ekholm & Wim Chardon (toim.) Novel methods for reducing agricultural nutrient loading and eutrophication. Meeting of Cost 869. Jokioinen: MTT, MTT Science 10, 41.

Iho, Antti; Lankoski, Jussi; Ollikainen, Markku, Puustinen, Markku, Arovuori, Kyösti; Heliölä, Janne; Kuussaari; Mikko; Oksanen, Anniina & Väisänen, Sari. 2011. Tarjouskilpailu maatalouden vesiensuojeluun ja luonnonhoitoon: järjestelmän kehittely ja pilotointi. TARVEKE-hankkeen loppuraportti. Jokioinen: MTT, MTT Raportti 33.

Iho, Antti & Laukkanen, Marita. 2012. Gypsum amendment as a means to reduce agricultural phosphorus loading: an economic appraisal. Agricultural and Food Science, 21 (3), 307–324.

Jaakkola, Elina; Tattari, Sirkka; Ekholm, Petri; Pietola, Liisa; Posch, Maximilian & Bärlund, Ilona. 2012. Agricultural and Food Science, 21 (3), 292–306.

Laaksonen, Rami. 2018 . SAVE-hankkeen simpukkaseuranta Savijoella 2016–2018. Nixplore tmi. Työraportti.

Laamanen, Tiina; Turunen, Jarno, Rajakallio, Maria & Aroviita, Jukka. 2017. Päällyslevien tuotantoa mittaava koe Savijoella syksyllä 2016. SYKE Vesikeskus. Työraportti.

Ollikainen, Markku; Ekholm, Petri; Punttila, Eliisa; Ala-Harja Venla, Riihimäki, Juha; Puroila, Samuli, Kosenius, Anna-Kaisa & Iho, Antti. 2018. Peltojen kipsikäsittely maatalouden vesiensuojelukeinona. Helsinki.

Palva, Reetta & Alasuutari, Sakari. 2009. Levityskoneet kipsin peltolevitykseen. Rajamäki: TSS tutkimus, TTS tutkimuksen tiedote, luonnonvara-ala: maatalous 6/2009 (615).

Pietola, Liisa. 2008. Gypsum-based management practices to prevent phosphorus transportation (abstrakti). NJF seminar 401 Proceedings on phosphorus management in Nordic-Baltic agriculture - reconciling productivity and environmental protection. NJF Report 4 (4), 79–82.

Rantamo, Krista. 2018. Peltojen kipsikäsittelyn aiheuttama riski virtavesieliöille – Vasteena isonäkinsammalen (*Fontinalis antipyretica*) kasvu ja vuollejokisimpukan (*Unio crassus*) käyttäytyminen. Pro gradu -tutkielma. Akvaattiset tieteet. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.

Riihimäki, Juha. 2018. Suomenlahden, Saaristomeren ja Selkämeren valuma-alueiden kipsinlevitykseen sopivien peltolohkojen valinta. SYKE Vesikeskus. Työraportti.

Salmelin, Johanna; Leppänen, Matti, Ekholm, Petri & Hämäläinen, Heikki. 2017. Kalsiumsulfaatin akuutti toksisuus vuollejokisimpukan (*Unio crassus*) glokidium-toukille. Raportti.

Turunen, Jarno. 2017. SAVE-hankkeen sähkökalastuksen tulokset. Raportti.

Uusitalo, Risto; Ylivainio, Kari; Hyväluoma, Jari; Rasa, Kimmo; Kaseva, Janne; Nylund, Pauliina; Pietola, Liisa & Turtola, Eila. (2012). The effects of gypsum on the transfer of phosphorus and other nutrients through clay soil monoliths. Agricultural and Food Science, 21(3), 260-278.

Yli-Renko, Maria & Rasa, Kimmo. 2011. OSA III - Kipsikokeilu TEHO-hankkeessa. Teoksessa Airi Kulmala (toim.) TEHO-HANKKEEN JULKAISUJA 1/2011. Helsinki.

Kosenius, Anna-Kaisa & Ollikainen, Markku. (painossa). Drivers of participation in gypsum treatment of fields as an innovation for water protection. Ecological Economics.

Liitteet

Liite 1. Kaavio pilotin viljelijöiden osallistamisen vaiheista ja tuloksista

Liite 2. Vedenlaadun seurannan havaintopaikat

Liite 3. Savijoen simpukkakartoituksen seurantakohteet

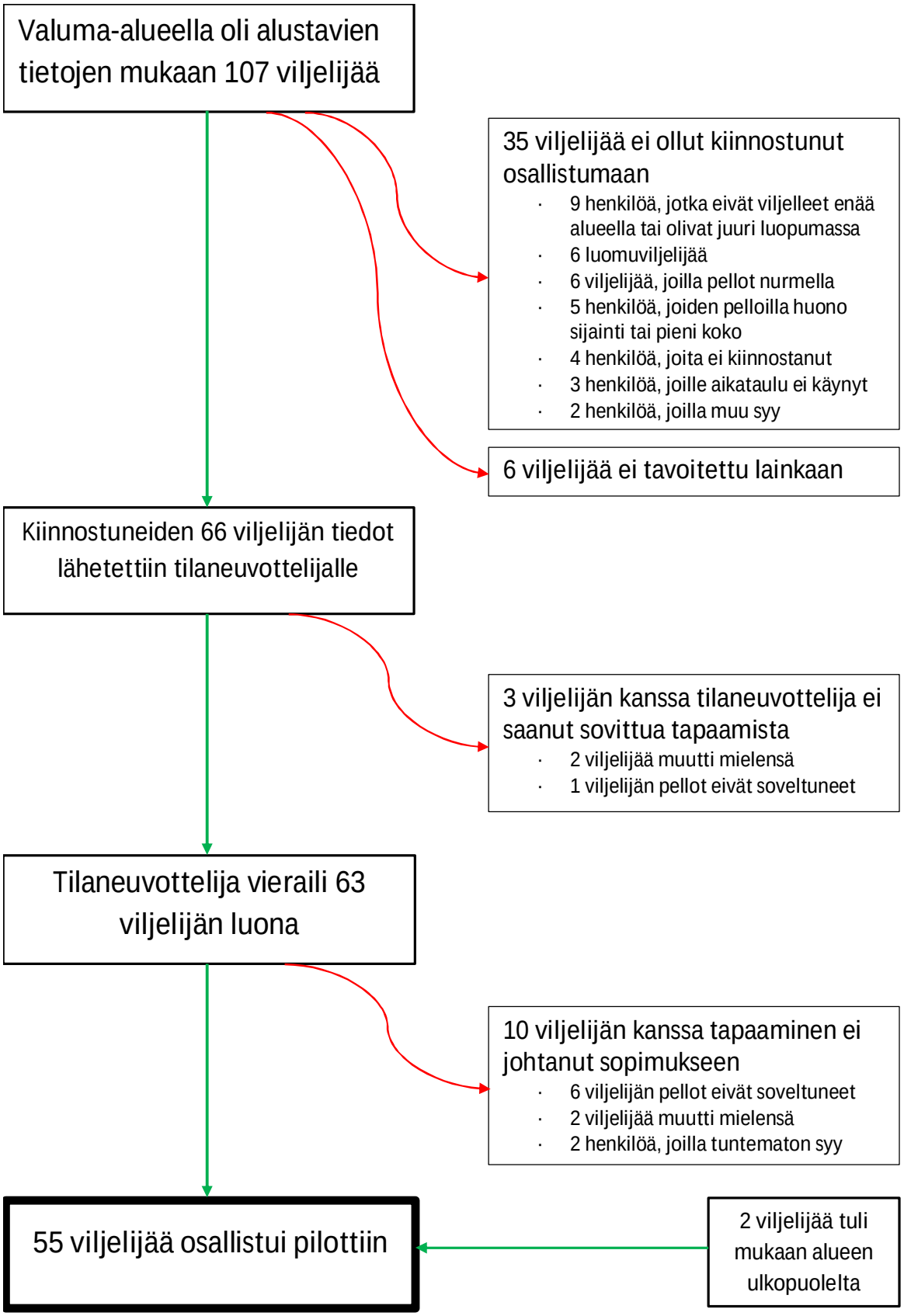
Liite 4. Sähkökalastuskohteiden sijainti Savijoen valuma-alueella

Liite 5. Mädinhaudontakokeen seurantapaikat

Liite 6. Tutkittujen seitsemän kaivon ja pohjavesialueiden sijainnit

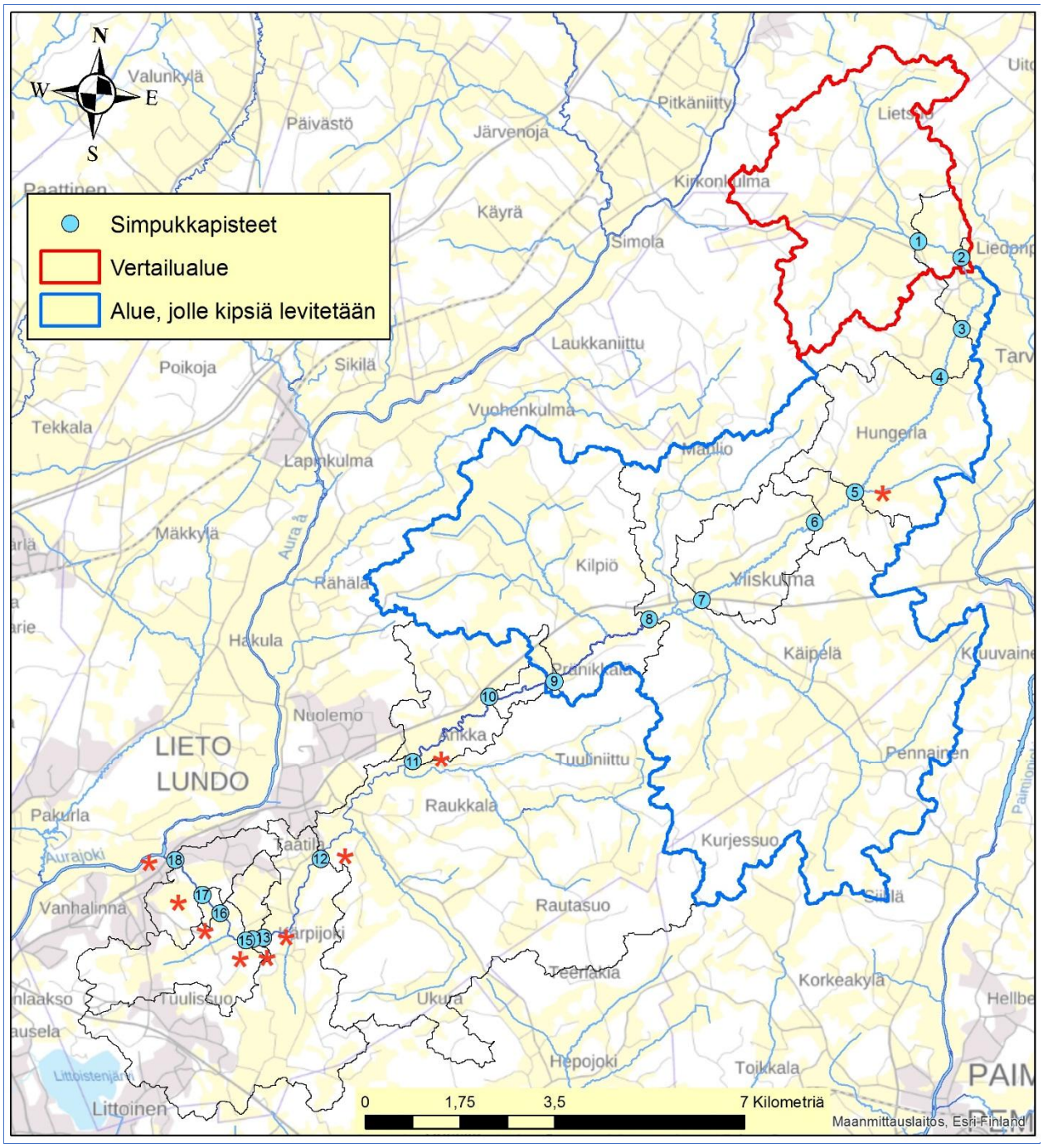
Liite 7. Kasvusto- ja maaperänäytteiden ottopaikat Savijoen tutkimusalueella

Liite 1. Kaavio pilotin viljelijöiden osallistamisen vaiheista ja tuloksista

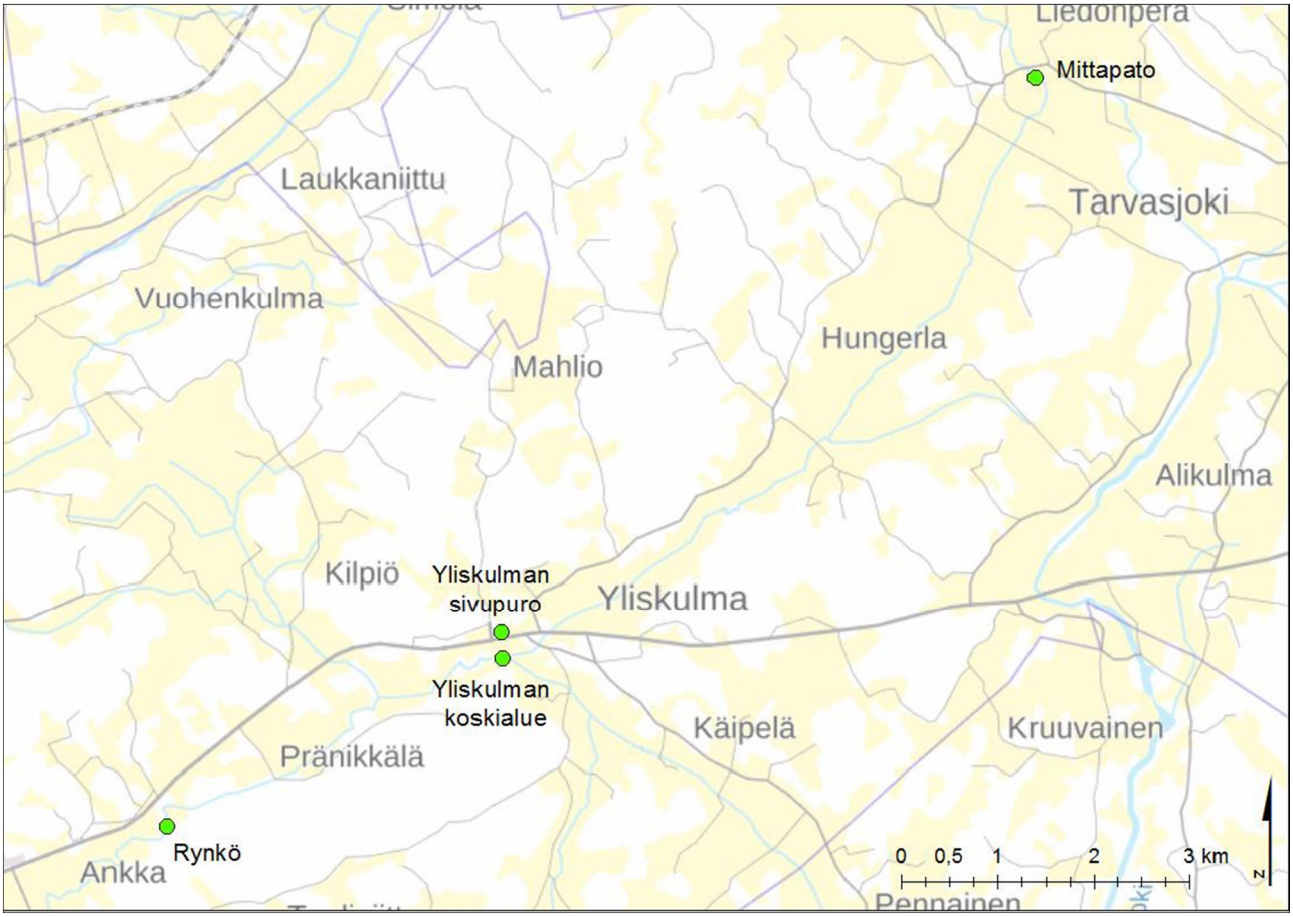


Liite 2. Vedenlaadun seurannan havaintopaikat. Kärpijoen havaintopaikalla seurattiin vedenlaatua vain käsinäytteillä.

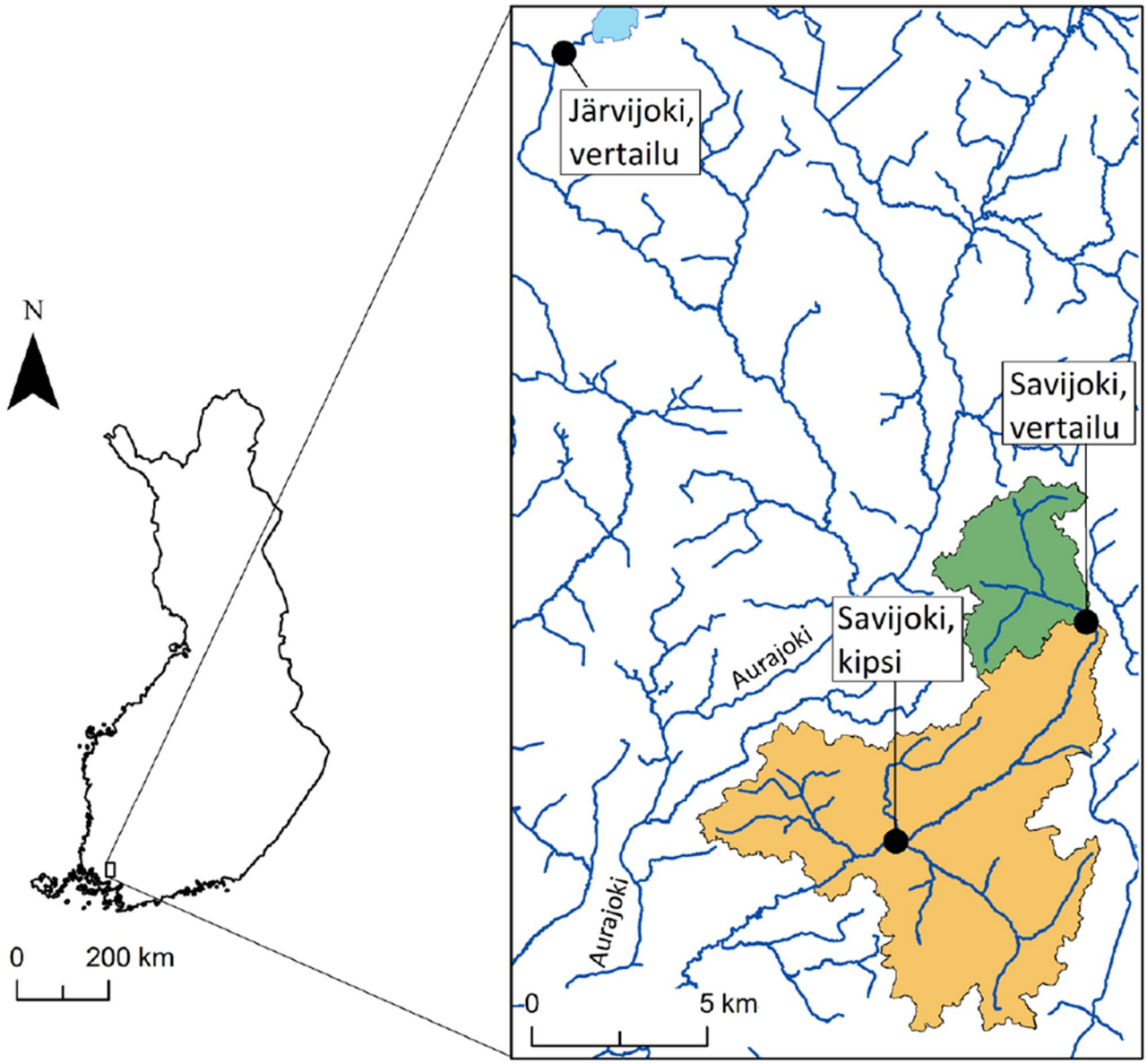
Liite 3. Savijoen simpukkakartoituksen seurantakohteet. Simpukkapisteet 1-18 ovat vuonna 2016 tutkitut Savijoen kohteet, joista valittiin kahdeksan kohdetta seurantaan. Seurattavat kohteet merkitty punaisella tähdellä. Kuvan lähde: Laaksonen 2018



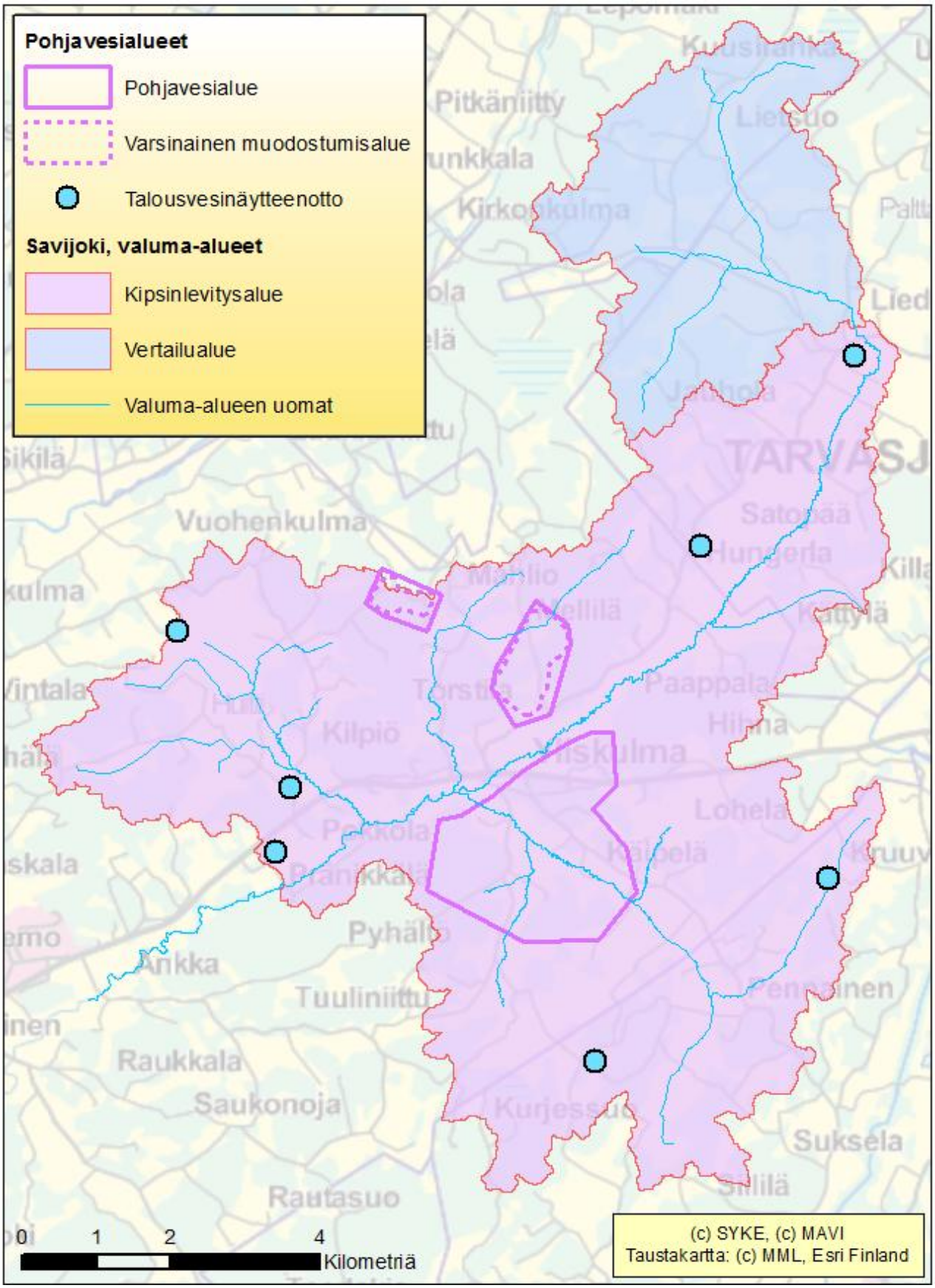
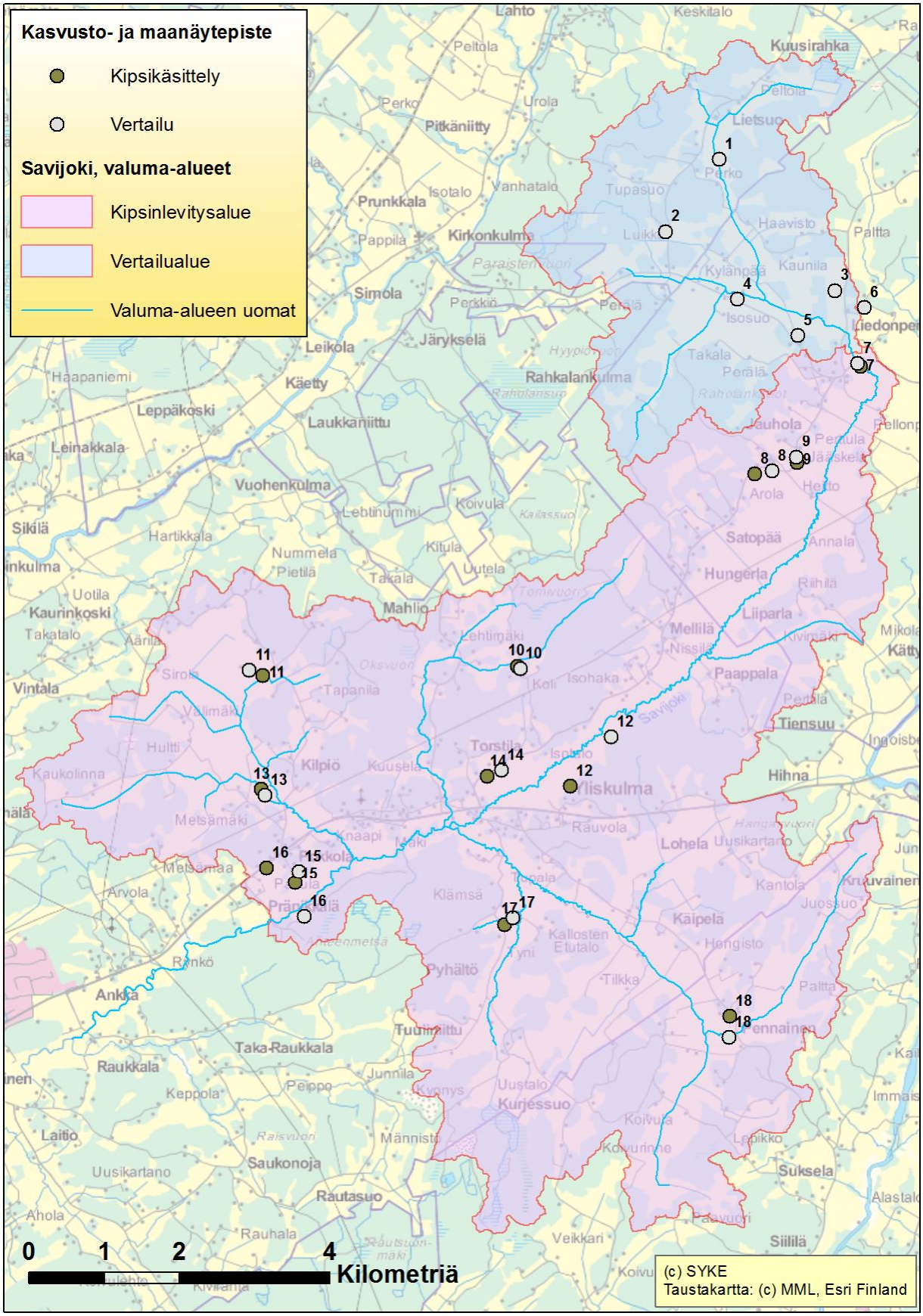
Liite 4. Sähkökalastuskohteiden sijainti Savijoen valuma-alueella (kuva Turusen (2017) raportista)



Liite 5. Mädinhaudontakokeen seurantapaikat (kuva Arolan (2018) raportista)



Liite 6. Tutkittujen seitsemän kaivon ja pohjavesialueiden sijainnit



Liite 7. Kasvusto- ja maaperänäytteiden ottopaikat Savijoen tutkimusalueella