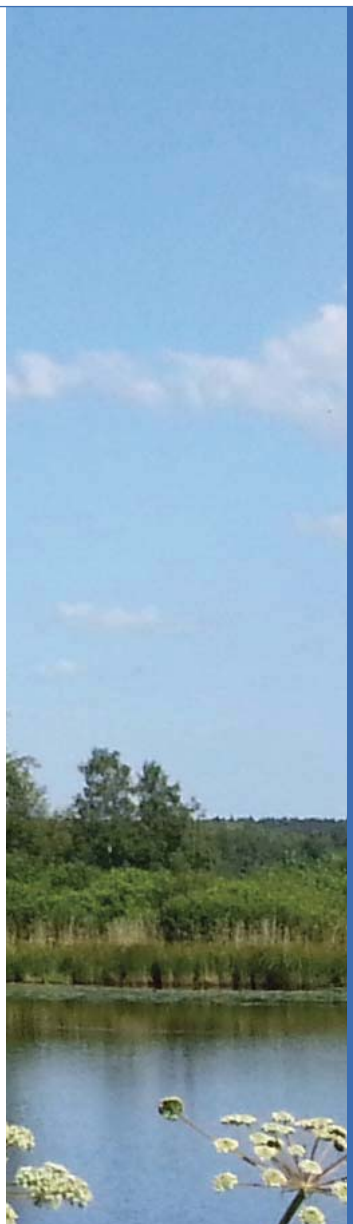




KVVY



Fosforit veks vesistöistä -hanke

Loppuraportti

Satu Heino



16.12.2015

SISÄLTÖ

1.	HANKKEEN LÄHTÖKOHDAT	1
2.	TUTKIMUSASETELMA	2
3.	KOKEILLUT FOSFORINPOISTOMENETELMÄT	2
3.1	Rakeinen ferrosulfaatti (Ferix-3)	2
3.1.1.	Kokemukset rakeisesta ferrosulfaattista	4
3.2	Rakeinen rautahydroksidi (Sachtofer PR)	5
3.2.1.	Ratsastuskoulun jaloittelutarhan raepuskuri	5
3.2.2.	Ylämaankarjatilän ruokintapaikan raepuskuri.....	10
3.2.3.	Kokemukset rakeisesta rautahydroksidista	13
3.3	Nestemäinen alumiinikloridi (PAX XL-100)	13
3.3.1.	Ylistenjärven Vistilänojan saostusasema	14
3.3.2.	Pakkalanjärven Kaivannonkorvenojan saostusasema	16
4.	KOKEILTUIJEN MENETELMIEN VERTAILU	18
5.	TULOSTEN POHDINTA	18
VIITTEET		



KVYY

LOPPURAPORTTI:FOSFORIT VEKS VESISTÖISTÄ

1. HANKKEEN LÄHTÖKOHDAT

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry (KVYY) sai Maa- ja vesitekniikan tuki ry:ltä apurahan (päätös 6.11.2012) uusien ojavesien fosforinpoistomenetelmien kokeilemiseen. Hankkeen tutkimusalueeksi valikoitui Hulauden vesialue Lempäälässä. Alueella on meneillään useita laajoja hankkeita Hulausjärven vedenlaadun parantamiseksi. Hankkeissa ovat mukana Pirkanmaan ELY-keskus, Vesilahden ja Lempäälän kunnat sekä järven suojeluyhdistys. KVYY:n hankkeen katsottiin täydentävän hyvin muissa hankkeissa aloitettua vesienhoitotyötä.

Hankkeen alkuperäisenä tavoitteena oli rakentaa Hulauden alueelle Pirkanmaan ELY-keskuksen rahoituksella 10-20 kemikaaliasemaa ja tällä apurahalla seurata niiden toimivuutta ja kehittää menetelmiä kustannustehokkaammiksi ja toimivammiksi. Lisäksi tavoitteena oli kehittää teknisiä ratkaisuja, joilla saostuksessa syntyvä sakka voidaan kerätä talteen ojasta ja hyödyntää viljelyssä.

Tutkimusta ei voitu toteuttaa alkuperäisen suunnitelman mukaisesti useastakin eri syystä. Ensinnäkin tutkimukselle haettiin avustusta 94000 euroa ja sitä saatiin 30000 euroa. Lisäksi jo hankkeen käynnistysvaiheessa keväällä 2013 kävi selväksi, että alueella on rauhoitettua viitasammakkoa ja ojavesien kemikalointiasemien rakentaminen ei ole mahdollista ennen viitasammakkokartoituksen tekemistä. Kartoitus tehtiin Pirkanmaan ELY-keskuksen toimesta toukokuussa 2013. Selvityksessä todettiin, että viitasammakkoa esiintyy runsaasti kaikissa tutkituissa lahdissa. Kesällä ja syksyllä 2013 jatkettiin kemikalointiin sopivien ojien kartoitusta. Kartoituksessa todettiin, että alue on maastoltaan hyvin tasaista ja patoamista vaativien menetelmien rakentamiseen soveltuvia paikkoja on niukalti. Ravinnepiitoisuudet tutkituissa ojissa olivat kuitenkin pääosin suuria ja tarvetta ojavesien ravinnekuormituksen vähentämiselle on.

Ojavesien kartoituksen valmistuttua hankkeen toteuttamisesta neuvoteltiin Pirkanmaan ELY-keskuksen kanssa syksyllä 2013. Yhteistyössä päätettiin, että alueelle tehdään vain kolme erityyppistä ojavesien ravinnekuormitusta vähentävää teknistä ratkaisua ja vertaillaan niiden toimivuutta ja kustannuksia. Lisäksi Pirkanmaan ELY-keskus selvittää menetelmien vaikutusta viitasammakon elinoloihin. Hankkeelle haettiin tutkimuslupaa Pirkanmaan ELY-keskuksesta. Tutkimuslupan käsittelyvaiheessa kuitenkin todettiin, että kemikaaliasemien seurantaohjelmasta olisi viitasammakon vuoksi muodostunut niin massiivinen ja kallis, että hankkeen ojavesien käsittelyasemia ei kannata alueelle rakentaa, vaan ne saadaan kustannustehokkaammin toteutettua muihin kohteisiin. Ainoastaan Sachtofer PR –raepuskuri lopulta toteutettiin Hulauden alueelle.

Korvaavia kohteita kartoitettiin niiltä alueilta, joille KVYY oli hiljattain tehnyt kuormitusselvityksiä ja joissa oli aktiivisia paikallisia toimijoita hankkeen kumppaneiksi. Nestemäisen alumiinikloridin (PAX XL-100) saostuskokeet päätettiin tehdä Sastamalan Ylistenjärvellä Vistilän ojassa ja Kangasalan Pakalanjärvellä Kaivannonkorvenojassa. Lisäksi Vesilahden kunnan kautta löydettiin Vesilahden Narvas-ta kohde toiselle Sachtofer PR –raepuskurille.

2. TUTKIMUSASETELMA

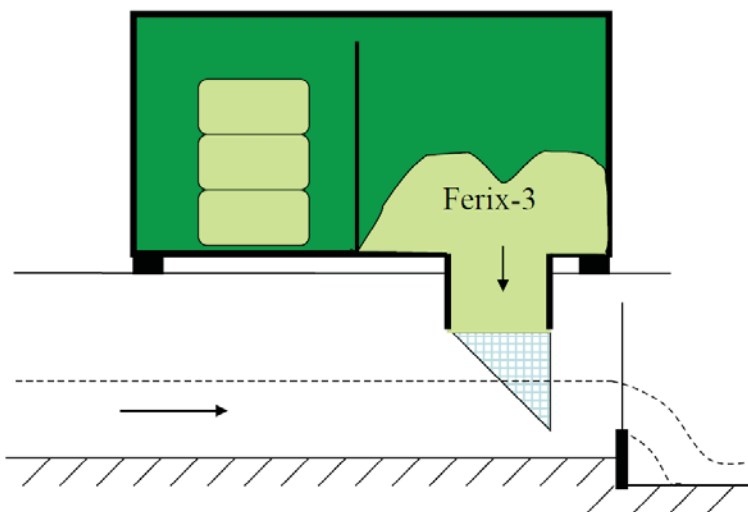
Hankkeessa tutkittiin ojavesien fosforikuormituksen vähentämistä rakeisella ferrosulfaatilla (Ferrix-3), nestemäisellä alumiinikloridilla (PAX XL-100) ja rakeisella rautahydroksidin ja kalkin sekoituksella (Sachtofer PR). Hankkeen tavoitteena oli kehittää kustannustehokas, helposti toteutettava, varmatoiminen ja ympäristöä kuormittamaton menetelmä ojavesien fosforikuormituksen vähentämiseksi.

Ferrix-3 ja alumiinikloridi annosteltiin suoraan ojaveteen. Sachtofer PR raetta kokeiltiin hevostallin jaloittelutarhan alapuolella pellon pinnalla ja ylämaankarjan ruokintapaikan alapuolella peitettynä ojassa. Ferrix-menetelmä on jo käytössä useissa paikoissa ja sen toimivuus ja vaikutukset ovat suhteellisen hyvin tunnettuja. Ferrix-asema joudutaan kuitenkin aina rakentamisvaiheessa modifioimaan kohteeseen sopivaksi. Sachtofer PR rakeen toimivuutta pintavalunnan suodattamisessa on kokeiltu mm. Active Wetlands –hankkeessa. Menetelmä ei ole kuitenkaan vielä vakiintunut ja levinnyt laajempaan käyttöön. Nestemäisen alumiinikloridin annostelua on kokeiltu yksittäisissä kohteissa suovesien käsittelyyn, mutta ei peltoalueiden ojavesille. Menetelmä on kuitenkin kiinnostava ja mikäli siihen liittyvät tekniset haasteet saadaan ratkaistua, on menetelmästä mahdollista saada hyvinkin kustannustehokas ratkaisu ojavesien fosforikuormituksen vähentämiseen. Nestemäisen alumiinikloridin syötön etuja ovat Ferrix-raetta pienempi kemikaalinkulutus ja tarkempi annostelu. Lisäksi alumiinisakasta fosfori ei liukene uudelleen liukoiseen muotoon pH:n laskiessa tai hapettomissa oloissa kuten rautapohjaisen kemikaalin kanssa käy.

3. KOKEILLUT FOSFORINPOISTOMENETELMÄT

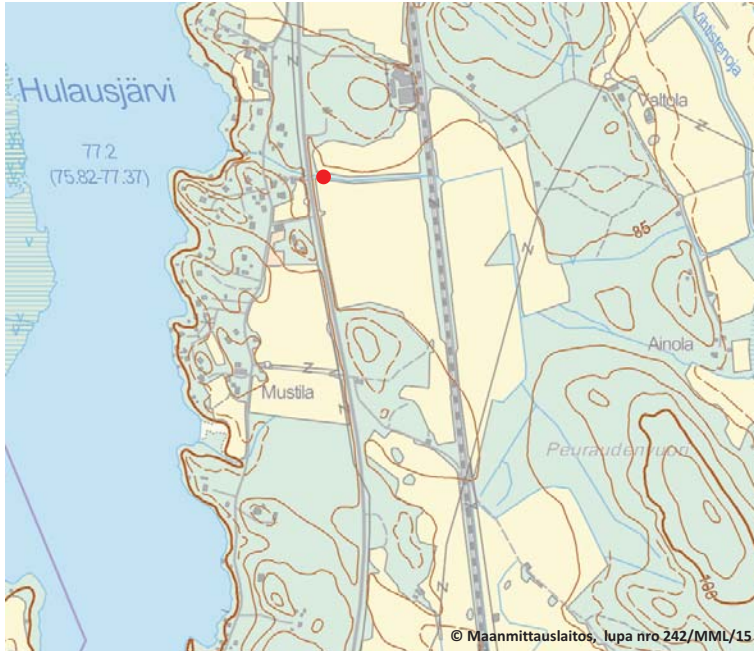
3.1 Rakeinen ferrosulfaatti (Ferrix-3)

Hankkeessa toteutettiin yksi Ferrix-asema MTT:n laatiman ohjeen mukaisesti (Närvänen, Uusitalo & Rasa, 2012). Kemikaaliaseman rakenne on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3.1). Tavoitteena oli, että muiden hankkeessa toteutettavien menetelmien toteutustapoja, kustannuksia, puhdistustehokkuutta ja hoito- ja huoltotoimia verrataan jo tunnetun Ferrix-menetelmän toteutukseen.



Kuva 3.1. Ferrix-aseman rakenne MTT:n ohjeessa (Närvänen ym. 2012).

Hanke rakensi Ferix-aseman Lempäälään Hulausjärven itärannalle Peuraudenvuoresta laskevaan ojaan (kuva 3.2). Aseman paikka ei ollut optimaalinen, mutta se oli ainoa kartoitetuista kohteista, joihin Pirkanmaan ELY-keskus antoi luvan rakentaa asema ennen viitasammakkoselvityksen valmistumista.



Kuva 3.2. Keväällä 2013 rakennetun Ferix-aseman sijainti Lempäälässä Peuraudenvuoresta virtaavassa ojassa.

Asema rakennettiin ojaan toukokuussa 2013. Kevättulva oli kuitenkin jo ohi ja ojan virtaamat pieniä. Myös fosfaattifosforin (PO₄-P) pitoisuudet ojassa olivat alle 20 µg/l ja saostuksen vaikutuksia ojassa ei pystytty testaamaan. Ferix-syöttö lopetettiin tuloksettomana kesäkuun puolivälissä.

Tammikuussa 2014 Ferix-asema siirrettiin Vesilahdelle Hulausjärven länsirannalle Pujerolta Kaarreportaaseen virtaavaan ojaan (kuva 3.3). Kemikaalinsyöttö Ferix-asemalla oli tarkoitus aloittaa keväällä 2014. Hankkeen tutkimusluvan hakeminen kuitenkin viivästyi, ja kun tutkimusluvan hakemisesta päätettiin myöhemmin kokonaan luopua, ei kemikaalinsyöttöä lopulta tehty kohteella ollenkaan. Kemikaaliasema purettiin kohteelta syksyllä 2015.



Kuva 3.3. Tammikuussa 2014 rakennetun Ferix-aseman sijainti Vesilahdella Pujerolta Kaarreportaaseen virtaavassa ojassa.



Kuva 3.4. Tammikuussa 2014 rakennettu Ferix-asema valmiina kemikaalinsyöttöä varten.

3.1.1. Kokemukset rakeisesta ferrosulfaattista

Ferix-aseman rakentamisessa aikaa vievin vaihe oli löytää asemalle sopiva sijoituspaikka. Oleellista on, että ojan virtaama on kevättulvan aikaan sopiva (mielellään 50-100 l/s), ojaveden liukoisen fosforin pitoisuus on riittävä (yli 100 µg/l) ja pohjapadon rakentaminen ei aiheuta tulvimista aseman yläpuolella. Tärkeää on myös selvittää alueen luontoarvot (erityisesti viitasammakko) ja hankkia ajoissa tarvittavat luvat. Ferix-aseman rakentaminen oli yksinkertaista MTT:n ohjeen mukaisesti (Närvänen ym. 2012) ja onnistui kahdelta henkilöltä päivässä.

Ferix-aseman hoitaminen on työlästä. Kemikaalia kuluu ojan virtaamasta riippuen jopa useampi säkki päivässä. Kemikaalisäkit olisikin hyvä saada varastoitua hyvin lähelle asemaa, jotta säiliön täyttäminen sujuu vaivattomasti. Kemikaalirae on hyvin sotkevaa, joten asianmukainen suojarustus on huoltotoimissa tarpeen. Ojan virtauksen ollessa suuri, täytyy asemalla käydä vähintään joka toinen päivä lisäämässä kemikaalia ja avaamassa mahdollisia tukkeumia saostussukasta.

Kemikaalilaitteiston osat maksavat yhteensä noin 500 euroa ja löytyvät pääosin rautakaupasta. Kemikaalilava (1200 kg) maksaa paikalle tuotuna noin 1000 euroa. Kaikki asennus ja säätötyöt tehtiin talkoilla ja analyysikulut katettiin hankkeen toimesta.

3.2 Rakeinen rautahydroksidi (Sachtofer PR)

Hankkeessa rakennettiin kaksi fosforinpoistosuodatinta, joissa saostavana aineena käytettiin rakeista rautahydroksidia kauppanimeltään Sachtofer PR. Suodatinmateriaalia ei laitettu suoraan pelto-ojaan vaan ojan ja pistemäistä haja-kuormitusta aiheuttavan kohteen väliin. Kokeiluiden tavoitteena oli testata, onko pistemäisten rinteessä sijaitsevien haja-kuormituskohteiden pintavaluntana tulevaa vesistökuormitusta mahdollista vähentää suodattimien avulla.

3.2.1. Ratsastuskoulun jaloittelutarhan raepuskuri

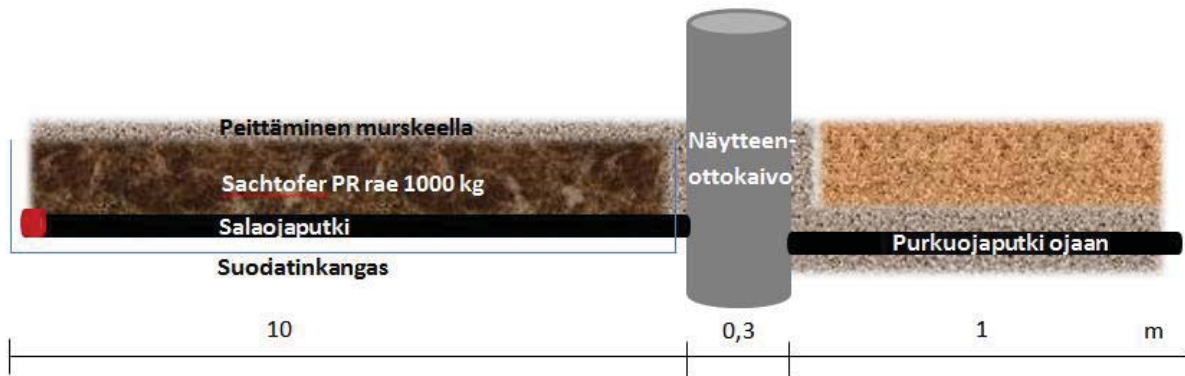
Ensimmäinen raepuskuri rakennettiin ratsastuskoululle Vesilahdella huhtikuussa 2014. Hevostallin jaloittelutarhat sijaitsevat rinteessä Mantereenjärven Matajanlahteen laskevan ojan varressa. Hevoset ulkoilevat tarhoissa ympäri vuoden laidunkautta lukuun ottamatta.

Raepuskuri rakennettiin maastossa alimpana sijaitsevan jaloittelutarhan ja ojan väliin. Paikka oli ahdas ja siihen saatiin mahtumaan vain 10 m pitkä suodatin. Tilanahtauden vuoksi vertailupuskuri ilman kemikaaliraetta toteutettiin eri kohtaan kuin varsinainen suodatin. Jaloittelutarhojen ja puskureiden sijainti on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3.5).



Kuva 3.5. Huhtikuussa 2014 rakennetun raepuskurin ja vertailuojan tutkimusjärjestelyt.

Raepuskuri rakennettiin kaivamalla pelto-ojan ja jaloittelutarhan väliin 10 metriä pitkä vako. Vaon pohjalle laitettiin suodatinkangas ja salaojaputkea ja sen päälle Sachtofer PR raetta. Salaojasta vedet johdettiin näytteenottokaivoon ja siitä edelleen pelto-ojaan. Sachtofer PR raetta laitettiin puskuriin 1000 kg. Sachtofer PR rae peitettiin laitumen puolelta murskeella, jotta hevoset eivät aidan yli kurkotellessaan joudu kosketuksiin kemikaalin kanssa. Raepuskurin rakenne on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3.6). Vertailualue rakennettiin vastaavasti, mutta Sachtofer PR rae korvattiin murskeella ja kaivumailla.



Kuva 3.6. Raepuskurin tutkimusjärjestelyiden rakenne Vesilahden ratsastuskoululla.



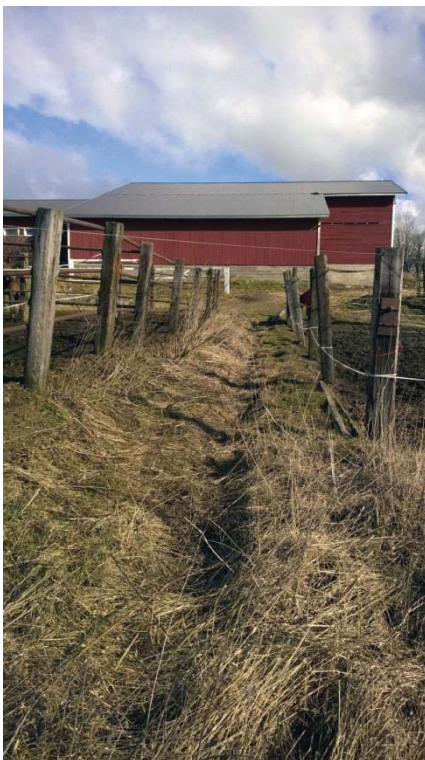
Kuva 3.7. Raepuskurin paikka ennen rakentamisen aloittamista.



Kuva 3.8. Sachtofer PR rakeen levitys.



Kuva 3.9. Raepuskuri valmiina. Maanomistaja perkasi samalla pelto-ojan auki.



Kuva 3.10. Vertailuoja ennen rakentamista ja valmiina.

Raepuskurin fosforinsitomistehoa seurattiin ottamalla vesinäytteitä noin kuukauden välein sekä puskurin jälkeen olevasta näytteenottokaivosta että vertailuojan näytteenottokaivosta. Näytteistä tutkittiin sähkönjohtavuus, pH, kokonaisfosfori ja fosfaattifosfori.

Vertailuojasta saatiin näytteitä vain elokuun 2014 näytteenottokertaan asti. Tämän jälkeen näytteenottokaivoon ei tullut uutta vettä, vaan kaivon vesipinta pysyi kokoajan poistoputken pinnan alapuolella. Vertailuoja tukkeutui todennäköisesti sen päälle kasvaneen runsaan kasvillisuuden takia tai kasvillisuus pidatti pintavalunnan niin tehokkaasti, että vettä ei näytteenottokaivoon asti päätenyt (kuva 3.11).



Kuva 3.11. Ratsastuskoulun tukkoon mennyt vertailuoja runsaan kasvillisuuden peittämänä elokuun lopulla 2014. Näytteenottokaivo etualalla.

Raepuskurin yläpuolisessa jaloittelutarhassa ei ollut hevosia laidunkauden aikana (heinä-syyskuu). Tarhan pinta olikin hyvin ruohottunut syyskuun näytteenottokerralla. Myös raepuskurin ympäristä on loppukesästä vahvasti ruohottunut, mutta itse puskurin päällä kasvustoa ei vielä syksyllä 2014 ollut (kuva 3.12). Pintavalunta onkin kesäaikaan todennäköisesti hyvin vähäistä. Vuonna 2015 raepuskurin läpi kulki vesi vielä toukokuussa, mutta kesäkuun lopulla myös suodatin oli tukossa ja näytteenottokaivoon ei enää tullut uutta vettä. Keväällä tarhojen puhdistuksen yhteydessä myös raepuskurin päälle oli lapioitu lantaa ja ravinnekuorma raepuskurin päällä olikin suuri. Kasvillisuutta alkoi jo keväällä kasvaa myös raepuskurin pinnalle ja syksyllä kasvillisuutta oli juurtunut jo koko raepuskurin alueelle. Silmämääräisesti tarkastelleen suodatinmateriaali oli vielä rakeisessa muodossa, mutta runsas kasvillisuus pidatti pintavaluntana kulkevan veden ja sitä ei näytteenottokaivoon asti kulkenut (kuva 3.13).

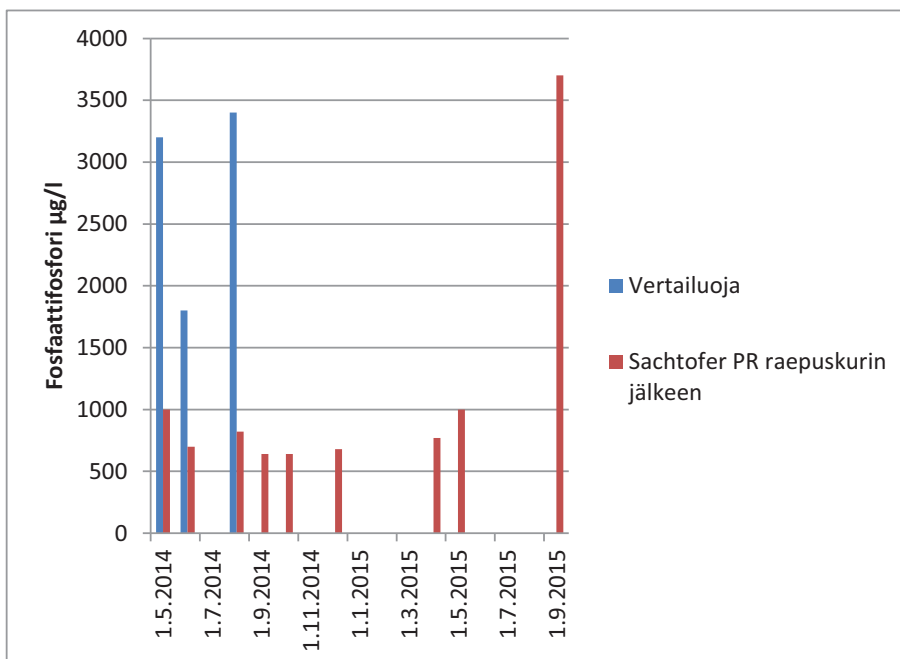


Kuva 3.12. Vesilahden ratsastuskoulun raepuskurin yläpuolella oleva jaloittelutarha laidunkauden lopulla syyskuussa 2014. Raepuskuri on kuvan etualalla aidan ulkopuolella runsaan kasvillisuuden peitossa.



Kuva 3.13. Vesilahden ratsastuskoulun raepuskuri runsaan kasvillisuuden peitossa kesäkuun 2015 lopussa.

Ensimmäisen vuoden raepuskuri toimi suunnitellusti ja liukoisen fosfaattifosforin (PO₄-P) puhdistusteho oli 60-70% luokkaa. Veden liukoisen fosfaattifosforin pitoisuudet olivat kuitenkin korkeat vielä raepuskurin jälkeenkin vaihdellen 640-1000 µg/l välillä. Toisena tutkimusvuonna raepuskurin kuormitus oli suurta raepuskurin päällä olevan lannan takia ja kasvillisuus levisi hyvin nopeasti raepuskurin päälle. Se, että näytteenottokaivoon asti ei uutta vettä tullut, ei kuitenkaan tarkoita, etteikö pintavaluntana kulkenut vesi olisi silti puskurissa voinut puhdistua. Viimeisellä näytteenottokerralla syyskuussa 2015 raepuskurin päällä oleva lanta oli ilmeisesti päässyt näytteenottokaivoon asti ja kaivossa olevan veden fosfaattifosforin pitoisuus oli 3700 µg/l. Raepuskurin läpimenneen veden fosfaattifosforin pitoisuudet vaihtelivat välillä 640-3700 µg/l ja kokonaisfosforin pitoisuudet 530-5100 µg/l. pH:n vaihteluväli oli 7,4-8,0 ja sähkönjohtavuuden 104-257 mS/m. Fosfaattifosforitulokset on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3.14).



Kuva 3.14. Ratsastuskoulun raepuskurin ja vertailujan näytteenottokaivon fosfaattifosforin tulokset.

3.2.2. Ylämaankarjatilän ruokintapaikan raepuskuri

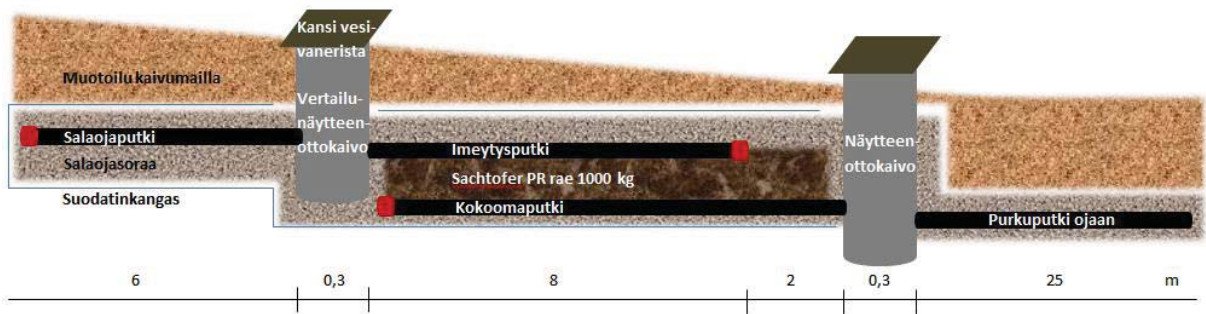
Toinen raepuskuri rakennettiin Vesilahden Narvaan ylämaankarjatilalle syyskuussa 2014. Tilan ylämaankarjan ympärivuotinen ruokintapaikka sijaitsee jyrkässä rinteessä Pyhäjärveen laskevan Särkiojan varressa. Karjaa oli rakentamishetkellä laitumella kahdeksan, mutta karjan määrä lisääntyi tutkimusjakson aikana.

Raepuskuri rakennettiin ruokintapaikan sivuitse kulkevaan ojauomaan. Osa ruokintapaikan pintavalunnasta ohittaa puskurin, mutta maaston takia puskuria ei ollut mahdollista rakentaa ruokintapaikan Särkiojanpuoleiselle sivulle. Ojaan saatiin mahtumaan 10 m pitkä suodatin ja 6 m pitkä vertailuoja sen yläpuolelle. Tutkimusasetelma rakennettiin niin, että vertailunäyte otetaan samasta ojasta puskurin yläpuolelta. Vertailunäytekaivosta vesi jatkaa suoraan puskuriin. Puskuriin tulee myös suoraa pintavaluntaa puskurin yläpuolella olevasta rinteestä, joten täysin vertailukelpoisia vertailunäytteenottokaivon ja puskurin jälkeisen kaivon näytteet eivät ole. Puskurin rakenteeseen vaikutti myös puskurin sijaitseminen laitumella, jolloin oli huomioitava sekä karjan turvallisuus että tutkimusrakenteiden säilyminen ehjänä. Tutkimusrakenteiden sijainti on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3.15).

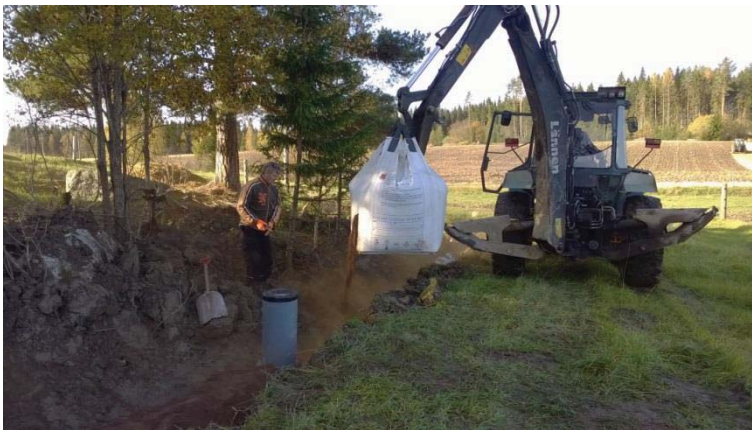


Kuva 3.15. Syyskuussa 2014 rakennetun raepuskurin tutkimusjärjestelyt.

Raepuskuri rakennettiin syventämällä pellon reunassa kulkenutta avo-ojaa. Maastossa ylemmäksi tehtiin vertailuoja, jossa on salaojaputki salaojasoran keskellä. Salaojasta vesi virtaa näytteenotto-kaivoon ja siitä edelleen raepuskuriin. Raepuskuriin vesi jaetaan salaojaputkella, jonka alapuolella on 20-40 cm Sachtofer PR raetta. Raekerroksen alta vesi kerätään salaojaputkella näytteenottokaivoon ja siitä edelleen Särkiojaan. Sachtofer PR raetta laitettiin puskuriin 1000 kg. Puskuri peitettiin kaivu-mailla, jotka olivat osin hyvinkin savisia. Raepuskurin rakenne on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3.16).



Kuva 3.16. Raepuskurin tutkimusjärjestelyiden rakenne ylämaankarjatilalla.



Kuva 3.17. Sachtofer PR rakeen levitys.



Kuva 3.18. Raepuskuri valmiina. Maanomistaja jatkaa purkuputken myöhemmin suoraan Särkiojaan asti.

Raepuskurin fosforinsitomistehoa seurattiin ottamalla vesinäytteitä noin kuukauden välein sekä vertailuojan näytteenottokaivosta että puskurin jälkeen olevasta näytteenottokaivosta. Näytteistä tutkittiin sähkönjohtavuus, pH, kokonaisfosfori ja fosfaattifosfori. Koska tutkimusjärjestelyt sijaitsevat laitumella, olivat näytteenotto-olot usein hyvinkin kuraiset (kuva 3.19). Karja myös ulostaa puskurin päälle, joka omalta osaltaan lisää suoraan raepuskuriin kohdistuvaa kuormitusta. Muutaman kerran lehmät saivat näytteenottokaivojen kannet auki, jolloin kaivoihin joutui savista maata. Savea valui koviin sateiden jälkeen myös kaivon reunan yli suoraan kaivoon (Kuva 3.20). Näytteenottokaivot tyhjennettiin aina näytteenoton yhteydessä niin paljon kuin se oli näytteenottoastialla mahdollista.

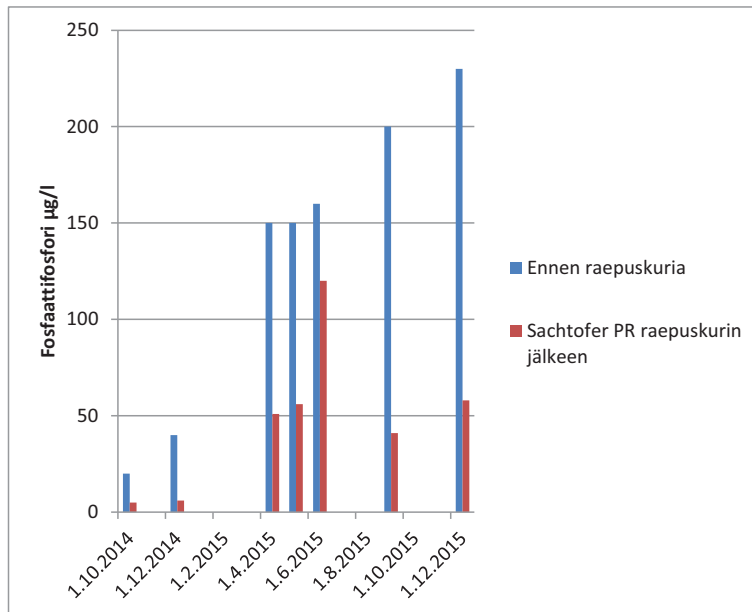


Kuva 3.19. Ylämaankarjatilan raepuskuri hyvin kuraisena lokakuun 2014 lopussa.



Kuva 3.20. Näytteenotto-kaivoon pääsi valumaan savista vettä kaivon reunasta.

Ylämaankarjatilan raepuskuri toimi koko tutkimusjakson keskimäärin yli 70 prosentin puhdistusteholla lukuun ottamatta kesäkuun 2015 näytteenottokertaa, jolloin lehmät olivat ilmeisesti saaneet näytteenotto-kaivon kannen auki ja sotkeneet vettä. Fosfaattifosforin pitoisuudet ennen raepuskuria vaihtelivat välillä 22-240 $\mu\text{g/l}$ ja raepuskurin läpimenneen veden fosfaattifosforin pitoisuudet välillä 5-120 $\mu\text{g/l}$. Kokonaisfosforin pitoisuudet ennen raepuskuria vaihtelivat välillä 180-440 $\mu\text{g/l}$ ja raepuskurin läpimenneen veden kokonaisfosforin pitoisuudet välillä 22-240 $\mu\text{g/l}$. pH:n vaihteluväli ennen raepuskuria oli 6,5-6,9 ja jälkeen 6,9-7,7 ja sähkönjohtavuuden vaihteluväli ennen raepuskuria oli 18,4-39,5 mS/m ja jälkeen 110-222 mS/m. Fosfaattifosforitulokset on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3.21).



Kuva 3.21. Ylämaankarjatilän raepuskurin fosfaattifosforin tulokset.

3.2.3. Kokemukset rakeisesta rautahydroksidista

Työläin vaihe raepuskurin perustamisessa oli sopivan sijoituspaikan ja asialle myönteisen viljelijän löytäminen. Raepuskuri sopii rinteessä sijaitsevien pistemäistä kuormitusta aiheuttavien hajakuormituskohdeiden pintavalunnan käsittelyyn. Otollisia kohteita ovat esimerkiksi karjan jaloittelutarhat, ruokintapaikat ja hevosaitaukset.

Raepuskurin rakentaminen ilman tutkimusjärjestelyiden aiheuttamaan lisätyötä on yksinkertaista ja onnistuu tilalta löytyviä maatalouskoneita hyödyntämällä. Yksinkertaisimmillaan riittää, että rinteen pistekuormittajan alapuolelle laitetaan 20-40 cm korkea valli Sachtofer PR raetta. Pintavaluntaa kulkeva vesi puhdistuu vallin läpi valuessaan. Puskuria rakennettaessa on huomioitava massan pölyäminen ja muut työturvallisuutteen liittyvät asiat. Puskurin alue on syytä myös aidata, jotta esimerkiksi eläimet eivät joudu suoraan kosketuksiin rakeen kanssa. Jos aitaaminen ei ole mahdollista, voi raepuskurille kaivaa pienen ojan ja peittää massan niin, että kosketusvaaraa ei synny.

Sachtofer PR on hankittavissa Huntsman Oy:n kautta Porin tehtaalta. Tuote on saatavissa vain vähintään 500 tonnin erissä ja säkkitoimituksena sen hinta on 135€/t. Kaikki asennus ja säätötyöt tehtiin talkoilla ja analyysikulut katettiin hankkeen toimesta.

3.3 Nestemäinen alumiinikloridi (PAX XL-100)

Ojavesien puhdistamisessa on perinteisesti käytetty rakeisia rautapohjaisia massoja. Massoilla saadaan kyllä liukoinen fosfori hyvin pidättymään, mutta niiden käyttöön liittyy myös haasteita. Annostelumäärät ovat suuria ja siitä johtuen järjestelmän vaatii päivittäistä hoitamista. Rautapohjainen sakka on myös hyvin hienojakoista ja kulkeutuu helposti ojasta järveen asti. Järvessä fosfori voi haittoisissa oloissa vapautua uudelleen liukoiseen muotoon.

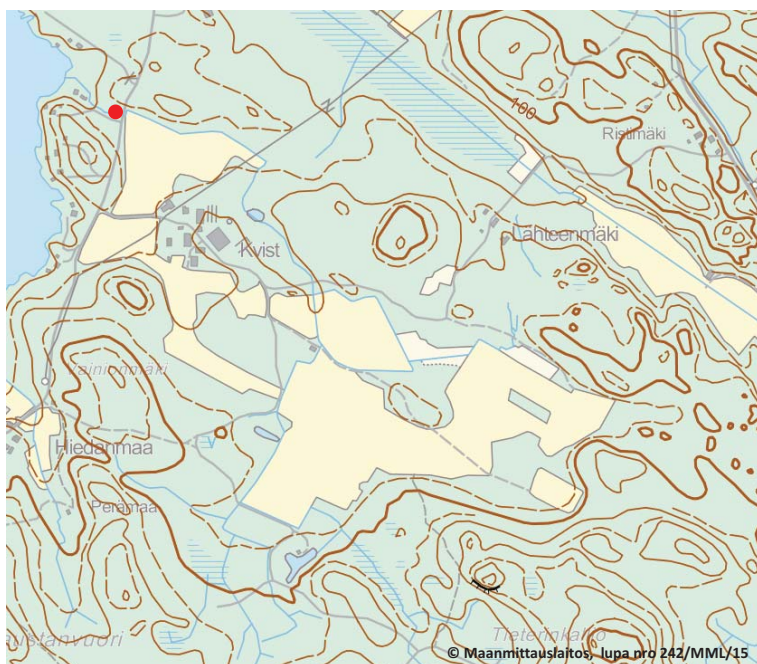
Alumiinikloridia (PAX XL-100) tai muita vastaavia nestemäisiä alumiinipohjaisia tuotteita käyttämällä saavutetaan useita etuja. Kemikaalin annostelu on tarkempaa, kemikaalia kuluu vähemmän, järjestelmä ei tukkeudu niin helposti ja sitä voidaan säätää myös etäohjauksella. Alumiini muodostaa fosforin kanssa pysyvän sidoksen, joka ei liukene hapettomissakaan oloissa uudelleen liukoiseen muotoon.

Alumiinikloridin käytöstä ojavesien käsittelyssä ei löytynyt valmiita malleja, joten kokeilulaitteistojen suunnittelu aloitettiin puhtaalta pöydältä. Ajatuksena oli, että kemikaalin annostelua säädetään mittaamalla ojan pH:n muutoksia saostusaseman alapuolelta. Näin kemikaalin syöttö saadaan sidottua virtaamaan ja yliannostelun vaaraa ei muodostu.

3.3.1. Ylistenjärven Vistilänojan saostusasema

Toinen hankkeen rakentamista kemikaaliasemista sijaitsee Sastamalan Ylistenjärven itärannalla (kuva 3.22). Ylistenjärvelle on tehty ojien vedenlaatututkimus vuonna 2013. Tutkimuksessa todettiin, että Vistilänojan kautta tulee merkittävää fosforikuormitusta järveen. Lisäksi järvellä toimii aktiivinen suojeluyhdistys, joka on toivonut vesiensuojelutoimien kohdentamista alueelle. Ylistenjärvi on vielä hyvässä, jopa erinomaisessa, ekologisessa tilassa, mutta selviä merkkejä rehevöitymiskehityksestä on jo havaittavissa.

Ennen kemikaloinnin aloittamista kohteelle tehtiin viitasammakkoselvitys keväällä 2014. Selvityksessä todettiin, että oja ja ojansuu eivät ole erityisesti viitasammakolle sopivia eikä yksilöitä sieltä kartoituksessa löydetty. Lisäksi Pirkanmaan ELY-keskukselta pyydettiin lausunto vesilain mukaisen luvan tarpeesta. ELY-keskuksen lausunnossa todettiin, että tarvetta vesilain mukaiselle luvalla ei ole.



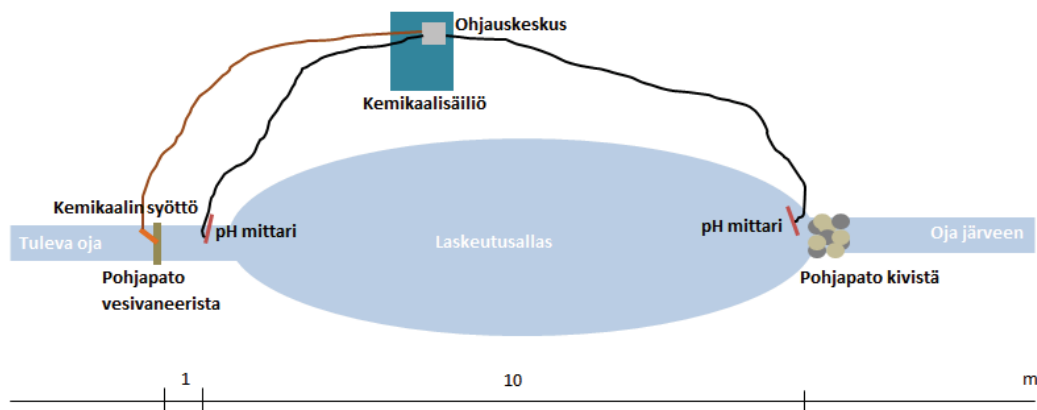
Kuva 3.22. Sastamalan Vistilänojan kemikaaliaseman sijainti.

Kemikaalinsyöttölaitteisto tilattiin jo syksyllä 2014, mutta asema päästiin asentamaan vasta huhtikuussa 2015 maanomistajan kiireiden vuoksi. Maanomistaja raivasi ojanvarren puuston pois ja kaivoi laskeutusaltaan talkootyönä. Patojen rakentaminen ja laitteiston asennus hoidettiin talkoilla järven suojeluyhdistyksen toimesta. Paikallisella suojeluyhdistyksellä oli myös vastuu laitteiston käytöstä ja vesinäytteiden toimittamisesta KVVY:n laboratorioon.

Saostuksessa käytettävä kemikaali oli Kemiran alumiinikloridi (PAX XL-100). Kemikaali annostellaan magneettitoimisella kalvoannostuspumpulla V-padolle. Padolla kemikaali sekoittuu ojan vesimassa. Padon alapuolella on pH-mittaus, joka säätelee kemikaalin syöttöä niin, että pH ei laske alle kuuden. Tämän jälkeen on rauhallisemman virtauksen alue, jossa muodostunut sakka laskeutuu kaimvetun laskeutusaltaan pohjalle. Kemikaaliaseman rakenne on esitetty alla olevissa kuvissa (Kuva 3.23 ja Kuva 3.24). Laboratoriossa tehdyissä esisaostuskokeissa kemikaalinkulutukseksi saatiin 59 ml PAX/m³ ojavettä.



Kuva 3.23. Sastamalan Vistilänojan kemikaaliaseman tutkimusjärjestelyt syksyllä 2015.



Kuva 3.24. Rakennekuva Sastamalan Vistilänojan kemikaaliaseman tutkimusjärjestelyistä.

Kemikalointi päästiin aloittamaan 15.4.2015. Tuossa vaiheessa kevättulva oli kuitenkin jo ohi ja virtaamat olivat pieniä. Myös ojan fosforipitoisuudet olivat poikkeuksellisen alhaisia (kokonaisfosforin vaihteluväli 45-67 µg/l ja fosfaattifosforin 15-23 µg/l). Kemikaalinsyöttöä jatkettiin keväällä viikon verran tekniikan testaamiseksi, jonka jälkeen syöttö lopetettiin. Fosfaattifosforin poistoteho vaihteli välillä 27-48 prosenttia, mutta käsiteltävän veden laimeudesta ja laitteiston säätöjen jatkuvasta muuttamisesta johtuen tulosten perusteella ei voi vetää johtopäätöksiä tekniikan toimivuudesta.

Kemikalointia kokeiltiin uudelleen lokakuussa 2015. Lokakuu oli kuitenkin poikkeuksellisen kuiva ja virtaamat olivat erittäin alhaisia. Kokonaisfosforia oli syksyllä ojassa 130-240 µg/l ja fosfaattifosforia 94-140 µg/l. Vähäisen virtaaman vuoksi ja alkaneen pakkasjakson takia kemikaalinsyöttö lopetettiin muutaman päivän kuluttua.

Johtopäätösten tekeminen hyvin rajallisen aineiston pohjalta on haasteellista. Se kuitenkin voidaan todeta, että otollisissa oloissa nyt kokeillun kaltainen laitteisto kyllä toimii, mutta vaatii paljon teknistä osaamista ja kiinnostusta laitteiston hoitamiseen. Haasteita ovat mm. löytää vaihtelevissa luonnonoloissa varmatoimisesti toimivat komponentit, saada kemikaali sekoittumaan riittävän tehokkaasti veteen ja löytää optimaaliset säädöt kemikalointiin. Vistilänojan kohteessa jouduttiin pH-anturit vaihtamaan kerran valmistevian takia uusiin ja korjaamaan pohjapatoa vuotojen vuoksi. Lisäksi pH-antureiden paikkoja vaihdettiin ja kemikaalin syöttöohjelmaa muutettiin useammankin kerran optimaalisten säätöjen löytämiseksi. Kemikaalin syöttöletkuun muodostuneet ilmakuplat todennäköisesti aiheuttivat myös epätarkkuutta kemikaalin annostelumäärään ja altaan pH laskikin välillä alemmaksi kuin oli ajateltu (alle 6). Tulosten perusteella myös näyttää, että kylmä vesi hidastaa kemiallisia reaktioita merkittävästi ja laitteiston käyttäminen ympärivuotisesti ei olekaan tässä muodossa mahdollista. Laitteiston reagoimista suurempaan virtaamaan tai äkillisiin tulvapiikkeihin ei koeaikana päästy testaamaan.

Laitteiston verollinen hinta oli noin 6500 euroa. Kemikaalikontti maksaa perille toimitettuna noin 1300 euroa. Kaikki asennus ja säätötyöt tehtiin talkoilla ja analyysikulut katettiin hankkeen toimesta.

3.3.2. Pakkalanjärven Kaivannonkorvenojan saostusasema

Toinen hankkeen seurannassa olleista kemikaaliasemista sijaitsee Kangasalan Pakkalanjärven itäranalla (kuva 3.25). Pakkalanjärvi kärsii voimakkaasta rehevöitymisestä ja sen kunnostus on aloitettu vuonna 2013 tekemällä ojavesiselvitys ja sedimenttitutkimus. Tutkimuksen mukaan Kaivannonkorvenoja oli yksi kuormitetuimmista ojista. Maanomistaja, jonka mailla oja sijaitsee, oli erittäin innokas kokeilemaan ojassa uusia vesiensuojelumenetelmiä. Maanomistaja oli myös tehnyt ojan suulle koskeikkoalueen, jonka läpi ojan vedet Pakkalanjärveen virtasivat.



Kuva 3.25. Kangasalan Pakkalanjärven kemikaaliaseman sijainti.

Saostuksessa käytettävä kemikaali oli sama Kemiran alumiinikloridi (PAX XL-100) kuin Ylistenjärvelläkin. Kemikaalin syöttö toteutettiin Pakkalanjärvellä maanomistajan toiveesta käsikäyttöisesti. Maanomistaja mittasi kerran päivässä ojan virtaaman ja pH:n kemikaaliaseman ylä- ja alapuolelta ja sääti kemikaalinsyötön sen perusteella. Kemikaalinsyöttö toteutettiin DPT-BC annostelupumpulla. Annostelupumppu sijoitettiin kontin päälle ja se toimi kahdella 12 V:n 60 AH:n akulla. Virran kulutus oli 150 mA, kun pumppu kävi. Kuva laitteistosta alla (kuva 3.26).



Kuva 3.26. Kangasalan Pakkalanjärven kemikaaliasema lokakuussa 2014. Kuvaaja Martti Seppälä.

Vuonna 2014 näytteitä otettiin kaksi kertaa. Ensimmäinen näytteenottokerta oli lokakuun lopussa ja toinen marraskuun alussa. Tämän jälkeen pumpun letku rikkoutui ja myös kelit muuttuivat kylmemmiksi, joten kemikaalinsyöttö päätettiin lopettaa. Laboratoriossa tehdyissä esisaostuskokeissa kemikaalinkulutukseksi saatiin 45 ml PAX/m³ ojavettä. Kaivannonkorvenojan fosfaattifosforin pitoisuudet ennen kemikaaliasemaa olivat 50 µg/l ja 47 µg/l ja kemikaloinnin jälkeen 44 µg/l ja 49 µg/l. Kokonaisfosforin pitoisuudet ennen kemikaaliasemaa olivat 100 µg/l ja 88 µg/l ja kemikaloinnin jälkeen 86

µg/l ja 110 µg/l. Tulevan veden pH oli molemmilla kerroilla 6,4 ja kemikaalikäsittelyn jälkeen 5,7 ja 6,1. Ensimmäisellä mittauskerralla fosfaattifosforin määrä väheni hieman, mutta toisella kerralla mitään vaikutusta ei ollut havaittavissa. Keväällä 2015 fosfaattifosforin pitoisuus ojassa oli erittäin alhainen (26 µg/l) ja kemikaalinsyöttöä ei ollut mielekäästä aloittaa.

Kokeilu osoitti, että viljelijöillä on kyllä kiinnostusta vesiensuojelua kohtaan ja myös halukkuutta laitteistoja hoitaa. Käsikäyttöisesti kemikaalisytön oikean annostuksen määrä on kuitenkin vaikeaa saada kohdilleen. Jatkuva pH-mittaus ja kemikaaliannostuksen kytkeminen siihen automaattisesti on ehdottomasti toimivampi ja riskittömämpi ratkaisu.

DPT-BC annostelupumppun hinta oli 600 euroa ja kemikaalikontti maksoi paikalle tuotuna 1300. Maanomistaja teki kaikki asennus ja säätötyöt talkoilla ja analyysikulut katettiin hankkeen toimesta.

4. KOKEILTUJEN MENETELMIEN VERTAILU

Ilmaston muuttuminen luo selkeän tarpeen erilaisille ympäri vuoden käytettävissä oleville hajakuorituksen vähentämismenetelmille. Tässä hankkeessa kokeilluista menetelmistä mikään ei yksinään osoittautunut laajasti hyödynnettäväksi, helppokäyttöiseksi ja varmatoimiseksi. Käyttökelpoisimmaksi osoittautui yksinkertaisin menetelmä eli rautahydroksidipuskuri (Sachtofer PR). Puskurin rakentaminen on yksinkertaista ja se on koko ajan toimintavalmiina, mutta sopii nyt kokeillussa muodossa vain yksittäisiin kohteisiin. Tutkimusaika oli kuitenkin niin lyhyt, että nyt saatujen tulosten pohjalta ei voida arvioida puskurin käyttöikää ja sitä myötä kustannustehokkuutta.

Suoraan ojaan virtaavan veden kemikaloimista varten rakennetut laitteistot osoittautuivat hyvin haasteellisiksi ylläpitää. Myös sopivien rakentamapaikkojen löytäminen oli hankalaa. Suurimmat oja-vesien kuormituspiikit tulevat yleensä ennakoimattomasti rankkasateiden yhteydessä ja yhä enenevässä määrin talvikaudella, jolloin lämpötila vaihtelee nollan molemmin puolin. Näissä olosuhteissa edullisen, toimintavarman ja vähällä hoitamisella toimivan laitteiston rakentaminen on erittäin haastavaa. Sekä nestemäisen että kiinteässä muodossa olevan kemikaalin annostelu kuormituspiikkien aikana vaatii jatkuvaa säätötilan seurantaa ja henkilöitä, jotka ovat valmiudessa hyvinkin nopeasti laitteita hoitamaan. Kylmässä ilmassa jäätyminen haittaa laitteistojen toimintaa ja hidastaa myös kemiallisia reaktioita vedessä.

5. TULOSTEN POHDINTA

Hankkeen myötä todettiin, että erilaisten menetelmien tutkiminen maasto-oloissa on hyvin haastavaa, työllistävää ja aikaa vievää. Sopivien tutkimuskohteiden etsimisessä on huomioitava paitsi maasto-olot, kuormitus, lupa-asiat kuin tässä hankkeessa erityiseksi haasteeksi muodostuneet luontoarvot ja erityisesti direktiivilajien suojelu. Huolellinen pohjatyö ja vuoropuhelu alueen maanomistajien ja viranomaisten kanssa ovat avain onnistuneeseen hankkeeseen.

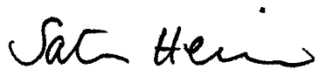
Suljettujen tutkimusjärjestelyiden rakentaminen on maasto-oloissa mahdotonta. Toisaalta käytännön olot tuovat esiin sellaisia haasteita, joihin ei laboratorio-oloissa tai teoreettisessa tarkastelussa tule kiinnitettyä huomiota. Tuloksiin sisältyykin aina olosuhteista johtuvia epävarmuuksia ja mitattuja arvoja voidaan pitää lähinnä suuntaa antavina. Varsinaista puhdistustehoa tärkeämpää on menetel-

män käytettävyys, luotettavuus ja reagointivalmius nopeasti muuttuviin olosuhteisiin. Kaikki menetelmät vaativat paikallisten tahojen sitoutumista, ja valmiutta ja osaamista laitteistoja hoitaa.

Ojavesien käsittelymenetelmät ovat yksi keino hajakuormituksen vähentämisessä. Käyttökelpoisimmillaan ne ovat korkean kuormituksen kohteissa, joissa maanomistajalla on tahtoa kuormitusta vähentää. Tärkein elementti hajakuormituksen hallinnassa on kuitenkin viljelymenetelmien kehittäminen ja talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisääminen niin, että poikkeuksellisissakin sääoloissa ravinteita karkaa ojiin mahdollisimman vähän. Ojissa kestävimmat ratkaisut liittyvät vesitalouden kokonaisvaltaiseen hallintaan eri intressiryhmien ja ympäristön tarpeet huomioiden. Tätä työtä voidaan yksittäisissä kohteissa tehostaa ojaveden kemiallisella käsittelyllä.

KOKEMÄENJOEN VESISTÖN VESIENSUOJELUYHDISTYS RY

Laatinut:



Ympäristöasiantuntija, FM Satu Heino

Hyväksynyt:



Toiminnanjohtaja Jukka Mattila

TIEDOKSI:

Pirkanmaan ELY-keskus
Lempäälän kunta
Vesilahden kunta
Sastamalan kaupunki
Kangasalan kunta

VIITTEET

Närvänen, A. Uusitalo, R. Rasa, K. 2012. Ferix-3 annostelun periaate, annostelijan rakentaminen ja hoito. MTT. Ohje.